

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De acuerdo a las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de presentar a vuestra consideración el trabajo de Tesis titulado:

"ESTUDIO DE FACTORES LIMITANTES EN LA PRODUCCION DE MAIZ  
(Zea mays L.) Y DETERMINACION DE DOSIS OPTIMAS ECONOMICAS  
EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA, GUATEMALA, C.A."

Con el propósito de llenar con él, el último requisito para op  
tar el Título de Ingeniero Agrónomo, en el Grado de Licenciado en  
Ciencias Agrícolas.

Deferentemente,

Carlos Roberto Sett Oliva

TESIS QUE DEDICO:

- A: LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.
- Al: INSTITUTO DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA AGRICOLAS
- A: ZACAPA
- A: Mi Asesor, Ing. Agr. Luis A. Estrada L.

ACTO QUE DEDICO:

A: DIOS

A: Mis Padres:

Jesús Sett Chew

Elvira Oliva de Sett

A: Mi esposa:

Milvia Odeth

A: Mi hija:

María Odeth

A: Mis hermanos:

Rogelio, Emma, Yolanda, Jesús, Hilda,  
Rolando, Jorge Luis, y en especial a  
Raquel.

A: Mis suegros:

Alfonso y Sarita

A: Mi cuñado:

Douglas A. Menéndez por su valiosa  
colaboración.

A: Mis amigos:

Hugo Orellana

Mynor Matta T. (QEPD)

Estuardo E. Guzmán C. (QEPD)

Carlos González (QEPD)

Salvador Castellanos

Armando Acevedo

Arturo López Cabrera

Conrado Orellana

## INDICE

	<u>Página</u>
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	2
III. REVISION DE LITERATURA	3
IV. HIPOTESIS PLANTEADAS	7
V. MATERIALES Y METODOS	8
V.1 Localización	8
V.2 Características Químicas de los Suelos	8
V.3 Material Experimental	8
V.4 Espacio de Exploración	12
V.5 Selección de Tratamientos	12
V.6 Diseño Experimental	14
V.7 Manejo del Experimento	15
V.8 Método de Análisis de Suelo	16
V.9 Metodología de Interpretación de Resultados	17
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	20
VI. 1 De los Análisis de Suelos	20
VI. 2 De los Rendimientos Comerciales	22
VI. 3 De los Análisis de Varianza	23
VI. 4 De los Efectos Factoriales Medios (EFM)	24
VI. 5 De la Dosis Optima Económica de Capital Ilimitado y Dosis Optima Económica de Capital Ilimitado (DOECI y DOECL)	27
VI. 6 De la Aplicación de Azufre	30
VII. CONCLUSIONES	31
VIII. RECOMENDACIONES	32
IX. BIBLIOGRAFIA	36

## CONTENIDOS DE CUADROS Y GRAFICAS

- CUADRO 1: Características de las Localidades donde se condujeron los Ensayos.
- CUADRO 2: Tratamientos seleccionados correspondientes a la Matriz Plan Puebla I (20).
- CUADRO 3: Rendimiento Comercial de Grano de Maíz al 14% de Humedad.
- CUADRO 4: Resultados de los análisis de Varianza expresados en Términos de cuadrados medios.
- CUADRO 5: Resultados de la aplicación de la Técnica de Yates (3) a los tratamientos que conforman el 2<sup>n</sup> de la Matriz Plan Puebla I (20) para determinar significancia del efecto factorial medio.
- CUADRO 6: Dosis Optima Económica para Capital Ilimitado determinada mediante el método Gráfico-Estadístico.
- FIGURA 1: DOECI para los factores N,D y V ( Nitrógeno, densidad de Población y Variedad ) en el Experimento M-1.
- FIGURA 2: DOECI para los Factores N,P y V en el experimento M-2.
- FIGURA 3: DOECI determinada a los factores N, P, D y V en el ensayo M-3.

