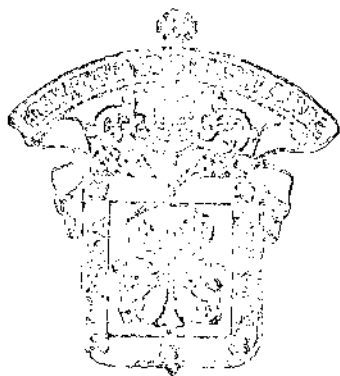


# Universidad de Guadalajara

SISTEMA DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE GUADALAJARA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

FACULTAD DE AGRONOMÍA



DETERMINACION OPTIMA ECONOMICA PARA EL CULTIVO  
DE MAIZ DE TEMPORAL EN EL VALLE DE TULANCINGO,  
EN EL ESTADO DE HIDALGO.

---

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO

P R E S E N T A

JOSE LEONARDO GONZALEZ ESPARZA

---

GUADALAJARA, JAL., ENERO DE 1993

---



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

SECCION ESCOLARIDAD

EXPEDIENTE \_\_\_\_\_

NUMERO 1153/92

26 de Noviembre de 1992.

C. PROFESORES:

ING. VICENTE ACEVES NUÑEZ, DIRECTOR  
ING. SANTIAGO SANCHEZ PRECIADO, ASESOR  
ING. PABLO TORRES MORAN, ASESOR

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

" DETERMINACION OPTIMA ECONOMICA PARA EL CULTIVO DE MAIZ DE TEMPORAL, EN EL VALLE DE TULANCINGO, EN EL EDO. DE HIDALGO."

presentado por el (los) PASANTE (ES) JOSE LEONARDO GONZALEZ ESPARZA

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

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

ATENTAMENTE  
"PIENSA Y TRABAJA"  
"AÑO DEL BICENTENARIO"  
EL SECRETARIO

M.C. SALVADOR MENA MUNGUA

man

EYF



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección ESCOLARIDAD

Expediente .....

Número 1153/92

26 de Noviembre de 1992.

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

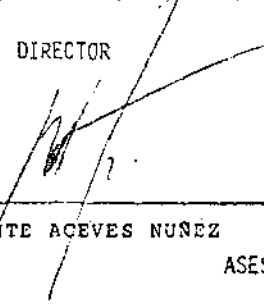
Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)  
JOSE LEONARDO GONZALEZ ESPARZA

titulada:

" DETERMINACION OPTIMA ECONOMICA PARA EL CULTIVO DE MAIZ  
DE TEMPORAL, EN EL VALLE DE TULANCINGO, EN EL EDO. DE  
HIDALGO."

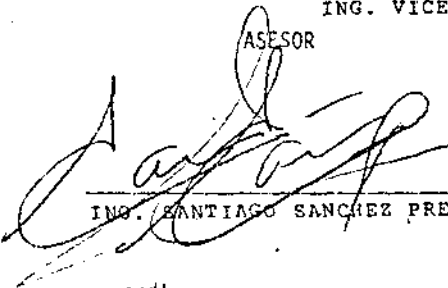
Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.


DIRECTOR

  
\_\_\_\_\_  
ING. VICENTE ACEVES NUÑEZ

ASESOR

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
ING. SANTIAGO SANCHEZ PRECIADO

  
\_\_\_\_\_  
ING. PABLO TORRES MORAN

srd'

FYK

Al emitir este o.f.c. citese fecha y número

## D E D I C A T O R I A S

A MI PADRE MANUEL:

Con respeto y cariño dedico este trabajo, que culmina - una etapa de mi preparación académica fruto de su es - fuerzo y cariño.

Para ti mi eterno agradeci - miento, porque hiciste de - mí una persona útil.

Gracias.

A MI ESPOSA MAGDA Y MIS HIJOS

LUPITA Y OSCAR:

Por su constante apoyo en las ac - tividades de la vida diaria y el estímulo constante para mi supera - ción en las acciones profesiona - les.

Gracias por su comprensión y cari - ño.

A MIS HERMANOS Y SOBRINOS:

Teresa, Martha, Ana, Armando  
Ricardo, Paz, Francisco y Ma  
nuel, como una muestra de -  
amor y gratitud a su apoyo.

A MIS MAESTROS:

Por su constante esfuerzo en  
hacer de nosotros personas -  
útiles, su trabajo dirigido  
a nuestra superación académi  
ca fue constante.

A MIS GRANDES AMIGOS Y COMPANEROS:

Miguel, Javier, Jesús, Jorge, Ri-  
cardo.

Su compañía hizo agradable mi es-  
tancia en la escuela y por todas  
las experiencias que compartimos  
en nuestra vida de estudiantes.

Gracias amigos.

## RECONOCIMIENTOS

A MI DIRECTOR DE TESIS:

ING. VICENTE ACEVES NÚÑEZ

Por sus consejos y sugerencias hacia la realización de esta tesis.

Muchas gracias por su amplia ayuda y por sus estímulos.

A MIS ASESORES:

ING. SANTIAGO SANCHEZ PRECIADO

ING. PABLO TORRES MORAN

La experiencia adquirida a través de su constancia académica apoyó la realización de esta tesis, enriqueciéndola a través de sus sugerencias.

Muchas gracias a estos maestros catedráticos.

# I N D I C E

Fág.

LISTA DE CUADROS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE CUADROS EN EL APENDICE

RESUMEN	1
I. INTRODUCCION	4
1.1.    OBJETIVOS	5
1.2.    HIPOTESIS	6
II. REVISION DE LITERATURA	7
2.1.    INVESTIGACIONES PARA MAIZ EN DIFERENTES AREAS DE LA REPUBLICA MEXICANA	7
2.2.    METODOS PARA LA OBTENCION DE OPTIMOS - ECONOMICOS	17
2.3.    CONCLUSIONES GENERALES DE LA REVISION	25
III. MATERIALES Y METODOS	30
3.1.    ASPECTOS FISIOGRAFICOS DEL VALLE DE TU- LANCINGO	30
3.1.1.  Localización y lfmities	30
3.1.2.  Relieve	30
3.1.3.  Geologfa	33

	Pág.
3.1.4. Hidrología	33
3.1.5. Clima	34
3.1.5.1. Precipitación	35
3.1.5.2. Temperatura	39
3.1.5.3. Heladas	39
3.1.5.4. Granizadas	43
3.1.5.5. Vientos	45
3.1.6. Suelos	45
3.1.7. Vegetación	46
3.1.8. Fauna	47
3.2. ASPECTOS SOCIOECONOMICOS	47
3.2.1. Población	47
3.2.2. Tenencia de la tierra	47
3.2.3. Educación	48
3.3. MATERIALES	49
3.3.1. Materiales físicos	49
3.3.2. Materiales genéticos	49
3.4. METODOS	51
3.4.1. Metodología experimental	51
3.4.1.1. Diseño utilizado	52
3.4.1.2. Modelo lineal aditivo	52
3.4.1.3. Método estadístico empleado	53
3.4.1.4. Comparación de medias	53
3.4.1.5. Factores estudiados y espacios de explotación	55



	Pág.
3.5. DESARROLLO DEL EXPERIMENTO	55
3.5.1. Establecimiento de los experimentos	55
3.5.2. Cosecha de los experimentos	57
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	59
4.1. ANALISIS DE VARIANZA	59
4.2. COMPARACION DE MEDIAS	61
4.3. ANALISIS ECONOMICO	71
V. CONCLUSIONES	82
5.1. CONCLUSIONES	82
5.2. SUGERENCIAS	83
VI. BIBLIOGRAFIA	84
VII. APENDICE	89

## LISTA DE CUADROS

### C O N T E N I D O

NO.		PAG.
1	UBICACION DE LAS ESTACIONES CLIMATOLOGICAS	36
2	PRECIPITACION MEDIA MENSUAL Y ANUAL	38
3	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL	40
5	PROMEDIO DE HELADAS MENSUALES	44
6	POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA	48
7	CARACTERISTICAS EDUCATIVAS DE LA POBLACION	50
8	FACTORES ESTUDIADOS Y ESPACIOS DE EXPLORACION	56
9	ANALISIS DE VARIANZA GLOBAL	60
10	MEDIAS DE RENDIMIENTOS	62
11	BENEFICIO NETO POR TRATAMIENTO TULANCINGO	74
12	BENEFICIO NETO POR TRATAMIENTO ACATLAN	75
13	ANALISIS DE DOMINANCIA TULANCINGO	76
14	ANALISIS DE DOMINANCIA ACATLAN	77
15	TASA DE RETORNO MARGINAL TULANCINGO	80
16	TASA DE RETORNO MARGINAL ACATLAN	81

## LISTA DE FIGURAS

NO.		PAG.
1	ESTADO DE HIDALGO, UBICACION DISTRITO DESARRO LLO RURAL, TULANCINGO	31
2	UBICACION DE LA ZONA DE ESTUDIO	32
3	CLIMOGRAFICO DE GAUSSEN PRECIPITACION Y TEMPERATURA	41
4	REGIMEN DE PRECIPITACION Y EVAPORACION	42
5	RESPUESTA GRAFICA A LA FERTILIZACION	64
6	RESPUESTA GRAFICA A LA DENSIDAD DE POBLACION Y GENOTIPO	70

## LISTA DE CUADROS EN EL APENDICE

NO.	PAG.
1.A. COSTOS REALES INSUMOS	91
2.B. COSTOS REALES PRODUCTO	91
3.C. RELACION COSTOS INSUMOS/PRECIO NETO	92
4.D. LISTA DE TRATAMIENTOS MATRIZ BACONIANA	93

## R E S U M E N

El presente trabajo se realizó en el cultivo de maíz de temporal en dos áreas del valle de Tulancingo en el estado de Hidalgo.

El objetivo principal de este trabajo fue el encontrar una posible solución a la problemática que presenta siendo el principal determinar condiciones óptimas económicas a través del conocimiento de diversos factores que limitan la producción y optimizar su uso y manejo en el campo posteriormente.

Para cumplir con el objetivo mencionado, fue necesario seleccionar los factores nitrógeno, fósforo, potasio, densidad de población y genotipos como posibles factores limitantes de la producción, los que en principio llegaron a optimizarse.

Se diseñaron tratamientos de acuerdo al esquema que presenta la matriz baconiana, la cual generó 16 tratamientos, estudiándose: nitrógeno, fósforo, potasio, densidad de población y genotipos, bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con cinco repeticiones.

Los diseños experimentales se manejaron en forma global,

incluyendo el factor sitio en las fuentes de variación y sus respectivas interacciones de acuerdo al diseño.

Para determinar la respuesta del maíz a los factores estudiados, se utilizó como prueba de rango múltiple la D.M.S. al 5% de probabilidad, comparando la media de rendimiento del tratamiento de referencia contra cada una de las medias de rendimiento de los tratamientos estudiados.

Para obtener la dosis óptima económica, se hizo mediante el método de evaluación económica. Los rendimientos obtenidos en campo fueron ajustados a nivel comercial, con los que se realizó el análisis de varianza, encontrando diferencias significativas para todas las fuentes de variación.

Los resultados obtenidos indican que se tuvo respuesta a todos los factores estudiados; en cuanto a genotipos, no se encontró en ninguna localidad respuesta a la variedad VS-22 con relación al criollo, mientras que el H-30 tuvo buen comportamiento en la zona de Tulancingo.

Se logró determinar las condiciones óptimas económicas para el cultivo de maíz de temporal en el valle de Tulancingo, siendo las siguientes: Acatlán C.O.E. 60-30-60 (N.P.D.), Tulancingo 60-30-50 (N.P.D.).

Debido a que este trabajo se realizó durante un año y solamente en dos localidades, se recomienda ampliar la investigación en tiempo y espacio, con el objeto de determinar los óptimos económicos con mayor precisión, y a la vez detectar agrosistemas dentro del área distrital en estudio.

## I . I N T R O D U C C I O N

El mundo vive hoy una etapa de transición, países con diversos sistemas políticos y económicos se encuentran en crisis que trascienden el ámbito económico y presionan la convivencia social. México no es ajeno a ésto, la situación crítica por la que atraviesa la economía mexicana, destaca la conveniencia de promover acciones de diversa índole para el mejoramiento de los niveles de desarrollo, principalmente en la población rural a través de esfuerzos dirigidos a incrementar la producción y productividad en los productos agropecuarios y forestales, principalmente en el área de activos para la alimentación como son: el maíz, frijol, trigo y arroz, coadyuvando al mejoramiento del nivel de vida del sector agrario.

Destaca en este aspecto el cultivo del maíz, por ser esta gramínea la que socioeconómica e históricamente ocupa un destacado lugar como alimento básico de los mexicanos, utilizándose en variadas formas como son: atoles, tortillas, harinas, tamales, frituras, pinole, elotes, forrajes, etc.

En el estado de Hidalgo, este cultivo es también el más importante sembrándose aproximadamente 235,000 ha representando casi un 60% de la superficie total cultivada en el estado. En la región donde se ubica el Distrito de Desarrollo Rural - Tulancingo; el maíz es el cultivo principal, sembrándose apro



ximadamente 50,000 ha, lo que representa un 20% de las siembras realizadas a nivel estatal. (16)

El cultivo del maíz de temporal en esta región representa fuertes limitantes para su buen desarrollo, destacándose aspectos de tipo climático como son: presencia de heladas (tempranas y tardías), granizadas, lluvias escasas y mal distribuidas.

Otras limitantes que se presentan son: el minifundismo, bajos niveles tecnológicos y escasa adopción tecnológica.

Con el fin de encontrar una posible solución a la problemática antes citada, se llevó a cabo el presente trabajo; teniendo como objetivo principal, determinar las condiciones óptimas económicas para el cultivo del maíz de temporal en el valle de Tulancingo; permitiendo así que los agricultores obtengan mayores beneficios productivos y económicos con este cultivo, considerando sus recursos disponibles y el riesgo a que está expuesto el trabajar bajo condiciones críticas.

### 1.1. OBJETIVOS

Con el fin de encontrar una posible solución a la problemática antes citada del lugar, se llevará a cabo el presente trabajo, teniendo como objetivo principal determinar las con-

diciones óptimas económicas para el cultivo del maíz de temporal en el valle de Tulancingo, del estado de Hidalgo que permita que el agricultor obtenga mayores rendimientos económicos y productivos en su cultivo.

## 1.2. HIPOTESIS

En base al objetivo principal, se establecieron las siguientes hipótesis:

A. Que la inadecuada fertilización limita la producción del maíz de temporal.

B. Que existen factores incontrolables de suelo y clima que afectan la producción del maíz de temporal y limitan el aprovechamiento óptimo de los fertilizantes.

