



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRI CULTURA

DEFINICION DE AGROSISTEMAS PARA GENERAR  
PRACTICAS DE FERTILIZACION Y DENSIDAD DE  
POBLACION EN EL PATRON ANUAL DE CULTIVO  
MAIZ-MAIZ, EN LA ZONA NORTE DEL ESTADO  
DE VERACRUZ

---

---

---

---

---

## TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO  
ORIENTACION FITOTECNIA

P R E S E N T A :

JOSE LUIS GONZALEZ PAREDES

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal.

1 9 8 1

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal. 17 de Julio 1981

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

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE \_\_\_\_\_

JOSE LUIS GONZALEZ PAREDES Titulada:

" DEFINICION DE AGROSISTEMAS PARA GENERAR PRACTICAS DE FERTI-  
LIZACION Y DENSIDAD DE POBLACION EN EL PATRON ANUAL DE CUL-  
TIVO MAIZ-MAIZ, EN LA ZONA NORTE DEL ESTADO DE VERACRUZ.

Damos nuestra aprobacion para la Impresion de la misma

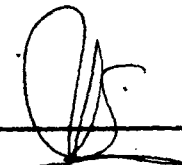
DIRECTOR

  
\_\_\_\_\_  
ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL

ASESOR

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
ING. SALVADOR MENA MUNGUIA

  
\_\_\_\_\_  
ING. ELIAS SANDOVAL ISLAS

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas por la autorización de los datos que conforman el presente trabajo.

Al Doctor Antonio Turrent Fernández mi gratitud por el interés constante y la manifestación de apoyo en la planeación y ejecución del trabajo que enmarca esta tesis.

Al Ing. M.C. Francisco Villalpando Ibarra por sus consejos recibidos y la oportunidad de iniciarme en trabajos de investigación agrícola.

A los Ingenieros Antonio Sandoval Madrigal, Salvador Mena Munguía y Elías Sandoval Islas, por las sugerencias y revisión del trabajo.

Al personal de la Unidad de Biometría del Campo Agrícola Experimental Cotaxtla por su valiosa ayuda.

A los Sres. Gregorio de la Rosa Adán y Gilberto Carbajal Lagunes por su auxilio en los trabajos de campo.

A las Sritas. Miguelina Méndez Carrera y Luz María Sosa Valenzuela por su eficiente trabajo de mecanografía.

# DEDICATORIA

## A MI MADRE

Sra. María Paredes de Glez.,  
por su apoyo y fé inquebrantable.

## A MI PADRE

Sr. Pedro González Casillas,  
con mucho respeto.

## A MIS HERMANOS

Ma. de Jesús, Bernardino, Carlos,  
Ma. Guadalupe, Pedro, Ignacio,  
Ana María, Eudocia y Gerardo,  
con estimación y afecto.

## A SANDRA

Con cariño y respeto.

## A MIS AMIGOS

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	xi
CUADROS DEL APENDICE.....	xii
I. INTRODUCCION.....	1
II. EL AREA DE ESTUDIO, SU TECNOLOGIA.....	5
2.1 EL AREA DE ESTUDIO.....	5
2.1.1 Localización.....	5
2.1.2 Relieve.....	7
2.1.3 Hidrografía.....	7
2.1.4 Clima.....	8
2.1.4.1 Precipitación.....	9
2.1.4.2 Evaporación.....	9
2.1.5 Suelos.....	13
2.1.5.1 Cambisoles eútricos.....	13
2.1.5.2 Fluvisoles eútricos.....	15
2.1.5.3 Vertisoles pélicos.....	15
2.2 AMBITO SOCIOECONOMICO.....	16
2.2.1 Población.....	16
2.2.2 Tenencia de la tierra.....	17
2.2.3 Cultivos principales.....	17
2.3 TECNOLOGIA TRADICIONAL DEL AREA DE ESTUDIO.....	18
2.3.1 Siembras de temporal.....	18
2.3.2 Siembras de tonalmil.....	21

	Pág.
<b>III. REVISION BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>22</b>
3.1 AGROSISTEMAS.....	22
3.1.1 Definición y factores componentes...	22
3.1.2 Modelos para generar tecnologías mejoradas de producción.....	24
3.1.3 Problemas en la definición de agrosistemas.....	28
3.1.4 Métodos para establecer un agrosistema.....	29
<b>IV. OBJETIVOS, HIPOTESIS Y SUPUESTOS.....</b>	<b>36</b>
<b>V. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>38</b>
5.1 EXPERIMENTACION DESARROLLADA EN EL CAMPO...	38
5.1.1 Factores de estudio y espacio de exploración.....	38
5.1.2 Matriz experimental y diseño experimental.....	40
5.1.3 Muestreo de suelo y procedimiento de laboratorio para su análisis físico-químico.....	44
5.1.4 Distribución de los experimentos en el campo.....	45
5.1.5 Siembra y conducción de experimen- tos.....	45
5.1.6 Medición de las variables a nivel de sitio experimental.....	48
5.2 PROCESAMIENTO ESTADISTICO.....	50
5.2.1 Análisis estadístico de los experimentos de campo.....	50
5.2.2 Análisis económico de los ensayos de campo.....	50

	Pág.
5.3 METODOLOGIA EMPLEADA PARA DEFINIR AGROSIS- TEMAS.....	51
5.3.1 El método CP para la definición de agrosistemas.....	51
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>57</b>
6.1 ANALISIS ESTADISTICO.....	57
6.2 ANALISIS ECONOMICO PARA OBTENER LA DOSIS OPTIMA ECONOMICA DE CAPITAL ILIMITADO.....	65
6.3 DEFINICION DE AGROSISTEMAS.....	65
6.3.1 Delimitación de agrosistemas mediante el método CP.....	65
<b>VII. CONCLUSIONES.....</b>	<b>87</b>
<b>VIII. RESUMEN.....</b>	<b>89</b>
<b>IX. LITERATURA CONSULTADA.....</b>	<b>92</b>
<b>X. APENDICE.....</b>	<b>98</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Pág.
1	Precipitación media mensual y anual redistribuida en tres localidades del área de estudio en un período que fluctúa de 2 a 13 años.....	10
2	Precipitación mínima y máxima registrada para los meses de enero a abril y de junio a septiembre en tres localidades ubicadas dentro del área de estudio.....	12
3	Lista de ocho factores controlables de la producción evaluados en el cultivo de maíz en la zona norte del estado de Veracruz.....	39
4	Lista de tratamientos generados por la matriz mixta en parcelas divididas para el cultivo de maíz.....	41
5	Relación de los costos variables considerados para obtener las dosis óptimas económicas de Nitrógeno, Fósforo y densidad de población en el cultivo de maíz.....	52
6	Ambito y unidades de medición de los parámetros agronómicos y factores de sitio.....	55
7	Análisis de varianza combinada del rendimiento de maíz en diseño experimental y parcelas divididas con dos ciclos agrícolas y siete localidades.....	58
8	Análisis de varianza para el rendimiento de grano en cada sitio experimental.....	60
9	Dosis óptimas económicas de fertilizante nitrogenado y fosforico y de densidad de población, según variedad.....	66
10	Factores de suelo, clima y manejo que caracterizaron a los 14 experimentos de campo.....	67



	Pág.
11 Rendimiento promedio del factorial $2^3 \times 4r$ , según variedad.....	70
12 Procedimiento discreto para probar la dependencia entre la profundidad del suelo y el rendimiento medio de la variedad H-507.....	71
13 Análisis de varianza de los rendimientos medios para la variedad H-507 según dos categorías de la profundidad del suelo.....	71
14 Análisis de varianza del rendimiento medio del factorial $2^3 \times 4r$ de la variedad H-507, según dos categorías definidas por 14 factores de la producción, primera etapa.....	73
15 Análisis de varianza del rendimiento medio del factorial $2^3 \times 4r$ de la variedad V-524, según dos categorías definidas por 14 factores de la producción. Primera etapa.....	74
16 Análisis de varianza de las dosis de fertilizante nitrogenado para la variedad H-507, según dos categorías definidas por 16 factores de la producción. Primera etapa.....	76
17 Análisis de varianza de las dosis de fertilizante nitrogenado para la variedad V-524, según dos categorías definidas por 16 factores de la producción. Primera etapa.....	77
18 Análisis de varianza de las dosis de fertilizante fosfórico para la variedad H-507, según dos categorías definidas por 16 factores de la producción. Primera etapa.....	78
19 Análisis de varianza de las dosis de fertilizante fosfórico para la variedad V-524, según dos categorías definidas por 16 factores de la producción. Primera etapa.....	79

20	Análisis de varianza de la densidad de población para la variedad H-507, según dos categorías definidas por 14 factores de la producción. Primera etapa.....	81
21	Análisis de varianza de la densidad de población para la variedad V-524, según dos categorías definidas por 14 factores de la producción. Primera etapa.....	82
22	Agrosistemas de maíz para generar la primera aproximación tecnológica a las prácticas de fertilización y densidad de población en la zona norte del estado de Veracruz.....	85

## INDICE DE FIGURAS

Figura No.		Pág.
1	Localización del área de estudio.....	6
2	Precipitación y temperatura promedio mensual en la región de estudio.....	11
3	Comparación de la precipitación media y la evaporación media mensual en la región de estudio.....	14
4	Distribución de los tratamientos en el cubo.....	42
5	Localización de los sitios experimentales..	46

## CUADROS DEL APENDICE

Cuadro No.		Pág.
1A	Fecha de siembra y cosecha de los 14 experimentos conducidos en la zona norte del estado de Veracruz.....	99
2A	Organización de los rendimientos promedios del factorial $2^3 \times 4r$ de la variedad H-507, según dos categorías del factor de producción. Primera etapa.....	100
3A	Organización de los rendimientos promedio del factorial $2^3 \times 4r$ de la variedad V-524, según dos categorías del factor de producción. Primera etapa.....	101
4A	Rendimientos de maíz en grano de los diferentes tratamientos en los 14 sitios experimentales.....	102
5A	Organización de la dosis óptima económica de fertilizante nitrogenado para la variedad H 507, según dos categorías del factor de producción. Primera etapa.....	104
6A	Organización de la dosis óptima económica de fertilizante nitrogenado para la variedad V-524, según dos categorías del factor de producción. Primera etapa.....	105
7A	Categorías de la dosis óptima de fertilizante fosfórico para la variedad H-507, según 16 factores de la producción. Primera etapa.	106
8A	Categorías de la dosis óptima de fertilizante fosfórico para la variedad V-524, según 16 factores de la producción. Primera etapa.	107

		Pág.
9A	Categorías de la densidad óptima de población para la variedad H-507, según 14 factores de la producción. Primera etapa.....	108
10A	Categorías de la densidad óptima de población para la variedad V-524, según 14 factores de la producción. Primera etapa.....	109

## I. INTRODUCCION

El maíz es el alimento tradicional que más consume el pueblo de México y uno de los cereales que demanda mayor superficie de cultivo en el país. Durante el período de 1951 a 1965 se tuvieron tasas de aumento en la producción, superiores a la tasa de demanda. Sin embargo, para el período de 1965 a 1969, la demanda de alimentos creció a razón de 5.6% por año, mientras que por otro lado la producción creció a razón de 2% anual (Carrillo y Casas 1974) y a partir de 1972 a la fecha, el país importa cantidades considerables de maíz.

Esta necesidad vigente con que cuenta el país para abastecer de alimentos a una población cada vez más creciente, ha originado que la investigación agrícola en el país, enfocada en el pasado preferentemente a resolver los problemas de la agricultura de riego, dirija ahora esfuerzos para resolver los problemas de la agricultura de temporal. Durante el período de 1978 a 1979, el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, organismo oficial encargado de la investigación agrícola en México, registró un total de 9,354 experimentos, de los cuales 4,562, que representan el 49%, se llevaron a cabo bajo condiciones de temporal<sup>a</sup>.

---

<sup>a</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 1980. Aportaciones del INIA a la agricultura mexicana en 1979.

La importancia de la agricultura de temporal en nuestro país, se manifiesta por el hecho de que de un total aproximado de 23 millones de hectáreas de tierra laborable, unos 18.5 millones, es decir un 84%, corresponden a tierra de temporal<sup>a</sup>; de esta agricultura viven directamente más de 25 millones de personas, lo cual equivale casi al 40% de la población del país (Jiménez 1976).

La agricultura de temporal, a diferencia de la que se implementa en las áreas de riego, se caracteriza por presentar una serie de condiciones como son: a) un régimen variable de lluvia, en cuanto a cantidad y distribución, que determina incertidumbre sobre los rendimientos de los cultivos; b) una agricultura tradicional con limitaciones de capital y bajos rendimientos; c) un predominio de agricultores pequeños y una alta densidad de población en la zona; d) una proporción importante de la producción es destinada para autoconsumo; e) bajos ingresos y deficiencias nutricionales de la mayoría de la población que depende de ella; f) bajos niveles educativos y escasas oportunidades de empleo en actividades fuera de la finca (Volke 1977).

Estos múltiples problemas que presentan las áreas temporales, influyen para que la producción de maíz por unidad de superficie no aumente al ritmo que reclama la demanda na-

---

<sup>a</sup> Dirección General de Estadística. 1972. V Censo Agrícola-Ganadero y Ejidal 1970.

cional. El aumento en la producción debe fundamentarse principalmente en incrementar los rendimientos unitarios, dado que cada vez es más costoso abrir nuevas tierras al cultivo ó irrigar las de temporal (Carrillo y Casas 1974).

Uno de los factores principales para lograr incrementar estos rendimientos, lo constituye el empleo de fertilizantes. Por otra parte en México, la racionalización en el uso de este insumo, hecha con bases científicas, es urgente, a fin de no destinar cantidades de fertilizantes innecesarias en algunas zonas, dejando otras sin que puedan fertilizarse, limitando con esto, la oportunidad de incrementar la producción agrícola en el país (Villalpando 1975).

Para generar tecnología de producción adecuada a las condiciones del sector campesino, es importante descubrir la racionalidad de sus patrones anuales de cultivo\* y determinar la influencia de los factores suelo, clima y manejo sobre el potencial de rendimiento de los cultivos.

En la actualidad se usan varios métodos de diagnóstico para la generación de prácticas de producción agrícola, entre los cuales podemos citar los siguientes: a) recomendaciones por medio de una extrapolación de las experiencias de otras regiones, b) basar las recomendaciones en los análisis de

---

\* Se denomina así al aprovechamiento que hace el agricultor de su tierra en el curso de un año (Turrent 1979-B).



muestras de suelos, c) desarrollar una recomendación general para un área en base a los resultados obtenidos en experimentos de campo, d) definir recomendaciones específicas para los agrosistemas basados en los resultados de ensayos de campo y e) determinar las recomendaciones a partir de una función generalizada de producción.

De estos enfoques metodológicos para la generación de tecnología, el de agrupación por agrosistemas ha resultado ser un método práctico y preciso para generar tecnología confiable de producción agrícola, aún en las zonas que presentan alta variabilidad en los factores de suelo, clima y manejo (Laird 1977).

En el presente trabajo se empleó el método Colegio de Postgraduados (Turrent 1979), para delimitar agrosistemas que permitan efectuar recomendaciones de fórmulas de fertilización y densidad de población en el patrón anual de cultivo maíz-maíz. Se eligió para tal propósito una región comprendida dentro del área de influencia del Distrito de Temporal No. 4 del estado de Veracruz.

## II. EL AREA DE ESTUDIO, SU TECNOLOGIA

### 2.1 EL AREA DE ESTUDIO

La región donde se efectuó este trabajo está enclavada en el área de influencia del Distrito Agropecuario y Forestal de Temporal No. 4 del estado de Veracruz.

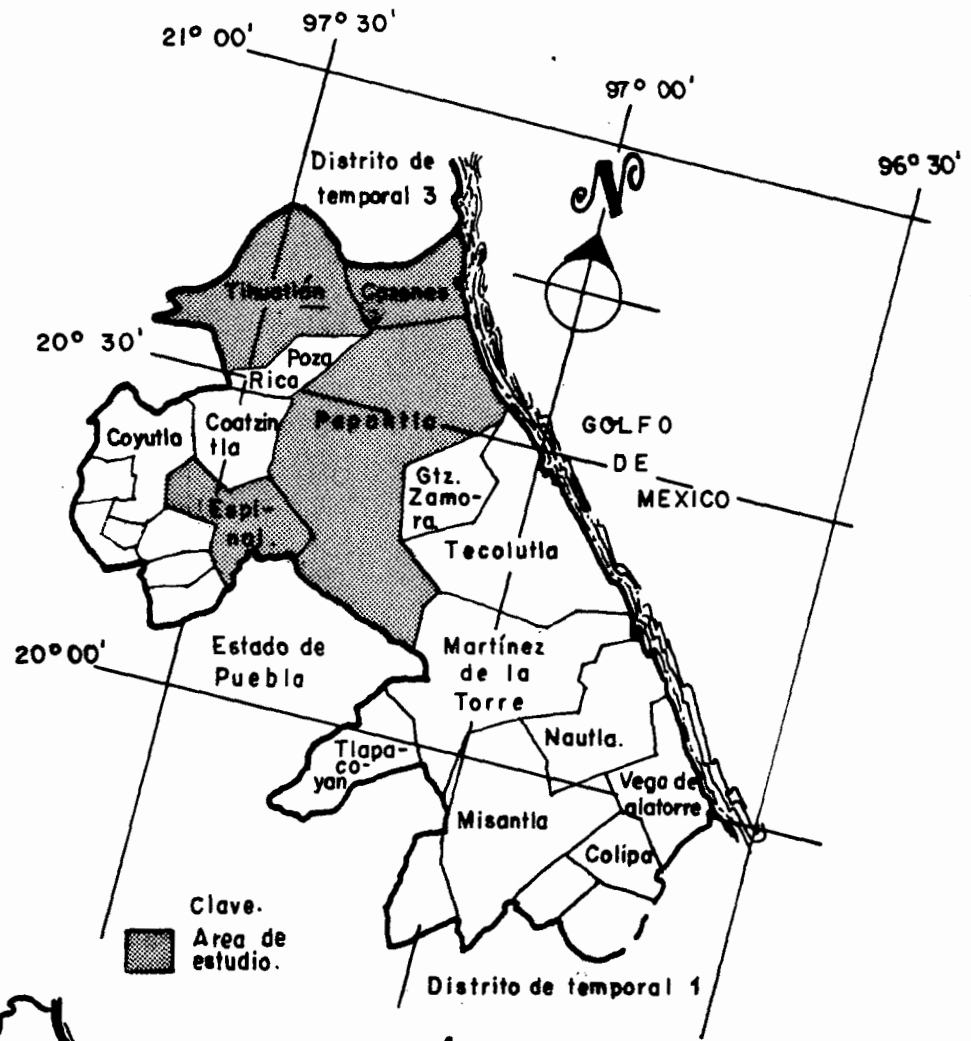
#### 2.1.1 Localización

La región de estudio se encuentra ubicada geográficamente entre los meridianos  $97^{\circ}10'$  y  $97^{\circ}35'$  de longitud oeste y entre los paralelos  $20^{\circ}10'$  y  $19^{\circ}40'$  latitud norte. Políticamente cubre los municipios de Cazones, Espinal, Papantla y Tihuatlán (Figura 1); la superficie que abarca es de aproximadamente  $1,785 \text{ km}^2$ , lo cual representa el 43.5% de la superficie total del Distrito de Temporal y el 2.5% de la superficie total estatal<sup>a</sup>.

---

<sup>a</sup> Delegación de Economía Agrícola. 1978. Agenda Estadística del Distrito de Temporal No. 4.

Figura 1.- LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.



ESTADO DE VERACRUZ

### 2.1.2 Relieve

La mayor parte de la superficie está representada por lomeríos con inclinación general hacia el litoral del Golfo de México. Al norte, desde los límites con Tamaulipas hasta el río Cazones, se encuentra La Huasteca, dividida en dos partes por la Sierra de Otontepec entre la zona de Papantla, compuesta de lomeríos, y la de Misantla, formada por los repliegues septentrionales de la Sierra de Chiconquiaco, en su porción sur, y al poniente por el declive violento de la Sierra de Teziutlán (Alvarez 1978). A lo largo de la parte alejada a las costas del Golfo y márgenes de los ríos, existe una superficie plana considerable. Dentro de la región, la altura sobre el nivel del mar oscila entre 3 y 300 m.

### 2.1.3 Hidrografía

Por la región de estudio atraviesan varios ríos que llevan su caudal hacia diversos puntos del Golfo de México, destacan los siguientes: río Tecoxtempa que desagua en la Barra de Cazones con un escurrimiento anual de 191 millones de  $m^3$ ; río Cazones que nace en el estado de Puebla para desembocar al mar de Cazones, su escurrimiento medio anual estimado es de 2,147 millones de  $m^3$ ; finalmente el río Tecolutla, que es el más importante, también emana del estado de Puebla y posee

un escurrimiento anual de 7,529 millones de  $m^3$  (Tamayo 1962). No obstante lo anterior, es muy raro encontrar áreas agrícolas bajo condiciones de riego.

#### 2.1.4 Clima

Según García (1975), en la región domina el grupo climático A, que es el grupo de climas cálidos-húmedos, donde la temperatura media anual es mayor de  $22^{\circ}C$  y la del mes más frío mayor a  $18^{\circ}C$ . Dentro de este grupo, en la región encontramos los tipos climáticos  $Aw_1''(e)$  y  $Aw_2''(e)$ .

Las características del tipo  $Aw_1''(e)$  son las siguientes: intermedio en cuanto a grado de humedad entre el  $Aw_0$  y el  $Aw_2$ , con lluvias en verano, presenta canícula, es decir, una pequeña temporada menos húmeda en la mitad lluviosa del año, es extremo con oscilación entre 7 y  $14^{\circ}C$ .

El tipo climático  $Aw_2''(e)$ , presenta las mismas características descritas en el tipo anterior, a excepción de que es el más húmedo de los cálidos-subhúmedos.

#### 2.1.4.1 Precipitación

En la región la precipitación presenta cierta variación que va de 1,061 mm anuales en Cazonas, hasta 1,566 en Espinal, tal como se aprecia en el Cuadro 1 y Figura 2, también se observa la distribución de la lluvia a través de los meses del año para tres localidades ubicadas en el área de estudio. El 54% de la precipitación anual se registra en los meses de junio a septiembre<sup>a</sup>.

El Cuadro 2 muestra la precipitación mínima y máxima de los meses con mayor importancia para la producción de maíz. De acuerdo a la fecha de siembra, en promedio, los meses de febrero, junio y julio reflejan cierto grado de sequía cuando el maíz está en etapa vegetativa, en marzo y agosto refleja la sequía en floración y período de llenado de grano. Lo anterior permite deducir que la cantidad de lluvia registrada en esos meses, puede ser insuficiente a las necesidades del maíz, manifestándose en marchitamiento de las plantas y decremento en el rendimiento de grano.