## INTRODUCCION

El cultivo del maíz, se practica desde el tiempo de nuestros an tepasados los Mayas y actualmente ocupa un lugar especial entre los cultivos que son fuente de alimento para la población mundial, dado a que constituye la principal fuente de calorías en la dieta, espe cialmente en los países en vías de desarrollo de América Latina y dentro de ellos, Guatemala. Según investigaciones del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), este alimento, represen ta en la ingestión diaria de calorías y proteínas, hasta un 60% y 45% respectivamente. (17)

En el Valle de la Fragua, posteriormente a la habilitación de los suelos a través del proyecto de irrigación construído, el culti vo de las hortalizas de clima cálido tomó mayor auge, no obstante a ello, el maíz ha sido utilizado por el 90% de los agricultores como cultivo de rotación, obteniéndose cosechas que se destinan para auto consumo y llevádo al mercado el excedente, lo cual les proporciona ciertos ingresos netos. El área sembrada en dicho Valle, anualmente es de 1,363.95 hectáreas obteniéndose una producción de 2,015,814.00 kilogramos (44,347.9 quintales), que constituye el 0.22 % de la pro ducción total del país. Lo anterior muestra que los rendimientos que se alcanzan por unidad de área están alrededor de 1.6 tonela das por hectárea como promedio.

Según Salguero (17) el bajo rendimiento de maíz por unidad de área, se debe a un uso limitado de variedades mejoradas, prácticas

culturales inadecuadas e incidencia de plagas y enfermedades.

De estos factores, en la región de estudio los que se presentan como limitantes para el cultivo de maíz son los referidos a variedades y prácticas culturales inadecuadas.

De los últimos, los relevantes son la densidad de población y la fertilización que frecuentemente los agricultores las realizan en base a experiencias propias sin seguir un patrón que les permita interaccionar estos factores con el resto de factores como el clima, el suelo y su manejo, que permita elevar considerable y económicamente el rendimiento actual por unidad de área.

## II. OBJETIVOS

1. Evaluar el efecto limitante sobre el rendimiento del maíz, de niveles crecientes de nitrógeno, Fósforo, densidad de población y la inclusión de variedades mejoradas como ICTA B-1, La Máquina 7422, el híbrido ICTA-T-101 y el maíz local "Arrequín".
2. Establecer el efecto principal de los factores considerados, el efecto de la interacción entre ellos y en función Optima Económica de Capital Limitado (DOECL) y Dosis Optimas Económica de Capital Ilimitado(DOECL) con las cuales se aumenta la rentabilidad del cultivo.

### III. REVISION DE LITERATURA

Según Sen, citado por Moyle et al (14), todo país que pretende aumentar el rendimiento de los cultivos alimenticios o económicos de be tratar ante todo de incrementar el consumo de fertilizantes. Sin embargo, el grado de empleo de sustancias nutritivas que las plan tas necesitan es un factor limitante, por lo que debe combinarse con otros factores tecnológicos para integrarse como un elemento esen cial en la elevación del nivel de producción agrícola.

Jacob et al, citado por Pineda M. (15) dice que la fertiliza ción con nitrógeno en la mayoría de los suelos es una práctica co rrecta y necesaria y su cantidad es adecuada si llega a satisfacer la demanda de las plantas y si existe un equilibrio con las necesi dades de Fósforo y Potasio.

El mismo Pineda (15) menciona que en experimentos de fertili zación en maíz en regiones del Nor-Oriente y Sur-Oriente ( principal mente en Valle interiores) en 8 experimentos el efecto de la fer tilización nitrogenada se observó en todos los sitios estudiados. Se obtuvieron unos rendimientos entre 4315 a 6126 kg/ha. con una canti dad de nitrógeno del orden de 40 a 120 kg/ha. La respuesta se ob servó hasta un nivel promedio de 82 kg de N/ha con lo cual se alcan zó un rendimiento máximo de 5155 kg/ha de grano de maíz, obteniéndose una tasa de respuesta de 36.90 de maíz producido/kg de nitrógeno a plicado, obteniéndose un beneficio por costo de 5.78.

Por su parte Sánchez (18) reporta que en los ensayos efectua

dos en América Latina se ha determinado que el cultivo de maíz responde a cantidades de nitrógeno que fluctúan entre 60 y 150 kgs/ha.

Gómez, citado por Sánchez (18) en un estudio efectuado por vigésima tercera vez en el Valle del Cauca en Colombia, determinó que el maíz respondió a un nivel de 120 kg. de N/ha.

Fassbender (5), menciona que los problemas en suelos calcáreos y alcalinos a consecuencia de las altas concentraciones de Calcio y altos pH inducen la precipitación de fosfatos cálcicos poco solubles (apatitas) y por la adsorción de  $H_2PO_4$  en el complejo calcáreo disminuye también el fósforo disponible.