C. El manejo tecnológico incipiente afecta la producción y productividad del cultivo del maíz bajo condiciones de temporal.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. INVESTIGACIONES PARA MAIZ EN DIFERENTES AREAS DE LA REPUBLICA MEXICANA

A continuación se hará una breve reseña sobre algunas investigaciones que se han realizado en diferentes zonas ecológicas del país, en los cuales se ha trabajado con algunos de los factores que se estudiaron en la presente, así como en diversas condiciones ecológicas y de manejo, con el fin de comparar los resultados obtenidos en esas investigaciones con los alcanzados en este trabajo.

Huerta (6) en 1968 estableció un experimento en el campo experimental Xaltepa de la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, México, en el cual estudiaron la influencia de la densidad de población, la dosis de nitrógeno y la distancia entre surcos sobre el rendimiento del maíz (H-125 y H-129) y otras características vegetativas. Las densidades de población estudiadas fueron de 30, 60 y 90 mil plantas por hectárea, las dosis de nitrógeno de 60, 120 y 180 kg/ha, y la distancia entre surcos de 0.61 m, y 0.9 m encontrando que el efecto de la densidad óptima fue diferente para cada genotipo, siendo para el H-125 de 75 mil plantas/ha, mientras que para el H-129 de 68 mil plantas/ha, concluye que mediante el uso de fertilizante nitrogenado se logró aumentar el rendimiento

de maíz por hectárea. En cuanto al distanciamiento entre surcos concluyeron que el rendimiento del maíz en mazorca/ha, - fue significativamente mejor cuando se empleó la distancia en tre surcos de 0.61 m que cuando se empleó el otro distanciamiento.

Se menciona también que ambos genotipos son buenos productores de grano, sin embargo; sugiere no usar el H-129 en zonas expuestas a vientos fuertes. Por último se concluye que la altura de la planta y el porcentaje de esterilidad aumentó al incrementar la densidad de población y la distancia entre surcos, mientras que el diámetro de tallos decreció en ambas variedades al aumentar la densidad de población y el distanciamiento entre surcos.

Pallares (12) en 1970 estableció un ensayo experimental en una localidad del ejido Huexotla, México, en el cual se es tudió la influencia de la fertilización nitrogenada, la densi dad de población y el método de siembra sobre el maíz H-129. Los niveles de nitrógeno empleados fueron: 0,70, 140 y 210 kg /ha, llevando en forma constante 60 kg de fósforo, las densidades estudiadas fueron: 52,500 plantas/ha, sembrando 3 plantas cada 66 cm, 58,200 plantas/ha, sembrando 3 plantas cada - 51 cm, para todos los casos se mantuvo constante la anchura - del surco con 87 cm, respecto a las poblaciones estudiadas, - se concluye que la densidad más alta resultó ser estadística-

mente menos rendidora. Por lo tanto la población de plantas recomendable fue la de 52.500 plantas/ha. referente a las dosis de nitrógeno, se menciona que estas influyeron estadísticamente sobre el rendimiento, calculándose una dosis óptima-económica de 136 kg de nitrógeno/ha, de acuerdo a la ecuación de respuesta y de algunos factores económicos. Por último se señala que el rendimiento se vió afectado positivamente por las densidades de población y los niveles de nitrógeno, se manifestó sólo en el peso y en el número de mazorcas totales, - siendo inapreciable su efecto sobre el número de mazorcas por planta.

Villalpando, et al (27) en una ecuación empírica generalizada obtenida a partir de los resultados de 25 experimentos de campo conducidos en Tlaxcala en (1973 y (1974) para mostrar la medida en que la respuesta del maíz al fertilizante fosfórico es afectada por la variación en algunos factores de suelo, clima y manejo.

En la ecuación están involucrados tres factores de parcela (F.P.), el nitrógeno, el fósforo, la densidad de población y once factores de sitio (F.S.), el p.H., por ciento de área, contenido de fósforo y potasio asimilable, profundidad y pendiente del suelo, la variedad, fecha de siembra, daño por helada y por granizo, se concluye que la respuesta lineal del maíz al fertilizante fosfórico estuvo afectado por: fecha de siembra, variedad, sequía, profundidad y pendiente del suelo,

contenido de arena, daño por helada, dosis de nitrógeno y densidad de población. Así mismo concluyen que la mayoría de las relaciones entre la dosis de fertilizantes fosfórico y los factores ambientales incontrolables, puede ser explicada mediante relaciones básicas agronómicas conocidas, y que la disponibilidad del fósforo en el suelo, según la forma en que se midió; afectó indirectamente a la respuesta lineal al fertilizante fosfórico, a través de su interacción con otros factores ambientales.

Velasco (25) desde el año de 1973 hasta 1979, condujo 25 experimentos sobre fertilización (N-P-K) y densidad de población para el cultivo de maíz en el valle de Huamantla, Tlax., con el fin de obtener una dosis de esos factores a nivel de sistema terrestre. Durante el desarrollo de los trabajos de campo el número de experimentos por año, espacios de exploración y diseño de tratamiento, fueron variando de acuerdo a la magnitud de respuesta del maíz a los factores estudiados y a la diversidad de condiciones que se iban identificando. Concluyó que de acuerdo al objetivo planteado, éste fue cubierto una vez que obtuvo una dosis óptima económica para los cinco sistemas terrestres en que se agruparon los experimentos encontrados, una respuesta al nitrógeno que varió de 90 a 95 kg/ha, para fósforo de 16 a 60 kg/ha y densidad de población de 34 a 54 mil plantas/ha, de acuerdo a las diversas condiciones de cada sistema terrestre; por último menciona que en pro

medio obtuvo una dosis general de 94.4, 24.7 y 44.0 (kg de N-P y miles de plantas/ha), para la zona de estudio.

Leyva (8) durante 1973 estableció y cosechó 12 experimentos en la región occidental del estado de México, con el objetivo de estudiar la respuesta del maíz a los fertilizantes y a la densidad de población bajo diferentes sistemas de producción; distribuidas en siete sitios del área de estudio, de los cuales seis estuvieron bajo condiciones de humedad residual. En dichos trabajos manejó dos tipos de experimentos; en el primero, estudió la dosis de nitrógeno (30, 60, 90, 120 kg/ha); la de fósforo (0, 30, 60, 90 kg/ha) y la densidad de población (35, 50, 65, 80 miles de plantas/ha). En el segundo estudio, los factores potasio y fuentes de fertilizantes nitrogenados. En ambos tipos de experimentos la aplicación del fertilizante se fraccionó en la forma siguiente: 1/3 de nitrógeno y todo el fósforo, potasio y gallinaza en la siembra, el resto de nitrógeno en la segunda labor.

Concluyó que el cultivo de maíz sembrado bajo condiciones de humedad residual normal, respondió a las aplicaciones de fertilizantes, así como a los niveles de densidad de población estudiados. Encontró que las dosis óptimas económicas de nitrógeno variaron de 70 a 120 kg/ha, las de fósforo de 30 a 90 kg/ha, y las de densidad de población desde 50 a 70 mil plantas/ha, siendo el promedio general óptimo económico de

100 kg de N/ha, 61.6 kg de  $P_2O_5$ /ha y 61.66 mil plantas/ha, - respecto a potasio estadísticamente a nivel de sitio encontró que sólo en una localidad hubo respuesta significativa a la - aplicación de potasio; en otra presentó respuesta significati - vamente al 5% cuando se aplicaron 60 kg de  $K_2O$ /ha, en otros - dos sitios, la aplicación de potasio tuvo efectos positivos - sobre el rendimiento, aunque ésto no fue significativo. Este análisis le permitió considerar el potasio en la recomenda - ción final con una dosis de 30 kg/ha, de  $K_2O$ . Por último con - cluye que tres localidades presentaron respuesta claramente - favorable a la aplicación de sulfato de amonio, y que sólo en un sitio se presentaron respuestas ligeramente favorables a - la aplicación de urea; a nivel promedio determinó que el uso de sulfato de amonio con una dosis de 90, 30, 00 con 65 mil - plantas/ha, continuó presentando significativamente de 1 y 5%.

Caballero et al (2) en 1976 realizaron una investigación en diferentes zonas del área del plan Puebla, para determinar la respuesta del maíz a diferentes fuentes de fertilizantes - nitrogenados y fosfóricos; para la zona y encontraron que en ninguna de las cinco localidades fue significativa al 5% la - probabilidad de la urea sobre el sulfato de amonio. En la zo - na I encontraron que en ninguna de las 5 localidades, la urea fue superior al sulfato de amonio cuando se comparó globalmen - te. Para la zona IV encontraron que en dos de nueve localida - des, el sulfato de amonio superó a la urea siendo esta de só-

BIBLIOTECA FACULTAD DE AGRONOMIA



lo 159 kg/ha, en relación al fósforo, encontraron que en todas las zonas no existió diferencia entre el super fosfato de calcio simple y el triple.

Rodríguez (15) analizó 21 experimentos conducidos en una región del estado de Hidalgo de 1978 a 1981, con el objetivo de definir los factores controlables que limitan la producción y el efecto de estos sobre el rendimiento, así como determinar los niveles óptimos de los factores principales en estudio para las diferentes condiciones inmodificables de la producción. La estrategia seguida en este trabajo fue seleccionar un número amplio de factores para ser explorados en la primera fase de este estudio (1978); para los años siguientes seleccionó el subconjunto de factores asociados con la mayor variación en el rendimiento para su optimización. En base a los resultados obtenidos, determinó que los factores controlables nitrógeno, fósforo y densidad de población, fueron los que limitaban principalmente la producción de maíz de temporal; por lo que fueron estudiados en la segunda fase junto con los factores genotipo y fuentes de nutrimentos; estos factores los asoció con factores de sitio considerados de diagnóstico, llegando a obtener los siguientes resultados concluyentes: para suelos someros con fechas de siembras tempranas la 60-40-40 (N-P-DP), suelos someros siembras tardías 60-20-40; para suelos profundos, siembras tempranas 80-40-45 y para suelos profundos siembras tardías 80-20-45. Mencionó también

que los genotipos mejorados no superaron significativamente a los criollos, y que igualmente el control químico de malezas es superior al mecánico; concluye también que la mejor oportunidad de aplicación del nitrógeno fue cuando se aplicó una tercera parte a la siembra y el resto en la segunda y por último, que las diferencias entre las fuentes de nutrimentos usados no fueron relevantes.

Meléndez (10) durante 1975, 1976 y 1977 estableció un experimento por año en la localidad de Hueypoxtla, México, en el cual estudió el distanciamiento entre surcos (80, 160 y 240 cm) densidad de población 20, 30, 40 y 50 mil plantas/ha subsoleo (con o sin), aplicación de estiércol (10 ton/ha) y fertilización química (N: 0-60-80; P: 0-20-40).

Concluyó que referente al distanciamiento entre surcos, en los tres años el rendimiento se abatió considerablemente al usar 240 cm de ancho y para los años 1975 y 1977 el mejor distanciamiento fue el de 80 cm, en cuanto a densidad de población mencionó que en los dos primeros años el mayor rendimiento se asoció a la densidad de 40 mil plantas/ha, mientras que en el último fue la de 30 mil. Concluye que en los tres años de estudio no hubo efecto para el subsoleo. Respecto al estiércol, encontró diferencias altamente significativas en los dos primeros años, no siendo así para el último; así mismo menciona que el incremento en rendimiento con estiércol fue mayor en presencia de abono químico, el cual tuvo una ma-

yor respuesta en rendimiento al usar la dosis 80-60-00 (kg de N y  $P_2 O_5$ ). Al evaluar el rendimiento de rastrojo, encontró - que la respuesta obtenida fue similar que para grano con sólo pequeñas variantes. Por último menciona que tomando en cuenta el análisis económico, obtuvo la siguiente recomendación óptima económica para capital ilimitado; 80 cm entre surcos, 40 - mil plantas/ha, sin subsoleo, con estiércol y con 80-40-00 kg de nitrógeno y fósforo/ha y para capital limitado el trata - miento óptimo económico fue el siguiente: 80 cm, entre surcos, 30 mil plantas/ha, sin subsoleo, sin estiércol y con la dosis 40-40-0 de nitrógeno y fósforo/ha.

Requejo (14) en 1981 condujo cuatro experimentos sobre op - timización de insumos controlables para maíz, en los agrosiste - mas I y II del sur del estado de Tlaxcala. Teniendo como obje - tivo obtener la dosis óptima económica de nitrógeno, fósforo y densidad de población; determinar la época óptima de aplica - ción del fertilizante; estudiar la interacción genotipo-oportu - nidad de fertilización y por último, comparar en forma analíti - ca los resultados con diferentes métodos para determinar dosis óptimas económicas. Concluyó que la respuesta al factor nitró - geno varió desde 90 hasta 140 kg/ha, correspondió el valor me - nor al agrosistema II y el mayor al agrosistema I; mencionó - que respecto al fósforo observó una respuesta significativa - hasta un nivel de 60 kg/ha, en el agrosistema II, en cambio en el agrosistema I la respuesta osciló entre 20 y 40 kg/ha la -

respuesta a densidad de población en el agrosistema II, varió de 45 mil a 50 mil plantas/ha, mientras que en el agrosistema I fue de 50 a 60 mil plantas/ha en cuanto a la oportunidad de aplicación del fertilizante observó un incremento en rendimiento al adicionar 1/3 de nitrógeno y todo el fósforo a la siembra y las dos terceras partes restantes de nitrógeno a la segunda labor; por último concluyó que en los sitios donde se estudió el efecto de la galliniza combinada con dosis de fertilizante químico, el H-131 superó al criollo regional abonado en forma similar, así como a los maíces mejorados H-131 y H-30, fertilizados sólo con abono químico.