#### 2.1.4.2 Evaporación

Al comparar la precipitación promedio mensual con el pro

---

<sup>a</sup> Comisión Federal de Electricidad. 1977. Climatología Cuencas del Golfo.

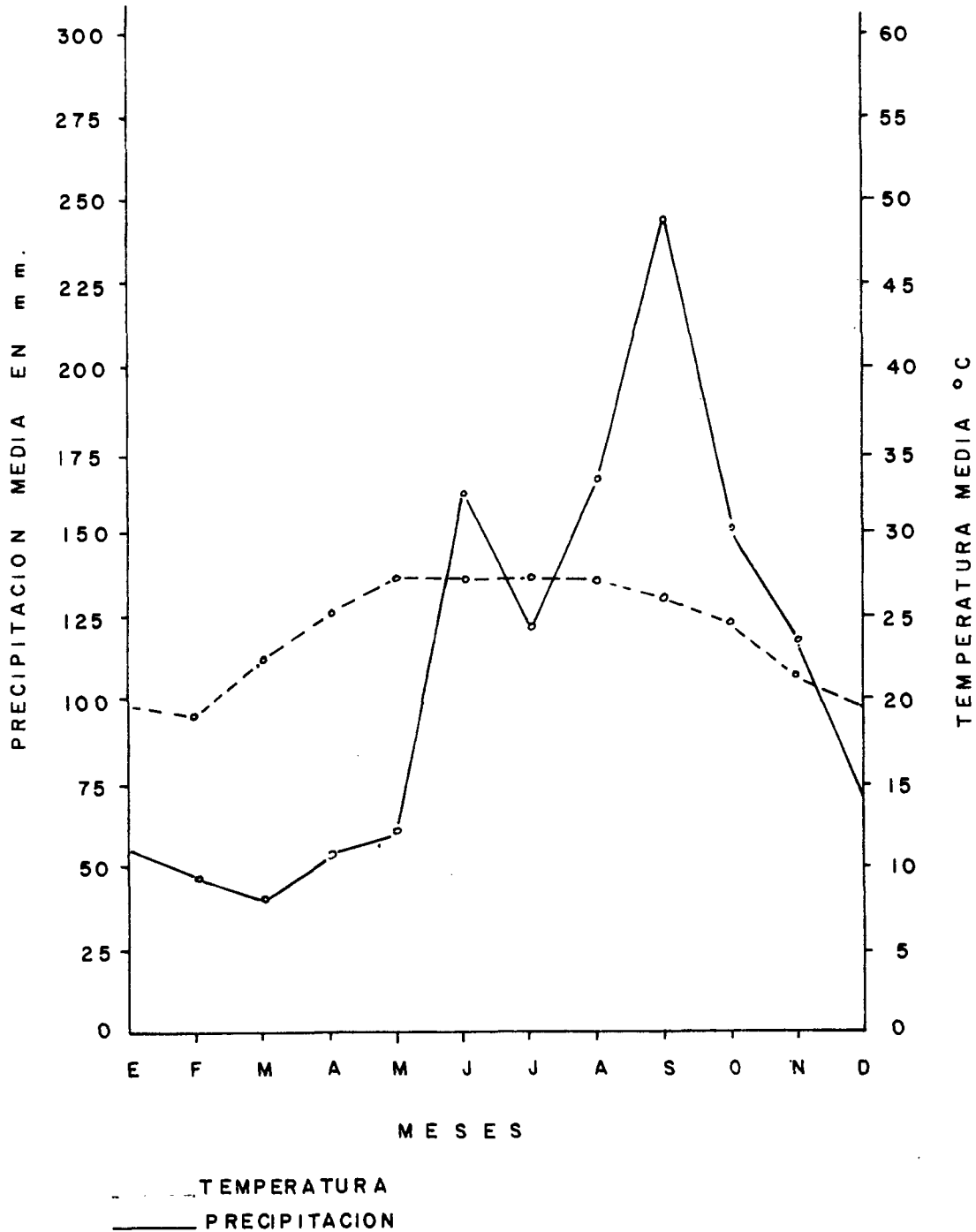
CUADRO 1.- PRECIPITACION MEDIA MENSUAL Y ANUAL REGISTRADA EN TRES LOCALIDADES DEL AREA DE ESTUDIO, EN UN PERIODO QUE FLUCTUA DE 2 A 13 AÑOS.

Localidad	PRECIPITACION MEDIA MENSUAL EN mm												MEDIA ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Cazones*	40.0	47.4	32.0	40.0	29.1	147.0	53.3	167.1	219.0	102.1	121.3	62.2	1,061
Espinal	72.6	59.2	49.9	77.3	90.9	203.0	147.0	158.4	271.7	214.1	141.9	79.9	1,566
Papantla	52.3	35.5	37.0	43.8	61.4	137.0	164.7	172.8	240.8	137.0	92.3	68.1	1,243

\* Cubre la información de tres años.

FIGURA 2.- PRECIPITACION Y TEMPERATURA PROMEDIO MENSUAL EN LA REGION DE ESTUDIO.

CLIMOGRAFICO DE GAUSSEN





**CUADRO 2.- PRECIPITACION MINIMA Y MAXIMA REGISTRADA PARA LOS MESES DE ENERO A ABRIL Y DE JUNIO A SEPTIEMBRE, EN TRES LOCALIDADES UBICADAS DENTRO DEL AREA DE ESTUDIO.**

<b>Localidad</b>	<b>Precipitación</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>
Cazones	Mínima	36.0	4.0	8.5	3.0	74.0	28.9	29.0	129.5
	Máxima	43.0	68.0	62.5	77.0	244.5	82.5	325.7	307.0
Espinal	Mínima	29.8	24.0	11.0	3.2	54.8	57.0	40.5	40.6
	Máxima	121.1	89.8	132.0	204.0	386.3	270.3	349.1	447.7
Papantla	Mínima	14.8	0.0	0.0	1.2	40.7	16.3	13.4	36.0
	Máxima	120.1	84.2	93.6	134.2	326.9	477.5	407.7	424.2

medio de evaporación, se observa en la Figura 3, que la evaporación sobrepasa a la precipitación en la primera mitad del año, en cambio, durante la segunda mitad de éste, la precipitación es mayor a la evaporación, esto trae como consecuencia excesos de humedad para las siembras que ocurren en el ciclo de temporal.

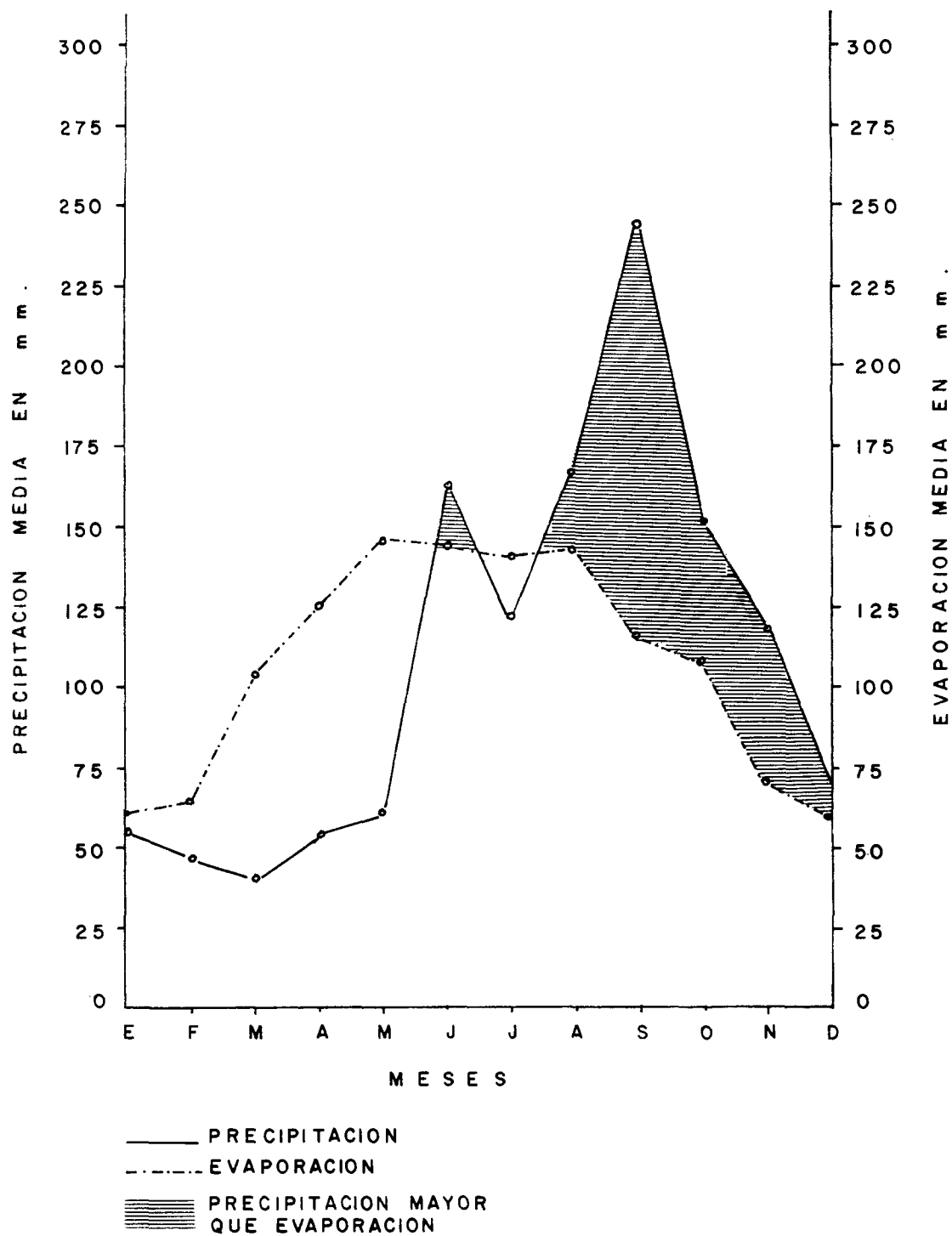
### 2.1.5 Suelos

Los suelos más frecuentes en la región de estudio son los tipos Cambisol, Fluvisol y Vertisol. Se describen las características de ellos.

#### 2.1.5.1 Cambisoles eútricos

Suelos derivados de lutitas con formación *in situ*, de color gris-oscuro en seco y gris muy oscuro en húmedo. Tienen una profundidad variable en función de la pendiente, cuando ésta va de 2 a 20% la profundidad es de 30 a 100 cm y cuando la pendiente es mayor de 20%, la profundidad va de 10 a 50 cm. La textura es arcillosa, permeabilidad moderada, el drenaje superficial va de moderado a rápido, el drenaje interno es eficiente y el pH ligeramente alcalino. Son suelos que no presentan pedregosidad en el perfil, tienen un alto riesgo de erosión.

FIGURA 3.- COMPARACION DE LA PRECIPITACION MEDIA Y LA EVAPORACION MEDIA MENSUAL EN LA REGION DE ESTUDIO.



### 2.1.5.2 Fluvisoles eútricos

Son suelos originados por depósitos aluviales recientes, los sedimentos son de origen fluvial. Generalmente no presentan un horizonte de diagnóstico, excepto en algunos casos un horizonte A pálido; su color en seco es café opaco y café grisáceo en húmedo, su relieve es plano con pendientes menores del 2%, de profundidad mayor a los 250 cm. La textura varía alrededor de franca, como franco-arcillo-limosa y franco-arcillo-limosa; el drenaje superficial es lento y algunas áreas se inundan en la época de lluvias, el drenaje interno es moderado. El pH es ligeramente alcalino; no presentan riesgos de erosión.

### 2.1.5.3 Vertisoles pélicos

Son suelos recientes originados de lutita con formación *in situ*, de color negro-cafesáceo en seco y negro en húmedo, la profundidad es de 75 a 200 cm, con pendientes que van de 2 a 20%. La textura es pesada y presenta grietas cuando escasea la humedad; el drenaje superficial es de lento a rápido y el interno es deficiente. El pH es ligeramente alcalino, presentan riesgo de erosión y su productividad es considerada de media a baja<sup>a</sup>.

---

<sup>a</sup> Comisión del Plan Nacional Hidráulico. 1977. Uso potencial del suelo. Planicie costera de Tamaulipas y norte de Veracruz.

## 2.2 AMBITO SOCIOECONOMICO

### 2.2.1 Población

A principios de 1970, en el área del Distrito de Temporal No. 4, se tenía una población total de 600,321 habitantes, con una densidad de población de 146.4 habitantes por km<sup>2a</sup>. En la región de estudio, para el período de 1970-1976, se tuvo una tasa de crecimiento de la población de 4.1%, superior a la que se presentó a nivel estatal de 3.9%, registrándose una población de 239,458 habitantes, de los cuales el 72.5% residía en zonas rurales y el resto en zonas urbanas<sup>b</sup>. En 1970, la población económicamente activa en el área de estudio era de 47,504, de la cual el 67.7% se dedica a actividades primarias, el 10.0% a actividades secundarias y el resto a otras actividades.

Lo anterior nos señala que la región de estudio presenta una alta tasa de crecimiento demográfico que se manifiesta en una densidad de población superior al promedio nacional de 24.5 habitantes por km<sup>2c</sup>, también es importante indicar que la mayor parte de la población se concentra en áreas rurales dedicados en su mayoría a atender actividades agrícolas y ganaderas principalmente.

---

a Delegación de Economía Agrícola. 1979. Plan de Desarrollo agropecuario y forestal 1980-82. Diagnóstico global del Distrito de Temporal No. 4 del estado de Veracruz.

b Centro de Estudios Políticos, Económicos y Sociales. 1977. Breviario Municipal 1977.

c Secretaría de Industria y Comercio. 1972. IX Censo general de población y vivienda, 1970.

### 2.2.2 Tenencia de la tierra

De la superficie del área de estudio, que es de 178,527 ha, el sector ejidal posee 106,640 ha y el privado 71,887 ha<sup>a</sup>. De esta superficie ejidal, se cuenta con 77,692 ha de labor que representan el 43.5% de la superficie total del área de estudio.

### 2.2.3 Cultivos principales

En el área de estudio, la agricultura de temporal representa el 99%, y los cultivos principales por superficie sembrada y valor de la producción son: maíz, naranja, café, caña de azúcar y plátano. Una buena parte del maíz se cultiva intercalado con las plantaciones jóvenes de naranjo. El rendimiento medio de maíz por ha, es aproximadamente de 1,800 kg en el ciclo de temporal y 1,700 kg en el de tonalmil<sup>a</sup>.

Otros cultivos que con frecuencia se aprecian en la región son: frijol, chile, papaya, calabaza pipián, tabaco y vainilla, así como diversos tipos de asociaciones.

---

<sup>a</sup> Delegación de Economía Agrícola, 1979. Plan de desarrollo agropecuario y forestal 1980-82. Diagnóstico global del Distrito de Temporal No. 4 del estado de Veracruz.

## 2.3 TECNOLOGIA TRADICIONAL DEL AREA DE ESTUDIO

Con el propósito de conocer las prácticas de producción que emplean los productores agrícolas de la región, se realizó una serie de encuestas directas en sus parcelas, a fin de detectar la tecnología tradicional empleada en la producción de maíz.

En la región se distinguen dos condiciones bajo las cuales se produce el maíz como monocultivo principalmente, son: siembras de temporal y siembras de tonalmil, que integran el patrón anual de cultivo maíz-maíz.

### 2.3.1 Siembras de temporal

Estas siembras se realizan con la lluvia del temporal, normalmente en los meses de junio y julio. Durante este ciclo agrícola existen dos situaciones de siembras, las que se ejecutan en suelos planos ó de poca pendiente y las que se realizan en suelos con pendiente pronunciada.

Cuando la siembra ocurre en suelos planos ó de poca pendiente, la preparación del terreno generalmente consiste en un barbecho y dos pasos de rastra; el surcado es a distancias variables que van de 80 a 100 cm para planta de porte bajo y

de 90 a 110 cm para genotipos de altura normal. La siembra se realiza en el fondo del surco utilizándose, en forma general, el espeque\* para hacer hoyos en los cuales se depositan las semillas. El arreglo topológico frecuente es de dos a tres plantas por mata, con distancias de 60 a 90 cm entre matas de maíz. Las variedades más frecuentemente empleadas son el híbrido - - H-507, la variedad de polinización libre V-524 y diversos criollos locales.

Para el control de malas hierbas, usualmente se dan dos labores de cultivo con implementos tradicionales jalados por tiro de mula, y con menos frecuencia una práctica adicional llamada "hiliada". La primera labor de cultivo corresponde a la "cultivada" que ocurre entre los 20 y 25 días después de la siembra; el "atierre" es propiamente la segunda labor de cultivo equivalente al "aporque" ó "escarda", se realiza entre los 15 y 20 días después de efectuada la "cultivada". La "hiliada" consiste en una limpia con azadón por el fondo del surco donde va el maíz y se efectúa únicamente cuando el poco desarrollo aéreo del maíz no permite dar la primera labor de cultivo, de esa manera se evita la competencia con malezas. Es muy raro el empleo de herbicidas.

Los productores agrícolas que fertilizan, solamente cerca del 40%<sup>a</sup>, que en su mayoría operan con crédito de la Banca Ofi

\* Es un palo puntiagudo que utilizan los agricultores para asegurar que la semilla de maíz quede en buenas condiciones de humedad.

<sup>a</sup> Delegación de Economía Agrícola. 1979. Plan de desarrollo agropecuario y forestal 1980-82. Diagnóstico global del Distrito de Temporal No. 4 del estado de Veracruz.



cial, aplican el fertilizante casi siempre a la primera labor de cultivo en forma "mateada". La dosis proporcionada por el Banco de Crédito Rural del Golfo es de 80-46-00 ( $N-P_2O_5-K_2O$ ), en base a Urea (46% N) y Fosfato de Amonio (18-46-00).

Las plagas que con mayor frecuencia se presentan son: -  
Spodoptera frugiperda Smith (gusano cogollero), Diabrotica -  
longicornis Say (diabrotica ó doradilla), Agrotis sp (gusanos trozadores) y Phyllophaga spp (gallina ciega); generalmente -  
el agricultor emplea productos químicos para el control de -  
las plagas del follaje, no así para las del suelo.

La mayoría de los agricultores acostumbran doblar la - -  
planta de maíz por la parte intermedia del tallo, entre los  
90 y 100 días después de la siembra, para favorecer un secado  
más rápido del grano; la cosecha se realiza entre los 20 y 30  
días después de la dobla.

Otra situación de siembra durante el ciclo de temporal -  
corresponde a la efectuada en suelos con pendientes pronunciaa  
das; aquí la preparación del terreno se realiza, ya sea bajo  
labranza mínima con el empleo de azadón y/o machete ó con el  
uso de maquinaria convencional para dar dos pasos de rastra,  
aún con los riesgos de erosión que esto implica. Generalmente  
no se surca, la distancia entre hileras de maíz es de 100 a -  
110 cm con distancias entre matas de 80 a 100 cm, el número -

de plantas por mata va de tres a cuatro. Las labores de cultivo consisten en dos limpieas con el uso de azadón principalmente. No es frecuente el empleo de fertilizantes. Todo el proceso siguiente es similar a lo ya descrito anteriormente.

### **2.3.2 Siembras de tonalmil**

Estas siembras son las que se llevan a cabo con la humedad residual del ciclo de temporal y las lluvias ocasionales provocadas por los vientos alisios denominados "nortes", normalmente se hacen en los meses de diciembre y enero. En estas siembras, también se tienen las mismas dos situaciones de cultivo bajo las cuales se produce maíz de temporal. Toda vez que se cosecha este cultivo, la práctica común en la región es la de incorporar los residuos de cosecha y malas hierbas mediante un barbecho y dos pasos de rastra, para dejar el terreno listo a la siembra de tonalmil.

La tecnología tradicional descrita en las siembras de temporal, es idéntica a la tecnología que se aplica en las siembras de tonalmil. La diferencia principal consiste, en que durante el ciclo de tonalmil las variedades muestran un período a madurez fisiológica mayor que durante el ciclo de temporal, generalmente de 20 a 30 días.

### III. REVISION BIBLIOGRAFICA

#### 3.1 AGROSISTEMAS

##### 3.1.1 Definición y factores componentes

Probablemente el primer intento realizado en definir un agrosistema ó sistema de producción, fue hecho por Jenny en 1941 citado por Laird (1969), quien lo consideró como una entidad de producción definida en términos de los factores clima, planta, hombre, suelo y tiempo.

Laird (1969), definió el concepto de agrosistema como una parte del universo en la cual los factores no controlables de la producción de un cultivar, son razonablemente constantes.

El concepto de agrosistema, ha sido tema de estudio a través del tiempo, y es así como Turrent (1977), definió el término agrosistema como un cultivo en el que los factores de diagnóstico, (inmodificables), fluctúan dentro de un ámbito establecido por conveniencia y dentro de éste, cualquier fluctuación geográfica ó sobre el tiempo, en la función de respuesta a los factores controlables de la producción, será considerada como debida al azar en el proceso de generación de tecnología de producción.

Como factores inmodificables de la producción Turrent (1977), considera a aquellos económicamente inmodificables en un plazo corto. Los factores de suelo, clima y manejo involucrados en la definición de agrosistemas, son aquellos que pueden afectar el rendimiento potencial del cultivo ó el tipo de respuesta del cultivo a la adición de insumos de producción.

Laird (1977) señala algunas variables pertenecientes a los factores suelo, clima y manejo que se espera, podrían afectar el rendimiento potencial del cultivo, en el factor suelo considera las siguientes: a) la profundidad, la textura y la estructura de los horizontes A y B, b) la pendiente, c) la posición fisiográfica, d) la capacidad de retención de humedad, e) la permeabilidad, f) la toxicidad del aluminio, g) el contenido de sodio intercambiable, h) el contenido de sales solubles, i) el contenido de alófono y j) niveles nativos de los nutrimentos esenciales para las plantas. En lo referente al factor clima, menciona: a) precipitación, b) temperatura, c) radiación solar, d) heladas, granizo y vientos fuertes. Finalmente para el factor manejo contempla: a) el cultivo anterior, b) el uso previo de fertilizantes y estiércoles, c) fecha de siembra y d) deficiencias en las prácticas de manejo que no se puedan cambiar fácilmente.

### 3.1.2 Modelos para generar tecnologías mejoradas de producción

Existen varios modelos para la generación de tecnología de producción de cultivos, los que se usan más frecuentemente son los siguientes: a) análisis de suelos, 2) recomendación de una fórmula general para toda la región, 3) agrupación por agrosistemas y 4) función generalizada de producción (Laird - 1977).

Estos modelos están asociados con diferentes niveles de precisión tanto en la generación de tecnología, como en las recomendaciones de la misma.

El modelo de análisis de suelos, no resulta apropiado para hacer recomendaciones sobre fertilizantes, cuando se usan los valores analíticos como parámetros únicos de las necesidades de fertilizantes (Laird 1977).