Ensayos del Programa de Nutrición Vegetal del ICTA en trabajos realizados durante 1974, determinó que en ese año, no se observaron respuestas a fósforo en ensayos realizados en el Nor-Oriente de Guatemala, debido a que este elemento se encontraba a concentraciones altas en el suelo en estudio (16).

Kamprath (13) en investigaciones efectuadas, cita a Laird et al mencionando que éstos encontraron que con aplicaciones de 40 Kg. de  $P_2O_5$ /ha se obtuvieron rendimientos que fluctuaron entre 1.15 a 2.17 TM/ha. Este mismo autor hace una citación de una investigación efectuada en el Bajío, México, en donde se demostró que aplicaciones del orden de 40 kg. de  $P_xO_5$ /ha. elevaron los rendimientos en un 0.61 toneladas/ha.

Según Aldrich (1) dice que el maíz presenta un buen desarrollo cuando recibe cantidades de 14 a 18 kg. de  $P_2O_5$  y de 23 a 27 kg. de  $K_xO$ , que deberán ser aplicados en banda. Acerca del nitrógeno menciona que son necesarios 90 kg. cuando el suelo tiene altas cantida

des de fósforo y potasio.

Según Gros (6) para producir 1 TM de grano de maíz éste debe de absorber 33 kg de nitrógeno, 13 kg de  $P_2O_5$  y 26 kg de  $K_2O$ . El mismo autor recomienda que para una población de 60 mil plantas /ha son necesarios 120 kg de nitrógeno.

Por otra parte Long, citado por Jacob (12) menciona que para producir 26445 kg de grano de maíz son necesarios 180 kg. de N/ha. de  $P_2O_5$ /ha y de 124 kg de  $K_2O$ /ha.

En lo que respecta a densidad de población, Aldrich (1), indica que antes que se usaran los híbridos y altas cantidades de fertilizantes los productores de maíz utilizaban poblaciones que oscilaban entre 25 y 27 mil plantas por hectárea obteniéndose rendimientos de 3,800 kilos por hectárea y a veces se presentaban rendimientos de 6,300 kilos por hectárea aunque no muy frecuentemente.

Con la introducción de los híbridos los agricultores observaron que éstos producían más a mayor densidad por lo que se hicieron comunes poblaciones hasta de 40,000 plantas/ha. Con la introducción de fertilizantes en la década de 1950 a 1960, los investigadores se dieron a la tarea de producir híbridos que se pudieran sembrar a altas densidades.

Actualmente los productores consideran que una población de 40,000 plantas/ha, es una cantidad moderada, y son comunes las poblaciones finales hasta de 50,000 plantas/ha.

Por su parte, Norden (1976) citado por Bolaños (2) estudiando el efecto de 2 híbridos sembrados en 5 poblaciones, y con 4 diferen

tes profundidades de labranza, en años húmedos y secos encontró una relación lineal positiva entre las poblaciones de plantas y el rendimiento en grano por hectárea. El rendimiento por planta disminuyó en 73% al aumentar la población de 12,000 a 60,000 plantas/ha; la altura de la planta aumentó al 15% y el porcentaje de acáme, el 17% de éste incremento en el acamé, se debió a la disminución del área radicular.

Sprague, G.F. et al, citado por Turcios B. (19) dice que las recomendaciones de densidades de población, que se hacen fluctúan entre 14,760 a 61,500 plantas/ha y que el factor que posee influencia sobre el nivel máximo de plantas es la suficiencia de humedad en el suelo que lógicamente es afectada por la cantidad y distribución de las lluvias y la humedad del suelo.

Velásquez M. (13) citado por el autor antes mencionado, hace mención de un experimento que se efectuó en México en el cual la densidad de población es un factor que incide sobre el rendimiento de mazorca por planta ya que al aumentar de 40,000 a 80,000 plantas/ha se ocasionó una disminución en el promedio general de rendimiento por planta.

En Ohio, en la estación experimental de Wooster, por medio de experimentos se determinó que para plantas híbridas bien adaptadas, la población óptima era de 50,000 plantas por hectárea, no siendo aceptable ésto, para variedades antiguas de polinización libre(1).