Villagómez (26) en 1983, desarrolló un trabajo en la parte costera del estado de Jalisco, específicamente en los valles de "La Huerta", "Casimiro Castillo" y de "Autlán - El Grullo". Condujo un total de ocho experimentos distribuidos en cinco sitios diferentes, tratando de abarcar las áreas representativas de los valles mencionados; estudiando la respuesta del maíz de temporal a diferentes dosis de nitrógeno y fósforo y su relación con la densidad de población; adicionalmente estudió el efecto de la aplicación de potasio, genotipos y la oportunidad de aplicación del fertilizante. Para el caso del nitrógeno, la dosis óptima económica para capital ilimitado varió de 100 a 136 kg/ha, en tres experimentos, de 60 a 76 en cuatro experimentos y en uno no hubo respuesta; para fósforo fluctuó de 30 a 39 kg/ha, en tres experimentos, de

57 a 60 en otros tres y en dos de ellos no hubo respuesta; para densidad de población y la dosis óptima varió de 65 a 75 mil plantas/ha, en tres experimentos, de 52 a 55 en otros tres y en los dos restantes fue de 45 plantas/ha. Referente a los factores estudiados adicionalmente, encontró que en dos localidades hubo tendencia positiva a la aplicación de potasio a este factor y en los dos restantes la respuesta sobre el rendimiento del maíz al aplicar 30 kg/ha, fue negativa. En cuanto a genotipos, concluyó que la variedad VS-524 fue superior en rendimiento en dos de los tres experimentos sembrados con el H-507 y en dos de las cuatro localidades sembradas con semilla criolla. Por último concluyó que en cinco de los ocho experimentos manejados, resulta mejor aplicar  $1/3$  de nitrógeno y todo el fósforo a la siembra y las  $2/3$  de nitrógeno restantes en la segunda labor y no cuando se hizo como lo acostumbra el productor, es decir, todo el fertilizante en la siembra o en alguna de las escardas.

## 2.2. METODOS PARA LA OBTENCION DE OPTIMOS ECONOMICOS

Metodologías que lleven a obtener dosis óptimas económicas de factores controlables de la producción (fertilización), a continuación se describirán brevemente algunas de ellas.

Criterios económicos para optimizar niveles de insumos.

Volke (28) en 1979 describe algunos criterios económicos para optimizar variables posibles de usar en la agricultura.

Maximización de la utilidad.

Volke (28) 1979, menciona que este criterio es el que más se ha utilizado en la agricultura para generar óptimos económicos de insumos variables y equivale a determinar la máxima utilidad posible por unidad de superficie. Se le conoce también con el nombre de "Optimización bajo capital ilimitado".

Retorno del capital invertido en la producción.

Este criterio optimiza bajo la idea de maximizar la tasa de retorno del capital total invertido en la producción, entendiéndose por capital total la suma de los costos variables más los costos fijos.

Optimización bajo capital limitado.

Con el criterio de capital limitado, los óptimos de los variables, se obtienen en el punto donde se iguala el valor del producto marginal de cada insumo por peso invertido en cada uno de ellos, bajo la restricción de que la inversión en insumos sea igual a un capital determinado.

Maximización de los costos para un nivel de producción determinado.

Este criterio puede ser aplicado bajo la idea de que al agricultor le interesa producir a un costo mínimo cierto nivel de producción y puede ser importante en agricultura de subsistencia, donde se produce a ese nivel debido a limitaciones de recursos (capital y tierra) y cuando trabaja fuera de la finca. Este criterio se contrapone a las políticas de incrementar la producción y productividad agrícola.

Método de evaluación económica.

Perrin et al (13) este método fue propuesto en 1976 y consiste básicamente en un análisis económico que aplica diferentes conceptos de marginalidad. Los incrementos se calculan en relación al tratamiento inferior en beneficio neto.

a) Primeramente se hace un presupuesto parcial de los datos medios de los tratamientos, se calcula el beneficio neto de cada uno de ellos (beneficios brutos-costos variables) y se ordenan decrecientemente en relación a los beneficios netos, incluyendo el testigo.

b) Se realiza un análisis de dominancia, el cual consiste en tomar el tratamiento de mayor beneficio neto

y se compara con el inmediato inferior, si los costos variables del inmediato inferior son mayores, será un tratamiento dominado. Finalmente, los tratamientos no dominados entran a la siguiente etapa.

c) Análisis marginal. Los tratamientos no dominados se enlistan en orden decreciente de beneficios netos, incluyendo al testigo. Se procede a estimar el incremento marginal en beneficio neto (IMBN), el cual se obtiene restando el beneficio neto del tratamiento de referencia con el próximo inferior hasta llegar al tratamiento superior; por último, se procede a obtener la tasa de retorno marginal (IMBN/IMVC).

d) Se procede a fijar una tasa de retorno marginal (TRM) "mínima" que se fija de acuerdo a las condiciones económicas de la región.

e) Por último, aquél tratamiento que tenga el mayor beneficio neto y sobrepase la tasa de retorno marginal, será el tratamiento óptimo económico (TOE) para capital ilimitado.

Método gráfico.

Turrent (24) en 1976, desarrolló el método gráfico para la obtención de óptimos económicos para capital ilimitado, ha



ciendo un análisis marginal de tratamientos correspondientes a la matriz Plan Puebla I.

Consiste en calcular el ingreso neto de los ocho tratamientos del cubo (en el caso de tres factores), se espera que el tratamiento que reporte el mayor ingreso neto, esté ubicado en la esquina superior del cubo en el cual se prolongan las aristas, por último, se aplica la regla del triángulo de relación insumo/producto, se proyecte la hipotenusa a la gráfica seleccionada y donde se haga tangencia se proyecta una línea al eje de las abscisas para obtener la dosis óptima económica de cada uno de los factores; si el tratamiento que reporte el mayor ingreso neto no se ubica en el punto citado anteriormente, se tendrá que definir una curvatura que siga la tendencia de los puntos prolongados para poder obtener la dosis óptima económica de capital ilimitado.

Método de evaluación económica modificado.

Aveldaño (1) 1980 este método es una combinación del método de Perrin et al y el gráfico.

Propone usar la metodología del análisis económico marginal para todos los tratamientos con el fin de encontrar el que tenga la mayor tasa de retorno marginal; el tratamiento seleccionado servirá para escoger la curva donde se determina

rán las dosis óptimas económicas, estas se compararán con las tasas de retorno mínima esperada (TRME) las cuales son fijadas de acuerdo a las condiciones económicas de la región; finalmente para la interpretación gráfica se calcularán las relaciones costo del insumo/valor del producto para la tasa de retorno marginal para cada uno de los factores en estudio; obtenidos los valores se construye el triángulo de relación insumo/producto y se proyecta la hipotenusa a la gráfica seleccionada y donde se haga tangencia, se proyecta una línea al eje de las abscisas para obtener la dosis óptima económica de cada uno de los factores.

#### Método gráfico modificado.

Este método es una modificación hecha por Turrent en (1978) el Método Gráfico original; propone tres condiciones básicas y son:

A) La introducción de una prueba de hipótesis sobre la respuesta a cada uno de los factores.

B) El criterio de selección de la función específica sobre la que se localiza la dosis óptima económica de capital ilimitado y

C) La adición de una dosificación óptima económica para capital limitado.

La primera consiste en calcular los efectos factoriales principales y de interacción mediante el método de Yates, esto se inicia con los rendimientos totales de los ocho tratamientos de la matriz experimental Plan Puebla I para tres factores, donde el número de columna será igual al número de factores en estudio; éstos son ordenados de acuerdo al Código de Yates, que de acuerdo con él, las letras minúsculas encerradas entre paréntesis, indica que los factores en estudio están en su nivel más alto y los otros factores en su nivel más bajo; posteriormente se puede probar la significancia de los efectos factoriales medios mediante el cálculo de un efecto mínimo significativo (EMS); esta prueba se realiza con los ocho tratamientos del cubo, para los tratamientos restantes (prolongaciones del cubo) se prueba mediante una diferencia mínima significativa (DMS). El resultado de la comparación de los efectos factoriales con el efecto mínimo significativo, puede concluirse en las siguientes posibilidades:

- 1) No hay respuesta a ningún factor
- 2) Hay respuesta a un sólo factor
- 3) Hay respuesta a dos factores y
- 4) Hay respuesta a los tres factores.

La segunda consiste en calcular los ingresos netos (más - costos fijos) asociados a cada uno de los tratamientos que fueron significativos, si el tratamiento asociado con el mayor in

greso neto no está incluido en las prolongaciones del cubo. - el óptimo económico de capital ilimitado será ese tratamiento. En caso de que el tratamiento esté incluido en las prolongaciones, sobre ésta se efectúa el análisis gráfico ya descrito.

La tercera condición consiste en calcular la tasa de retorno al capital variable asociado con cada uno de los tratamientos que fueron significativos; el tratamiento elegido como óptimo económico de capital limitado será aquél que obtenga la mayor tasa de retorno al capital variable.

#### Método de Martínez Garza - Stepwise.

Aveldaño y Volke (1) consiste en seleccionar un modelo de regresión partiendo de un modelo completo que puede ser cuadrático, raíz cuadrada o bien un mixto. Se selecciona utilizando la regla D'amico que, en este caso, consiste en considerar todas las combinaciones de exponentes cuadráticos y de raíz cuadrada de los tres factores. De estos modelos se selecciona el mejor y se toma como base la raíz cuadrada, la suma de cuadros residuales y los signos de los coeficientes de regresión que estima el efecto de cada variable. Posteriormente se selecciona el modelo final reducido mediante un proceso de selección de variables (regresión por pasos Stepwise), con una presión de entrada de 20% y 10%-de permanencia. Hecho lo anterior, se

procede a estimar la dosis óptima económica mediante el empleo de la técnica propuesta por Martínez Garza en 1972, que consiste en buscar dentro de todo el espacio de exploración el punto que representa el mayor ingreso neto.

#### Método estadístico-matemático.

Rodríguez (15) 1978 consiste en ajustar un modelo estadístico a los rendimientos obtenidos experimentalmente. Esto permitirá conocer la relación que existe entre la variable dependiente (rendimiento) y las variables independientes (factores en estudio). Si a esta función de producción se le determina la primera derivada parcial de la variable dependiente con respecto a cada una de las variables independientes y éstas se igualan a la relación de precios insumo/producto de los factores en estudio se tendrá un sistema de ecuaciones simultáneas que al resolverlo definirá la dosis óptima económica para cada uno de esos factores que maximizan el beneficio neto.

### 2.3. CONCLUSIONES GENERALES DE LA REVISION

1) Se han identificado un gran número de factores controlables e incontrolables que afectan la producción del maíz bajo diversas condiciones, cuyo efecto se ha tratado por medio de múltiples investigaciones que se han realizado a través del tiempo, con el fin de comprender estas relaciones y ge

nerar finalmente recomendaciones que lleven a obtener una mayor producción y por ende mayores beneficios económicos para los productores en este cultivo.

2) Referente a la fertilización, se han encontrado respuestas claras a la fertilización nitrogenada y fosfatada y las dosificaciones de éstas han dependido directamente de las condiciones de fertilidad y productividad de los suelos, así como de los factores: clima, manejo y nivel económico principalmente; por otra parte las respuestas obtenidas para potasio han sido muy diversas, pero en general excluyen de las recomendaciones finales o económicas a este elemento.

3) En cuanto a densidad de población, la respuesta ha dependido fundamentalmente de la disponibilidad de humedad en el suelo y del arreglo especial de plantas en el terreno, encontrando por lo general una relación directa entre la disponibilidad de humedad y la cantidad de plantas por hectárea.

4) Para genotipos, la respuesta no ha sido determinante a favor de los mejorados, ya que las semillas criollas manejadas técnicamente han competido en rendimientos con las primeras.

5) Comparación de métodos para la obtención de óptimos económicos.

Aveldaño y Volke (1) seleccionaron seis experimentos de fertilización y densidad de población establecidos en 1973, - en localidades del estado de Tlaxcala, con el fin de comparar cuatro métodos para obtener dosis óptimas económicas los cuales fueron:

- 1) Método de evaluación económica de Perrin et al.
- 2) Método de evaluación económica modificado por Laird.

- 3) Método gráfico modificado por Turrent; y

4) Análisis de funciones anómalas (Stepwise Martínez Garza). Para el caso de la optimización en la fertilización nitrogenada, el método que resultó más eficiente fue el gráfico modificado por Turrent; para fósforo, dicho método resultó consistente; para el caso de Densidad de Población, la mayor eficiencia se obtuvo con el método de Perrin et al. En general concluyen que el mejor método resultó ser el gráfico modificado por Turrent.

Rodríguez (15) en 1978, utilizó los resultados de diez - experimentos llevados a cabo en 1972 en la zona de Chalco-Amameca del estado de México, con el objetivo de comparar cuatro métodos para obtener la dosis óptima económica, los cuales fueron:

- 1) Método gráfico.
- 2) Método de Perrin et al.
- 3) Método de Perrin modificado por Laird.

4) Método de Martínez Garza. Concluye que si se tiene acceso a computadora, utilizar el método matemático, siempre y cuando se tenga un buen ajuste de los modelos aproximativos; si el acceso a computadora es estrecho seleccionar para la obtención de la dosis óptima económica cualquier método que no utilice computadora, siendo para este caso el método económico modificado por Laird uno de los más precisos; igualmente concluye que existieron diferencias en el cálculo de óptimas económicas entre los cuatro métodos y la mayor discrepancia se tuvo entre el método que usó computadora y los que no la usaron; entre los métodos que no utilizaron computadora, existió mucha similitud en los óptimos económicos estimados para cada uno de ellos.

Requejo (14) en 1981, comparó tres métodos para determinar la D.O.E. para el cultivo del maíz en los agrosistemas I y II del sur del estado de Tlaxcala, para lo cual utilizó los resultados de cuatro experimentos conducidos en ese año. Los métodos que comparó fueron:



1) Evaluación económica de Perrin et al.

2) El método gráfico estadístico de Turrent.