El modelo de una recomendación general, es medianamente adecuado y aunque puede ser simple y de menor costo, no resulta apropiado en muchas zonas de temporal donde la variabilidad de los factores relevantes de la producción es grande. Sus bases residen en hacer extensivos los resultados de las estaciones experimentales a toda una región (Volke 1977).

Los modelos de mayor precisión corresponden al de agrosistemas y al de funciones generalizadas de producción, mismos que trabajan a un grado similar de certeza en cuanto a la generación de tecnología. Sin embargo, difieren con respecto al nivel de precisión de las recomendaciones. En efecto, mientras que el primer modelo considera recomendaciones a nivel promedio para cada agrosistema, el segundo las contempla a nivel de predio individual.

La base en que se fundamenta el enfoque sobre funciones generalizadas de producción, consiste en la suposición de que el rendimiento de un cultivo producido en una localidad dada es una función única de las características del cultivo y de los factores de suelo, clima y manejo en esa localidad. Al medir los rendimientos para una combinación de niveles de las variables de insumos en un gran número de sitios seleccionados, se espera estimar una función generalizada de producción que sea útil en la predicción de rendimientos para sitios con cualquier combinación de valores de las variables de sitio (Laird 1977). Esto determina que el modelo de funciones de producción, requiera toda una estructura de laboratorio para análisis de suelos a nivel de productor y contar con un equipo de computadora para estimar una función generalizada de producción, limitando por este concepto momentáneamente su uso en las diversas regiones agrícolas del país (Volke 1977).

Laird (1977), señala dos razones por las cuales el enfoque sobre funciones de producción no ha alcanzado mayor importancia práctica: a) los investigadores no están convencidos de que las recomendaciones estimadas sean significativamente más confiables que las generadas por enfoques más sencillos y b) - tanto el tiempo como los recursos empleados en su determinación son relativamente grandes.

El modelo de agrupación por agrosistemas, se basa en la suposición de que la mayoría de los factores de la producción varían en forma continua y para fines prácticos se pueden estratificar estos factores de acuerdo a límites específicos establecidos a conveniencia, considerando el factor como una constante dentro de cada grupo. El número de estratos que se formen para cada factor, estará en función del nivel de precisión deseado al hacer la recomendación final sobre el uso de insumos. Posteriormente, una vez escogido y clasificado los factores más importantes de la producción, en la región de estudio, se procede a formar los agrosistemas. Estas agrupaciones deberán ser postuladas a manera de hipótesis para ser probadas en la realidad mediante observaciones hechas en experimentos de campo establecidos para tal propósito.

Laird (1967), indica que el primer trabajo realizado bajo el enfoque de agrosistemas, se llevó a cabo en el Valle del Yaqui, Sonora, durante el ciclo de 1955-1956, con un estudio so-

bre fertilización en trigo. Los resultados obtenidos de 16 experimentos, permitieron generar recomendaciones preliminares de fertilización para seis agrosistemas de producción en trigo.

Posteriormente el mismo autor (1965), en un trabajo concluido en El Bajío durante los años 1962-1965, sobre fertilización en maíz de temporal, definió que los factores suelo y clima eran los que afectaban la producción de maíz y en base a ellos, planteó como hipótesis de trabajo que: la textura, la profundidad del suelo, la pendiente del terreno y la precipitación, afectan la respuesta del maíz a la aplicación de fertilizantes nitrogenados y fosfatados. Con los resultados de esa investigación, efectuó recomendaciones de fertilizantes para 16 agrosistemas de producción que se definieron en función de la precipitación media, la textura y la profundidad del suelo.

Cuando se inició el Plan Puebla (1974), se consideró toda el área de aproximadamente 117,000 ha, como un solo agrosistema. En los años siguientes, 1967-1973, una vez que se obtuvo una serie de información sobre la influencia de los factores suelo, clima y manejo en la función de respuesta de los cultivos a la aplicación de fertilizantes, se reconocieron y aceptaron un mayor número de agrosistemas. En el año 1972 ya se contaba con recomendaciones específicas para 16 agrosiste-



mas, definidos en base a las diferencias en propiedades del suelo, fecha de siembra, altura sobre el nivel del mar y el cultivo anterior.

### 3.1.3 Problemas en la definición de agrosistemas

Laird (1977), señala las siguientes limitaciones al enfoque de agrosistemas: 1) no existe una manera confiable de decidir cuales factores de la producción son relevantes en la definición de agrosistemas, 2) en que forma se pueden dividir los valores para cada uno de estos factores en grupos que tengan un sentido práctico, 3) como descubrir en el área de interés la distribución de los grupos de valores correspondientes a cada factor, 4) existen dificultades para elegir la mejor ubicación de los experimentos, debido a la falta de cooperación del agricultor, dificultad en las vías de acceso donde están los experimentos, etc., 5) es difícil, 6) imposible, conocer a través del tiempo la distribución de las variables climáticas relevantes y 6) no existen normas que cuantifiquen el ajuste de los datos de respuesta a niveles definidos de los factores de clima y manejo.

No obstante los inconvenientes que se señalan al enfoque de agrupación por agrosistemas, varios autores como el propio

Laird *et al* (1967), Cortés (1975), Villalpando (1975), Estrada (1977) y Volke (1977), que han efectuado trabajos experimentales en diversas regiones agrícolas del país, concluyen que el modelo de agrosistemas al tomar en cuenta la variabilidad en los factores relevantes de suelo, clima y manejo, representa una forma práctica y confiable para generar tecnología de producción agrícola.

#### 3.1.4 Métodos para establecer un agrosistema

Para la definición de agrosistemas, en función de una previa estratificación de las variables de suelo, clima y manejo, se puede hacer uso de las siguientes alternativas:

- a) sistema de "capacidad-fertilidad", citado por Laird (1977),
- b) clasificación de agrosistemas siguiendo un criterio agronómico, utilizado en el Plan Puebla (1974),
- c) levantamiento fisiográfico, encabezado en México por Cuenalo (1978) y
- d) método CP propuesto por Turrent (1979-A).

El método de clasificación de agrosistemas, de acuerdo a "capacidad-fertilidad" contemplado por Boul *et al*, citado por Laird (1977), propone la agrupación de los suelos del mundo empleando las propiedades que influyen en la respuesta de los cultivos a la fertilización y sobre otras determinadas prácticas de manejo. Este procedimiento de clasificación considera

tres niveles de la siguiente manera: el de categoría superior ó tipo que se refiere a la textura en los primeros 20 cm de capa arable. El segundo subtipo se refiere a la textura del subsuelo dentro de los 50 cm de profundidad y finalmente, el tercer nivel corresponde al de los modificadores que cubren las propiedades físicas y químicas de los primeros 20 cm de espesor del suelo, el detalle de los mismos es descrito ampliamente por Laird (1977). Este sistema ha sido evaluado en Brasil y Perú con muy buenos resultados, no obstante, tiene el inconveniente de necesitar levantamientos agrológicos detallados que al no existir para una región determinada, originaría mucho tiempo y costo en la elaboración de mapas con las combinaciones tipo-subtipos-modificadores.

La definición de agrosistemas empleando el criterio agronómico, considera el ámbito agronómico de una variable que es postulada a manera de hipótesis, para ser probada mediante experimentación, si esta hipótesis no es rechazada, la variable se convierte en un factor de diagnóstico que se utilizará para definir un agrosistema dado (Estrada 1977). Turrent (1977), define el ámbito agronómico de un factor inmodificable en una región agrícola, como la amplitud de la variación efectiva de dicho factor, juzgado desde un punto de vista agronómico; a la vez considera como factor de diagnóstico a aquel factor inmodificable que figura en la definición del agrosistema y que lógicamente tendrá un ámbito agronómico amplio.

Varios alumnos del Colegio de Postgraduados como Cortés (1975), Villalpando (1975), Schmooch (1976), Zárate (1976) y Estrada (1977), han utilizado el método de criterio agronómico para generar agrosistemas. Entre ellos, Villalpando (1975) en los Llanos de Huamantla, Tlax., generó recomendaciones de fertilización y densidad de población para capital ilimitado y capital limitado en cuatro agrosistemas definidos en función de la textura del suelo, capacidad de retención de humedad y fecha de siembra. Zárate (1976), con la información recabada en 40 experimentos conducidos en la región sur del Istmo de Tehuantepec, Oax., diseñó recomendaciones sobre la aplicación de fertilizantes y densidad de población en maíz, para cuatro agrosistemas definidos en función de la textura, época de siembra y distancia del cultivo a la cortina rompevientos.

El método de levantamiento fisiográfico, es un procedimiento de regionalización que estudia de una manera integrada a las variables del ambiente (Ponce y Cuenalo 1977). Primero agrupa unidades con bastante similitud en su paisaje, las que se denominan sistemas terrestres, luego estos se dividen en facetas, las cuales agrupan ciertas características fácilmente identificables como son: cambios de pendiente, vegetación, coloración, régimen de humedad, manejo actual, etc. El levantamiento fisiográfico, constituye un procedimiento razonablemente preciso para llegar a la clasificación de los agrosistemas de cultivo en una región, conjugando previamente el interés -

del agrónomo y del edafólogo para el nivel de precisión (Turrent 1979-A).

Peña (1974), con información de 24 experimentos sobre maíz conducidos en la región sur-oriental del Valle de México, aplicó el levantamiento fisiográfico para proporcionar recomendaciones de fertilización y densidad de población; concluyó que el levantamiento fisiográfico resulta ventajoso para hacer recomendaciones de productividad de suelos y que el mismo, es significativamente efectivo para asociar la variabilidad de los parámetros de los cultivos con las unidades fisiográficas.

Zuleta (1975), empleó datos de lluvia para integrarlos al levantamiento fisiográfico, y con la información obtenida de 93 experimentos de campo sobre prácticas de producción de maíz en la zona oriental del estado de México, estableció que el levantamiento fisiográfico es significativamente efectivo para asociar la variabilidad de los parámetros agronómicos y puede utilizarse como marco de referencia en la formulación de recomendaciones sobre producción de cultivos.

Ponce (1978), con información sobre tecnología agrícola tradicional de Zacapoaxtla, Pue., aplicó el levantamiento fisiográfico para definir agrohabitats, concluye tomando como base la tecnología del mejor agricultor dentro de cada agrohabitat, que es factible definir las condiciones ambientales para

desarrollar una primera aproximación a los niveles óptimos de insumos que maximicen la producción de un cultivo en un plazo corto.

Aguirre (1979), con 19 experimentos de campo conducidos - en los Valles Centrales de Oaxaca, utilizó el levantamiento fisiográfico para dividir el paisaje en áreas con comportamiento similar de cultivo, a fin de reducir la imprecisión en las recomendaciones de fertilización. En base a los resultados obtenidos, concluye que los agrohabitats son útiles para dar recomendaciones sobre fertilizantes; define el concepto de agrohabitat como un área con características de sitio y clima homogéneas y de comportamiento similar del cultivo a un mismo manejo.

El método CP para la agrupación de agrosistemas propuesto por Turrent (1979-A), es un procedimiento fácilmente manejable y no reclama instalaciones de cómputo electrónico. Este método consiste en asociar la variación de los tratamientos óptimos - económicos con la variación en aquellos factores medidos a nivel de sitio experimental, postulando pruebas de hipótesis sobre los factores que se considere son de diagnóstico en la definición del agrosistema.

Ruíz y Laird (1979), con 56 experimentos de campo conducidos en los Valles Centrales de Oaxaca durante el período de - 1975-1978, sobre prácticas de fertilización y densidad de pobla

ción en maíz de temporal, aplicaron el método CP para determinar los factores que influyeron en el rendimiento medio y en las dosis óptimas económicas de Nitrógeno, Fósforo y densidad de población. Encontraron que los factores sequía y pendiente del terreno se asociaron significativamente con el rendimiento medio, las dosis óptimas de Nitrógeno y Fósforo se vieron influenciadas únicamente por el factor sequía, mientras que la densidad óptima económica no se vió influenciada por ninguno de los factores de la producción considerados, de esa manera definieron tres agrosistemas para recomendar prácticas de fertilización nitrogenada y fosfórica en función del factor sequía.

Turrent (1979-A), con 25 experimentos de campo conducidos por Villalpando (1975) en los Llanos de Huamantla, Tlax., aplicó el método CP para definir agrosistemas. Encontró que el contenido de Potasio asimilable, la pendiente, la fecha de siembra y la variedad, afectaron el rendimiento medio del maíz, posteriormente al relacionar los diferentes tratamientos óptimos económicos de capital ilimitado con las condiciones medidas a nivel de sitio experimental, determinó que los factores Potasio asimilable, variedad, pendiente, sequía y fecha de siembra se asociaron con las dosis óptimas económicas de Nitrógeno, Fósforo y densidad de población. Con tal evidencia, generó 32 agrosistemas de maíz para recomendaciones de fertilización y densidad de población.

Aveldaño (1979), evaluó el nivel de precisión de cuatro métodos de diagnóstico para la generación de tecnología de producción de cultivos, encontró que las agrupaciones mediante los métodos CP y levantamiento fisiográfico en base al sistema terrestre, mejoraron la capacidad de diagnóstico de la agrupación indiscriminada y de la que se logra por agrosistemas empleando criterio agronómico. Asimismo, considera que para la definición de agrosistemas, a corto plazo, en una primera etapa de investigación, se puede hacer uso preferentemente del método CP y en segunda opción del levantamiento fisiográfico; a largo plazo, contempla la elaboración de funciones generalizadas en la recomendación de tecnología de producción de cultivos.



#### IV. OBJETIVOS, HIPOTESIS Y SUPUESTOS

El objetivo de este trabajo, es el de definir agrosistemas que permitan efectuar recomendaciones sobre prácticas de fertilización y densidad de población para el patrón anual de cultivo maíz-maíz, en una región del Distrito de Temporal No. 4 del estado de Veracruz.

Para lograr el objetivo planteado, se establecen las siguientes hipótesis:

1. El rendimiento del maíz se ve influenciado por los factores de suelo, clima y manejo.
2. La respuesta del maíz a la fertilización nitrogenada y fosfórica y a la densidad de población, está influenciada por las condiciones climáticas, edáficas y de manejo del terreno.
3. La agrupación por agrosistemas para el área de estudio, permite una mayor precisión en las recomendaciones de producción que las que se obtendrían si tan sólo se recomendara una fórmula única de producción para toda el área.

Para probar las hipótesis anteriores, se consideran los siguientes supuestos:

1. Los espacios de exploración utilizados para Nitrógeno, Fósforo y densidad, suprimen las deficiencias de estos factores y además la dosis óptima de los mismos, se encuentra dentro de ese espacio.
2. Los sitios experimentales instalados, captan la mayor variación ambiental que se presenta en la región.
3. Los genotipos de maíz empleados en todos los sitios experimentales, están bien adaptados a esas condiciones.
4. Las prácticas de producción que realizan tradicionalmente los agricultores, continúan siendo adecuadas - cuando se modifican las dosis de fertilización y de densidad de población.
5. La oportunidad de aplicación del fertilizante, así como el combate de malezas, interaccionan poco con la dosis de N,  $P_2O_5$  y densidad de población.

## V. MATERIALES Y METODOS

### 5.1 EXPERIMENTACION DESARROLLADA EN EL CAMPO

Se llevaron a cabo 14 experimentos de campo, siete correspondieron al ciclo de temporal 1979 y los siete restantes al ciclo de tonalmil 1980.

#### 5.1.1 Factores de estudio y espacio de exploración

Se evaluaron ocho factores controlables de la producción en el patrón anual de cultivo maíz-maíz, la lista completa de los mismos se presenta en el Cuadro 3.

De acuerdo a la información disponible referente al área de estudio, se definió el espacio de exploración para Nitrógeno (N), Fósforo ( $P_2O_5$ ) y densidad de población (D). Para los tres factores de estudio, los espacios de exploración fueron: N de 30 a 120 kg/ha,  $P_2O_5$  de 0 a 90 kg/ha y para D de 30 a 60 mil plantas/ha cuando se empleó genotipo de altura normal y de 40 a 70 mil plantas/ha cuando se utilizó genotipo de porte bajo.

**CUADRO 3. LISTA DE OCHO FACTORES CONTROLABLES DE LA PRODUCCION EVALUADOS EN EL CULTIVO DE MAIZ EN LA ZONA NORTE DEL ESTADO DE VERACRUZ.**

Número	FACTOR	NIVELES	UNIDADES
1	Nitrógeno	30-60-90-120	kg de N/ha
2	Fósforo	0-30-60-90	kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha
3	Densidad de población.	30-45-60 (planta alta) 40-55-70 (planta baja)	miles de plantas/ha
4	Variedad	H-507 y V-524	
5	Control de Maleza	Tradicional y Agronómico	
6	Oportunidad de fertilización	S-1L-2L*	
7	Control de plagas del suelo	Con y sin	
8	Arreglo topológico	Número de plantas/mata	

\* S = Siembra

1L = Primera labor

2L = Segunda labor

### 5.1.2 Matriz experimental y diseño experimental

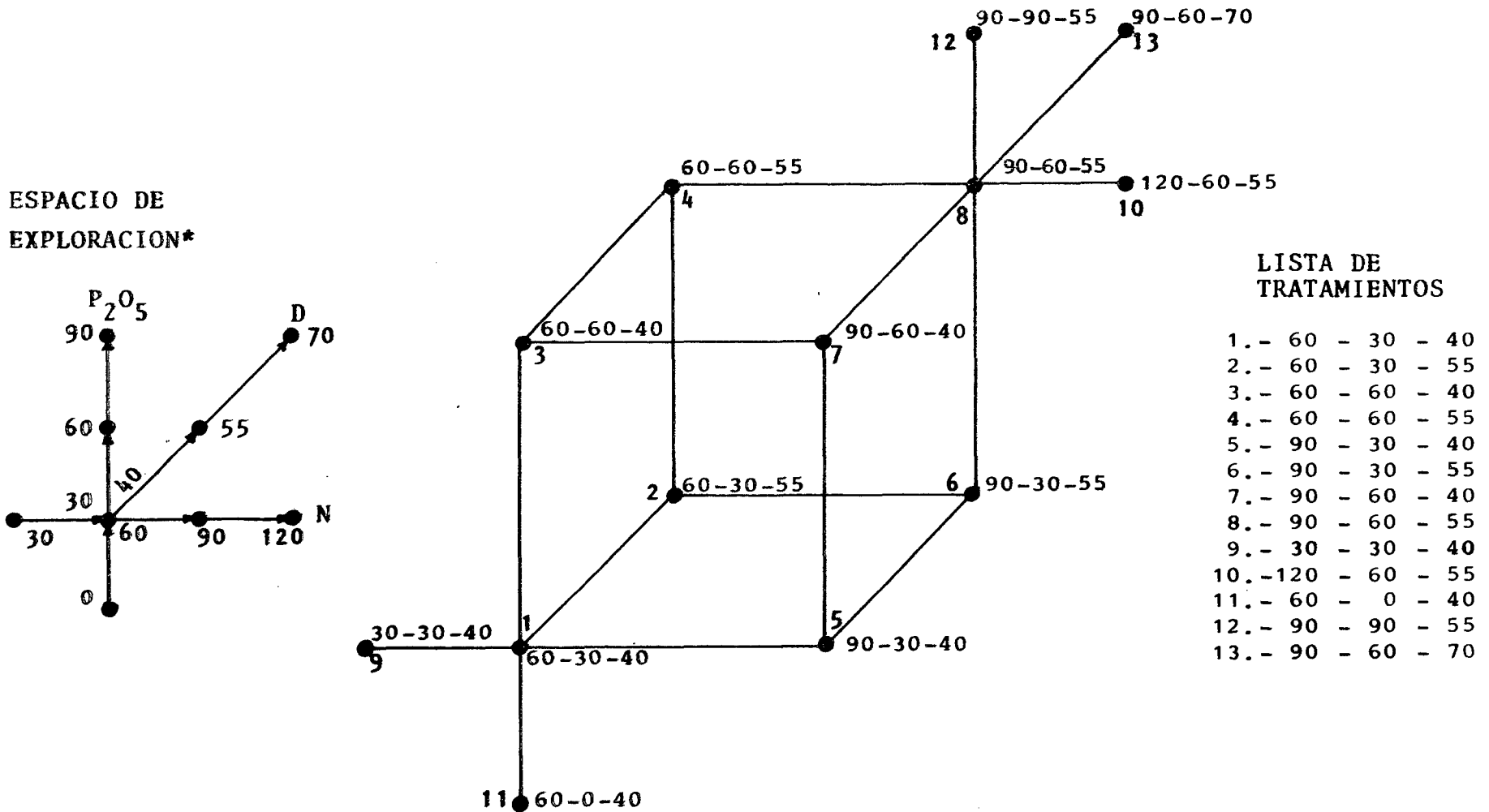
Se utilizó una Matriz Mixta (Turrent 1979-C) para la optimización de ocho factores controlables de la producción, mediante la cual se integraron tres grupos. El primer grupo correspondió al de los factores cuantitativos prioritarios como son: N,  $P_2O_5$  y D, que se manejan de acuerdo a la Matriz Plan Puebla 1 (Turrent y Laird 1975); el segundo grupo se integró con los factores variedad y control de malezas, manejados a dos niveles por medio de la Matriz Factorial  $2^2$ ; finalmente los factores oportunidad de fertilización, arreglo topológico y control de plagas del suelo, correspondieron a la Matriz Baconiana ó de un factor a la vez. Se incluyó un tratamiento testigo a lo largo de la parte central del experimento. La lista completa de los tratamientos generados por la Matriz Mixta se observa en el Cuadro 4.

Para la aleatorización y distribución de los tratamientos se empleó un diseño experimental de parcelas divididas con dos repeticiones. Las parcelas grandes fueron ocupadas por el grupo de cuatro tratamientos que integran la Matriz Factorial  $2^2$ . Las parcelas chicas estuvieron representadas por 13 tratamientos generados en la Matriz Plan Puebla 1 para tres factores (ver Figura 4), más cuatro tratamientos adicionales que correspondieron a la Matriz Baconiana para tres factores.