Gonzalez Arauz, D.A. (7) concluyó en un experimento efectuado en la Máquina, que la densidad de población recomendada, es de

43,478 plantas/ha.

Turcios Bermudez (19) menciona que la información que existe sobre evaluaciones de poblaciones, en maíz es muy escasa y que el equipo de producción del ICTA, con sede en Jutiapa tuvo 3 ensayos de poblaciones y en los cuales se evaluaron poblaciones del órden de 30,000 40,000 y 50,00 plantas /ha. Los resultados determinaron que a través del análisis de los componentes de rendimiento la población de 40,000 plantas /ha, fue la óptima y arrojó los mayores rendimientos.

#### IV. HIPOTESIS PLANTEADA

Las hipótesis planteadas en el presente estudio para ser evaluadas en la realidad son las siguientes:

1. Los factores Nitrógeno, Fósforo, Densidad de Población y Variedades, son limitantes en el rendimiento del cultivo de maíz.
2. Los rendimientos del maíz no estarán influenciados por la localidad.
3. La dosis óptima económicas de capital Ilimitado y Limitado, se encuentran dentro de los espacios de exploración estudiados.
4. El uso de urea con fuente nitrogenada en condiciones de pH alcalino, es una limitante para el rendimiento del cultivo de maíz.

## V. MATERIALES Y METODOS

### V.1 Localización:

El presente estudio se efectuó en 3 localidades ubicadas en el Valle de la Fragua, del Departamento de Zacapa, el cual se sitúa geográficamente entre las coordenadas 14°38" latitud Norte y 89°31" longitud Oeste, a una altura de 190 metros sobre el nivel del mar, con una precipitación pluvial promedia de 645 mm anuales y temperaturas promedias anuales de 34.28°C máximas y 20.74°C mínimas.

Según Holdridge (8) este Valle está enmarcado dentro de la Zonificación Ecológica de Guatemala, en la zona de vida denominada Monte Espinozo y Zona de vida Bosque Tropical muy seco.

### V.2 Características Químicas de los Suelos:

Seleccionadas las localidades, se procedió a tomar muestras de suelo con el propósito de conocer el grado de fertilidad actual y la reacción química (pH) de cada una de ellas. Algunas características se muestran en el Cuadro 1.

### V.3 Material Experimental:

Como fuente de Nitrógeno se utilizó Urea al 46% de N. y el triple superfosfato al 46% de  $P_2O_5$  como fuente de Fósforo. Como fuente de azufre se utilizó el sulfato

de amonio 21% de N. en el tratamiento No. 26 y entre el material experimental 3 variedades y un híbrido, cuyas características agronómicas son:

ICTA B-1:

Es una variedad de polinización libre para zonas tropicales bajas, su tipo de grano dentado blanco, su período vegetativo es medianamente tardío y su altura de los materiales que le dieron origen, con follaje y talla relativamente abundante; muestra una tolerancia aceptable a la mayoría de enfermedades foliares. Esta variedad proviene del 11° ciclo de selección de Tuxpeño I mejorada en ICTA por cuatro ciclos más. (9)

ICTA Tropical 101:

Híbrido blanco desarrollado por el Programa de Producción de Maíz del ICTA. Sus progenitores son el ICTA - B-1 (Tuxpeño P.B.) y el ICTA C.B. (Eto Blanco), materiales introducidos de México y Colombia, respectivamente.

También se caracteriza por tener una altura de 2.10 metros a 2.30 mts., el desarrollo de un buen sistema radicular y adaptabilidad a zonas comprendidas entre 0 y 3000 pies sobre el nivel del mar. Posee un alto porcentaje de plantas con dos mazorcas y su rendimiento, según el manejo del cultivo varía desde 60 quintales hasta 110 quintales por manzana. Su ciclo vegeta-

CUADRO No.1

CARACTERISTICAS DE LAS LOCALIDADES DONDE SE CONDUJERON  
LOS ENSAYOS

Localidad	Agricultor	Fecha de Siembra	pH	gr/ml		meq/100 gr		Ident	Cultivo Anterior
				P	K	Ca	Mg		
Estanzuela	César Franco	3/5/78	8.1	27.5	110	7.00	2.20	M1	Maíz
San Jorge	Gonzálo Paiz	1/8/78	6.6	22.0	40	6.6	2.70	M2	Tomate
Manzanotes	Julio Vargas	19/6/78	8.2	50	140	14.00	1.90	M3	Tomate

tivo es de 115 días de siembra a la cosecha.(9)