3) El método matemático estadístico Al Volke. Concluye que existieron diferencias entre las determinaciones de la dosis óptimas económicas obtenidas por los métodos estudiados, por lo que la selección de alguno de ellos dependerá de las - condiciones en que se encuentre el investigador y los experimentos mismos. En caso de no disponer de computadora, menciona que el método más recomendable es el gráfico estadístico.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. DESCRIPCION FISIOGRAFICA DE LA REGION

##### 3.1.1. Localización y límites.

El valle de Tulancingo se localiza al sureste del estado - (ver Fig. 1) y está conformado por los municipios de: Tulancingo, Acatlán y Santiago Tulantepec principalmente; en el centro del área de influencia del Distrito de Desarrollo Rural Tulancingo, entre los meridianos  $98^{\circ} 12'$  y  $98^{\circ} 21'$  al oeste del meridiano de Greenwich y los paralelos  $20^{\circ} 00'$  y  $20^{\circ} 22'$  al norte del Ecuador, el área de estudio cubre una superficie aproximada de  $650 \text{ km}^2$ , y limita al norte con el estado de Veracruz, al noreste con el municipio de Agua Blanca, al este con el municipio de Metepec, al sur con el municipio de Singuilucan y al oeste con el municipio de Huasca de Ocampo (ver Fig. 2). (17)

##### 3.1.2. Relieve.

El valle de Tulancingo se caracteriza por tener suelos de superficie plana, con pendientes suaves; entre 0 y 10% y altitudes sobre el nivel del mar que fluctúan de 2000 a 2400 metros. (17)

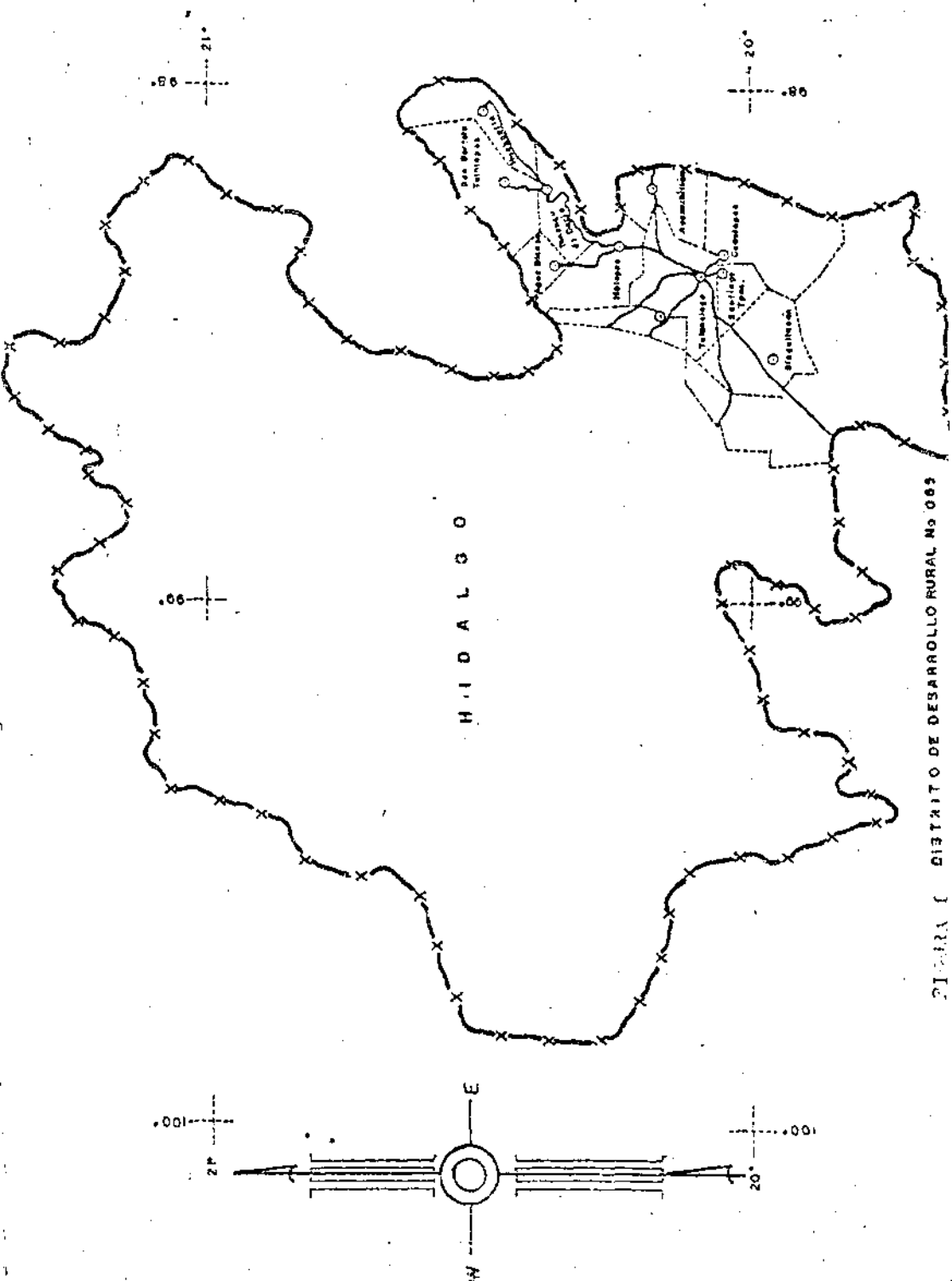


FIGURA I DISTRITO DE DESARROLLO RURAL No 062

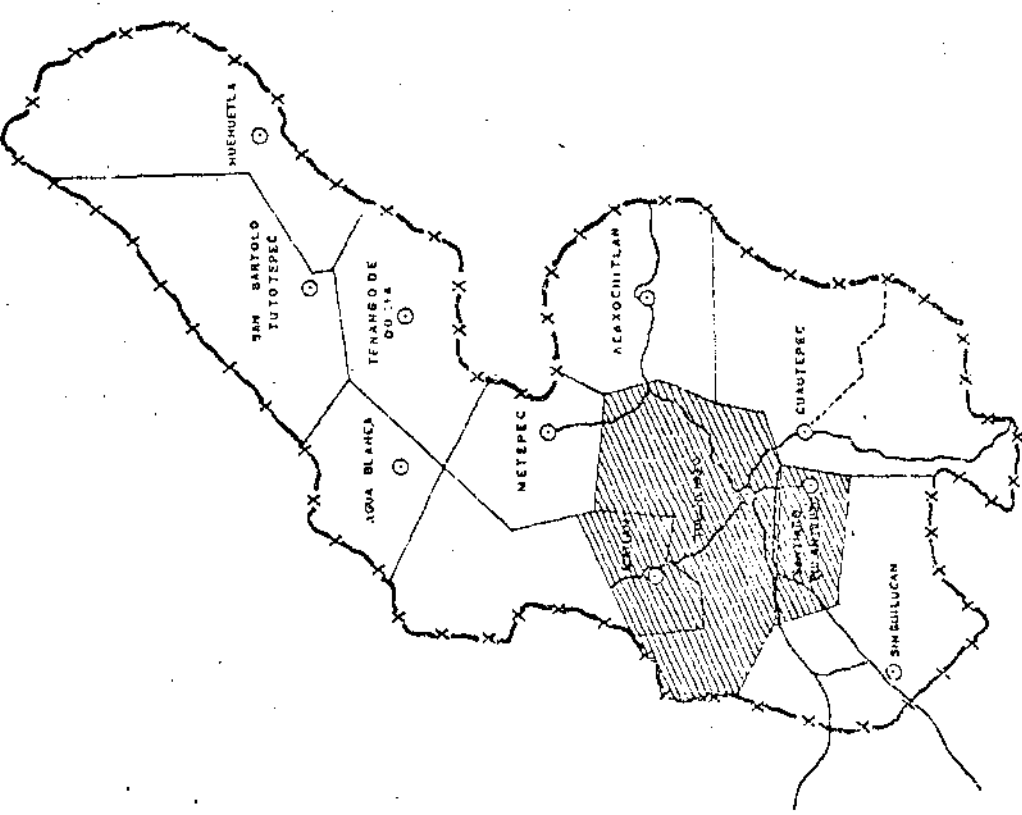
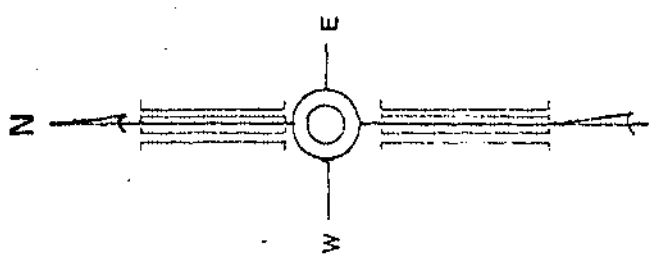


FIGURA 2 UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO

### 3.1.3. Geología.

En el estado de Hidalgo, las rocas más antiguas que afloran son las de formación calnaí y guacamaya del paleozoico superior; las cuales se presentan en el interior de la Sierra Madre Oriental.

En el área de estudio, se encuentran pizarras arcillosas de color gris, blancas, amarillas y rojas, principalmente en la barranca de San Pablo del municipio de Acatlán.

Rocas ígneas del terciario, cubren importantes extensiones del municipio de Tulancingo, encontrándose granulitas, dioritas, cuarcíferas, andesitas y otras. (20)

### 3.1.4. Hidrología.

Destaca en el valle el río Tulancingo, cuyas aguas son captadas en la presa "La Esperanza" para ser utilizadas en el riego de la superficie que conforma el Distrito de Riego 028.

También se tiene la laguna de "Zupitlán", ubicada en el municipio de Acatlán, cuya agua también es utilizada para regar áreas agrícolas y para la cría de peces. (17)

COMITÉ DE ASESORIA TÉCNICA DE AGRICULTURA

### 3.1.5. Clima.

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificada por García (4), el clima en la región está clasificado como  $(CW''_1)$  (W) b (i) g. Lo que significa que pertenece al grupo de climas templados subhúmedos con lluvias en verano; temperatura media para el mes más frío entre  $-3$  y  $18^\circ\text{C}$ , la precipitación del mes más húmedo, en la mitad caliente del año (primavera - verano), es por lo menos diez veces mayor que la del mes más seco; la precipitación del mes más seco es menor de 40 mm, y la precipitación anual, es mayor que la que constituye el límite de los climas secos B y menor que el límite de los climas (CM) con un coeficiente p/t menor de 43.2.

A continuación se describen los símbolos que caracterizan a este clima:

$(CW''_1)$  = Clima templado subhúmedo con lluvias en verano, es el más seco de los subhúmedos, con coeficiente p/t menor de 43.2.

W'' = Indica que hay dos estaciones lluviosas separadas por una temporada corta de sequía en el verano (sequía intraestival) y una larga en la mitad fría del año (invierno-primavera).

- W = Lluvia invernal menor del 5% de la anual.
- b = Templado con verano fresco largo, temperatura media del mes más frío entre 3 y 18°C y temperatura media del mes más caliente entre 6.5 y 22°C.
- i = Poca oscilación mensual de las temperaturas medias, entre 5 y 7°C.
- g = Que el mes más caliente ocurre antes del solsticio de verano. (22)

#### 3.1.5.1. Precipitación.

Para describir las características de precipitación pluvial en el área de estudio, se cuenta con datos proporcionados por tres estaciones climatológicas (cuadro 1), las medias mensuales y anuales para cada una de las estaciones, así como el promedio en la zona de estudio se muestra en el (cuadro 2), observándose gran uniformidad en la precipitación media anual para cada municipio, teniendo en promedio el área de estudio 565 mm anuales. Así mismo se observa que la máxima precipitación ocurre entre los meses de abril a octubre, siendo septiembre para la zona de estudio el mes que registra mayor precipitación (104.7 mm) y febrero el mes con menor registro (5.9 mm).

CUADRO 1  
 UBICACION DE LAS ESTACIONES CLIMATOLOGICAS EN EL AREA DE ESTU  
 DIO

ESTACION/MUNICIPIO	A.S.N.M.	COORDENADAS	
		LAT. NORTE	LONG. OESTE
Tulancingo	2,222	20° 05'	98° 22'
Acatlán	2,130	20° 09'	98° 26'
Santiago	2,236	20° 02'	98° 23'

FUENTE: S.A.R.H. Subdirección de Hidrología. (22)



Es importante definir los períodos secos y húmedos en base a estadísticas de precipitación y temperatura observados en los (cuadros 2 y 3), para lo cual se presenta en la figura 3, el climográfico de Gaussen, en el cual se puede observar que los meses de abril a octubre son húmedos, y los meses de noviembre a marzo son secos. En los meses húmedos se concentra el 89% de la precipitación total registrada en la zona de estudio; lo cual es beneficioso, ya que en esta época el cultivo está en pleno desarrollo.

En la figura 4 se observa que en la región de estudio, en ningún momento la precipitación llega a ser mayor que la lámina evaporada, aunque existe una gran disminución en la evaporación de mayo a julio; ésta tiende de nuevo a subir entre julio y agosto precisamente cuando se presenta la canícula (sequía intraestival) y coincide generalmente con el período de floración del maíz.

Lo anterior puede explicar el parqué, cuando se tenga una precipitación anual aceptable para el cultivo del maíz; éste presenta bajos rendimientos.

CUADRO 2

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL Y ANUAL Y PORCENTAJE DE LLOVIA REGISTRADA DE ABRIL A OCTUBRE, EN LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS DEL AREA DE ESTUDIO DE UN PERIODO DE 12 A 27 AÑOS.

ESTACION	M E S E S												% P.P.	
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL	ABR. - OCT.
Tulancingo	9.5	7.2	11.0	29.2	49.8	91.0	62.7	68.7	127.3	53.1	23.4	10.1	543.0	88.7
Acatlán	8.3	4.1	17.8	33.1	59.0	100.0	76.7	79.1	93.6	61.7	10.1	6.4	551.0	91.4
Santiago	8.6	6.3	30.8	32.1	63.6	104.6	92.4	93.4	93.2	57.3	20.9	7.4	600.6	88.0
Promedio	8.8	5.9	19.9	31.5	57.5	98.7	77.3	71.1	104.7	57.4	18.1	8.0	564.9	89.4

FUENTE: S.AR.H., Subdirección de Hidrología. (22)

### 3.1.5.2. Temperatura.

En la zona de estudio, la temperatura media es de 15°C, lo cual se puede observar en el cuadro 3 indicándonos que el mes más cálido es mayo con 17.8°C y el mes más frío es enero con 11.0°C, ésto nos indica la uniformidad de la temperatura, ya que la diferencia entre el mes más cálido y el mes más frío es sólo de 6.8°C. (22)

### 3.1.5.3. Heladas.

Se consideran heladas normales aquellas que ocurren entre los meses de noviembre a enero, desafortunadamente para el agricultor esporádicamente se presentan heladas tempranas en el mes de septiembre, causando graves daños al cultivo (siniestro total generalmente), ya que en esta época el maíz se encuentra en llenado de grano. (22)

CUADRO 3

TEMPERATURA MEDIA MENSUAL EN °C PARA LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO DE UN PERÍODO DE 12 A 27 AÑOS

ESTACION	M E S E S												PROMEDIO
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Tulancingo	12.0	13.3	15.8	17.1	17.3	17.1	16.1	16.1	15.5	14.2	13.0	12.0	15.0
Acatlán	10.7	11.6	14.5	15.6	17.3	15.6	14.9	14.9	14.6	13.5	12.0	12.7	14.0
Santiago	12.8	13.5	16.8	17.9	18.9	17.5	16.6	16.5	16.5	15.2	13.8	13.0	15.8
Promedio	11.0	12.8	15.7	16.9	17.8	16.7	15.9	15.8	15.5	14.3	12.9	12.6	14.9

FUENTE: S.AR.H. Subdirección de Hidrología. (22)