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

PARCELAS GRANDES			PARCELAS CHICAS								
No.	Variedad	Control de maleza	No.	FERTILIZANTE		Densidad de población Planta/ha	Oportunidad de Fertilización.		Plagas del suelo	Arreglo Topológico.	
				Nitrogenado Kg N/ha	Fosfórico Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha		1-L	2-L			
1	H-507	Tradicional	1	60	30	30	0	1-1	0	con	3
			2	60	30	45	0	1-1	0	con	3
			3	60	60	30	0	1-1	0	con	3
			4	60	60	45	0	1-1	0	con	3
			5	90	30	30	0	1-1	0	con	3
			6	90	30	45	0	1-1	0	con	3
			7	90	60	30	0	1-1	0	con	3
			8	90	60	45	0	1-1	0	con	3
			9	30	30	30	0	1-1	0	con	3
			10	120	60	45	0	1-1	0	con	3
			11	60	0	30	0	1-1	0	con	3
			12	90	90	45	0	1-1	0	con	3
			13	90	60	60	0	1-1	0	con	3
			14	90	60	45	1/3-0	0-0	2/3-0	con	3
			15	90	60	45	0	1/3	2/3-0	con	3
			16	90	60	45	0	1-1	0	sin	3
1	H-507	Tradicional	17	90	60	45	0	1-1	0	con	2
2	H-507	Agronómico	1	60	30	30	0	1-1	0	con	3
			•	•	•	•	•	•	•	•	•
2	H-507	Agronómico	17	90	60	45	0	1-1	0	con	2
3	V-524	Tradicional	1	60	30	40	0	1-1	0	con	3
			2	60	30	55	0	1-1	0	con	3
			3	60	60	40	0	1-1	0	con	3
			4	60	60	55	0	1-1	0	con	3
			5	90	30	40	0	1-1	0	con	3
			6	90	30	55	0	1-1	0	con	3
			7	90	60	40	0	1-1	0	con	3
			8	90	60	55	0	1-1	0	con	3
			9	30	30	40	0	1-1	0	con	3
			10	120	60	55	0	1-1	0	con	3
			11	60	0	40	0	1-1	0	con	3
			12	90	90	55	0	1-1	0	con	3
			13	90	60	70	0	1-1	0	con	3
			14	90	60	55	1/3-1	1-1	2/3-0	con	3
			15	90	60	55	0	3-1	2/3-0	con	3
			16	90	60	55	0	1-1	0	sin	3
3	V-524	Tradicional	17	90	60	55	0	1-1	0	con	2
4	V-524	Agronómico	1	60	30	40	0	1-1	0	con	3
			•	•	•	•	•	•	•	•	•
4	V-524	Agronómico	17	90	60	55	0	1-1	0	con	2

FIGURA 4.- DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS EN EL CUBO.



\* Cuando se incluye genotipo de planta alta el espacio para D disminuye en 10 unidades para todos los niveles.

El modelo estadístico del diseño experimental parcelas - divididas es el siguiente:

$$X_{ijk} = \mu + \rho_i + \alpha_j + \delta_{ij} + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \Sigma_{ijk}$$

Donde:

- $X_{ijk}$  = Observaciones del i-ésimo bloque de la - j-ésima parcela grande dada por variedad y control de maleza, y k-ésimo tratamiento de parcela chica dado por dosis de N,  $P_2O_5$  y D más tratamientos adicionales.
- $\mu$  = Media general
- $\rho_i$  = Efecto del i-ésimo bloque
- $\alpha_j$  = Efecto de la j-ésima parcela grande
- $\delta_{ij}$  = Error "a" asociado al i-ésimo bloque y a la j-ésima parcela grande
- $\beta_k$  = Efecto de la k-ésima parcela chica
- $(\alpha\beta)_{jk}$  = Efecto de la interacción de la j-ésima - parcela grande por la k-ésima parcela chi ca
- $\Sigma_{ijk}$  = Error aleatorio

El tamaño de la parcela experimental en todos los casos constó de dos surcos por 8 m de largo. La distancia entre surcos fue de 100 y 80 cm para genotipos de altura normal y baja respectivamente; la distancia entre matas fue de 100, 67 y 50 .



cm para densidades de 30, 45 y 60 mil plantas/ha, y de 89, 67 y 53 cm para densidades de 40, 55 y 70 mil plantas/ha respectivamente, dejándose tres plantas/mata; se incluyó en ambos genotipos un tratamiento de dos plantas/mata con distancia entre matas de 44 cm.

### 5.1.3 Muestreo de suelo y procedimiento de laboratorio para su análisis físico-químico

Poco antes de sembrar cada experimento, se muestreó el suelo a una profundidad de 0-30 cm. Se tomaron 20 muestras simples, las cuales se mezclaron para integrar una muestra compuesta, luego se repitió el proceso integrándose una segunda muestra compuesta. Poco antes de enviar las muestras al laboratorio, cada una de ellas se dividió en dos partes para la medición del error del laboratorio, de tal manera se tuvieron cuatro muestras de suelo por sitio experimental.

Las muestras de suelo se analizaron en el Laboratorio de Suelos del Campo Agrícola Experimental Cotaxtla (CAECOT). Las características cuantificadas fueron: textura por el método de Bouyoucos (1951); el pH se determinó con el potenciómetro Beckman con una relación acuosa 2:1 (Richards 1954); la materia orgánica por el método de combustión húmeda de Walkley y Black, modificado por Walkley (1974); el Nitrógeno total fue

determinado por el método de Kjeldahl modificado por Gunning, citado por Zárate (1976); los contenidos de Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio asimilables, se determinaron mediante el método de Peech-Morgan (1944).

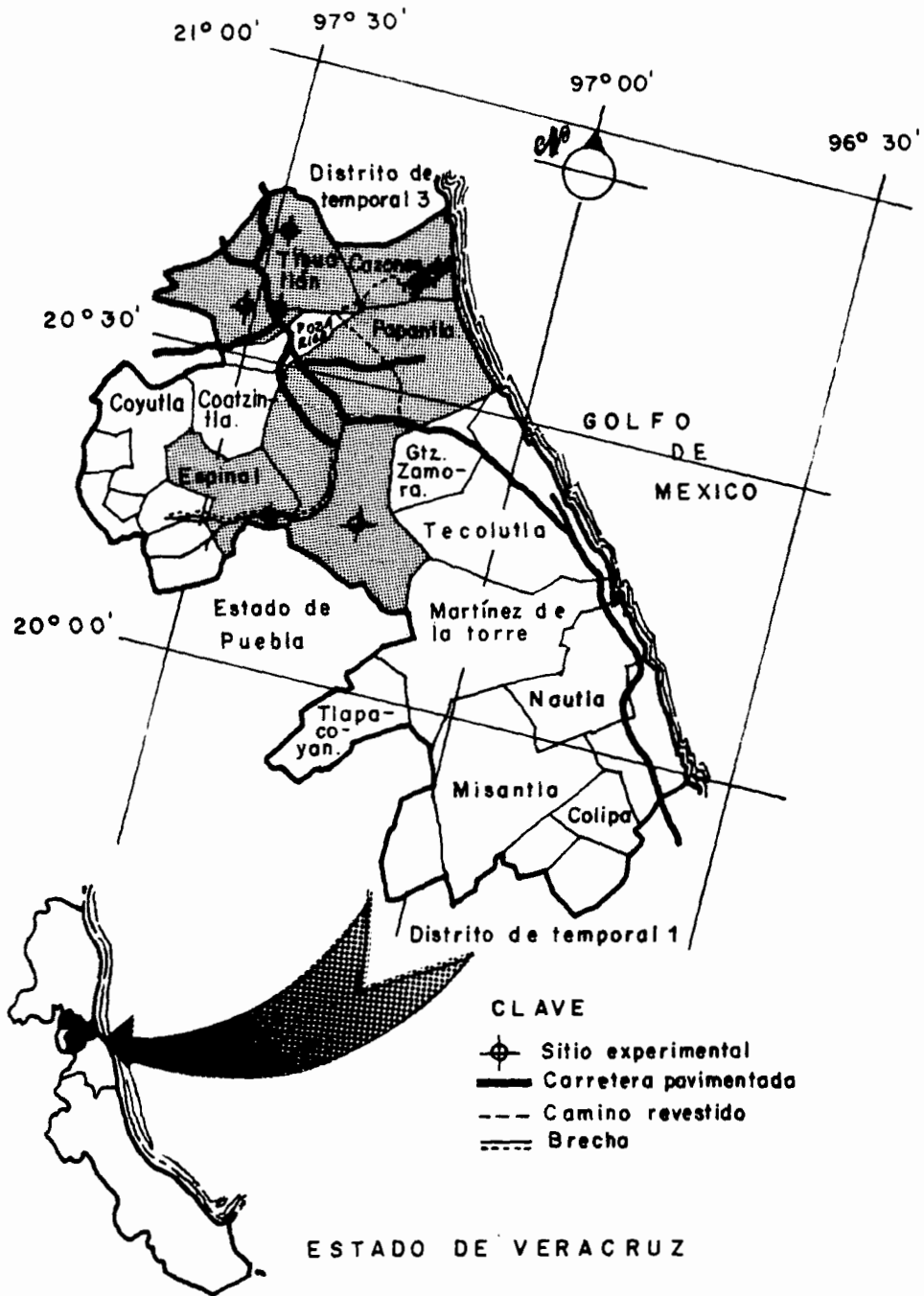
#### **5.1.4 Distribución de los experimentos en el campo**

La distribución de los experimentos se efectuó siguiendo el criterio de elegir una frecuente forma de manejo en la región y buscando muestrear la mayor variación posible en lo referente a clima y morfología del suelo. El sitio experimental y la colocación de los tratamientos dentro de cada sitio, se mantuvo idéntico tanto para el ciclo de temporal como para el ciclo de tonalmil, de esta manera se tuvieron siete localidades que representaron a 14 experimentos; en la Figura 5 se observa la distribución de los sitios experimentales dentro del área de estudio.

#### **5.1.5 Siembra y conducción de experimentos**

La siembra de los experimentos se realizó cuando tradicionalmente la acostumbra el productor agrícola, empleándose el "espeque" para hacer los hoyos en los cuales se depositaron de cuatro a cinco semillas.

Figura 5.- LOCALIZACION DE LOS SITIOS EXPERIMENTALES.



La semilla de maíz utilizada correspondió al híbrido H-507 como genotipo de altura normal y a la variedad de polinización libre V-524 como genotipo de altura baja. El control de maleza se realizó en forma tradicional, incluyéndose en todos los casos la "hiliada"; cuando se evaluó el control de maleza agronómico se mantuvo el mismo control que realiza el productor agrícola, con excepción de la "hiliada" que fue cambiada por el uso de 1.0 kg de Gesaprim combi en 200 lt de agua/ha, en banda poco después de efectuada la siembra.

La época de aplicación del fertilizante, con excepción de los tratamientos que llevaron oportunidad de aplicación, se efectuó en forma íntegra conforme lo hace el productor agrícola entre los 20 y 25 días después de sembrado el maíz, práctica que coincidió con la primera labor de cultivo. La fuente de fertilizante nitrogenado y fosfórico empleados fueron: Urea (46% N) y Superfosfato de Calcio Triple (46%  $P_2O_5$ ) respectivamente.

En todos los sitios experimentales se instaló un pluviómetro de material PVC para llevar el registro de la lluvia, cuyas lecturas se efectuaron conforme se acudió a los experimentos.

### 5.1.6 Medición de las variables a nivel de sitio experimental

En cada sitio experimental se tomaron las siguientes variables para ser consideradas en la agrupación de agrosistemas:

- a) Propiedades físicas del suelo: textura (% de arena y % de arcilla).
- b) Propiedades químicas: pH, materia orgánica, Nitrógeno total, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio asimilable en ppm.
- c) Morfología del suelo: profundidad (cm) y pendiente (%).
- d) Clima: sequía, enfermedades, precipitación pluvial y ciclo agrícola.
- e) Manejo: fecha de siembra y variedad.

Para los valores de las variables no incluidas en las técnicas de laboratorio de suelos, se efectuó el siguiente procedimiento:

**Profundidad del suelo:** su valor promedio fue dado por la medición de 15 muestras en cada sitio experimental.

**Pendiente del terreno:** se determinó con clinómetro de mano.

**Sequfa:** se cuantificó por el método de Síntomas de Marchitamiento (Turrent 1973), cuyo valor representa el número de días en que se observa el cultivo marchito durante las horas más calientes del día (10:00 A.M. - 15:00 P.M.), dentro del período comprendido de 30 días antes de la floración femenina y 30 días después.

**Enfermedades:** se determinó mediante el procedimiento de elegir un tratamiento al azar con dos repeticiones y dentro de cada una de estas cinco plantas, en las cuales se cuantificó el área foliar infectada para sacar el promedio de daño por variedad (Turrent 1976).

**Precipitación pluvial:** se tomó la lluvia acumulada durante la etapa comprendida de 30 días antes de la floración femenina y 30 días después de la misma.

**Ciclo agrícola:** se representa con las literales A cuando se trata del ciclo de temporal y B cuando corresponde al ciclo de tonalmil.

**Fecha de siembra:** se codificó representándose como el número de días del mes transcurridos a la primer fecha de siembra y la diferencia en días de la siembra más temprana a las fechas de siembra siguientes.

**Variedad:** se indica por los valores 0 cuando es variedad de polinización libre V-524 y 1 cuando se trata del híbrido - H-507.

## 5.2 PROCESAMIENTO ESTADISTICO

### 5.2.1 Análisis estadístico de los experimentos de campo

A los rendimientos experimentales, ajustados al 14% de humedad y descontando el porcentaje de pudrición del grano, se les aplicó el factor empírico 0.8 para convertirlos a rendimiento comercial

Con los rendimientos comerciales se efectuó un análisis de varianza combinado que incluyó siete localidades y dos ciclos agrícolas, a la vez que se realizó el análisis individual por experimento, con el propósito de conocer los efectos simples y las interacciones de los tratamientos sometidos a estudio en la región.

### 5.2.2 Análisis económico de los ensayos de campo

Toda vez que el análisis estadístico reportó evidencia de respuesta a alguno ó algunos de los factores estudiados, se -

procedió a aplicar el método Gráfico-Estadístico propuesto por Turrent (1978), con el fin de obtener la dosis óptima económica de fertilizante nitrogenado (DOEFN), dosis óptima económica de fertilizante fosfórico (DOEFF) y finalmente la densidad de población óptima económica (DPOE); el precio de estos insumos y del producto, con vigencia hasta el 31 de diciembre de 1980, que se consideró para extraer las DOE se presenta en el Cuadro 5.

### 5.3 METODOLOGIA EMPLEADA PARA DEFINIR AGROSISTEMAS

#### 5.3.1 El método CP para la definición de agrosistemas

Para la definición de agrosistemas se utilizó el método CP, mediante el cual se busca asociar la variación de algunos parámetros agronómicos con las variables medidas a nivel de sitio experimental. En su primera etapa, el método CP consiste en clasificar el parámetro agronómico en su número arbitrario de categorías, dictadas por uno de los factores potenciales de diagnóstico. El número de categorías corresponden a la cantidad de información contenida en el trabajo experimental; en el caso de 14 experimentos solamente se consideraron dos categorías. Como criterio de separación entre categorías para los factores de suelo se usó la media de los siete sitios experimentales, con excepción de la profundidad y la pendiente en



**CUADRO 5. RELACION DE LOS COSTOS VARIABLES CONSIDERADOS PARA OBTENER LAS DOSIS OPTIMAS ECONOMICAS DE NITROGENO, FOSFORO Y DENSIDAD DE POBLACION EN EL CULTIVO DE MAIZ.**

<b>F A C T O R</b>	<b>U N I D A D</b>	<b>V A L O R \$</b>
Nitrógeno	kg	9.60*
Fósforo	kg	10.77*
Variedad	Mil plantas/ha	7.33 (H-507)
		5.85 (V-524 en temporal)
		2.60 (V-524 en tonalmil)
Grano	kg	4.45**

\* Incluye costos de traslado y aplicación

\*\* No cubre costos de cosecha

las cuales se consideró un valor de criterio agronómico; para los factores de clima y manejo se utilizó la media de los 14 experimentos. Con el empleo de este procedimiento discreto se determinaron dos grupos de valores de rendimientos medios que fueron: a) aquellos que se obtuvieron en sitios con valores del factor potencial de diagnóstico mayores a la media y b) aquellos que se obtuvieron de sitios con valores del factor potencial de diagnóstico menores a la media.

Los parámetros agronómicos considerados en este trabajo para la definición de agrosistemas, fueron los siguientes:

- a) Rendimiento promedio de los ocho tratamientos y sus repeticiones del factorial  $2^3$  que integran la matriz experimental Plan Puebla 1. Se optó por no incluir las prolongaciones fuera del mencionado factorial, para eludir los rendimientos asociados a tratamientos deficientes en fertilizante y en densidad de población, así como los niveles altos, reteniendo la ventaja de una alta precisión en la media obtenida, ya que son 8r observaciones por experimento. Este rendimiento promedio, se utilizó como sustituto del rendimiento potencial, debido a que en la investigación realizada no se evaluó tal rendimiento.
- b) Dosis óptima económica de fertilizante nitrogenado.
- c) Dosis óptima económica de fertilizante fosfórico.
- d) Densidad de población óptima económica.

Las variables de sitio con las cuales se busca relacionar los parámetros agronómicos anteriores, fueron: 1) arena, 2) arcilla, 3) pH, 4) materia orgánica, 5) Nitrógeno total, 6) Fósforo asimilable, 7) Potasio asimilable, 8) Calcio asimilable, 9) Magnesio asimilable, 10) profundidad del suelo, 11) pendiente del terreno, 12) días con sequía, 13) precipitación pluvial, 14) Helminthosporium, 15) fecha de siembra, 16) variedad y 17) ciclo agrícola. El valor y la amplitud de estas variables se observan en el Cuadro 6.

Por regla general, en esta primera etapa del método CP solamente se consideran valores de F mayores a la F de tablas para una probabilidad del 10% y de los factores que cumplan con tal requisito, se selecciona aquel que se asocie con la F calculada máxima. Si ningún factor se asocia con la F mayor que  $F_{t(10\%)}$  el procedimiento se termina rechazando la hipótesis de que alguno ó algunos de esos factores se asocia con el parámetro agronómico. En caso contrario, se prosigue a una segunda etapa en la que el factor seleccionado en la primera etapa entra en todas las definiciones de categorías; el proceso detallado de ésta y demás etapas, es descrito ampliamente por Turrent (1979).

La ventaja que presenta el método CP, a cambio de su menor sensibilidad que el procedimiento de regresión convencional, es que resulta fácil de manejarse a mano con calculadora

CUADRO 6.- AMBITO Y UNIDADES DE MEDICION DE LOS PARAMETROS AGRONOMICOS Y FACTORES DE SITIO.

V A R I A B L E S	AMBITO DE MEDICION	UNIDADES DE MEDICION
<b><u>Parámetros agronómicos</u></b>		
Rendimiento medio	1.31 - 4.22	Ton/ha
Dosis óptima económica de Nitrógeno	30 - 90	Kg N/ha
Dosis óptima económica de Fósforo	00 - 60	Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha
Densidad de población	30 - 70	Miles pltas/ha
<b><u>Factores de sitio</u></b>		
Arena	50 - 67	%
Arcilla	9 - 29	%
pH	7.3 - 7.7	-
Materia orgánica	1.16 - 4.32	%
Nitrógeno total	0.088 - 0.287	%
Fósforo asimilable	23 - 56	ppm
Potasio asimilable	372 - 688	ppm
Calcio asimilable	3,455 - 8,492	ppm
Magnesio asimilable	115 - 277	ppm
Profundidad	62 - >250	cm
Pendiente	1 - 29	%
Sequfa	0 - 24	Días
Precipitación	108.55 - 440.73	mm
Enfermedades	2.91 - 51.25	%
Fecha de siembra	9 - 59	Días
Variedad	0 - 1	Variables mudas
Ciclo agrfcola	A - B	Variables mudas

de bolsillo (Turrent 1979-A).

En el presente trabajo y debido a los pocos experimentos que no permiten un número adecuado de grados de libertad en los residuos, solamente se cubre la primera etapa del método CP.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSION

### 6.1 ANALISIS ESTADISTICO

Los rendimientos de maíz en grano en ton/ha, corregidos al 14% de humedad y por el factor 0.8, de los diferentes tratamientos en los 14 sitios experimentales, se presentan en el Cuadro 4A del Apéndice. En estos resultados se puede apreciar que el rendimiento del tratamiento testigo (00-00-30 mil plantas) varió entre 0.64 ton/ha, experimento No. 7907, hasta 2.65 ton/ha en el experimento No. 8002; la media general de este tratamiento fue de 1.69 ton/ha. En lo referente a los tratamientos de la matriz experimental se puede observar en el mismo cuadro que el menor rendimiento medio regional corresponde al tratamiento 11 (60-00-30 mil plantas) con la variedad H-507 cuyo rendimiento es de 1.93 ton/ha, y el mayor rendimiento al tratamiento 17 (90-60-45 mil plantas) con la misma variedad H-507 y una producción de 2.81 ton/ha. El rendimiento medio general, comprendió todos los tratamientos de parcela grande, parcela chica y todos los sitios experimentales, fue de 2.42 ton/ha.

Con los rendimientos de maíz se procedió a realizar el análisis de varianza combinado de siete localidades en dos ciclos agrícolas, éste se presenta en el Cuadro 7, además se

**CUADRO 7. ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO DEL RENDIMIENTO DE MAIZ EN EXPERIMENTAL PARCELAS DIVIDIDAS CON DOS - CICLOS AGRICOLAS Y SIETE LOCALIDADES.**

FACTOR	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>c</sub> .	SIGNIFICANCIA	
					0.05	0.10
Ciclos (C)	1	248.4437	248.4437	204.06	**	
Localidades (L)	6	479.7351	79.9559	65.67	**	
C x L	6	526.1256	54.3539	44.64	**	
Repeticiones (C x L)	4	17.0453	1.2175			
Parcelas Grandes (PG)	3	2.6218	0.8739	1.47		
Variedad (A)	(1)	2.1423	2.1423	3.61		
Control de Maleza (B)	(1)	0.1549	0.1549	0.26		
A x B	(1)	0.3246	0.3246	0.55		
C x PG	3	0.7136	0.2379	0.40		
C x A	(1)	0.3542	0.3542	0.60		
C x B	(1)	0.0686	0.0686	0.12		
C x A x B	(1)	0.2908	0.2908	0.49		
L x PG	18	63.8040	3.5447	5.97		
L x A	(6)	53.2025	8.8671	15.17	**	
L x B	(6)	9.9829	1.6638	2.80		
L x A x B	(6)	0.6186	0.1031	0.17		
C x L x PG	18	27.1366	1.5076	2.54		
C x L x A	(6)	19.0476	3.2746	5.52	**	
C x L x B	(6)	7.1456	1.1909	2.01		
C x L x A x B	(6)	0.3434	0.0572	0.10		
Error "b"	42	24.9245	0.5934			
Parcelas chicas (PCH)	16	94.4814	5.9051	30.12	**	
C x PCH	16	3.2067	0.2004	1.23		
L x PCH	96	51.2534	0.3253	1.99	**	
C x L x PCH	96	18.4224	0.1919	1.17		
PG x PCH	48	11.9836	0.2497	1.53		
A x PCH	(16)	7.0811	0.4426	2.71	**	
B x PCH	(16)	2.8198	0.1762	1.08		
A x B x PCH	(16)	2.0827	0.1302	0.80		
C x PG x PCH	48	7.6617	0.1596	0.98		
C x A x PCH	(16)	2.1365	0.1335	0.82		
C x B x PCH	(16)	2.9936	0.1875	1.14		
C x A x B x PCH	(16)	2.5316	0.1582	0.97		
L x PG x PCH	288	53.5485	0.1859	1.14	**	
L x A x PCH	(96)	17.6941	0.1843	1.13		
L x B x PCH	(96)	17.0615	0.1777	1.09		
L x A x B x PCH	(96)	18.7929	0.1958	1.20		
C x L x PG x PCH	288	48.2190	0.1674	1.02		
C x L x A x PCH	(96)	20.8589	0.2173	1.33	*	
C x L x B x PCH	(96)	12.5644	0.1309	0.80		
C x L x A x B x PCH	(96)	14.7957	0.1541	0.94		
Residual	896	146.5580	0.1635			
Total corregido	1,903	1,605.8432	0.8438			

C.V. = 16.72

\* La F resultó significativa al 10%.