La Máquina 7422:

Variedad de polinización libre, obtenida mediante selección local de materiales tropicales introducidos del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMIT). Adaptada extraordinariamente bien a las condiciones tropicales no solo de Guatemala, sino de América Central y el Continente Africano. Es de ciclo intermedio, follaje verde oscuro con hojas selectas y buena apariencia. Altura que fluctúa entre 2.20 y 2.30 mts. a la espiga. Mazorca grande con granos semicristalinos blancos de muy buen peso. Los rendimientos en muchas localidades pueden compararse con los mejores híbridos comunmente sembrados en Guatemala. Potencial de rendimiento excede los 60 quintales por manzana, bajo condiciones adecuadas de humedad y fertilidad. (11).

Criollo:

La variedad criolla que se utilizó en las diferentes localidades con objeto de este estudio es el Arrequín que presenta como característica; ser de porte bajo, regular mazorca y especialmente ser precoz, pues sus días de floración son 44 y tiene un ciclo total de aproximadamente 90 días después de su siembra.

V.4 Espacio de Exploración:

Para establecer el espacio de exploración se conside  
raron los siguientes criterios:

Para los elementos Nitrógeno y Fósforo se tomó como ba  
se, los resultados del análisis de los suelos de cada  
localidad y las recomendaciones que sugieren los técni  
cos del programa de maíz (16). Para definir las densi  
dades de población que se evaluaron se efectuó un re  
corrido por el área y se dialogó con los agricultores  
al respecto. Para la selección de las variedades ICTA  
B-1, La Máquina 7422 y el híbrido ICTA T-101 se toma -  
ron como referencia los buenos resultados que se obtu  
vo en el Rancho y en la cabecera departamental del Pro  
greso, zona que presenta características climáticas si  
milares a las del Valle de la Fragua. El maíz local  
o criollo escogido es el denominado Arrequín.

Con lo anterior el espacio de exploración quedó defini  
do como sigue :

Nitrógeno (N); 40-80-120-160 kg/ha.

Fósforo (  $P_2O_5$  ); 0-30-60-90 kg/ha

Densidad de Población (DP); 30-45-60-75 mil plas/ha

Variedad (V); Criollo -ICTA T-101-ICTA B-1, La Máquina  
7422.

V.5 Selección de Tratamientos:

Los tratamientos seleccionados provienen de la matriz

CUADRO No. 2

TRATAMIENTOS SELECCIONADOS CORRESPONDIENTES

A LA MATRIZ PLAN PUEBLA I

No.	Kg/ha		Miles /ha	V
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	DP	
1	80	30	45	T-101
2	80	30	45	B-1
3	80	30	60	T-101
4	80	30	60	B-1
5	80	60	45	T-101
6	80	60	45	B-1
7	80	60	60	T-101
8	80	60	60	B-1
9	120	30	45	T-101
10	120	30	45	B-1
11	120	30	60	T-101
12	120	30	60	B-1
13	120	60	45	T-101
14	120	60	45	B-1
15	120	60	60	T-101
16	120	60	60	B-1
17	40	30	45	T-101
18	160	60	60	B-1
19	80	0	45	T-101
20	120	90	60	B-1
21	80	30	30	T-101
22	120	60	75	B-1
23	80	30	45	Cr.
24	120	60	60	L.M.
25	0	0	30	Cr.
26	120	60	60	B-1 + S

experimental Plan Puebla I (20) mostrados en el cuadro 2. Estos se determinaron siguiendo la fórmula  $2^k + 2k$  en donde k= número de factores que se estudian quedando en el presente estudio de la siguiente manera:

$2 + 2 \times 4 = 24$  tratamientos en total. A estos tratamientos se introdujo un testigo con el cual se efectúa el análisis económico correspondiente. Asimismo, en el ensayo M-1 se agregó un tratamiento con NPDPV en cantidades iguales al tratamiento número 16 reportado en el cuadro 2, más una cantidad adicional de 50kg. de Azufre (S) ha., para evaluar el efecto del S sobre el rendimiento cuando la condición del pH es alcalina.