C L A V E

- PRECIPITACION
- - - TEMPERATURA
- MESES HUMEDOS
- ▨ MESES SECOS

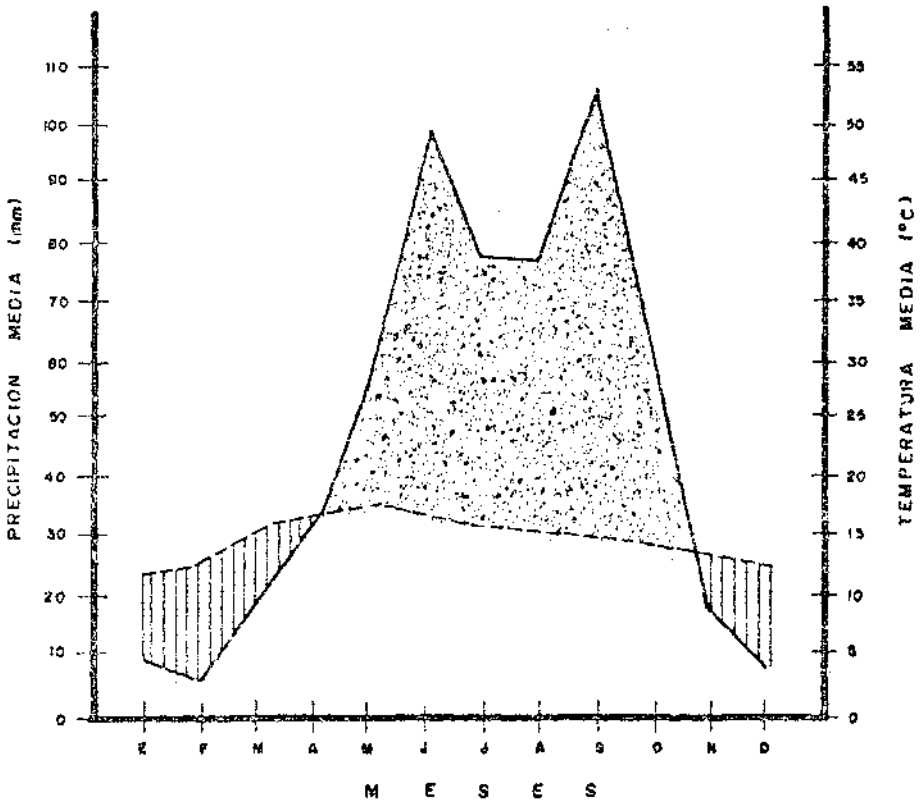


FIGURA 3 CLIMOGRAFICO DE GAUSSEN. PRECIPITACION Y TEMPERATURA MEDIA PARA LA ZONA DE ESTUDIO. 1990

C L A Y E

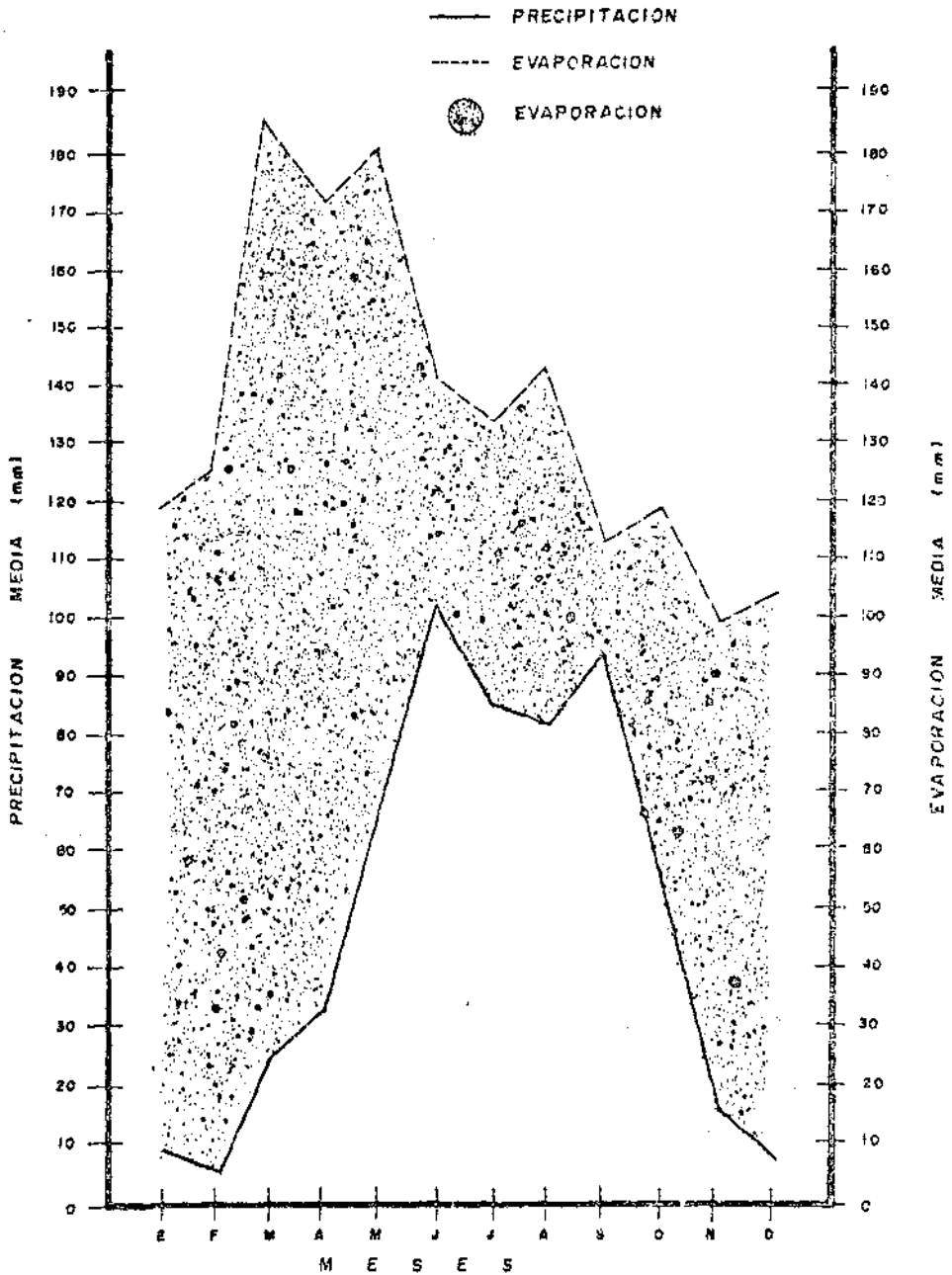


FIGURA 4 REGIMEN DE PRECIPITACION Y EVAPORACION PARA LA ZONA DE ESTUDIO 1990.

También se llegan a presentar heladas consideradas como tardías que ocurren en los meses de abril a junio, variando la intensidad del daño desde parcial a total; existiendo en esta etapa la alternativa para el productor por algún otro cultivo precoz (cebada o frijol), cuando el daño es total.

En el cuadro 5 se presentan estadísticas de este factor en él se puede observar que el período libre de heladas es muy corto (mayo - agosto) y los meses que presentan mayor número de días con heladas son de noviembre a febrero; siendo enero el mes con mayor incidencia (7 días).

Acatlán presenta el mayor número de días con heladas al año (33.8) y el promedio general para la zona de estudio es de 27 días al año. (22)

#### 3.1.5.4. Granizadas.

Este factor en la zona de estudio se presenta esporádicamente y su daño no se ha considerado económicamente importante; en un período de 11 a 27 años el número de días con granizadas no rebasa los tres (22).

CUADRO 5

PROMEDIO DE HELADAS MENSUALES (DIAS) EN TRES ESTACIONES CLIMATOLOGICAS DE LA REGION DE  
ESTUDIO PARA UN PERIODO DE 11 A 27 AROS

ESTACION	M E S E S												ANUAL
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Tulancingo	4.07	3.46	0.88	0.37	0.19	0.00	0.00	0.11	0.11	2.42	3.88	4.8	20.29
Acatlán	9.64	8.00	1.91	0.64	0.00	0.09	0.00	0.25	1.08	1.33	4.58	6.33	33.85
Santiago	7.31	5.69	1.38	1.08	0.08	0.00	0.00	0.00	0.62	0.69	4.23	5.69	26.77
Promedio	7.01	5.72	1.39	0.70	0.09	0.03	0.00	0.12	0.60	1.48	4.23	5.61	2.25

FUENTE: S.A.R.H., Subdirección de Hidrología. (22)



### 3.1.5.5. Vientos

Estos son un problema considerable, provienen principalmente del noroeste, afectando principalmente a las partes más altas originando fundamentalmente el acame en la planta.

Cuando el acame se presenta en las primeras etapas del cultivo es factible que éste se recupere; pero cuando éste sucede en la etapa de llenado del grano o cuando el maíz se encuentra en estado masoso, es seguro que se tengan problemas, ya que en el primer caso seguramente no se tendrá mazorca y en el segundo el maíz quedará expuesto a la humedad del suelo, provocando pudriciones o ataques de roedores; reflejándose al final en una disminución del rendimiento. (22)

### 3.1.6. Suelos.

El área de génesis, morfología y clasificación de suelos del centro de edafología del Colegio de Postgraduados, realizó en (1981) un levantamiento fisiográfico de la república mexicana. Este levantamiento ubica a la región de estudio en la provincia H, g<sup>2</sup>.

La provincia H corresponde al eje neovolcánico y la región g<sup>2</sup> a Tulancingo, en esta región predominan las siguientes formas del suelo: montañas y cordilleras con crestas ra-

mas, algunos valles, planicies, cañadas, barrancas y volcanes.

De acuerdo a la clasificación FAO-UNESCO, los suelos predominantes en esta provincia y región terrestre son: andosol vítrico, regosol eutrico, litosol, andosol, humico y podsol léptico; teniendo mayor extensión el primero.

Los suelos andosol vítrico se caracterizan por haberse formado a partir de cenizas volcánicas, son profundos, fijadores de fósforo, presentan buen contenido de materia orgánica susceptible a la erosión, predomina el color negro o muy oscuro, aunque en ocasiones presentan coloraciones claras o rojas.

Los suelos eutricos se caracterizan por ser superficiales y muy susceptibles a la erosión.

Los podsoles se caracterizan por ser suelos claros y presentar acumulación de hierro, aluminio y humus en el subsuelo.

### 3.1.7. Vegetación.

La vegetación predominante varía de acuerdo a la posición fisiográfica que se tiene; encontrándose en las zonas planas y bajas del valle, matorral desértico rosetófilo; mientras que en las partes altas encontramos bosques de pino encino, principalmente. (20)

### 3.1.8. Fauna

La fauna está íntimamente ligada con la vegetación existente, ya que en la zona con escasa vegetación (matorral) encontramos pocas especies; entre ellas: la liebre y el conejo, que se alimentan básicamente de cebada. En la zona boscosa de buena vegetación encontramos, ardillas, liebre, lagartijas, víboras, etc. (20)

## 3.2. ASPECTOS SOCIOECONOMICOS

### 3.2.1. Población

En base al censo general de población y vivienda de (1990), en el cuadro 6 se observa que el total de población económicamente activa de la zona de estudio dedicada a labores agropecuarias, es de 5 371 habitantes, siendo el municipio de Acatlán con 2 345 habitantes el que presenta mayor porcentaje de gente dedicada a la actividad agropecuaria.

### 3.2.2. Tenencia de la tierra.

En la región existen tres tipos de tenencia de la tierra: pequeñas propiedades, ejidos y comunidades agrarias.

## CUADRO 6

SUPERFICIES, POBLACION TOTAL Y POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA  
SECTOR PRIMARIO POR MUNICIPIO EN LA ZONA DE ESTUDIO

MUNICIPIO	SUPERF. TOTAL (km2)	POBLACION TOTAL NO. DE HABITANTES	POB. ECON. ACTIVA		
			TOTAL	PRIM.	PORC.
Tulancingo	290	92 570	27 865	2 393	8.6
Acatlán	175	16 404	4 099	2 345	57.2
Santiago	90	18 048	5 126	633	12.3
Total	555	127 022	37 090	5 371	14.5

Censo General de Población y Vivienda 1990. INEGI.

Las pequeñas propiedades están conformadas por un número pequeño de productores con grandes extensiones de terreno, - consideradas como productivas, al generar excedentes; los ejidos y comunidades agrarias con un gran número de productores con escasa superficie de tierra que producen en su gran mayoría para autoconsumo. (17)

### 3.2.3. Educación.

Referente a la educación, en esta zona existe el problema de un alto porcentaje de analfabetas; lo que se pueda observar en el cuadro 7, donde se presentan datos referentes a este sector.

## 3.3. MATERIALES

### 3.3.1. Materiales físicos.

Se utilizó la urea (46% N) como fuente de nitrógeno, el superfosfato de calcio triple (46%  $P_2 O_2$ ) como fuente de fósforo y el cloruro de potasio ( $K_2O$  60%) fuente potásica.

### 3.3.2. Materiales genéticos.

Se sembraron los mejorados H30, VS 22.

CUADRO 7  
 CARACTERISTICAS EDUCATIVAS DE LA POBLACION EN 1990 POR MUNICI  
 PIO EN LA ZONA DE ESTUDIO

MUNICIPIO	POBLACION TOT. NO. HABITANTES	POBLACION	POBLACION QUE DO
		ALFABETA 15 A +	MINA UNA LENGUA INDIGENA 15 A +
Tulancingo	92 570	49 204	3 773
Acatlán	16 404	6 102	81
Santiago T.	18 048	9 473	121

Censo General de Población y Vivienda 1990. INEGI.

### 3.4. METODOS

#### 3.4.1. Metodología experimental.

En vista de que se programó establecer dos experimentos solamente en el área del valle, se tuvo sumo cuidado en el momento de elegir los sitios experimentales; por tal motivo se usaron los siguientes criterios, con el fin de lograr mayor representatividad de cada área en estudio:

1. Posición fisiográfica común.
2. Situación de manejo frecuente.
3. Condición de clima predominante.
4. Coloración del suelo más común.
5. Cultivo principal maíz.

Posteriormente se recorrieron las dos áreas encontrando que el ejido "La Lagunilla" municipio de Tulancingo y la colonia "Agustín Olvera" del municipio de Acatlán, eran localidades que reúnan los requisitos mencionados anteriormente.

Por último, se eligió el sitio experimental más apropiado de cada localidad; se platicó con los respectivos productores para que colaboraran en el desarrollo de esta investigación, al proporcionar una parte de su terreno y ejecutar algunas labores de cultivo.

### 3.4.1.1. Matriz y diseño experimental

Teniendo los factores y niveles de cada factor seleccionados, fue necesario buscar un esquema para generar los diferentes tratamientos que debían ser estudiados lo cual se encontró en la matriz experimental Baconiana o de un sólo factor, tomando en consideración que dicha matriz es utilizada normalmente cuando se carece de información.