\*\* La F resultó significativa al 5%.

efectuaron los análisis de varianza individuales por experimento. El análisis de varianza combinado, indicó efectos significativos con una probabilidad de cometer error tipo I al 5%, en ciclos, localidades, tratamientos de parcela grande y parcela chica; con tal evidencia, se dispuso de los análisis de varianza individuales que se presentan en el Cuadro 8, para determinar la significancia de los factores sometidos a estudio en cada sitio experimental.

Los resultados que arrojaron los análisis de varianza individuales señalan lo siguiente: en ningún caso hubo efecto de repetición, en el 57% se obtuvo significancia a parcela grande con una probabilidad de cometer error tipo I del 5%, en el 100% de los casos hubo efecto significativo a tratamientos de parcela chica con una probabilidad del 5%, y finalmente en el 14% de los casos se presentó interacción de parcela grande por parcela chica con una probabilidad del 10%. El coeficiente de variación fluctúa entre 9.98 y 30.75% con una media general de 16.7% para todos los experimentos.



**CUADRO 8 . ANALISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO DE GRANO EN CADA SITIO EXPERIMENTAL**

No.de Expto	FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	C.V. (%)
7901	Repeticiones	1	0.1726 N.S.	30.75
	Parcelas Grandes (PG)	3	0.8409 N.S.	
	Variedad (A)	(1)	1.8125	
	Control de malezas (B)	(1)	0.2687	
	A x B	(1)	0.4415	
	Error "a"	3	0.9281	
	Parcelas Chicas (PCH)	16	0.7827**	
	PG x PCH	48	0.2308 N.S.	
	Error "b"	64	0.2911	
7902	Repeticiones	1	0.4546 N.S.	24.45
	Parcelas Grandes (PG)	3	0.7557	
	Variedad (A)	(1)	2.1419**	
	Control de malezas (B)	(1)	0.1077	
	A x B	(1)	0.0175	
	Error "a"	3	0.1489	
	Parcelas Chicas (PCH)	16	0.4802**	
	PG x PCH	48	0.2510*	
	Error "b"	64	0.1625	
7903	Repeticiones	1	0.0355 N.S.	19.37
	Parcelas Grandes (PG)	3	3.6272	
	Variedad (A)	(1)	9.9906**	
	Control de malezas (B)	(1)	0.8787	
	A x B	(1)	0.0124	
	Error "a"	3	0.2914	
	Parcelas Chicas (PCH)	16	0.2991**	
	PG x PCH	48	0.1077 N.S.	
	Error "b"	64	0.1107	

## CUADRO 8 . CONTINUACION

No.de Expto	FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	C.V. (%)
7904	Repeticiones	1	0.0651 N.S.	16.84
	Parcelas Grandes (PG)	3	0.2439 N.S.	
	Variedad (A)	(1)	0.1224	
	Control de malezas (B)	(1)	0.0012	
	A x B	(1)	0.6081	
	Error "a"	3	0.1862	
	Parcelas Chicas (PCH)	16	0.8637**	
	PG x PCH	48	0.2176 N.S.	
	Error "b"	64	0.1825	
7905	Repeticiones	1	11.9462 N.S.	15.09
	Parcelas Grandes (PG)	3	6.8442	
	Variedad (A)	(1)	15.9822*	
	Control de malezas (B)	(1)	4.5505	
	A x B	(1)	0.0000	
	Error "a"	3	1.6217	
	Parcelas Chicas (PCH)	16	1.0457**	
	PG x PCH	48	0.1783 N.S.	
	Error "b"	64	0.1682	
7906	Repeticiones	1	0.1741 N.S.	17.68
	Parcelas Grandes (PG)	3	2.5482	
	Variedad (A)	(1)	0.0692	
	Control de malezas (B)	(1)	7.5094**	
	A x B	(1)	0.0660	
	Error "a"	3	0.6832	
	Parcelas Chicas (PCH)	16	0.6010**	
	PG x PCH	48	0.2726 N.S.	
	Error "b"	64	0.1931	

## CUADRO 8. CONTINUACION

No. de Expto	FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	C.V. (%)
7907	Repeticiones	1	1.0983 N.S.	21.87
	Parcelas Grandes (PG)	3	1.1553 N.S.	
	Variedad (A)	(1)	2.9989	
	Control de malezas (B)	(1)	0.4502	
	A x B	(1)	0.0167	
	Error "a"	3	0.7361	
	Parcelas Chicas (PCH)	16	0.2374**	
	PG x PCH	48	0.0944 N.S.	
	Error "b"	64	0.1144	
8001	Repeticiones	1	0.3715 N.S.	18.17
	Parcelas Grandes (PG)	3	1.4236 N.S.	
	Variedad (A)	(1)	4.0738	
	Control de malezas (B)	(1)	0.0758	
	A x B	(1)	0.1212	
	Error "a"	3	0.8037	
	Parcelas Chicas (PCH)	16	0.7451**	
	PG x PCH	48	0.2162 N.S.	
	Error "b"	64	0.1629	
8002	Repeticiones	1	0.0466 N.S.	9.98
	Parcelas Grandes (PG)	3	2.6559	
	Variedad (A)	(1)	7.2550**	
	Control de malezas (B)	(1)	0.6851	
	A x B	(1)	0.2753	
	Error "a"	3	0.1104	
	Parcelas Chicas (PCH)	16	0.8495**	
	PG x PCH	48	0.1723 N.S.	
	Error "b"	64	0.1649	

## CUADRO 8 : CONTINUACION

No.de Expto	FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	C.V. (%)
8003	Repeticiones	1	0.0009 N.S.	12.70
	Parcelas Grandes (PG)	3	1.7262	
	Variedad (A)	(1)	5.1771**	
	Control de malezas (B)	(1)	0.0014	
	A x B	(1)	0.0003	
	Error "a"	3	0.3160	
	Parcelas Chicas (PCH)	16	0.6236**	
	PG x PCH	48	0.1363 N.S.	
	Error "b"	64	0.1111	
8004	Repeticiones	1	0.6749 N.S.	15.28
	Parcelas Grandes (PG)	3	4.3476	
	Variedad (A)	(1)	10.4389**	
	Control de malezas (B)	(1)	2.3740	
	A x B	(1)	0.2298	
	Error "a"	3	0.7778	
	Parcelas Chicas (PCH)	16	1.0013**	
	PG x PCH	48	0.3292*	
	Error "b"	64	0.2188	
8005	Repeticiones	1	0.1951 N.S.	11.14
	Parcelas Grandes (PG)	3	1.0614	
	Variedad (A)	(1)	2.9314**	
	Control de malezas (B)	(1)	0.2277	
	A x B	(1)	0.0252	
	Error "a"	3	0.2841	
	Parcelas Chicas (PCH)	16	0.9556**	
	PG x PCH	48	0.1293 N.S.	
	Error "b"	64	0.1687	

## CUADRO 8. CONTINUACION

No.de Expto	FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS	C.V. (%)
8006	Repeticiones	1	0.0028 N.S.	15.25
	Parcelas Grandes (PG)	3	3.1860	
	Variedad (A)	(1)	9.5134**	
	Control de malezas (B)	(1)	0.0445	
	A x B	(1)	0.0001	
	Error "a"	3	0.3345	
	Parcelas Chicas (PCH)	16	0.1945**	
	PG x PCH	48	0.0629 N.S.	
	Error "b"	64	0.0903	
8007	Repeticiones	1	1.8069 N.S.	21.15
	Parcelas Grandes (PG)	3	1.0092 N.S.	
	Variedad (A)	(1)	2.8395	
	Control de malezas (B)	(1)	0.1769	
	A x B	(1)	0.0113	
	Error "a"	3	1.0862	
	Parcelas Chicas (PCH)	16	0.5296**	
	PG x PCH	48	0.1309 N.S.	
	Error "b"	64	0.1505	

\* La F asociada resultó significativa al 10%

\*\* La F asociada resultó significativa al 5%

N.S. La F asociada no resultó significativa

## 6.2 ANALISIS ECONOMICO PARA OBTENER LA DOSIS OPTIMA ECONOMICA DE CAPITAL ILIMITADO

El procedimiento que se siguió para obtener las dosis óptimas económicas de capital ilimitado (DOECI) de Nitrógeno, Fósforo y densidad de población por variedad, fue el método Gráfico-Estadístico. En el Cuadro 9 se presentan estas DOECI que estuvieron asociadas con el mayor ingreso neto más costos fijos; se puede observar que la DOECI para Nitrógeno varía de 30 a 90 kg/ha, la de Fósforo va de 0 a 60 kg/ha y finalmente la densidad de población fluctúa de 30 a 60 mil plantas/ha para la variedad H-507 y de 40 a 70 mil plantas/ha para la variedad V-524. Esta variación en las DOECI pueden explicarse como debida a diferencias en las propiedades del suelo y a las variaciones de clima y manejo principalmente.

## 6.3 DEFINICION DE AGROSISTEMAS

### 6.3.1 Delimitación de agrosistemas mediante el método CP

Para determinar la influencia de los factores de clima, suelo y manejo cuyos valores se presentan en el Cuadro 10, sobre los parámetros agronómicos considerados como fueron el rendimiento medio del factorial  $2^3 \times 4r$ , la dosis óptima económica de fertilizante nitrogenado (DOEFN), la dosis óptima económica

**CUADRO 9.- DOSIS OPTIMAS ECONOMICAS DE FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFORICO Y DE DENSIDAD DE POBLACION, SEGUN VARIEDAD.**

No. de expto.	Localidad	Ciclo agrícola	Variedad	DOSIS DE FERTILIZANTE		Densidad de población miles plantas/ha
				Nitrogenado kg N/ha	Fosfórico kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	
7001	La Isla	A	H-507	60	30	45
			V-524	60	30	55
7902	Los Migueles	A	H-507	60	30	30
			V-524	30	00	55
7903	Las Piedras	A	H-507	90	60	45
			V-524	60	00	55
7904	Espinal	A	H-507	30	30	45
			V-524	30	30	55
7905	El Torno	A	H-507	30	00	60
			V-524	30	00	70
7906	Independencia	A	H-507	30	30	45
			V-524	30	30	55
7907	El Aguila	A	H-507	90	60	45
			V-524	90	60	55
8001	La Isla	B	H-507	30	00	60
			V-524	30	00	70
8002	Los Migueles	B	H-507	30	00	60
			V-524	30	00	40
8003	Las Piedras	B	H-507	30	00	60
			V-524	30	00	55
8004	Espinal	B	H-507	90	60	45
			V-524	30	00	70
8005	El Torno	B	H-507	90	30	45
			V-524	30	00	70
8006	Independencia	B	H-507	30	00	30
			V-524	90	00	70
8007	El Aguila	B	H-507	90	00	45
			V-524	90	00	55

CUADRO 10.- FACTORES DE SUELO, CLIMA Y MANEJO QUE CARACTERIZARON A LOS 14 EXPERIMENTOS DE CAMPO.

No. de Expto.	pH	Arena %	Arcilla %	Materia orgánica %	Nitrógeno total %	Fósforo asimilable ppm	Potasio asimilable ppm	Calcio asimilable ppm	Magnesio asimilable ppm	Profundidad cm
7901	7.3	67	9	1.16	0.088	24	558	4,313	116	> 250
7902	7.3	48	29	3.67	0.276	23	552	8,492	251	118
7903	7.6	53	23	4.32	0.287	43	408	3,455	277	62
7904	7.7	67	12	1.73	0.107	56	372	4,642	115	> 250
7905	7.6	56	17	2.12	0.174	27	518	5,580	144	> 250
7906	7.5	53	21	3.93	0.223	34	688	8,123	224	98
7907	7.6	50	15	3.95	0.268	41	670	7,404	158	80
8001										
8002										
8003										
8004										
8005										
8006										
8007										
PROMEDIO	7.5	56.3	18	2.98	0.203	35	538	6,000	183.6	158.3
Valor Adoptado*	7.5	56	18	2.98	0.203	35	538	6,000	183	158



**CUADRO 10.- CONTINUACION**

No. de Expto.	Pendiente cm	Días con sequía	Precipitación mm	HELMINTHOSPORIUM %		Fecha de siembra días	VARIEDAD		Ciclo agrícola
				V-524	H-507		V-524	H-507	
7901	2	24	316.11	14.20	10.21	9	0	1	A
7902	1	8	440.73	10.17	12.44	10	0	1	A
7903	29	24	282.85	12.71	12.05	15	0	1	A
7904	2	0	308.30	14.13	15.18	33	0	1	A
7905	1	0	407.55	14.29	13.75	35	0	1	A
7906	3	20	292.96	7.04	10.18	58	0	1	A
7907	24	20	127.85	8.00	8.95	59	0	1	A
8001		0	118.41	13.12	24.91	13	0	1	B
8002		0	142.10	2.91	4.17	24	0	1	B
8003		0	150.00	24.62	31.20	33	0	1	B
8004		0	120.39	26.36	32.05	29	0	1	B
8005		0	104.60	4.92	12.65	27	0	1	B
8006		0	108.55	47.11	51.25	22	0	1	B
8007		0	142.10	30.98	41.00	5	0	1	B
PROMEDIO	8.86	6.86	218.75	16.47	20.00	26.6	Cualitativo		Cualitativo
Valor Adoptado*	9	7	219	16	20	26			

\* No siempre se utilizó el valor promedio del factor de la producción para separar los grupos

de fertilizante fosfórico (DOEFF) y la densidad de población óptima económica (DPOE), se aplicó el método CP. Enseguida se procede a examinar el caso de la relación entre la profundidad del suelo y los rendimientos medios de la variedad H-507 que se presentan en el Cuadro 11.

En el Cuadro 12, se presentan dos grupos de rendimientos - medios: (1) el asociado con los suelos de profundidad menor a los 100 cm, CATEGORIA SOMERA, y (2) el asociado con los suelos de profundidad mayor a los 100 cm, CATEGORIA PROFUNDA. El rendimiento medio de 1.38 ton/ha que aparece en el primer término en la categoría somera del Cuadro 12, corresponde al experimento - 7903, Cuadro 11, que estuvo ubicado en un suelo de 62 cm de profundidad, Cuadro 10, la cual es menor al límite arbitrario de 100 cm. De esta manera el grupo de experimentos localizados en suelos de menos de 100 cm de espesor es de seis, categoría somera; y el otro grupo es de ocho experimentos, categoría profunda.

En el Cuadro 13 se presenta el análisis de varianza para el factor profundidad.

El valor  $R^2$  de 27%, coeficiente de determinación, se calcula dividiendo la suma de cuadrados de categorías entre la suma de cuadrados total y multiplicando por 100. El 27% de la variación total se asoció con las dos categorías dictadas por la profundidad del suelo. En el ejemplo escogido, resulta obvio, por

CUADRO 11.- RENDIMIENTO PROMEDIO DEL FACTORIAL  $2^3 \times 4_T$ ,  
SEGUN VARIEDAD.

Número de experimento	Localidad	Ciclo agrícola	Variedad	Rendimiento promedio ton/ha
7901	La Isla	A	H-507	1.73
			V-524	1.58
7902	Los Migueles	A	H-507	1.52
			V-524	1.80
7903	Las Piedras	A	H-507	1.38
			V-524	1.96
7904	Espinal	A	H-507	2.38
			V-524	2.56
7905	El Torno	A	H-507	2.88
			V-524	2.38
7906	Independencia	A	H-507	2.38
			V-524	2.41
7907	El Aguila	A	H-507	1.31
			V-524	1.65
8001	La Isla	B	H-507	2.23
			V-524	2.04
8002	Los Migueles	B	H-507	4.22
			V-524	3.81
8003	Las Piedras	B	H-507	2.41
			V-524	2.75
8004	Espinal	B	H-507	2.65
			V-524	3.24
8005	El Torno	B	H-507	3.75
			V-524	3.46
8006	Independencia	B	H-507	1.61
			V-524	2.15
8007	El Aguila	B	H-507	1.61
			V-524	1.87

**CUADRO 12.- PROCEDIMIENTO DISCRETO PARA PROBAR LA DEPENDENCIA ENTRE LA PROFUNDIDAD DEL SUELO Y EL RENDIMIENTO MEDIO DE LA VARIEDAD H-507.**

Número	S O M E R A*		P R O F U N D A*	
	Profundidad cm	Rendimiento medio ton/ha	Profundidad cm	Rendimiento medio ton/ha
1	62	1.38	>250	1.73
2	98	2.38	118	1.52
3	80	1.31	>250	2.38
4		2.41	>250	2.88
5		1.61		2.23
6		1.61		4.22
7				2.65
8				3.75
Sumas		10.70		21.36
Promedios <100 cm		1.78	>100 cm	2.67

\* En total son 14 experimentos representados por siete localidades.

**CUADRO 13.- ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RENDIMIENTOS MEDIOS PARA LA VARIEDAD H-507 SEGUN DOS CATEGORIAS DE LA PROFUNDIDAD DEL SUELO.**

ANALISIS DE VARIANZA					
FACTOR	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	R <sup>2</sup>
Categorías	1	2.6955	2.6955	4.44	27.0
Residuos	12	7.2927	0.6077		
Total	13	9.9882			

la magnitud de la F calculada, que existe evidencia de que la profundidad del suelo sea factor del rendimiento promedio. En el Cuadro 14 se presenta un análisis de varianza en serie para la variedad H-507, considerando cada uno de los restantes factores de la producción. Nótese que tanto el factor de corrección como la suma de cuadrados totales permanecen constantes en todos los análisis de varianza. En el Cuadro 2A del Apéndice, se presentan en detalle las categorías baja y alta de los rendimientos promedios, definidas por cada uno de los 14 factores de producción estudiados. En el Cuadro 15 se presenta el análisis de varianza en serie para los mismos 14 factores con la variedad V-524 y en el Cuadro 3A del Apéndice las categorías para los mismos factores. En los Cuadros 2A y 3A no se incluyen las categorías que estarían definidas por los factores Nitrógeno total ni Fósforo asimilable. La razón de esto se debe a que los rendimientos promedio se obtuvieron con suficiente fertilizante nitrogenado y fosfórico, por lo que no tendría sentido organizar tales categorías.

De los 14 factores considerados, solamente los factores arena, arcilla, profundidad, pendiente, materia orgánica, días con sequía, precipitación y fecha de siembra, son factores inmodificables y por lo tanto factores potenciales de diagnóstico del agrosistema.

Como se puede observar en los Cuadros 14 y 15, días con sequía es el factor que más se asocia con la variación entre

CUADRO 14.- ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO MEDIO DEL FACTORIAL  $2^3 \times 4_T$  DE LA VARIEDAD H-507. SEGUN DOS CATEGORIAS DEFINIDAS POR 14 FACTORES DE LA PRODUCCION. PRIMERA ETAPA.

FACTOR	FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	R <sup>2</sup>	Ft <sub>10%</sub>
	Factor de corrección		73.4174				
	Total	13	9.9882				
Arena	Categorías Residuos	1 12	1.0309 8.9573	1.0309 0.7464	1.38	10.3	3.14
Arcilla	Categorías Residuos	1 12	0.0142 9.9740	0.0142 0.8312	0.02	0.1	
Profundidad	Categorías Residuos	1 12	2.6955 7.2927	2.6955 0.6077	4.44	27.0	
Pendiente	Categorías Residuos	1 12	2.1009 7.8873	2.1009 0.6573	3.20	21.0	
pH	Categorías Residuos	1 12	0.0007 9.9875	0.0007 0.8323			
Materia orgánica	Categorías Residuos	1 12	1.0309 8.9573	1.0309 0.7464	1.38	10.3	
Potasio asimilable	Categorías Residuos	1 12	0.1560 9.8376	0.1560 0.8198	0.18	1.5	
Calcio asimilable	Categorías Residuos	1 12	0.3465 9.6417	0.3465 0.8035	0.43	3.5	
Magnesio asimilable	Categorías Residuos	1 12	0.0142 9.9740	0.0142 0.8312	0.02	0.1	
Días con sequía	Categorías Residuos	1 12	3.0479 6.9403	3.0479 0.5784	5.27	30.5	
Precipitación	Categorías Residuos	1 12	0.1158 9.8724	0.1158 0.8227	0.14	1.2	
Helminthosporium	Categorías Residuos	1 12	0.2749 9.7133	0.2749 0.8094	0.34	2.8	
Fecha de siembra	Categorías Residuos	1 12	0.0025 9.9857	0.0025 0.8321			
Ciclo agrícola	Categorías Residuos	1 12	1.7150 8.2732	1.7150 0.6894	2.94	17.2	

CUADRO 15.- ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO MEDIO DEL FACTORIAL  $2^3 \times 4_r$  DE LA VARIEDAD V-524. SEGUN DOS CATEGORIAS DEFINIDAS POR 14 FACTORES DE LA PRODUCCION. PRIMERA ETAPA.

FACTOR	FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	R <sup>2</sup>	Ft <sub>10%</sub>
	Factor de corrección		80.9283				
	Total	13	6.2271				
Arena	Categorías	1	0.2030	0.2030	0.40	3.3	3.14
	Residuos	12	6.0241	0.5020			
Arcilla	Categorías	1	0.0602	0.0602	0.12	1.0	
	Residuos	12	6.1669	0.5139			
Profundidad	Categorías	1	0.7803	0.7803	1.72	12.5	
	Residuos	12	5.4468	0.4539			
Pendiente	Categorías	1	0.6734	0.6734	1.46	10.8	
	Residuos	12	5.5537	0.4628			
pH	Categorías	1	0.1178	0.1178	0.23	1.9	
	Residuos	12	6.1093	0.5091			
Materia Orgánica	Categorías	1	0.2029	0.2029	0.40	3.3	
	Residuos	12	6.0242	0.5020			
Potasio asimilable	Categorías	1	1.0800	1.0800	2.52	17.3	
	Residuos	12	5.1471	0.4289			
Calcio asimilable	Categorías	1	0.1578	0.1578	0.31	2.5	
	Residuos	12	6.0693	0.5058			
Magnesio asimilable	Categorías	1	0.0602	0.0602	0.12	1.0	
	Residuos	12	6.1669	0.5139			
Días con sequía	Categorías	1	2.1379	2.1379	6.27	34.0	
	Residuos	12	4.0892	0.3408			
Precipitación	Categorías	1	0.0162	0.0162	0.03		
	Residuos	12	6.1659	0.5138			
Helminthosporium	Categorías	1	0.0002	0.0002			
	Residuos	12	6.2269	0.5188			
Fecha de siembra	Categorías	1	0.0229	0.0229	0.04	0.4	
	Residuos	12	6.2042	0.5170			
Ciclo agrícola	Categorías	1	1.7714	1.7714	4.77	28.5	
	Residuos	12	4.4557	0.3713			

sitios del rendimiento promedio de la variedad H-507 y V-524, en donde la F calculada es de 5.27 y 6.27 y el coeficiente de terminación  $R^2$  es de 30.5 y 34.0% respectivamente, en orden decreciente siguen profundidad y pendiente para H-507 y ciclo agrícola para V-524, todos ellos con valores significativos al 10%.