Referente al diseño experimental, se utilizó el de bloques completos al azar con cinco repeticiones. (Para su instalación en el campo).

### 3.4.1.2. Modelo lineal aditivo.

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + S_i + R(S)_{k(i)} + T_j + T + s_{ij} + R(S)_{xTjk(i)}$$

Donde:

$$\begin{aligned} S_i &= 1_i && s \text{ (sitios)} \\ T_j &= 1_1 && t \text{ (tratamientos)} \\ R_k &= 1_1 && r \text{ (repeticiones)} \end{aligned}$$

$$\text{Error } a = R(s)_{ki}$$



$$\text{Error } b = R(S) \times T_{jk(i)}$$

#### 3.4.1.3. Método estadístico empleado.

Cuando se tiene información generada por investigaciones realizadas en dos o más regiones y en uno o más años, y en los cuales no se tuvo variación en los tratamientos estudiados, en el diseño o matriz experimental y en los espacios de exploración, se puede considerar el conjunto de experimentos como uno sólo y es factible analizarlos estadísticamente en forma global, solamente se deben hacer algunas modificaciones al análisis estadístico normal (individual); el análisis integral servirá para conocer el comportamiento de los tratamientos estudiados en tiempo o bien, en tiempo y espacio.

Para el caso de estos experimentos donde el análisis estadístico fue en bloques completos al azar, al manejarlo en forma global se hizo necesario incluir el factor "sitio" y anidar las repeticiones dentro de sitios.

#### 3.4.1.4. Comparación de medias.

Con el fin de determinar la respuesta del maíz a los factores estudiados y conocer la significancia entre el "tratamiento" de referencia con respecto a los tratamientos estudiados, se usó como prueba de hipótesis la "Diferencia mínima -

significativa" (DMS) al 5% de probabilidad la cual es factible de usar cuando la prueba de "F" para tratamientos en el análisis de varianza es significativa y cuando se requiere hacer comparaciones entre medios adyacentes, donde se tiene como punto de comparación a un tratamiento estándar el cual es comparado con otros tratamientos.

En nuestro caso el tratamiento estándar fue el de "referencia" cuya media de tratamiento se comparó diferencialmente con las medias de cada tratamiento, aquellas que igualaron o rebasaron el valor obtenido de la D.M.S. se consideraron significativas al nivel de probabilidad adoptado y a esos niveles como posibles tratamientos óptimos; la fórmula usada para obtener dicho valor fue la siguiente:

$$DMS = t \frac{2 s^2}{r}$$

Donde:

$S^2$  = Cuadrado medio del error

$r$  = Número de repeticiones

$t$  = Valor tabular de "t" para los grados de libertad del error.

### 3.4.1.5. Factores estudiados y espacios de exploración.

De acuerdo a la información recabada en recorridos de campo y revisión bibliográfica, se llegó a la conclusión que no existe para la zona de estudio, alguna evidencia experimental sobre la respuesta de los factores de la producción; por esa razón se seleccionaron cinco factores para ser estudiados, los cuales se consideraron los más importantes para la realización de este trabajo. Ver cuadro 8.

## 3.5. DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

### 3.5.1. Establecimiento de los experimentos.

La siembra de los experimentos se efectuó una vez establecido el temporal; lo cual sucede normalmente en los meses de abril o mayo; ésta se realizó con pala, depositando de tres a cuatro semillas por golpe y a la vez se hizo la primera fertilización de acuerdo a los tratamientos estudiados. La distancia entre matas fue de 50 cm y entre surcos de 80 a 90 cm, la parcela total constó de dos surcos de seis metros de largo utilizándose como parcela útil la misma, eliminando solamente la primera y última mata de cada surco; los genotipos usados fueron la semilla criolla regional y los mejorados VS-22; por último se dió un paso con una "viga" con el fin de borrar el surco y conservar la humedad del suelo, ésta última -

CUADRO 8  
FACTORES ESTUDIADOS Y ESPACIOS DE EXPLORACION

FACTORES	ESPACIOS DE EXPLORACION
Nitrógeno	20 - 60* - 100 - 140 kg/ha
Fósforo	00 - 30* - 60 - 90 kg/ha
Potasio	00* - 30 - 60 - kg/ha
Densidad de población	30 - 40* - 50 - 60 Miles - plantas /ha
Genotipos	*Criollo - H-30-VS 22

\*Tratamiento de referencia.

práctica se realizó tradicionalmente por los agricultores de esta región.

Emergida la planta se revisó que no existieran fallas en la nacencia, de lo contrario proceder a resembrar; posteriormente a los 40 ó 60 días después de la siembra aproximadamente, se llevaron a cabo (por parte de los productores) la primera y segunda escarda respectivamente, con el fin de arrimar tierra a las plantas, eliminar las malezas existentes y tapar el fertilizante programado para ser aplicado en esas etapas; posteriormente a la primera escarda se hizo un aclareo para dejar solamente las plantas necesarias de acuerdo a la densidad de población planeada.

Durante el desarrollo del cultivo, se visitaron periódicamente los experimentos con el fin de llevar a cabo las labores mencionadas.

### 3.5.2. Cosecha de los experimentos.

Cuando el maíz llegó a su madurez fisiológica se cuantificó la población real de plantas; se calificaron, cuantificaron y pesaron las mazorcas de cada parcela; se tomó el contenido de humedad del grano a la cosecha, con el fin de estimar el rendimiento del maíz por hectárea, ajustando al 14% de humedad comercial; por último, este rendimiento considerado ex-

perimental se multiplicó por un factor de "0.8" el cual es -  
usado para ajustar dicho rendimiento experimental a un rendi-  
miento comercial semejante al que obtienen con su manejo los  
productores.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1. ANALISIS DE VARIANZA

Transformados los rendimientos de grano por parcela se convirtieron a kg/ha, se realizó el análisis de varianza global para la variable rendimiento grano, cuyos resultados se presentan en el cuadro 9; en él se puede observar que el efecto de todas las fuentes de variación de este experimento, fue altamente significativo.

Con respecto al factor sitio, el resultado del análisis indica que las dos localidades donde se establecieron los ensayos de campo son estadísticamente diferentes, esto se reflejó en el rendimiento medio obtenido en cada una de ellas; para Tulancingo se alcanzó un rendimiento promedio de 4183 kg/ha, mientras que en Acatlán sólo se tuvo un rendimiento promedio de 2358 kg/ha. (Cuadro 10).

La significancia que existió entre tratamientos se debe básicamente a que se tuvieron cerca de dos toneladas por hectárea de diferencia entre tratamientos contrastantes (13 VS--16 para Tulancingo); lo que indica que cuando menos dos de los tratamientos estudiados son estadísticamente diferentes.

CUADRO 9

ANALISIS DE VARIANZA GLOBAL (PARA AMBAS LOCALIDADES) PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO GRANO  
1990

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. TABULADA	
					5%	1%
S	1	133255324.59	133255324.59	303.13**	5.32	11.26
ERROR a	8	16545095.44	2068136.80			
T	15	24594201.40	1639613.40	3.73**	1.72	2.15
SXT	15	14237489.73	949165.93	2.16**	1.72	2.15
ERROR b	120	52751328.72	439594.41			

C.V. = 20.27%

N.S. = Diferencia no significativa

\* = Diferencia significativa

\*\* = Diferencia altamente significativa



Por último, la significancia que presentó la interacción sitios por tratamiento, indica que éstos últimos tuvieron una respuesta diferente en cada una de las localidades, lo que obliga a discutir el efecto de los tratamientos sobre el rendimiento del maíz por localidad y no en forma global.

#### 4.2. COMPARACION DE MEDIAS

Para apoyar la discusión sobre la respuesta del maíz a los factores estudiados, se presenta en el cuadro 10 los rendimientos comerciales obtenidos para cada tratamiento por localidad y en forma global, así como la D.M.S., calculada para cada caso, con la cual se hicieron las comparaciones entre medias de rendimiento para determinar la significancia.

El procedimiento para determinar el grado de significancia entre tratamientos, se hizo obteniendo el diferencial entre la media de rendimiento del tratamiento de referencia contra la media de rendimiento de cada uno de los tratamientos estudiados, comparando finalmente dicho diferencial con la D.M.S., calculada; cuando este rebasó el valor calculado de la D.M.S., se consideró significativo al nivel de probabilidad adoptado.

CUADRO 10

MEDIAS DE RENDIMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS DEL EXPERIMENTO

TRAT.	N kg/ha	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	k <sub>2</sub> O kg/ha	D.P. M.P./ha	GENOTIPO	RENDO. MEDIO kg/ha		
						TULANCINGO	ACATLAN	GLOBAL
1	60	30	00	40	C.R.	4480	2040	3260
2	20					3756 N.S.	1630 N.S.	2693 N.S.
3	100					4017 N.S.	2987**	3502 N.S.
4	140					4510 N.S.	2924 N.S.	3717 N.S.
5	60	00				4201 N.S.	1960 N.S.	3081 N.S.
6		60				4507 N.S.	2861 N.S.	3684 N.S.
7		90				4192 N.S.	2591 N.S.	3392 N.S.
8		30	30			3701**	2706 N.S.	3204 N.S.
9			60			4180 N.S.	2745 N.S.	3463 N.S.
10			00	30		3685**	2385 N.S.	3035 N.S.
11				50		4766 N.S.	2652 N.S.	3709 N.S.
12				60		4186 N.S.	2866 N.S.	3526 N.S.
13				40	H-30	5116 N.S.	1882 N.S.	3499 N.S.
14					VS-22	4892 N.S.	2185 N.S.	3539 N.S.
15	00	00	00	40	C.R.	3551**	1700 N.S.	2626**
16	00	00	00	30	C.R.	3189**	1612 N.S.	2401**
Promedios						4183	2358	3271
D.M.S. 5% (kg/ha)						742	925	587

i Tratamiento de referencia

N.S. Tratamiento no significativos con respecto al tratamiento i

\*\* Tratamientos significativos con respecto al tratamiento i

Para el factor nitrógeno se puede observar que en la localidad de Tulancingo no se tuvo significancia entre los niveles estudiados, presentando el nivel de referencia (60 N) un rendimiento medio de 4,480 kg/ha, siendo superado únicamente por el nivel 140 N con sólo 30 kg más.

En la localidad de Acatlán los niveles 100 y 140 N fueron los que obtuvieron los mayores rendimientos con 2987 y 2924 kg/ha respectivamente, donde sólo el primer nivel fue significativo una vez que superó al de referencia por 947 kg, siendo el valor de la D.M.S. para este caso 925 kg.

Los resultados anteriores indican que para la localidad de Tulancingo, la mejor alternativa con respecto al factor nitrógeno es el nivel correspondiente al tratamiento de referencia, mientras que para Acatlán la mejor alternativa la presenta el nivel 100, ya que obtuvo un mayor rendimiento con respecto al de referencia y porque el diferencial de estos dos fue significativo; el nivel 140 N no puede competir con el 100 N, ya que fue superado por éste en rendimiento y porque el uso de este nivel representa un gasto mayor. Por último, para ilustrar gráficamente la respuesta del maíz al factor nitrógeno en la zona de estudio (global), se presenta la figura 5 en la cual se puede observar como el rendimiento tuvo una respuesta ascendente al incrementar el nivel de nitrógeno aplicado, siendo el nivel 140 N el que presenta el mayor ren-

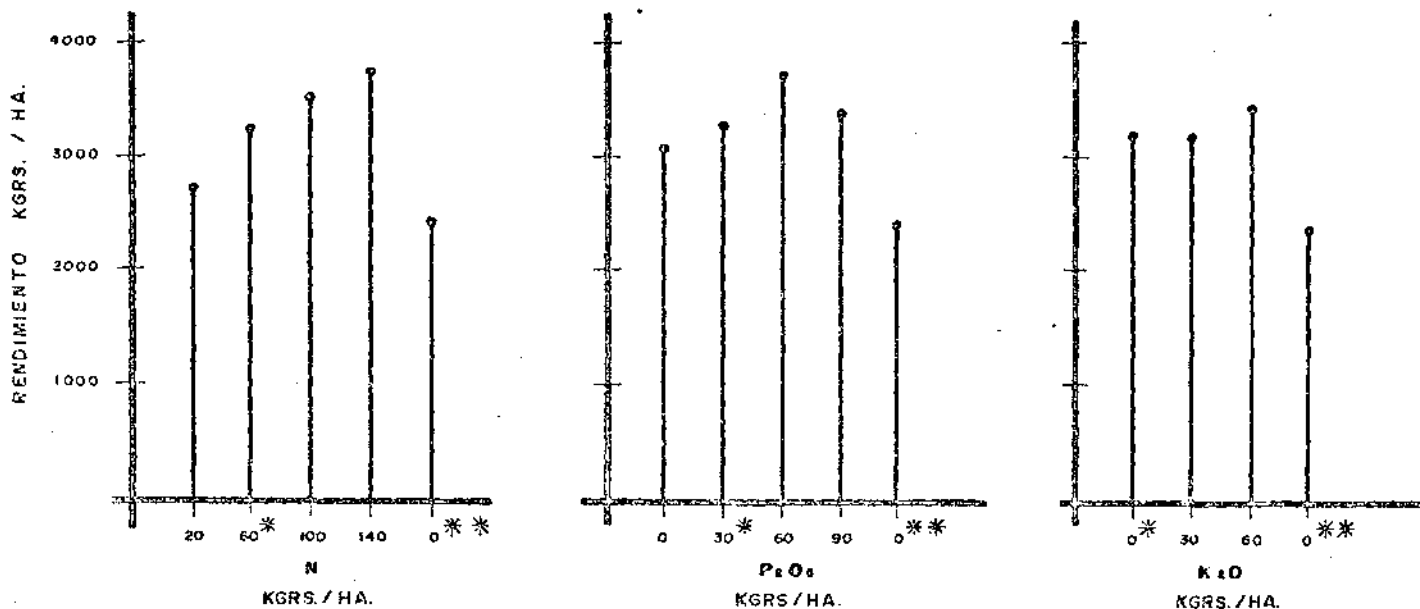


FIGURA 5 RESPUESTA GRAFICA DEL MAIZ DE TEMPORAL A LA FERTILIZACION NITROGENADA, FOSFATADA Y POTASICA, PARA LA ZONA DE ESTUDIO. 1990.

\* TRATAMIENTO DE REFERENCIA.  
 \*\* TRATAMIENTO TESTIGO ABSOLUTO.

dimiento sin ser ésto significativo con respecto al tratamiento de referencia; también se puede observar que el tratamiento testigo absoluto (sin fertilizante) se asocia con el menor rendimiento, el cual si es significativo con respecto al de referencia, lo que indica que el factor nitrógeno es limitante en la zona de estudio para la producción de maíz.

Referente al factor fósforo, la respuesta del maíz a los niveles estudiados no fue significativa en ambas localidades; para Tulancingo con el nivel de referencia ( $30 P_2 O_5$ ) se obtuvo un rendimiento medio de 4480 kg/ha, el cual fue superado únicamente por el nivel  $60 P_2 O_5$  con un incremento mínimo en rendimiento de 27 kg, por otra parte, es importante mencionar que la diferencia existe entre el nivel de referencia y el nivel  $0 P_2 O_5$  fue muy estrecha, ya que este último se vio superado por sólo 279 kg, lo que en un momento dado no justificaría la aplicación de este elemento.

Para la localidad de Acatlán la respuesta que tuvo el maíz a este factor difiere completamente a la que se tuvo en Tulancingo, ya que en este caso el nivel de referencia fue superado por los niveles  $60$  y  $90 P_2 O_5$ , los cuales tuvieron un rendimiento medio de 2851 y 2591 kg/ha, respectivamente, sólo que en ningún caso el efecto fue significativo; cabe mencionar que la diferencia obtenida entre el nivel de referencia y el nivel  $60 P_2 O_5$  fue de 821 kg y aunque no fue significativa se acerca bastante al valor de la D.M.S., calculada, el cual

de 925 kg, ésto último hace pensar que el nivel  $60 P_2 O_5$  sea el más factible para esta localidad.

Resumiendo los resultados presentados anteriormente, se puede deducir lo siguiente: como la respuesta del maíz al factor fósforo no fue muy clara en la localidad de Tulancingo, - ya que las diferencias obtenidas para cada nivel respecto al de referencia fueron mínimas, es necesario seguir manejando - los mismos niveles en la siguiente fase de experimentación; - para Acatlán la respuesta obtenida fue mucho más clara, ya - que se puede observar como el nivel  $60 P_2 O_5$  es el que ofrece la mejor actividad.

Para terminar se puede observar en la figura 5 la res -- puesta gráfica del maíz al factor fósforo para la región estu -- dio, en la cual se aprecia como en forma global la respuesta del maíz a los niveles estudiados es muy clara, y aunque no - hubo significancia entre ellos con respecto al nivel de refe -- rencia, se ve la tendencia del nivel  $60 P_2 O_5$  de ser el posi -- ble tratamiento óptimo.

Para el factor potasio, la respuesta del maíz a los nive -- les estudiados fue diferente en cada localidad, ya que para - Tulancingo no hubo respuesta a este factor, una vez que el - factor de referencia ( $0 K_2O$ ) con 4480 kg/ha, superó a los ni -- veles 30 y  $60 K_2O$  por 779 y 300 kg respectivamente, siendo so

lamente significativo el primer nivel; mientras que en Acaatlán, el nivel de referencia se vio superado por los niveles 30 y 60  $K_2O$  con 666 y 705 kg, de diferencia respectivamente, sin llegar a ser significativa; sin embargo es evidente la tendencia que mostró el maíz a responder positivamente a la aplicación de potasio en esta localidad.

Con lo anterior, se puede deducir que para Tulancingo es suficiente la fertilización nitrogenada y fosfatada para llegar a obtener un buen rendimiento; y para Acatlán, aparte de la fertilización con nitrógeno y fósforo, se proyecta como buena alternativa la aplicación de potasio para complementar la dosis que lleva a obtener un mayor rendimiento.

En la misma figura 5 se presenta la respuesta gráfica del maíz al potasio, en la cual se observa que en forma global, las diferencias obtenidas entre los niveles estudiados son muy pequeñas, pero existe cierta tendencia de respuesta del cultivo sobre este factor; debido a que en un sólo ciclo es difícil llegar a obtener una recomendación definitiva para la variación que se tiene en temporal en cuanto a condiciones climáticas, se hace necesario volver a explorar la respuesta de este factor sobre el maíz.

La respuesta que tuvo el maíz a los niveles estudiados relacionados con el factor densidad de población fue la siguiente: mayor rendimiento con 4766 kg/ha, superando al de referen

cia (40 D.P.) con 286 kg, dicha referencia fue significativa; a su vez, el nivel de referencia superó a los niveles 30 y 60 D.P. con 795 y 294 kg, respectivamente, siendo significativo sólo el efecto del primer nivel.

En la localidad de Acatlán la respuesta no fue muy clara, ya que todos los niveles estudiados (el menor inclusive) aunque no significativamente, superaron al nivel de referencia, siendo en este caso el nivel 60 D.P., el que obtuvo el mayor rendimiento con 2866 kg/ha, superando al de referencia con 826 kg, la duda nació debido a que el comportamiento del rendimiento del maíz sobre la densidad de población era ascendente, a medida que se incrementaba la cantidad de plantas; sin embargo, el nivel 30 D.P., que es el más bajo en estudio, superó al de referencia con 345 kg.

Todo lo anterior hace pensar que la mejor alternativa para Tulancingo en cuanto a densidad de población, fluctúa entre los 40 y 50 mil plantas por hectárea, mientras que para Acatlán, realmente no se puede predecir con bases que presente la mejor alternativa debido a que la respuesta que tuvo no fue la más precisa posible; por tal motivo se propuso volver a estudiar estos mismos niveles en la siguiente etapa de experimentación con el fin de precisar los resultados obtenidos.



Con el fin de mostrar el comportamiento gráfico del maíz sobre la densidad de población se presenta la figura 6, en ella se puede observar que en forma global para la zona de estudio, el nivel 50 D.P., es el que ofrece el mayor rendimiento; pero debido a que el presente trabajo se desarrolló bajo condiciones de temporal, no se descarta la posibilidad de que al momento de optimizar el efecto de este factor, el tratamiento óptimo corresponde a un nivel más bajo.

Respecto al nivel genotipo para la localidad de Tulancingo, los mejorados de temporal H-30 y VS-22 obtuvieron un rendimiento de 5116 y 4892 kg/ha, con el cual superaron al criollo (de referencia) con 636 y 412 kg, respectivamente, sólo que esta diferencia no fue significativa al no rebasar el valor de la D.M.S., calculada que fue de 742 kg.

Para la localidad de Acatlán, el criollo con 2040 kg/ha, superó al H-30 con 158 kg, mientras que fue superada por el VS-22 con una diferencia mínima de 145 kg.

La respuesta obtenida para Tulancingo indica que los mejorados pueden competir favorablemente con el criollo, mientras que en Acatlán sucedió lo contrario al no mostrar los genotipos mejorados un potencial mayor del rendimiento.

Finalmente, en la figura 6 se presenta gráficamente la respuesta que tuvieron los genotivos en la región de estudio,

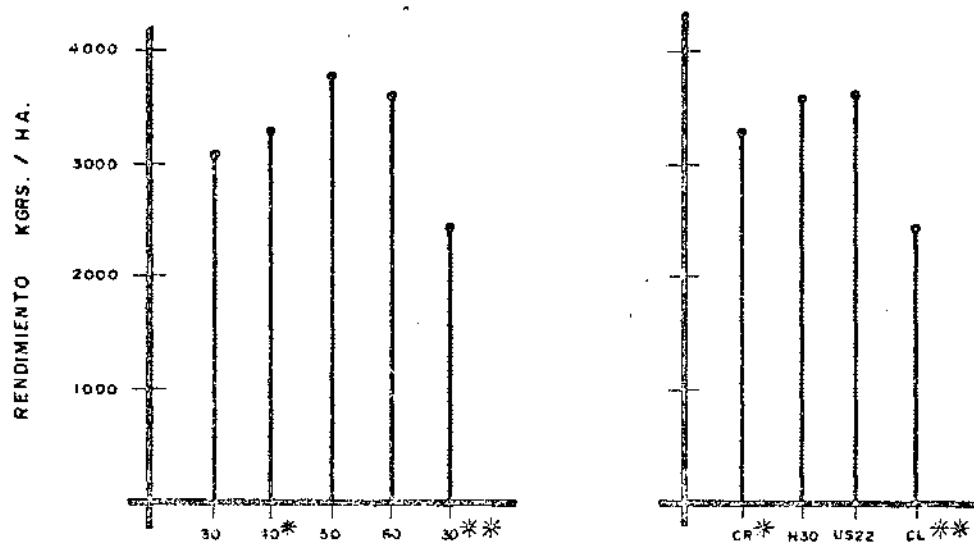


FIGURA 6

RESPUESTA GRAFICA DEL MAIZ DE TEMPORA A LA DENSIDAD DE POBLACION Y GENOTIPO EN LA ZONA DE ESTUDIO. 1990

\* TRATAMIENTO DE REFERENCIA.  
 \*\* TRATAMIENTO TESTIGO ABSOLUTO.

en la cual se aprecia que el rendimiento obtenido por las variedades mejoradas superaron mínimamente al criollo; por tal motivo se recomienda estudiar genotipos mejorados en subsecuentes trabajos para detectar a un mejor genotipo que llegue a tener un potencial de rendimiento mayor al obtenido por los criollos.

#### 4.3. ANALISIS ECONOMICO

Con fines de obtener una dosis óptima económica de fertilización con los resultados del experimento, se utilizó el método propuesto por Perrin et al (13) (1975) que básicamente consiste en hacer una interpretación desde el punto de vista económico de los resultados que se obtengan en cualquier tipo de matriz de tratamiento y el cual se menciona en el capítulo de revisión literata.

Primeramente se calcularon los costos variables de los tratamientos. (El capital empleado exclusivamente para la aplicación del fertilizante.

Están dados por la función:

$$CV = nN + pP + k^k$$

En donde:

CV = Costos variables

n = Costo real de 1 kg de nitrógeno aplicado.

N = kg de nitrógeno por ha, que constituye el tratamiento.

p = Costo real de 1 kg de fósforo ( $P_2O_5$ ).

P = kg de fósforo ( $P_2O_5$ ) por ha, que constituye el tratamiento.

k = Costo real de 1 kg de potasio ( $K_2O$ ).

K = kg de potasio/ha, que constituye el tratamiento.

Este primer cálculo se presenta en el cuadro 1A del apéndice de acuerdo a los precios vigentes en el mercado en el mes de abril de 1990.

La fuente de nitrógeno usada fue urea (46.0% de N) cuyo costo por ton, fue de \$ 308,465.00, lo que arrojó un costo de \$ 670.52 por kg de nitrógeno; como fuente de fósforo se usó el super fosfato de calcio triple (46.0% de  $P_2O_5$ ) siendo el

costo por ton de \$ 418,102.00, lo que dió un costo por kg de  $P_2O_5$  de \$ 903.91.

Como fuente de potasio se usó el cloruro de potasio ( $K_2O$ ) 60% siendo el costo por ton. \$ 600,000.00, dando un costo por kg de \$ 1,000.

Una vez determinado los costos variables se efectuó el cálculo del beneficio bruto, multiplicando el rendimiento de los tratamientos por el precio del maíz y se le resta el valor de los costos variables para obtener el beneficio neto, los resultados se presentan en los cuadros 11 y 12.

Con los tratamientos no dominados, se realiza el análisis marginal, presentado en los cuadros 13 y 14 para estimar la tasa de retorno marginal.

Para Tulancingo, primeramente se estimó el incremento marginal en beneficio neto, en el tratamiento analizado en los 70,822.8 que se invirtieron en el tratamiento (60-00-00) sería de \$ 1'420,532.2 - \$ 1'260,605.3 - \$ 159,926.9 el próximo incremento posible de inversión es gastar \$ 115,343.7 - \$ 70,822.8 = \$ 44,520.9 al adicionar 30 kg de  $P_2O_5$ /ha, nos llevaría al tratamiento 60-30-00. El beneficio marginal en beneficio neto estaría dado por \$ 1'700,836.5 - \$ 1'420,532.2 = \$ 280,304.3, cuadro 15.

CUADRO 11

CALCULO DEL BENEFICIO NETO POR TRATAMIENTO, A PARTIR DE LOS RENDIMIENTOS PROMEDIO TULAN  
CINGO

NO.	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	D.P.	GENOT.	REND. kg/ha	BENEF. BRUTO (\$)	COSTOS VARIABLES (\$)	BENEFICIO NETO (\$)
1	60	30	00	40	CR	4480	1590,400	115,343.7	1'475,056.3
2	20					3756	1333,380	60,128.5	1'265,251.5
3	100					4017	1426,035	162,558.9	1'263,476.1
4	140					4510	1601,050	209,774.1	1'391,275.9
5	60	00				4201	1491,355	70,822.8	1'420,532.2
6		60				4507	1599,985	159,864.6	1'440,120.4
7		90				4192	1488,160	204,385.5	1'283,774.5
8		30	30			3701	1313,855	163,346.1	1'150,508.9
9			60	40		4180	1483,900	211,348.5	1'272,551.5
10			00	30		3685	1308,175	115,343.7	1'192,831.3
11				50		4766	1691,930	115,343.7	1'576,586.3
12				60		4126	1486,030	115,343.7	1'370,686.3
13				40	H-30	5116	1816,180	115,343.7	1'700,836.3
14	00	30	00	40	VS-22	4892	1736,660	115,343.7	1'621,316.3
15	00	00	00	40	CR	3551	1250,605		1'260,605.3
16	00	00	00	30	CR	3189	1132,095		1'132,095.0

CUARO 12

CALCULO DEL BENEFICIO NETO POR TRATAMIENTO, A PARTIR DE LOS RENDIMIENTOS PROMEDIO ACATLAN

NO.	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	D.P.	GENOT.	REND. kg/ha	BENEF. BRUTO (\$)	COSTOS VARIABLES (\$)	BENEFICIO NETO (\$)
1	60	30	00	40	CR	2040	724,200	115,343.7	608,856.3
2	20					1630	578,650	68,128.5	510,521.5
3	100					2987	1060,385	162,558.9	897,826.1
4	140					2924	1038,020	209,774.1	828,245.9
5	60	00				1960	695,800	70,822.8	624,977.2
6		60				2861	1015,655	159,864.6	855,790.4
7		90				2591	919,805	204,385.5	715,419.5
8		30	30			2706	960,630	163,346.1	797,283.9
9			60	40		2745	974,475	211,348.5	763,126.5
10			00	30		2385	846,675	115,343.7	731,331.3
11				50		2652	941,460	115,343.7	826,116.3
12				60		2866	1017,430	115,343.7	902,086.3
13				40	H-30	1882	668,110	115,343.7	552,766.3
14	60	30	00	40	VS-22	2185	775,675	115,343.7	660,331.3
15	00	00	00	40	CR	1700	603,500		603,500.0
16	00	00	00	30	CR	1612	572,260		572,260.0