Mediante el empleo del mismo procedimiento que se siguió para el parámetro rendimiento medio, se aplicó el método CP a los parámetros agronómicos de dosis óptima económica de fertilizante nitrogenado (DOEFN), dosis óptima económica de fertilizante fosfórico (DOEFF) y finalmente a la densidad de población óptima económica (DPOE), según la variedad. En el Cuadro 16 se presenta el análisis de varianza en serie para las DOEFN de H-507, el correspondiente a V-524 está en el Cuadro 17; las categorías de las dosis de Nitrógeno para ambas variedades en función de los factores de la producción están en los Cuadros 5A y 6A. En el Cuadro 16 se observa que el factor pH presenta la mayor Fc y en el Cuadro 17 la profundidad del suelo es el factor que se asocia con la mayor Fc, superiores a la  $F_{t_{10\%}}$ .

En los Cuadros 18 y 19 se presentan los DOEFF para H-507 y V-524 respectivamente, en el primero de los cuadros se puede ver que el factor sequía se asocia con la mayor Fc, siguiéndole precipitación y ciclo agrícola; en el Cuadro 19 se obser



CUADRO 16.- ANALISIS DE VARIANZA DE LAS DOSIS DE FERTILIZANTE NITROGENADO PARA LA VARIEDAD H-507, SEGUN DOS CATEGORIAS DEFINIDAS POR 16 FACTORES DE LA PRODUCCION. PRIMERA ETAPA.

FACTOR	FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	R <sup>2</sup>	Ft <sub>10%</sub>
	Factor de corrección		43,457.1429				
	Total	13	10,542.8571				
Arena	Categorías	1	5.3571	5.3571			3.14
	Residuos	12	10,537.5000	878.1250			
Arcilla	Categorías	1	1,205.3571	1,205.3571	1.55	11.4	
	Residuos	12	9,337.5000	778.1250			
Profundidad	Categorías	1	192.8571	192.8571	0.22	1.8	
	Residuos	12	10,350.0000	862.5000			
Pendiente	Categorías	1	2,077.5000	2,077.5000	2.94	19.7	
	Residuos	12	8,465.3771	705.4464			
pH	Categorías	1	2,592.8571	2,592.8571	3.91*	24.6	
	Residuos	12	7,950.0000	662.5000			
Materia Orgánica	Categorías	1	5.3571	5.3571	0.01	0.1	
	Residuos	12	10,537.5000	878.1250			
Nitrógeno total	Categorías	1	905.3571	905.3571	1.13	8.6	
	Residuos	12	9,637.5000	803.1250			
Fósforo asimilable	Categorías	1	2,142.8571	2,142.8571	3.06	20.3	
	Residuos	12	8,400.0000	700.0000			
Potasio asimilable	Categorías	1	192.8571	192.8571	0.22	1.8	
	Residuos	12	10,350.0000	862.5000			
Calcio asimilable	Categorías	1	5.3571	5.3571	0.01	0.1	
	Residuos	12	10,537.5000	878.1250			
Magnesio asimilable	Categorías	1	1,205.3571	1,205.3571	1.55	11.4	
	Residuos	12	9,337.5000	778.1250			
Días con sequía	Categorías	1	5.3571	5.3571	0.01	0.1	
	Residuos	12	10,537.5000	878.1250			
Precipitación	Categorías	1	342.8571	342.8571	0.40	3.3	
	Residuos	12	10,200.0000	850.0000			
Helminthosporium	Categorías	1	1,205.3571	1,205.3571	1.55	11.4	
	Residuos	12	9,337.5000	778.1250			
Fecha de siembra	Categorías	1	1,462.8571	1,462.8571	1.93	13.9	
	Residuos	12	9,080.0000	756.6667			
Ciclo agrícola	Categorías	1	0.0000	0.0000			
	Residuos	12	10,542.8571	878.5714			

CUADRO 17.- ANALISIS DE VARIANZA DE LAS DOSIS DE FERTILIZANTE NITROGENADO PARA LA VARIEDAD V-524, SEGUN DOS CATEGORIAS DEFINIDAS POR 16 FACTORES DE LA PRODUCCION. PRIMERA ETAPA.

FACTOR	FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	R <sup>2</sup>	Ft <sub>10t</sub>
	Factor de corrección		31,114.2857				
	Total	13	8,485.7143				
Arena	Categorías Residuos	1 12	1,548.2143 6,937.5000	1,548.2143	2.68	18.2	3.14
Arcilla	Categorías Residuos	1 12	48.2143 8,437.5000	48.2143 703.1250	0.07	0.6	
Profundidad	Categorías Residuos	1 12	3,348.2143 5,137.5000	3,348.2143 438.1250	7.64 *	39.6	
Pendiente	Categorías Residuos	1 12	2,320.7143 6,165.0000	2,320.7143 513.7500	4.52 *	27.4	
pH	Categorías Residuos	1 12	48.2143 8,437.5000	48.2143 703.1250	0.07	0.6	
Materia Orgánica	Categorías Residuos	1 12	1,548.2143 6,937.5000	1,548.2143 578.1250	2.68	18.2	
Nitrógeno total	Categorías Residuos	1 12	648.2143 7,837.5000	648.2143 653.1250	0.99	7.6	
Fósforo asimilable	Categorías Residuos	1 12	648.2143 7,837.5000	648.2143 653.1250	0.99	7.6	
Potasio asimilable	Categorías Residuos	1 12	1,548.2143 6,937.5000	1,548.2143 578.1250	2.68	18.2	
Calcio asimilable	Categorías Residuos	1 12	1,735.7143 6,750.0000	1,735.7143 562.5000	3.09	20.5	
Magnesio asimilable	Categorías Residuos	1 12	48.2143 8,437.5000	48.2143 703.1250	0.07	0.6	
Días con sequía	Categorías Residuos	1 12	365.7143 8,120.0000	365.7143 676.6667	0.54	4.3	
Precipitación	Categorías Residuos	1 12	48.2143 8,437.5000	48.2143 703.1250	0.07	0.6	
Helminthosporium	Categorías Residuos	1 12	365.7143 8,120.0000	365.7143 676.6667	0.54	0.6	
Fecha de siembra	Categorías Residuos	1 12	1,548.2143 6,937.5000	1,548.2143 578.1250	2.68	18.2	
Ciclo agrícola	Categorías Residuos	1 12	0.0000 8,485.7143	0.0000 707.1429			

CUADRO 18.- ANALISIS DE VARIANZA DE LAS DOSIS DE FERTILIZANTE FOSFORICO PARA LA VARIEDAD H-507, SEGUN DOS CATEGORIAS DEFINIDAS POR 16 FACTORES DE LA PRODUCCION. PRIMERA ETAPA.

FACTOR	FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	R <sup>2</sup>	Ft <sub>10%</sub>
	Factor de corrección		7,778.5714				
	Total	13	7,521.4286				
Arena	Categorías Residuos	1 12	21.4286 7,500.0000	21.4286 625.0000	0.03	0.3	3.14
Arcilla	Categorías Residuos	1 12	133.9286 7,387.5000	133.9286 615.6250	0.22	1.8	
Profundidad	Categorías Residuos	1 12	21.4286 7,500.0000	21.4286 625.0000	0.03	0.3	
Pendiente	Categorías Residuos	1 12	133.9286 7,387.5000	133.9286 615.6250	0.22	1.8	
pH	Categorías Residuos	1 12	771.4286 6,750.0000	771.4286 562.5000	1.37	10.3	
Materia Orgánica	Categorías Residuos	1 12	21.4286 7,500.0000	21.4286 625.0000	0.03	0.3	
Nitrógeno total	Categorías Residuos	1 12	21.4286 7,500.0000	21.4286 625.0000	0.03	0.3	
Fósforo asimilable	Categorías Residuos	1 12	1,371.4286 6,150.0000	1,371.4286 512.5000	2.68	18.2	
Potasio asimilable	Categorías Residuos	1 12	433.9286 7,087.5000	433.9286 590.6250	0.73	5.8	
Calcio asimilable	Categorías Residuos	1 12	133.9286 7,387.5000	133.9286 615.6250	0.22	1.8	
Magnesio asimilable	Categorías Residuos	1 12	133.9286 7,387.5000	133.9286 615.6250	0.22	1.8	
Días con sequía	Categorías Residuos	1 12	2,641.4286 4,880.0000	2,641.4286 406.6667	6.50*	35.1	
Precipitación	Categorías Residuos	1 12	1,933.9286 5,587.5000	1,933.9286 465.6250	4.15*	25.7	
Helminthosporium	Categorías Residuos	1 12	1,041.4286 6,480.0000	1,041.4286 540.0000	1.93	13.8	
Fecha de siembra	Categorías Residuos	1 12	1.4286 7,520.0000	1.4286 626.6667			
Ciclo agrícola	Categorías Residuos	1 12	1,607.1429 5,914.2857	1,607.1429 492.8571	3.26*	21.4	

CUADRO 19.- ANALISIS DE VARIANZA DE LAS DOSIS DE FERTILIZANTE FOSFORICO PARA LA VARIEDAD V-524, SEGUN DOS CATEGORIAS DEFINIDAS POR 16 FACTORES DE LA PRODUCCION, PRIMERA ETAPA.

FACTOR	FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	R <sup>2</sup>	Ft <sub>10%</sub>
	Factor de corrección		1,607.1429				
	Total	13	4,692.8571				
Arena	Categorías	1	5.3571	5.3571	0.01	0.1	3.14
	Residuos	12	4,687.5000	390.6250			
Arcilla	Categorías	1	342.8571	342.8571	0.95	7.3	
	Residuos	12	4,350.0000	362.5000			
Profundidad	Categorías	1	192.8571	192.8571	0.49	4.1	
	Residuos	12	4,770.0000	397.5000			
Pendiente	Categorías	1	102.8571	102.8571	0.27	2.2	
	Residuos	12	4,590.0000	382.5000			
pH	Categorías	1	5.3571	5.3571	0.01	0.1	
	Residuos	12	4,687.5000	390.6250			
Materia Orgánica	Categorías	1	5.3571	5.3571	0.01	0.1	
	Residuos	12	4,687.5000	390.3571			
Nitrógeno total	Categorías	1	5.3571	5.3571	0.01	0.1	
	Residuos	12	4,687.5000	390.3571			
Fósforo asimilable	Categorías	1	192.8571	192.8571	0.49	4.1	
	Residuos	12	4,770.0000	397.5000			
Potasio asimilable	Categorías	1	342.8571	342.8571	0.95	7.3	
	Residuos	12	4,350.0000	362.5000			
Calcio asimilable	Categorías	1	192.8571	192.8571	0.49	4.1	
	Residuos	12	4,770.0000	397.5000			
Magnesio asimilable	Categorías	1	5.3571	5.3571	0.01	0.1	
	Residuos	12	4,687.5000	390.3571			
Días con sequía	Categorías	1	1,372.8571	1,372.8571	4.96*	29.3	
	Residuos	12	3,320.0000	276.6667			
Precipitación	Categorías	1	5.3571	5.3571	0.01	0.1	
	Residuos	12	4,687.5000	390.3571			
Helminthosporium	Categorías	1	892.8571	892.8571	2.82	19.0	
	Residuos	12	3,800.0000	316.6667			
Fecha de siembra	Categorías	1	1,372.8571	1,372.8571	4.96	29.0	
	Residuos	12	3,320.0000	276.6667			
Ciclo agrícola	Categorías	1	1,607.1428	1,607.1428	6.25*	34.3	
	Residuos	12	3,085.7143	257.1429			

vó que el factor ciclo agrícola resultó con la mayor Fc superior a la Ft. En los Cuadros 7A y 8A están comprendidas las categorías de las DOEFF para H-507 y V-524 en relación a los factores de la producción considerados.

La densidad óptima de población para la variedad H-507, tal como se puede observar en el Cuadro 20, no resulta influenciado por ninguno de los factores de la producción evaluados, en virtud de que los Fc son inferiores a la Ft<sub>10%</sub>. En cambio para V-524, Cuadro 21, los factores arena, materia orgánica y precipitación, presentan el mismo valor en la Fc superior a la Ft. Las categorías de los DPOE tanto de una como de otra variedad se pueden ver en los Cuadros 9A y 10A.

Una vez mostrada la evidencia de la influencia que ejercen los factores incontrolables de la producción sobre los parámetros agronómicos evaluados se procede a la generación de las recomendaciones de producción, no sin antes establecer las siguientes consideraciones de criterio agronómico: a) el factor pH que está afectando la DOEFN de H-507, no será considerado en el agrosistema por ser un factor modificable y porque el rango de variación entre sitios de 7.3 a 7.7 no es grande, además de que tampoco se tuvo una diferencia amplia en el rendimiento medio entre las dos categorías definidas por el factor pH; en el caso de la profundidad del suelo, que es un factor inmodificable en la agricultura, resulta clara

CUADRO 20. ANALISIS DE VARIANZA DE LA DENSIDAD DE POBLACION PARA LA VARIEDAD H-507, SEGUN DOS CATEGORIAS DEFINIDAS POR 14 FACTORES DE LA PRODUCCION, PRIMERA ETAPA

FACTOR	FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	R <sup>2</sup>	Ft <sub>101</sub>
	Factor de corrección		31,114.2857				
	Total	13	1,285.7143				
Arena	Categorías Residuos	1 12	85.7143 1,200.0000	85.7143 100.0000	0.86	6.7	3.14
Arcilla	Categorías Residuos	1 12	48.2143 1,237.5000	48.2143 103.1250	0.47	3.7	
Profundidad	Categorías Residuos	1 12	48.2143 1,237.5000	48.2143 103.1250	0.47	3.7	
Pendiente	Categorías Residuos	1 12	14.4643 1,237.5000	14.4643 105.9375	0.14	1.1	
pH	Categorías Residuos	1 12	48.2143 1,237.5000	48.2143 103.1250	0.47	3.7	
Materia Orgánica	Categorías Residuos	1 12	85.7143 1,200.0000	85.7143 100.0000			
Potasio asimilable	Categorías Residuos	1 12	85.7143 1,200.0000	85.7143 100.0000	0.86	6.7	
Calcio asimilable	Categorías Residuos	1 12	226.3393 1,509.3750	226.3393 88.2813	2.56	17.6	
Magnesio asimilable	Categorías Residuos	1 12	48.2143 1,237.5000	48.2143 103.1250	0.47	3.7	
Días con sequía	Categorías Residuos	1 12	205.7143 1,080.0000	205.7143 90.0000	2.29	16.0	
Precipitación	Categorías Residuos	1 12	85.7143 1,200.0000	85.7143 100.0000	0.86	6.7	
Helminthosporium	Categorías Residuos	1 12	5.7143 1,280.0000	5.7143 106.6667	0.05	0.4	
Fecha de siembra	Categorías Residuos	1 12	115.7143 1,170.0000	115.7143 97.5000	1.19	9.0	
Ciclo Agrícola	Categorías Residuos	1 12	64.2857 1,221.4286	64.2857 101.7857	0.63	5.0	

CUADRO 21. ANALISIS DE VARIANZA DE LA DENSIDAD DE POBLACION PARA LA VARIEDAD V-524, SEGUN DOS CATEGORIAS DEFINIDAS POR 14 FACTORES DE LA PRODUCCION, PRIMERA ETAPA.

FACTOR	FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	R <sup>2</sup>	Fc <sub>10%</sub>
	Factor de corrección		49,207.1429				
	Total	13	1,092.8571				
Arena	Categorías Residuos	1 12	342.8571 750.0000	342.8571 63.5000	5.49*	31.4	3.14
Arcilla	Categorías Residuos	1 12	192.8571 900.0000	192.8571 75.0000	2.57	17.7	
Profundidad	Categorías Residuos	1 12	33.4821 1,059.3750	33.4821 88.2813	0.38	3.1	
Pendiente	Categorías Residuos	1 12	102.8571 990.0000	102.8571 82.5000	1.25	9.4	
pH	Categorías Residuos	1 12	33.4821 1,059.3750	33.4821 88.2813	0.38	3.1	
Materia Orgánica	Categorías Residuos	1 12	342.8571 750.0000	342.8571 62.5000	5.49*	31.4	
Potasio asimilable	Categorías Residuos	1 12	108.4821 984.3750	108.4821 82.0313	1.32	9.9	
Calcio asimilable	Categorías Residuos	1 12	192.8571 900.0000	192.8571 75.0000	2.57	17.6	
Magnesio asimilable	Categorías Residuos	1 12	192.8571 900.0000	192.8571 75.0000	2.57	17.6	
Días con sequía	Categorías Residuos	1 12	142.8571 950.0000	142.8571 79.1667	1.80	13.1	
Precipitación	Categorías Residuos	1 12	342.8571 750.0000	342.8571 62.5000	5.49*	31.4	
Helminthosporium	Categorías Residuos	1 12	172.8571 920.0000	172.8571 76.6667	2.25	15.8	
Fecha de siembra	Categorías Residuos	1 12	12.8571 1,080.0000	12.8571 90.0000	0.14	1.2	
Ciclo Agrícola	Categorías Residuos	1 12	64.2857 1,028.5714	64.2857 85.7100	0.75	5.9	

su influencia sobre la DOEFN de V-524 y por lo tanto será factor de diagnóstico del agrosistema; b) el factor días con sequía es considerado en la definición de agrosistemas en aquellas áreas con marcadas probabilidades de menos lluvia, en el presente trabajo tal factor se excluye del agrosistema en virtud de que se distribuye al azar y ocurre tanto en regiones - con mayor frecuencia de lluvias como en aquellas de menor, es por eso que el factor elegido para formular las recomendaciones de las DOEFF será ciclo agrícola, que está afectando la respuesta a Fósforo en ambas variedades; c) en el caso de la densidad de población para la variedad H-507, se tomará la media de los 14 experimentos al no verse influenciada por los factores incontrolables estudiados, no sucederá lo mismo con la DPOE de V-524 la cual resulta influenciada por los factores arena, materia orgánica y precipitación. De estos tres factores se elige el factor arena, la razón de tal elección obedece al hecho de que en la región de estudio los suelos con alto contenido de arena, por su cercanía a los ríos, guardan mayor humedad en el perfil del suelo y pueden soportar una mayor densidad de población que aquellos suelos con menor contenido de arena alejados de las riberas, y d) normalmente la variedad no es considerada como factor de diagnóstico en el agrosistema, más sin embargo, en la región de estudio existen grupos de productores agrícolas con marcadas preferencias por una y otra variedad, por lo cual tal factor será incluido en la definición de agrosistemas.



Toda vez efectuada la elección de los factores considerados como de diagnóstico, se procede a definir los agrosistemas de maíz para recomendaciones de fertilización y densidad de población. Estos agrosistemas se presentan en el Cuadro 22, en el cual se puede apreciar que la dosis de Nitrógeno para H-507 es idéntica tanto para uno y otro ciclo, al no verse influenciada por ningún factor de la producción; en cambio para V-524, la dosis de Nitrógeno está determinada por las dos categorías del factor profundidad, Cuadro 6A, así cuando aparece la categoría somera corresponden 65 kg/ha, en cambio cuando es categoría profunda pertenecen 33.7 kg/ha que se ajustó a 35 kg/ha. La dosis de fertilizante fosfórico está influenciada por el factor ciclo agrícola en ambas variedades, así se puede observar en el Cuadro 7A, que para H-507 en el ciclo de temporal corresponden 35 kg/ha y 15 kg/ha en el ciclo de tonalmil, ambos valores ajustados para mejor manejo; a su vez en el Cuadro 8A se nota que en el ciclo de temporal la variedad V-524 requiere 20 kg/ha y al pasar al ciclo de tonalmil sus requerimientos no se manifiestan. Finalmente en el mismo Cuadro 22, se ve que la densidad de población para H-507 se mantiene idéntica para uno y otro ciclo al no haber sido influenciada por factor alguno; por lo que respecta a la densidad de V-524, la misma está dada por las dos categorías del factor arena, así se aprecia que a la categoría baja corresponden 55 mil plantas/ha y a la categoría alta pertenecen 65 mil plantas/ha, Cuadro 10A del Apéndice.

**CUADRO 22. AGROSISTEMAS DE MAIZ PARA GENERAR LA PRIMERA APROXIMACION TECNOLOGICA A LAS PRACTICAS DE FERTILIZACION Y DENSIDAD DE POBLACION EN LA ZONA NORTE DEL ESTADO DE VERACRUZ.**

Número	A G R O S I S T E M A S		FORMULAS DE PRODUCCION RECOMENDADAS	
	V A R I A B L E	FACTOR DE DIAGNOSTICO	CICLO DE TEMPORAL	CICLO DE TONALMIL
1	<u>Variedad H-507</u>			
	Nitrógeno (kgN/ha)	*	50	50
	Fósforo (kgP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)	Ciclo	35	15
	Densidad (plantas/ha)	*	47,143	47,143
2**	<u>Variedad V-524</u>			
	Nitrógeno (kgN/ha)	Profundidad baja	65	65
		Profundidad alta	35	35
	Fósforo (kgP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)	Ciclo	20	00
	Densidad (plantas/ha)	Arena baja	55,000	55,000
		Arena alta	65,000	65,000

\*No hubo influencia de ningún factor de diagnóstico.

\*\*Dentro de este agrosistema en la práctica habrá cuatro, dictados por las dos categorías de profundidad y arena.

Una fórmula general de producción para la región, previa estratificación de la densidad de población por variedad sería: 51-17-47 (kg N - kg  $P_2O_5$  - miles plantas/ha), para H-507 y 51-17-59 (kg N - kg  $P_2O_5$  - miles plantas/ha), para la variedad V-524. Al comparar las fórmulas generales con las fórmulas generadas por agrosistemas, resulta que no hay mucha diferencia por cuanto a la variedad H-507 se refiere, en cambio para la variedad V-524, la recomendación general no cubre las necesidades de fertilizante nitrogenado, fosfórico y densidad de población, exigidos en cada una de las categorías dictadas por los factores de diagnóstico.

## VII. CONCLUSIONES

Las conclusiones derivadas del presente trabajo en relación directa con las hipótesis planteadas, son las siguientes:

1. Sobre la hipótesis 1: la evidencia de la influencia en el rendimiento medio del maíz por factores de suelo, clima y manejo es aceptada.
2. De la hipótesis 2: los factores de suelo, clima y manejo, se asocian con la respuesta del maíz a las prácticas de fertilización y densidad de población estudiadas y por lo tanto la hipótesis no se rechaza.
3. Para la hipótesis 3: existen estratificaciones del área, dadas por factores incontrolables, que permiten una mayor precisión en las recomendaciones, para esto resulta eficiente agrupar por agrosistemas, de tal manera la hipótesis planteada no se rechaza.