CUADRO 13  
LISTA DE LOS TRATAMIENTOS DE MAYOR A MENOR BENEFICIO NETO Y  
ANÁLISIS DE DOMINANCIA. TULANCINGO

BENEFICIO NETO (\$)	TRATAMIENTO NO.	DOSIS	COSTOS (\$) VARIABLES
1700,836.3	13	60-30-00	115,343.7
1621,316.3	14	60-30-00	115,343.7
1576,586.3	11	60-30-00	115,343.7
1475,056.3	1	60-30-00	115,343.7
1440,120.4	6	60-30-00	159,864.6*
1420,532.2	5	60-00-00	70,822.8
1391,275.9	4	140-30-00	209,774.1*
1370,686.3	12	60-30-00	115,343.7*
1283,774.5	7	60-90-00	204,385.5*
1272,551.5	9	60-30-60	211,348.5*
1265,251.5	2	20-30-00	68,128.5
1263,476.1	3	100-30-00	162,558.9*
1260,605.3	15	00-00-00	
1192,831.3	10	60-30-00	115,343.7
1150,508.9	8	60-30-30	163,346.1
1132,095.0	16	00-00-00	



CUADRO 14  
LISTA DE TRATAMIENTOS DE MAYOR A MENOR BENEFICIO NETO Y ANÁLISIS DE DOMINANCIA. ACATLAN

BENEFICIO NETO (\$)	TRATAMIENTO NO.	DOSIS	COSTOS (\$) VARIABLES
902,086.3	12	60-30-00	115,343.7
897,825.1	3	100-30-00	162,558.9*
855,790.4	6	60-60-00	159,864.6*
828,245.9	4	140-30-00	209,774.1*
826,116.3	11	60-30-00	115,343.7
797,283.9	8	60-30-30	153,346.1*
763,126.5	9	60-30-60	211,348.5*
731,331.3	10	60-30-00	115,343.7
715,419.5	7	60-90-00	204,385.5*
660,331.3	14	60-30-00	115,343.7
624,977.2	5	60-00-00	70,822.8
608,856.3	1	60-30-00	115,343.7
603,500.0	15	00-00-00	
572,260.0	16	00-00-00	
552,766.3	13	60-30-00	115,343.7
510,521.5	2	20-30-00	68,128.5

En el caso Acatlán, se hizo la misma operación, primeramente se estima el incremento marginal en beneficio neto en el tratamiento analizado en los 70,822.8 que se invierten en el tratamiento 60-00-00, sería de \$ 626,977.2 - 603,500.0 = \$ 21,477.2, el próximo incremento posible de inversión es gastar \$ 115,343.7 - 70,822.8 = \$ 44,520.9, al adicional 30 kg, de nitrógeno que nos llevaría al tratamiento 60-30-00, el incremento marginal en beneficio neto estaría dado por \$ 902,086.3 - 624,977.2 = 277,109.1 cuadro 16.

La tasa de retorno marginal se obtuvo por la relación beneficio neto marginal/costo variable marginal.

De acuerdo con Perrin et al 1976 (13), se debe fijar una tasa de retorno marginal mínima para que sea costeable la tecnología y la cual va a fijarse por las condiciones socioeconómicas de los usuarios. En este caso se fijó una tasa de retorno marginal del 100%; la cual se considera adecuada para garantizar la inversión del agricultor.

De los tratamientos que rebasen la tasa fijada, el de mayor beneficio neto determina la D.O.E., de capital y el de máxima tasa de retorno marginal determina D.O.E. de capital limitado.

Con referencia en los cuadros 15 y 16 se concluyó que el tratamiento 60-30-00, representa la dosis óptima económica para las dos zonas, Tulancingo y Acatlán; en virtud de presentar la máxima tasa de retorno marginal y el mayor beneficio neto.

CUADRO 15

LA TASA DE RETORNO MARGINAL SE OBTUVO POR LA RELACION BENEFICIO MARGINAL/COSTO VARIABLE MARGINAL. TULANCINGO

BENEFICIO NETO	NO.	TRATAMIENTO DOSIS	COSTOS VARIABLES	I.M.B.N.	I.M.C.V.	T.R.M.
1'700,836.3	13	60-30-00	115,343.7	280,304.1	44,520.9	629.60%
1'420,532.2	5	60-30-00	70,822.8	159,926.9	70,822.8	225.81%
1'260,605.3	15	00-00-00				

CUADRO 16

LA TASA DE RETORNO MARGINAL SE OBTUVO POR LA RELACION BENEFICIO MARGINAL/COSTO VARIABLE MARGINAL. ACATLAN

BENEFICIO NETO	NO.	TRATAMIENTO DOSIS	COSTOS VARIABLES	I.M.B.H.	I.M.C.V.	T.R.M.
902,086.3	12	60-30-00	115,343.7	277,109.1	44,520.9	622.4%
624,977.2	5	60-30-00	70,822.8	21,477.2	70,822.8	30.3%
603,500.0	15	00-00-00				

## V. CONCLUSIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Se logró determinar el efecto de los factores estudiados sobre el rendimiento del maíz en base a la magnitud de su respuesta. Considerándose los factores relacionados con la fertilización y densidad de población, así como el manejo de los mismos como los más importantes.

2. Se llegó a obtener una dosificación óptima de los factores de fertilización para las dos localidades.

3. En cuanto a genotipos, no se tuvo una respuesta del todo clara, toda vez que los maíces criollos lograron competir con los genotipos mejorados.

4. Se identificaron algunos factores incontrolables de suelo como el pH, drenaje, pendiente, profundidad, etc., y de clima como la precipitación, sobre todo mal distribuida, incidencia de heladas, nubosidad y otros que afectaron la producción de maíz e hicieron que los niveles productivos para cada área fueran diferentes, aún considerándose de la misma

región.

5. Se detectó mediante el tratamiento testigo; el cual no llevó fertilizante y a la vez se manejaron densidades de población bajas semejantes al manejo tradicional del productor, que en este hecho afecta la producción y productividad del maíz bajo condiciones de temporal.

6. Aún cuando se estudiaron dos localidades del valle de Tulancingo, en un sólo año, se logró seleccionar e identificar los factores más importantes que limitan la producción y productividad del maíz de temporal.

## 5.2. SUGERENCIAS

1. Debido a que el trabajo se realizó en un sólo año y únicamente en dos localidades del valle de Tulancingo, se sugiere ampliar la investigación en tiempo y espacio, con el fin de precisar los resultados obtenidos y a la vez detectar posibles agrosistemas dentro del área del valle de Tulancingo.

## V I . B I B L I O G R A F I A

1. AVELDANO, S.R. y Volke, H.V. 1980. Comparación de cuatro métodos para estimar dosis óptimas económicas de fertilizantes y densidad de población para maíz de temporal en Tlaxcala, México.
2. CABALLERO, R. et al. 1978. Informe anual de investigación del Plan Puebla, ciclo agrícola 1976 C.P. Rama de Suelos Chapingo, México.
3. Gobierno del Estado de Hidalgo, 1987, Programa de Gobierno, datos básicos Pachuca, Hidalgo.
4. GARCIA, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen, UNAM Instituto de Geografía México, D.F.
5. HOLGUIN, S.A. 1987. Ensayo sobre la geografía económica del estado de Hidalgo, ediciones Turistas Editores, S.A. segunda edición, México, D.F.
6. HUERTA, N.R. 1969. Influencia de la densidad de población, distancia entre surcos y dosis de nitrógeno sobre el rendimiento y otras características de los híbridos H-125 y H-129 en Chapingo, México. Tesis de Maestría en Ciencias. C.P. Chapingo, México.



7. INEGI XI Censo de Población y Vivienda 1990, México, D.F.
8. LEYVA, S.R. 1976, Respuesta del maíz a niveles de fertilización y densidad de población, bajo condiciones de humedad residual normal en la región noroccidental del estado de México. Tesis Prof. ENA, Chapingo, México.
9. LITTLE, M.T. Hills, J.F. 1979. Método estadístico para la investigación agrícola, segunda reimpression en español, editorial Trillas, S.A. México, D.F.
10. MELENDEZ, G.R. 1979. Efecto de la distancia entre surcos, densidad de población, subsoleo, abonado y fertilización química en la producción de maíz, bajo temporal eficiente. Tesis Prof. ENA, Chapingo, México.
11. ORTIZ, V.B. 1977. Fertilidad de suelos, apuntes mimeografiados, Chapingo, México.
12. PALLARES, O.C. 1971. Influencia de la fertilización nitrogenada, densidad de población y método de siembra sobre el maíz H-129 en Huexotli, México, Tesis Prof. ENA, Chapingo, México.
13. PERRIN, et al 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos, manual metodológico de -

evaluación económica. CIMMYT, México.

14. REQUEJO, L.R. 1983. Optimización de insumos para la producción de maíz de temporal en la región sur del estado de Tlaxcala. Tesis Prof. UAAAN, Buenavista, - Saltillo, Coah..
15. RODRIGUEZ, J.J.R. 1978. Comparación de cuatro métodos para obtención de dosis óptimas económicas de fertilización y densidad de población en una zona agrícola de temporal del estado de México. Tesis Prof. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México.
16. SARH. INIA. CIAMEC. CAEVAMEX, 1981. Guía para la asistencia técnica agrícola área de influencia del campo agrícola experimental valle de México. Chapingo, - México.
17. SARH. D.D.R. 065, Proyecto de organización, capacitación, Asistencia técnica e investigación. Síntesis ejecutiva, 1987, Tulancingo, Hidalgo.
18. SARH. Subdirección de Hidrología, 1989, Departamento de Cálculo Hidrométrico y Climatología, oficina de Cálculo Climatológico, México, D.F.

19. SARH, 1990. Información general del Distrito de Desarrollo Rural Tulancingo, Tulancingo, Hidalgo.
20. SARH. D.D.R. 1990. Agenda Técnica Agrícola del Distrito de Desarrollo Rural, Tulancingo, Tulancingo, Hidalgo.
21. S.P.P. Plan Nacional de Desarrollo 1983-1988. Poder Ejecutivo Federal.
22. TURRENT, F.A. 1976. Registro de observaciones durante el desarrollo de un experimento de productividad, escritos sobre la metodología de la investigación en productividad de agrosistemas No. 2 C.P. Rama de Suelos, Chapingo, México.
23. TURRENT, F.A. 1978. 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 C.P. Rama de Suelos, Chapingo, México.
24. Turrent, F.A. 1978, El método gráfico estadístico para la interpretación de experimentos conducidos con la matriz Plan Puebla I, escritos sobre la metodología de la investigación en productividad de agrosiste--

mas No. 5 C.P. Rama de Suelos Chapingo, México.

25. VELAZCO, R.F. 1981. Generación de tecnología para el cultivo del maíz en el valle de Huamantla, Tlaxcala, - Tesis Prof., Universidad Michoacana de Hidalgo. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez", Uruapan Mich.
26. VILLAGOMEZ, A.S. 1983. Respuesta del maíz de temporal a diferentes dosis de nitrógeno y fósforo y su relación con densidad de población en la Costa de Jalisco. Tesis Prof., U.A.CH. Chapingo, México.
27. VILLALPANDO, I.J.E. 1979. Efecto de algunos factores ambientales sobre la respuesta del maíz de temporal al fertilizante fosfórico en la planicie de Huamantla, Tlax., agrociencia No. 36 C.P. Rama de Suelos, Chapingo, México.
28. VOLKE, H.V. y Villa 1979. Criterios económicos para optimizar niveles de insumos variables bajo condiciones de agricultura de temporal subsistencia agrociencia No. 36 C.P. Rama de Suelos Chapingo, México.

CUADRO 1 A  
COSTOS REALES UNITARIOS DE LOS INSUMOS

CONCEPTO	1 kg DE NITROGENO	1 kg DE FOSFORO ( $P_2O_5$ )	1 kg DE POTASIO ( $K_2O$ )
Precio unitario en el mercado	\$ 670.57	\$ 908.91	\$ 1000.00
Costo del capital 27.4	183.73	249.04	274.00
Costo transporte	217.39	217.39	217.39
Costo aplicación	108.69	108.69	108.69
<b>COSTO REAL</b>	<b>\$ 1180.38</b>	<b>\$ 1484.03</b>	<b>\$ 1600.09</b>

Costos vigentes abril de 1990.

CUADRO 2 B  
 COSTO REAL DEL PRODUCTO, CONSIDERANDO LOS GASTOS QUE GENERA LA  
 COSECHA

C O N C E P T O	PRECIOS	
	\$/TON.	\$/kg
Precio de garantía	\$ 550,000	\$ 550.00
<b>COSTOS</b>		
Cosecha manual (4 día-hombre/Ton)	40,000	40.0
Encostalado (0.5 día-hombre /Ton)	5,000	5.0
Transporte casa (1 día-hombre/Ton.)	10,000	10.0
Desgranado (4 día-hombre/Ton.)	40,000	40.0
Transporte (4 día-hombre/Ton.)	100,000	100.0
<b>COSTOS TOTALES</b>	<b>\$ 195,000</b>	<b>\$ 195.0</b>
<b>PRECIO NETO REAL</b>	<b>\$ 355,000</b>	<b>\$ 355.0</b>

## CUADRO 3 C

RELACION COSTO DE LOS INSUMOS/PRECIO NETO DEL PRODUCTO

RELACION INSUMO/PRODUCTO	
Nitrógeno (urea)	$1180.38/355.0 = 3.32$
Fósforo (S.F.C.T.)	$1484.03/355.0 = 4.18$
Potasio ( $K_2O$ )	$1600.08/355 = 4.50$
Plantas (S. <u>crio</u> 11a)	$1100.0 / 355.0 = 3.09$

CUADRO 4 D  
LISTA QUE GENERA LA MATRIZ BACONIANA

NO. TRATAMIENTO	FACTORES				GENOTIPOS
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	D.P.	
* 1	60	30	00	40	Criollo
2	20	30	00	40	Criollo
3	100	30	00	40	Criollo
4	140	30	00	40	Criollo
5	60	00	00	40	Criollo
6	60	60	00	40	Criollo
7	60	90	00	40	Criollo
8	60	30	30	40	Criollo
9	60	30	60	40	Criollo
10	60	30	00	30	Criollo
11	60	30	00	50	Criollo
12	60	30	00	60	Criollo
13	60	30	00	40	H - 30
14	60	30	00	40	VS- 22
**15	00	00	00	40	Criollo
**16	00	00	00	30	Criollo

\*Tratamiento referencia

\*\*Tratamiento testigos.