De los supuestos planteados, de acuerdo a las observaciones se concluye lo siguiente:

1. Los espacios de exploración considerados para N,  $P_2O_5$  y densidad de población, suprimen las deficiencias de estos insumos, con lo que se acepta el supuesto.
2. En la región se presentan otras condiciones dictadas principalmente por el factor clima, las cuales no fueron muestreadas, por lo que este supuesto no resulta aceptado.
3. Los genotipos de maíz no están bien adaptados a las condiciones que prevalecen en la región.
4. Las prácticas de producción que realizan los agricultores de la región, no influyen en las dosis de fertilización y de densidad de población.
5. La evidencia de interacción entre la oportunidad de aplicación del fertilizante y del combate de malezas con las dosis de N,  $P_2O_5$  y densidad es aceptada, por lo tanto este supuesto se rechaza.

## VIII. RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en el área de influencia del Distrito de Temporal No. 4 del estado de Veracruz, concretamente en los municipios de Cazones, Espinal, Papantla y Tihuatlán.

El objetivo planteado fue el de generar la primera aproximación tecnológica a las prácticas de fertilización y densidad de población mediante la agrupación de agrosistemas en el patrón anual de cultivo maíz-maíz.

Para lograr tal objetivo se plantearon las siguientes hipótesis:

1. El rendimiento del maíz se ve influenciado por los factores de suelo, clima y manejo.
2. La respuesta del maíz a la fertilización nitrogenada y fosfórica y a la densidad de población, está influenciada por las condiciones climáticas, edáficas y de manejo del terreno.
3. La agrupación por agrosistemas para el área de estudio, permite una mayor precisión en las recomendacio-

nes de producción, que las que se obtendrían si tan sólo se recomendara una fórmula única de producción.

Se llevaron a cabo 14 experimentos de campo, siete correspondieron al ciclo de temporal 1979 y otros tantos al de tonalmil 1980, en los cuales se estudiaron los factores variedad, control de maleza, Nitrógeno, Fósforo, densidad, oportunidad de aplicación del fertilizante, arreglo topológico y control de plagas del suelo. Se empleó el diseño de tratamientos Matriz Mixta en parcelas divididas con dos repeticiones. A nivel de sitio experimental se tomaron las siguientes variables: arena, arcilla, pH, materia orgánica, Nitrógeno total, Fósforo asimilable, Potasio asimilable, Calcio asimilable, Magnesio asimilable, profundidad, pendiente, días con sequía, precipitación, daño por *Helminthosporium*, fecha de siembra, variedad y ciclo agrícola.

Con los rendimientos experimentales al 14% de humedad y corregidos por el factor 0.8 para pasarlos a nivel comercial, se realizó el análisis de varianza combinado, así como el análisis individual por sitio experimental para determinar los efectos simples y las interacciones de los factores controlables de la producción sometidos a estudio. Posteriormente con la aplicación del método Gráfico-Estadístico se determinaron las dosis óptimas económicas de capital ilimitado de Nitrógeno, Fósforo y densidad de población, para las variedades H-507 y V-524.

Para la definición de agrosistemas se aplicó el método CP que parte del principio de poder asociar la variación de algunos parámetros agronómicos con las variables medidas a nivel de sitio experimental sin demandar cómputo electrónico, es decir, todos los cálculos que se efectuaron mediante este método fueron en forma manual. Los parámetros agronómicos considerados fueron: a) rendimiento promedio por variedad de los ocho tratamientos y sus repeticiones dentro del factorial  $2^3$ , que es la base de la matriz experimental empleada; b) dosis óptima económica de fertilizante nitrogenado; c) dosis óptima económica de fertilizante fosfórico; y d) densidad de población óptima económica. Estos parámetros se utilizaron con fines de diagnóstico para definir los agrosistemas.

Las variables de sitio con las que se buscó asociar estos parámetros agronómicos fueron: 1) arena, 2) arcilla, 3) materia orgánica, 4) Nitrógeno total, 5) Fósforo asimilable, 6) Potasio asimilable, 7) Calcio asimilable, 8) Magnesio asimilable, 9) profundidad del suelo, 10) pendiente del terreno, 11) días con sequía, 12) precipitación, 13) Helminthosporium, 14) fecha de siembra, 15) variedad y 16) ciclo agrícola. Con estos factores se identificaron dos agrosistemas de producción.



## IX. LITERATURA CONSULTADA

- Aguirre Pineda, F.C. (1979). **Evaluación del levantamiento fisiográfico de los Valles Centrales de Oaxaca en un programa de Productividad de Cultivos.** Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Alvarez, J.R. (1978). **Enciclopedia de México.** Tomo V. p. 655-702. 3a ed. México, D.F.
- Aveldaño Salazar, R. (1979). **El agrosistema, su definición y relación con la precisión en la generación de tecnología en agricultura de temporal.** Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Bouyoucos, G.S. (1951). **A recalibration of the hydrometer method of making mechanical analysis of soil.** Agronomy Journal. 63: 424-438.
- Carrillo Liz, A. y Casas Días, E. (1974). **Predicción de lluvia y su aplicación en la agricultura.** Centro de Estadística y Cálculo. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. p. 15-24.
- Cortés Flores, J. (1975). **Diseño de recomendaciones prácticas de fertilización y densidad de población en maíz de temporal para varias condiciones de producción en la Sierra Tarasca.** Tesis de Maestro en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

El Batán, México. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. (1974). **El Plan Puebla; siete años de experiencia: 1967-1973.**

Estrada Ligoría, A.P. (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 del estado de Tlaxcala.** Tesis de Maestro en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

García, E. (1975). **Modificaciones al sistema de clasificación climatológica de Koppen.** Instituto Nacional de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.

Jiménez Sánchez, L. (1976). **Primera plana en el CP.** Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. Organó informativo semanal No. 156.

Laird, R.J. y Rodríguez González, J.H. (1965). **Fertilización de maíz de temporal en regiones de Guanajuato, Michoacán y Jalisco.** Folleto Técnico No. 50. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Secretaría de Agricultura y Ganadería.

---

*et al* (1967). **Análisis combinado de resultados de experimentos con fertilizantes y obtención de una ecuación general que permita estimar recomendaciones específicas para prácticas de fertilización.** Folleto Técnico No. 54. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Secretaría de Agricultura y Ganadería.

\_\_\_\_\_ (1969). **Metodología empleada para estudiar las necesidades de los fertilizantes.** Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. México. p. 157-172.

\_\_\_\_\_ (1977). **Investigación agronómica para el desarrollo de la agricultura tradicional.** Rama de Suelos, Escuela Nacional de Agricultura. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

Ortiz Solorio, C.A. y Cuenalo Cerda de la H. (1978). **Metodología del levantamiento fisiográfico. Un sistema de clasificación de tierras.** Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

Peech, M. and English, L. (1944). **Rapid microchemical soil test.** Soil Sci. 67: 167-195.

Peña Olvera, B.V. (1974). **Evaluación del levantamiento fisiográfico de la región Sur-Oriental del Valle de México, cuando se usa como base para desarrollar recomendaciones de productividad.** Tesis de Maestro en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

Ponce Hernández, R. y Cuenalo Cerda de la H. (1977). **La regionalización del ambiente basada en la fisiografía y su utilidad en la producción agropecuaria. Agrosistemas de México: contribuciones a la enseñanza, investigación y divulgación agrícola.** Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. p. 41-69.

\_\_\_\_\_ (1978). **Metodología para la definición de agrohbitats y generación de recomendaciones de producción en base a la tecnología agrícola tradicional.** Tesis de Maestro en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

Richards, L.A. (1954). **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. U.S.D.A., Hand Book No. 60. Washington, D.C.

Rufz Vega, J. y Laird, J.R. (1979). **Dosis de fertilizantes y densidad de población, para maíz de temporal en los Valles Centrales de Oaxaca**. Chapingo (Nueva Epoca) No. 19:22-30.

Schmoock, P.W. (1976). **Algunos métodos para el diseño y evaluación de agrosistemas de maíz y trigo en el Valle de Quezaltenango, Guatemala**. Tesis de Maestro en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

Tamayo, L.J. (1962). **Geografía general de México. Geografía Física**. Instituto Nacional de Investigaciones Económicas. Tomo II, 2a ed. p. 299-303.

Turrent Fernández, A. (1973). **El uso de los síntomas de marchitamiento del maíz como un índice de sequía a nivel de campo**. Agrociencia No. 14, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

\_\_\_\_\_ y Laird, R.J. (1975). **Matrices Plan Puebla**. Escritos sobre metodología de la investigación en productividad de suelos. Agrociencia No. 19, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

\_\_\_\_\_ (1976). **El registro de observaciones durante el desarrollo de un experimento de productividad**. Escritos sobre la metodología de la investigación en productividad de agrosistemas. Folleto No. 2, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

\_\_\_\_\_ (1977). **El agrosistema, un concepto útil dentro de la disciplina de productividad. Agrosistemas de México: contribuciones a la enseñanza, investigación y divulgación agrícola.** Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

\_\_\_\_\_ (1978). **El método gráfico estadístico para la interpretación de experimentos conducidos por la Matriz Plan Puebla 1.** Rama de Suelos, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

\_\_\_\_\_ (1979-A). **El método CP para el diseño de agrosistemas. Escritos sobre la metodología de la investigación en productividad de agrosistemas.** Folleto - No. 8, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

\_\_\_\_\_ (1979-B). **El sistema agrícola, un marco de referencia necesario para la planeación de la investigación agrícola en México.** Copia mimeografiada. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

\_\_\_\_\_ (1979-C). **Uso de la 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.

Villalpando Ibarra, J.F. (1975). **Desarrollo de un método para obtener ecuaciones empíricas generalizadas del rendimiento en una región agrícola, para uso en diagnóstico.** Tesis de Maestro en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

Volke, H.V. (1977). Generación de tecnología para agricultura de temporal y subsistencia; el caso del maíz en la región del Plan Puebla. Tesis de Doctor en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

Walkley, A. (1974). A critical examination of a rapid method for determining organic Carbono in soil. Effect of variations in digest conditions and of inorganic soil constituents. Soil Sci. 63:251-264.

Zárate Ramírez, R. (1976). Una modificación al método de tres etapas para obtener la ecuación empírica generalizada (E.E.G.) del rendimiento de maíz para la región sur del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. Tesis de Maestro en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

Zuleta Leño, A.L. (1975). Evaluación del levantamiento fisiográfico como recurso en el diseño de fórmulas de producción para maíz de temporal en la zona oriental del estado de México. Tesis de Maestro en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

## X. APENDICE

**CUADRO 1A.- FECHA DE SIEMBRA Y COSECHA DE LOS 14 EXPERIMENTOS CONDUCTOS EN LA ZONA NORTE DEL ESTADO DE VERACRUZ.**

Número de experimento	Ciclo agrícola	Fecha de siembra	Fecha de cosecha
7901	A	Junio/ 9/1979	Octubre/18/1979
7902	A	Junio/19/1979	Octubre/20/1979
7903	A	Junio/24/1979	Octubre/26/1979
7904	A	Julio/12/1979	Diciembre/ 7/1979
7905	A	Julio/14/1979	Noviembre/10/1979
7906	A	Agosto/ 7/1979	Diciembre/19/1979
7907	A	Agosto/ 8/1979	Diciembre/18/1979
8001	B	Diciembre/13/1979	Mayo/15/1980
8002	B	Enero/15/1980	Junio/ 6/1980
8003	B	Enero/ 6/1980	Mayo/30/1980
8004	B	Enero/11/1980	Mayo/28/1980
8005	B	Enero/ 9/1980	Mayo/29/1980
8006	B	Enero/ 4/1980	Junio/ 5/1980
8007	B	Diciembre/18/1979	Mayo/27/1980



CUADRO 2A. ORGANIZACION DE LOS RENDIMIENTOS PROMEDIO DEL FACTORIAL  $2^3 \times 4^2$  DE LA VARIEDAD H-507, SEGUN DOS CATEGORIAS DEL FACTOR DE PRODUCCION. PRIMERA ETAPA

Número	ARENA		ARCILLA		PROFUNDIDAD		PENDIENTE		pH		MATERIA ORGANICA		POTASIO	
	Baja <55%	Alta >55%	Baja <18%	Alta >18%	Somera <100 cm	Profunda >100 cm	Baja <4%	Alta >4%	Baja <7.5	Alta >7.5	Baja <2.98%	Alta >2.98%	Baja <538	Alta >538 ppm
1	1.52	1.73	1.73	1.52	1.38	1.73	1.73	1.38	1.73	1.38	1.73	1.52	1.38	1.73
2	1.38	2.38	2.38	1.38	2.38	1.52	1.52	1.31	1.52	1.38	2.38	1.38	2.38	1.52
3	2.38	2.88	2.88	2.38	1.31	2.38	2.38	2.41	2.38	2.88	2.88	2.38	2.88	2.38
4	1.31	2.23	1.31	4.22	2.41	2.88	2.88	1.61	2.23	1.31	2.23	1.31	2.41	1.31
5	4.22	2.65	2.23	2.41	1.61	2.23	2.38		4.22	2.41	2.65	4.22	2.65	2.23
6	2.41	3.75	2.65	1.61	1.61	4.22	2.23		1.61	2.65	3.75	2.41	3.75	4.22
7	1.61		3.75			2.65	4.22			3.75		1.61		1.61
8	1.61		1.61			3.75	2.65			1.61		1.61		1.61
9							3.75							
10							1.61							
Sumas	16.44	15.42	18.54	13.52	10.70	21.36	25.35	6.71	13.69	18.37	15.62	16.44	15.45	16.61
Promedios	2.06	2.60	2.32	2.25	1.78	2.67	2.54	1.68	2.28	2.10	2.60	2.06	2.58	2.08

CUADRO 2A. (CONTINUACION)

Número	CALCIO		MAGNESIO		SEQUIA		PRECIPITACION*		HELMINTHOSPORIUM		FECHA DE SIEMBRA		CICLO AGRICOLA	
	Baja <6000	Alta >6000	Baja <184	Alta >184 ppm	Con	Sin	Baja <311 mm	Alta >311 mm	Baja <20%	Alta >20%	Temprana <30 días	Tardía >30 días	A	B
1	1.73	1.52	1.73	1.52	1.73	2.38	1.38	1.73	1.73	2.23	1.73	2.38	1.72	2.23
2	1.38	2.38	2.38	1.38	1.52	2.88	2.38	1.52	1.52	2.41	1.52	2.88	1.52	4.22
3	2.38	1.31	2.88	2.38	1.38	2.23	2.38	2.88	1.38	2.65	1.38	2.38	1.38	2.41
4	2.88	4.22	1.31	4.22	2.38	4.22	1.31	4.22	2.38	1.61	2.23	1.31	2.38	2.65
5	2.23	1.61	2.23	2.41	1.31	2.41	2.23	2.41	2.88	1.61	4.22	2.41	2.88	3.75
6	2.41	1.61	2.65	1.61		2.65	2.65	1.61	2.38		2.65		2.38	1.61
7	2.65		3.75			3.75	3.75		1.31		3.75		1.31	1.61
8	2.75		1.61			1.61	1.61		4.22		1.61			
9						1.61			3.75		1.61			
10														
Sumas	19.41	12.65	18.54	13.52	8.32	23.74	17.69	14.37	21.55	10.51	20.70	11.36	13.58	18.48
Promedios	2.43	2.11	2.32	2.25	1.66	2.65	2.01	2.40	2.39	2.10	2.30	2.27	1.94	2.64

\* Para el ciclo de tonalmil, la categoría baja fue <127 mm y la alta >127 mm.

CUADRO 3A. ORGANIZACION DE LOS RENDIMIENTOS PROMEDIO DEL FACTORIAL  $2^3 \times 4^r$  DE LA VARIEDAD V-524, SEGUN DOS CATEGORIAS DEL FACTOR DE PRODUCCION, PRIMERA ETAPA.

Número	ARENA		ARCILLA		PROFUNDIDAD		PENDIENTE		pH		MATERIA ORGANICA		POTASIO	
	Baja <55%	Alta >55%	Baja <18%	Alta >18%	Somera <100 cm	Profunda >100 cm	Baja <4%	Alta >4%	Baja <7.5	Alta >7.5	Baja <2.98%	Alta >2.98%	Baja <538	Alta >538 ppm
1	1.80	1.58	1.58	1.80	1.96	1.58	1.58	1.96	1.58	1.96	1.58	1.80	1.96	1.58
2	1.96	2.56	2.56	1.96	2.41	1.80	1.80	1.65	1.80	2.56	2.56	1.96	2.56	1.80
3	2.41	2.38	2.38	2.41	1.65	2.56	2.56	2.75	2.41	2.38	2.38	2.41	2.38	2.41
4	1.65	2.04	1.65	3.81	2.75	2.38	2.38	1.87	2.04	1.65	2.04	1.65	2.75	1.65
5	3.81	3.24	2.04	2.75	2.15	2.04	2.41	3.81	2.75	3.24	3.81	3.24	2.04	2.04
6	2.75	3.46	3.24	2.15	1.87	3.81	2.04	2.15	3.24	3.46	2.75	3.46	3.81	3.81
7	2.15		3.46			3.24	3.81		3.46		2.15		2.15	2.15
8	1.87		1.87			3.46	3.24		1.87		1.87		1.87	1.87
9							3.46							
10							2.15							
Sumas	18.40	15.26	18.78	14.88	12.79	20.87	25.43	8.23	13.79	19.87	15.26	18.40	16.35	17.31
Promedios	2.30	2.54	2.35	2.48	1.83	2.61	2.54	2.06	2.30	2.48	2.54	2.30	2.73	2.16

CUADRO 3A. (CONTINUACION)

Número	CALCIO		MAGNÉSIO		SEQUIA		PRECIPITACION*		HELMINTHOSPORIUM		FECHA DE SIEMBRA		CICLO AGRICOLA	
	Baja <6000	Alta >6000	Baja <184	Alta >184 ppm	Con	Sin	Baja <311 mm	Alta >311 mm	Baja <16%	Alta >16%	Temprana <30 días	Tardía >30 días	A	B
1	1.58	1.80	1.58	1.80	1.58	2.56	1.96	1.58	1.58	2.04	1.58	2.56	1.58	2.04
2	1.96	2.41	2.56	1.96	1.80	2.38	2.56	1.80	1.80	2.75	1.80	2.38	1.80	3.81
3	2.56	1.65	2.38	2.41	1.96	2.04	2.41	2.38	1.96	3.24	1.96	2.41	1.96	2.75
4	2.38	3.81	1.65	3.81	2.41	3.81	1.65	3.81	2.56	2.15	2.04	1.65	2.56	3.24
5	2.04	2.15	2.04	2.75	1.65	2.75	2.04	2.75	2.38	1.87	3.81	2.75	2.38	3.46
6	2.75	1.87	3.24	2.15		3.24	3.24	1.87	2.41		3.24		2.41	2.15
7	3.24		3.46			3.46	3.46		1.65		3.46		1.65	1.87
8	3.46		1.87			2.15	2.15		3.81		2.15			
9						1.87			3.46		1.87			
10														
Sumas	19.97	13.69	18.78	14.88	9.40	24.26	19.47	14.19	21.61	12.05	21.91	11.71	14.34	19.32
Promedios	2.50	2.28	2.35	2.48	1.88	2.70	2.43	2.37	2.40	2.41	2.43	2.35	2.05	2.76

\* Para el ciclo de tonalmil, la categoría baja fue <127 mm y la alta >127 mm.

CUADRO 4A. RENDIMIENTO DE MAIZ EN GRANO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EN LOS 14 SITIOS EXPERIMENTALES.

No.	TRATAMIENTO			RENDIMIENTOS EN TON/HA SEGUN NUMERO DE EXPERIMENTO Y VARIEDAD							
	Nitrógeno kg N/ha	Fósforo kgP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	Densidad pltas/ha	7901		7902		7903		7904	
				H-507	V-524	H-507	V-524	H-507	V-524	H-507	V-524
1	60	30	30,000*	1.46	1.52	1.92	1.30	1.07	1.81	2.21	1.82
2	60	30	45,000	1.84	1.83	1.42	1.86	1.30	2.20	2.84	2.97
3	60	60	30,000	1.47	1.47	1.29	1.57	1.06	1.64	2.38	2.59
4	60	60	45,000	1.71	2.02	1.51	2.01	1.60	2.14	2.31	2.96
5	90	30	30,000	1.23	1.93	1.10	1.78	1.01	1.84	2.12	2.14
6	90	30	45,000	1.63	2.13	2.02	1.73	1.37	1.99	2.37	2.79
7	90	60	30,000	1.59	1.90	1.02	1.87	1.33	2.17	2.08	2.69
8	90	60	45,000	1.93	2.18	1.77	2.14	1.55	1.90	2.69	2.51
9	30	30	30,000	1.48	1.87	1.00	1.34	1.20	1.82	1.89	1.91
10	120	60	45,000	1.99	2.01	1.69	1.35	1.61	2.19	2.43	2.57
11	60	00	30,000	0.94	1.81	1.05	2.01	1.01	2.12	2.05	2.21
12	90	90	45,000	1.83	2.37	1.60	1.71	1.90	2.04	2.63	2.90
13	90	60	60,000	1.59	1.87	1.96	1.95	1.86	1.99	2.83	2.69
14	90	60	45,000	2.10	2.25	1.99	2.15	1.60	2.11	2.86	3.14
15	90	60	45,000	1.80	2.27	1.99	1.92	1.71	1.85	2.92	2.54
16	90	60	45,000	1.77	2.07	1.43	1.69	1.68	1.88	3.01	2.27
17	90	60	45,000	2.37	2.14	1.14	1.80	1.74	2.13	3.00	2.93
18	00	00	30,000**		1.03		1.35		1.14		2.10
			PROMEDIO ***	1.87	1.64	1.52	1.77	1.45	1.99	2.51	2.57

CUADRO 4A. CONTINUACION

No.	TRATAMIENTO			RENDIMIENTOS EN TON/HA SEGUN NUMERO DE EXPERIMENTO Y VARIEDAD							
	Nitrógeno kg N/ha	Fósforo kgP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	Densidad pltas/ha	7905		7906		7907		8001	
				H-507	V-524	H-507	V-524	H-507	V-524	H-507	V-524
1	60	30	30,000	3.05	2.27	1.90	2.36	1.05	1.82	1.78	1.79
2	60	30	45,000	3.05	2.73	3.08	2.83	1.44	1.64	2.62	2.52
3	60	60	30,000	2.54	1.90	2.02	2.09	1.55	1.76	1.84	1.88
4	60	60	45,000	3.32	2.71	2.52	2.39	1.25	1.62	2.58	2.15
5	90	30	30,000	2.78	2.06	2.42	2.28	1.24	1.63	1.82	1.96
6	90	30	45,000	2.72	2.51	2.47	2.68	1.03	1.47	2.55	2.17
7	90	60	30,000	2.77	2.19	2.02	2.28	1.38	1.65	2.09	1.81
8	90	60	45,000	2.79	2.68	2.61	1.97	1.58	1.63	2.54	2.04
9	30	30	30,000	2.43	1.84	2.02	2.48	1.44	1.38	2.08	1.65
10	120	60	45,000	3.51	2.85	2.81	2.30	1.61	1.81	2.41	2.29
11	60	00	30,000	2.36	1.87	2.18	2.40	1.08	1.72	1.84	1.91
12	90	90	45,000	3.43	2.29	3.04	2.74	1.28	1.69	2.54	1.95
13	90	60	60,000	3.63	3.03	2.43	2.56	1.37	1.67	3.02	2.26
14	90	60	45,000	3.10	2.17	2.39	2.70	1.58	2.24	2.46	2.05
15	90	60	45,000	3.31	2.42	2.58	2.84	1.59	1.55	3.10	1.96
16	90	60	45,000	3.65	2.14	2.67	2.79	1.42	1.61	2.56	1.83
17	90	60	45,000	3.58	2.71	2.70	2.95	1.88	1.92	2.89	2.60
18	00	00	30,000**		2.10		1.83		0.69		1.76
			PROMEDIO ***	3.06	2.37	2.46	2.51	1.40	1.70	2.40	2.05

CUADRO 4A. CONTINUACION

No.	TRATAMIENTO			RENDIMIENTOS EN TON/HA SEGUN NUMERO DE EXPERIMENTO Y VARIEDAD							
	Nitrógeno kg N/ha	Fósforo kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	Densidad pltas/ha	8002		8003		8004		8005	
				H-507	V-524	H-507	V-524	H-507	V-524	H-507	V-524
1	60	30	30,000*	3.74	3.33	2.36	2.62	2.18	3.12	3.17	2.93
2	60	30	45,000	4.31	3.86	2.63	2.78	2.87	3.62	3.76	3.79
3	60	60	30,000	3.80	3.80	2.36	2.34	2.77	2.78	3.34	3.22
4	60	60	45,000	4.79	3.90	2.48	2.12	2.53	3.44	4.16	3.63
5	90	30	30,000	3.88	3.83	2.17	2.46	2.51	3.24	3.19	3.22
6	90	30	45,000	4.67	3.86	2.45	2.84	2.77	3.32	4.19	3.62
7	90	60	30,000	3.75	3.98	2.27	2.69	2.54	2.99	3.32	3.52
8	90	60	45,000	4.84	3.80	2.35	3.18	3.01	3.38	4.14	3.73
9	30	30	30,000	3.51	3.38	2.08	2.77	2.55	2.38	3.31	3.07
10	120	60	45,000	4.63	3.90	2.76	2.99	2.70	3.31	4.21	3.86
11	60	00	30,000	3.93	3.51	1.85	2.18	2.04	3.66	3.42	2.76
12	90	90	45,000	4.54	3.95	2.40	3.45	2.82	3.63	3.91	3.61
13	90	60	60,000	4.93	4.19	2.36	2.39	3.12	3.77	3.92	3.92
14	90	60	45,000	4.30	3.99	2.89	3.10	3.48	3.63	3.91	4.04
15	90	60	45,000	4.27	3.96	2.64	2.82	2.79	3.67	4.01	4.66
16	90	60	45,000	4.41	3.62	2.45	3.08	2.89	2.80	4.16	3.72
17	90	60	45,000	4.77	4.38	2.95	3.13	3.75	4.00	4.29	3.86
18	00	00	30,000**		2.65		1.91		1.87		2.46
			PROMEDIO ***	4.30	3.84	2.43	2.82	2.78	3.33	3.83	3.54

CUADRO 4A. CONTINUACION

No.	TRATAMIENTO			RENDIMIENTOS EN TON/HA SEGUN NUMERO DE EXPERIMENTO Y VARIEDAD				Media General por tratamiento	
	Nitrógeno kg N/ha	Fósforo kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	Densidad pltas/ha	8006		8007		H-507	V-524
				H-507	V-524	H-507	V-524		
1	60	30	30,000*	1.69	1.89	1.46	1.52	2.06	2.08
2	60	30	45,000	1.76	2.25	1.84	1.83	2.50	2.64
3	60	60	30,000	1.51	2.02	1.47	1.47	2.11	2.17
4	60	60	45,000	1.68	2.40	1.71	2.02	2.43	2.57
5	90	30	30,000	1.55	2.26	1.23	1.93	2.12	2.32
6	90	30	45,000	1.60	2.12	1.63	2.13	2.44	2.52
7	90	60	30,000	1.49	2.03	1.59	1.90	2.08	2.38
8	90	60	45,000	1.57	2.20	1.93	2.18	2.50	2.52
9	30	30	30,000	1.63	2.12	1.48	1.87	2.03	2.12
10	120	60	45,000	1.98	2.20	1.99	2.01	2.61	2.52
11	60	00	30,000	1.63	2.06	0.94	1.81	1.93	2.25
12	90	90	45,000	1.60	2.48	1.83	2.37	2.56	2.59
13	90	60	60,000	1.55	2.45	1.59	1.87	2.62	2.60
14	90	60	45,000	1.92	2.35	2.10	2.45	2.60	2.68
15	90	60	45,000	1.66	2.36	1.80	2.27	2.60	2.57
16	90	60	45,000	2.04	2.27	1.77	2.07	2.56	2.40
17	90	60	45,000	2.14	2.53	2.37	2.14	2.81	2.76
18	00	00	30,000**		1.38		1.35		1.69
			PROMEDIO ***	1.71	2.23	1.69	1.98	2.39	2.45

\* La densidad de población corresponde a H-507, cuando va V-524 la densidad aumenta en 10 mil plantas/ha en todos los tratamientos.

\*\* Corresponde al tratamiento testigo con la variedad Criolla

\*\*\* No incluye el rendimiento testigo.

CUADRO 5A. ORGANIZACION DE LA DOSIS OPTIMA ECONOMICA DE FERTILIZANTE NITROGENADO PARA LA VARIEDAD H-507, SEGUN DOS CATEGORIAS DEL FACTOR DE PRODUCCION. PRIMERA ETAPA.

Número	ARENA		ARCILLA		PROFUNDIDAD		PENDIENTE		pH		MATERIA ORGANICA		NITROGENO		FOSFORO	
	Baja < 55%	Alta > 55%	Baja < 18%	Alta > 18%	Somera < 100 cm	Profunda > 100 cm	Baja < 4%	Alta > 4%	Baja < 7.5	Alta > 7.5	Baja < 2.98%	Alta > 2.98%	Baja < 0.203%	Alta > 0.203%	Baja < 35	Alta > 55 ppm
1	60	60	60	60	90	60	60	90	60	90	60	60	60	60	60	90
2	90	30	30	30	30	60	60	90	60	30	30	90	30	90	60	30
3	30	30	30	90	90	30	30	30	30	30	30	30	30	90	30	90
4	90	30	90	30	30	30	30	90	30	90	30	90	30	30	30	30
5	30	90	30	30	30	30	30		30	30	90	30	30	30	30	90
6	30	90	90	30	90	30	30		30	90	90	30	90	90	30	90
7	30		90			90	30			90		30	90		90	
8	90		90			90	90			90		90	30		30	
9							90									
10							30									
Sumas	450	330	510	270	360	420	480	300	240	540	330	450	390	390	360	420
Promedios	56.2	55	63.7	45	60	52.5	48	75	40	67.5	55	56.2	48.7	65	45	70

CUADRO 5A. (CONTINUACION)

Número	POTASIO		CALCIO		MAGNESIO		SEQUIA		PRECIPITACION*		HELMINTHOSPORIUM		FECHA DE SIEMBRA		CICLO AGRICOLA	
	Baja < 538	Alta > 538	Baja < 6000	Alta > 6000	Baja < 184	Alta > 184	Con	Sin	Baja < 311 mm	Alta > 311 mm	Baja < 20%	Alta > 20%	Temprana < 30 días	Tardía > 30 días	A	B
1	90	60	60	60	60	60	60	30	90	60	60	30	60	30	60	30
2	30	60	90	30	30	90	60	30	30	60	60	30	60	30	60	30
3	30	30	30	90	30	30	90	30	30	30	90	90	90	30	90	30
4	30	90	30	30	90	30	30	30	90	30	30	30	30	90	30	90
5	90	30	30	30	30	30	90	30	30	30	30	90	30	30	30	90
6	90	30	30	90	90	30		90	90	90	30		90		30	30
7		30	90		90			90	90		90		90		90	90
8		90	90		90			30	30		30		30			
9								90			90		90			
10																
Sumas	360	420	450	330	510	270	330	450	480	300	510	270	570	210	390	390
Promedios	60	52.5	56.2	55	63.7	45	66	30	60	50	56.7	54	63.3	42	55.7	55.7

\* Para el ciclo de tonalmil, la categoría baja fue < 127 mm y la alta > 127 mm.

CUADRO 6A. ORGANIZACION DE LA DOSIS OPTIMA ECONOMICA DE FERTILIZANTE NITROGENADO PARA LA VARIEDAD V-524, SEGUN DOS CATEGORIAS DEL FACTOR DE PRODUCCION, PRIMERA ETAPA.

Número	ARENA		ARCILLA		PROFUNDIDAD		PENDIENTE		pH		MATERIA ORGANICA		NITROGENO		FOSFORO	
	Baja <55%	Alta >55%	Baja <18%	Alta >18%	Somera <100 cm	Profunda >100 cm	Baja <4%	Alta >4%	Baja <7.5	Alta >7.5	Baja <2.98%	Alta >2.98%	Baja <0.203%	Alta >0.203%	Baja <35	Alta >35 ppm
1	30	60	60	30	60	60	60	60	60	60	60	30	60	30	60	60
2	60	30	30	60	30	30	30	90	30	30	30	60	30	60	30	30
3	30	30	30	30	90	30	30	30	30	30	30	30	30	90	30	90
4	90	30	90	30	30	30	30	90	30	90	30	90	30	30	30	30
5	30	30	30	30	90	30	30		30	30	30	30	30	30	30	30
6	30	30	30	90	90	30	30		90	30	30	30	30	90	30	90
7	90		30			30	30			30		90	30		30	
8	90		90			30	30			90		90	90		90	
9							30									
10							90									
Sumas	450	210	390	270	390	270	390	270	270	390	210	450	330	330	330	330
Promedios	56.2	35	48.7	45	65	33.7	38.1	67.5	45	48.7	35	56.2	41.2	55	41.2	55

CUADRO 6A, (CONTINUACION)

Número	POTASIO		CALCIO		MAGNESIO		SEQUIA		PRECIPITACION*		HELMINTHOSPORIUM		FECHA DE SIEMBRA		CICLO AGRICOLA	
	Baja <538	Alta >538	Baja <6000	Alta >6000	Baja <184	Alta >184	Con	Sin	Baja <311 mm	Alta >311 mm	Baja <20%	Alta >20%	Temprana <30 días	Tardía >30 días	A	B
1	60	60	60	30	60	30	60	30	60	60	60	30	60	30	60	30
2	30	30	60	30	30	60	60	30	30	30	30	30	30	30	30	30
3	30	30	30	90	30	30	30	30	30	30	60	30	60	30	60	30
4	30	90	30	30	90	30	30	30	90	30	30	90	30	90	30	30
5	30	30	30	90	30	30	90	30	30	30	30	90	30	30	30	30
6	30	30	30	90	30	90		30	30	90	30		30		30	90
7		90	30		30			30	30		90		30		90	90
8		90	30		90			90	90		30		90			
9								90		30						
10																
Sumas	210	450	300	360	390	270	270	390	390	270	390	270	450	210	330	330
Promedios	35	56.2	37.5	60	48.7	45	54	43.3	48.7	45	43.3	54	50	42	47.1	47.1

\* Para el ciclo de tonalmil, la categoría baja fue < 127 mm y la alta > 127 mm.

**CUADRO 7A. CATEGORIAS DE LA DOSIS OPTIMA DE FERTILIZANTE FOSFORICO PARA LA VARIEDAD H-507, SEGUN LOS 16 FACTORES DE LA PRODUCCION, PRIMERA ETAPA**

Número	ARENA		ARCILLA		PROFUNDIDAD		PENDIENTE		pH		MATERIA ORGANICA		NITROGENO		FOSFORO	
	Baja <55%	Alta >55%	Baja <18%	Alta >18%	Somera <100 cm	Profunda > 100 cm	Baja < 4%	Alta >4%	Baja <7.5	Alta > 7.5	Baja < 2.98%	Alta >2.98%	Baja <0.203%	Alta >0.203%	Baja <35	Alta > 55 ppm
1	30	30	30	30	60	30	30	60	30	60	30	30	30	30	30	60
2	60	30	30	60	30	30	30	60	30	30	30	60	30	60	30	30
3	30	00	00	30	60	30	30	00	30	00	00	30	00	60	00	60
4	60	00	60	00	00	00	00	00	00	60	00	60	30	00	30	00
5	00	60	00	00	00	00	30		00	00	60	00	00	00	00	60
6	00	30	60	00	00	00	00		00	60	30	00	60	00	00	00
7	00		30			60	00			30		00	30		30	
8	00		00			30	60			00		00	00		00	
9							30									
10							00									
Sumas	180	150	210	120	150	180	210	120	90	240	150	180	180	150	120	210
Promedios	22.5	25	26.2	20	25	22.5	21	30	15	30	25	22.5	22.5	25	15	35

**CUADRO 7A. (CONTINUACION)**

Número	POTASIO		CALCIO		MAGNESIO		SEQUIA		PRECIPITACION*		HELMINTHOSPORIUM		FECHA DE SIEMBRA		CICLO AGRICOLA	
	Baja <538	Alta >538	Baja <6,000	Alta >6,000	Baja <184	Alta >184	Con	Sin	Baja <311 mm	Alta >311 mm	Baja < 20%	Alta >20%	Temprana <30 días	Tardía > 30 días	A	B
1	60	30	30	30	30	30	30	30	60	30	30	00	30	30	30	00
2	30	30	60	30	30	60	30	00	30	30	30	00	30	00	30	00
3	00	30	30	60	00	30	60	00	30	00	60	60	60	30	60	00
4	00	60	00	00	60	00	30	00	60	00	30	00	00	60	30	60
5	60	00	00	00	00	00	60	00	00	00	00	00	00	00	00	30
6	30	00	00	00	60	00	30	60	00	30	60			30	00	
7		00	60		30		60	30		60			30		60	00
8		00	30		00		00	00		00			00			
9							00			30			00			
10																
Sumas	180	150	210	120	210	120	210	120	270	60	270	60	210	120	240	90
Promedios	30	18.7	26.2	20	26.2	20	42	15.1	33.7	10	30	12	23.3	24	34.2	12.9

Para el ciclo de tonalmil, la categoría baja fue < 127 mm y la alta > 127 mm.

CUADRO 8A. CATEGORIAS DE LA DOSIS OPTIMA DE FERTILIZANTE FOSFORICO PARA LA VARIEDAD V-524, SEGUN 16 FACTORES DE LA PRODUCCION. PRIMERA ETAPA

Número	ARENA		ARCILLA		PROFUNDIDAD		PENDIENTE		pH		MATERIA ORGANICA		NITROGENO		FOSFORO	
	Baja	Alta	Baja	Alta	Somera	Profunda	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta
	<55%	>55%	<18%	>18%	<100 cm	>100 cm	<4%	>4%	<7.5	>7.5	<2.98%	>2.98%	<0.203%	>0.203%	<35	>35 ppm
1	00	30	30	00	00	30	30	00	30	00	30	00	30	00	30	00
2	00	30	30	00	30	00	00	60	00	30	30	00	30	00	00	30
3	30	60	00	30	60	30	30	00	30	00	00	30	00	60	00	60
4	60	00	60	00	00	00	00	00	00	60	00	60	30	00	30	00
5	00	00	00	00	00	00	30		00	00	00	00	00	00	00	00
6	00	00	00	00	00	00	00		00	00	00	00	00	00	00	00
7	00		00			00	00			00		00	00		00	
8	00		00			00	00			00		00	00		00	
9							00									
10							00									
Sumas	90	60	120	30	90	60	90	60	60	90	60	90	90	60	60	90
Promedios	11.2	10	15	5	15	7.5	9	15	10	11.2	10	11.2	11.2	10	7.5	15

CUADRO 8A. (CONTINUACION)

Número	POTASIO		CALCIO		MAGNESIO		SEQUIA		PRECIPITACION*		HELMINTHOSPORIUM		FECHA DE SIEMBRA		CICLO AGRICOLA	
	Baja	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Con	Sin	Baja	Alta	Baja	Alta	Temprana	Tardía	A	B
	<538	>538	<6000	>6000	<184	>184			<311 mm	>311 mm	<	>	<30 días	>30 días		
1	00	30	30	00	30	00	30	30	00	30	30	00	30	30	30	00
2	30	00	00	30	30	00	00	00	30	00	00	00	00	00	00	00
3	00	30	30	60	00	30	00	00	30	00	00	00	00	30	00	00
4	00	60	00	00	60	00	30	00	60	00	30	00	00	60	30	00
5	00	00	00	00	00	00	60	00	00	00	00	00	00	00	00	00
6	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	30		00		30	00
7		00	00		00		00	00		60		00		60	00	
8		00	00		00		00	00		00		00		00		
9							00			00		00		00		
10																
Sumas	30	120	60	90	120	30	120	30	120	30	150	00	30	120	150	00
Promedios	5	15	7.5	15	15	5	24	3.33	15	5	16.67		3.33	24	21.4	

\* Para el ciclo de tonalmil, la categoría baja fue <127 mm y la alta >127 mm.



CUADRO 9A. CATEGORIAS DE LA DENSIDAD OPTIMA DE POBLACION PARA LA VARIEDAD H-507, SEGUN 14 FACTORES DE LA PRODUCCION, PRIMERA ETAPA

Número	ARENA		ARCILLA		PROFUNDIDAD		PENDIENTE		pH		MATERIA ORGANICA		POTASIO	
	Baja < 55%	Alta > 55%	Baja < 18%	Alta > 18%	Somera < 100 cm	Profunda > 100 cm	Baja < 4%	Alta > 4%	Baja < 7.5	Alta > 7.5	Baja < 2.98%	Alta > 2.98%	Baja < 538	Alta > 538 ppm
1	30	45	45	30	45	45	45	45	45	45	45	30	45	45
2	45	45	45	45	45	30	30	45	30	45	45	45	45	30
3	45	60	60	45	45	45	45	60	45	60	60	45	60	45
4	45	60	45	60	60	60	60	45	60	45	60	45	60	45
5	60	45	60	60	30	60	45		60	60	45	60	45	60
6	60	45	45	30	45	60	60		30	45	45	60	45	60
7	30		45			45	60		45			30		30
8	45		45			45	45		45			45		45
9							45							
10							30							
Sumas	360	300	390	270	270	390	465	195	270	390	300	360	300	360
Promedios	45	50	48.7	45	45	48.7	46.5	48.7	45	48.7	50	45	50	45

CUADRO 9A. (CONTINUACION)

Número	CALCIO		MAGNESIO		SEQUIA		PRECIPITACION*		HELMINTHOSPORIUM		FECHA DE SIEMBRA		CICLO AGRICOLA	
	Baja < 6000	Alta > 6000	Baja < 184	Alta > 184 ppm	Con	Sin	Baja < 311 mm	Alta > 311 mm	Baja < 20%	Alta > 20%	Temprana < 30 días	Tardía > 30 días	A	B
1	45	30	45	30	45	45	45	45	45	60	45	45	45	60
2	45	45	45	45	30	60	45	30	30	60	30	60	30	60
3	45	45	60	45	45	60	45	60	45	45	55	45	45	60
4	60	60	45	60	45	60	45	60	45	30	60	45	45	45
5	60	30	60	60	45	60	60	60	60	45	60	60	60	45
6	60	45	45	30		45	45	45	45		45		45	30
7	45		45			45	45		45		45		45	45
8	45		45			30	30		60		30			
9						45			45		45			
10														
Sumas	405	255	390	270	210	450	360	300	420	240	405	255	315	345
Promedios	50.6	42.5	48.7	45	42	50	45	50	46.7	48	45	51	45	49.3

\* Para el ciclo de tonalmil, la categoría baja fue < 127 mm y la alta > 127 mm.

CUADRO 10A. CATEGORIAS DE LA DENSIDAD OPTIMA DE POBLACION PARA LA VARIEDAD V-524, SEGUN 14 FACTORES DE LA PRODUCCION PRIMERA ETAPA

Número	ARENA		ARCILLA		PROFUNDIDAD		PENDIENTE		pH		MATERIA ORGANICA		POTASIO	
	Baja <55%	Alta >55%	Baja <18%	Alta >18%	Superficial <100 cm	Profunda >100 cm	Baja <4%	Alta >4%	Baja <7.5	Alta >7.5	Baja <2.98%	Alta >2.98%	Baja <538	Alta >538 ppm
1	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
2	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
3	55	70	70	55	55	55	55	55	55	70	70	55	70	55
4	55	70	55	40	55	70	70	55	70	55	70	55	55	55
5	40	70	70	55	70	70	55	40	55	70	40	70	70	70
6	55	70	70	70	55	40	70	70	70	70	55	70	70	40
7	70		70			70	40		70			70		70
8	55		55			70	70		55			55		55
9							70							
10							70							
Sumas	440	390	500	330	345	485	610	220	345	485	390	440	375	455
Promedios	55	65	62.5	55	57.5	60.6	61	55	57.5	60.6	65	52.5	62.5	56.9

CUADRO 10A. (CONTINUACION)

Número	CALCIO		MAGNESIO		SEQUIA		PRECIPITACION*		HELMINTHOSPORIUM		FECHA DE SIEMBRA		CICLO AGRICOLA	
	Baja <6000	Alta >6000	Baja <184	Alta >184 ppm	Con	Sin	Baja <311 mm	Alta >311 mm	Baja <16%	Alta >16%	Temprana <30 días	Tardía >30 días	A	B
1	55	55	55	55	55	55	55	55	55	70	55	55	55	70
2	55	55	55	55	55	70	55	55	55	55	55	70	55	40
3	55	55	70	55	55	70	55	70	55	70	55	55	55	55
4	70	40	55	40	55	40	55	40	55	70	70	55	55	70
5	70	70	70	55	55	55	70	55	70	55	40	55	70	70
6	55	55	70	70		70	70	55	55	70	70		55	70
7	70		70			70	70		55		70		55	55
8	70		55			70	70		40		70			
9						55			70		55			
10														
Sumas	500	330	500	330	275	555	500	330	510	320	540	290	400	430
Promedios	62.5	55	62.5	55	55	61.7	62.5	55	56.7	64	56.1	58	57.1	61.4

\* Para el ciclo de tonalmil, la categoría baja fue <127 mm y la alta >127 mm.