V.6

Diseño Experimental:

Todos los tratamientos seleccionados se evaluaron por medio del diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones de acuerdo al modelo siguiente: (3)

$$Y_{ij} = M + R_i + T_j + \xi_{ij} \text{ en donde}$$

M = media

R = repeticiones

T = Tratamientos

i = 1,2,3  $\xi_{ij}$  = error experimental

j = 1,...,26  $\xi_{ij} \sim N(0, 2)$

La unidad experimental fue de 24 metros cuadrados, que incluyó cuatro surcos espaciados entre sí a 0.60 me tros y de 10 metros de largo.

Esto fue para adaptarse al sistema del agricultor y las evaluaciones y toma de datos al cultivo, se hicieron de los dos surcos centrales.

V.7 Manejo del Experimento:

Se efectuó la aradura y rastreo por medio de maquinaria agrícola, posteriormente con un surqueador de tracción animal se surqueó a una distancia entre sí de 0.60 metros. Después de la preparación del suelo, se le aplicó el insecticida Volatón al 5% para prevenir el ataque de las plagas del suelo

El sistema de siembra varió para el ensayo M-1 pues se sembró con el sistema denominado a la "Patada" que consiste en colocar las semillas en el fondo del surco y enterrarlas con el pie. El otro sistema que se usó en las demás localidades, consistió en el uso del instrumento de labranza conocido comunmente con el nombre de macana ( estaca de 1.5 mts. de longitud con una punta metálica insertada en un extremo), con la cual se depositó la semilla a 5 cm. de la orilla del surco.

El número de semillas que se depositó por postura, fue de un promedio de 4. A los 15 días se efectuó un raleo para obtener las poblaciones deseadas.

El fertilizante se aplicó en forma localizada por postura. El índice que se tomó para aplicar el fertilizante fue cuando la plantula tenía altura de 15 cm., aplicándose el 100% de la dosis del nitrógeno, para posteriormente aplicar a los 35 días el complemento de la dosis nitrogenada, lo cual coincidió con el aporque del cultivo. Con el tratamiento del fertilizante

nitrogenado con azufre, se efectuó una aplicación del 100% de la dosis de azufre (S) a los 35 días después de la siembra.

El control de la maleza se efectuó en forma postemergente con la ayuda de tracción animal halando el surqueador.

Para efectuar el control de las plagas del follaje, se hicieron dos aplicaciones de Dipterez SP 95; una a los 20 días y otra a los 30 días de la siembra respectivamente. También se usó Tamarón 600 para el control del barrenador y finalmente se usó Volatón granulado al 5% para el control del cogollero.

Los riegos al cultivo se efectuaron de acuerdo al sistema del agricultor y tomando en cuenta la precipitación pluvial y disponibilidad de agua en las redes de canales de irrigación; aproximadamente los riegos se hicieron con una frecuencia de 8 días del riego inicial.

La cosecha se efectuó a mano, recolectándose los datos de campo en términos de mazorca cosechada y trasladándolas al Centro de Producción del Oasis de ICTA, para determinar el porcentaje de humedad, el factor de desgrane, etc.

#### V.8 Método de Análisis del Suelo:

Las localidades donde se instalaron los experimentos se muestrearon y el suelo se llevó al Laboratorio de Suelo de ICTA, donde se analizaron siguiendo la metodología establecida para el efecto y que se conoce como solución extractora de Carolina del Norte con la cual se determina los elementos P-K-Ca-Mg, la determinación del pH se hizo potenciométricamente utilizando u

na relación agua suelo de 2:1.

#### V.9 Metodología de Interpretación de Resultados:

Los resultados del presente estudio se analizaron siguiendo el método gráfico-estadístico descrito por Estrada(4), que en forma resumida, consiste en los siguientes pasos:

1. En el análisis correspondiente se toma en cuenta los rendimientos por localidad de los tratamientos reportados en el cuadro 3 con los que se elaboran las gráficas correspondientes para cada uno de los factores.

2. El análisis de varianza al que se someten los resultados que muestra el cuadro 2, se dividen en 2: uno para los tratamientos del 1 al 16 y otro para los tratamientos 1 al 26 y/o 1 al 25, respectivamente. La razón de la subdivisión del análisis de varianza, es debido a que de acuerdo al método gráfico estadístico, el cuadrado medio del error (CME) de los tratamientos del 1 al 16 son usados para determinar la significancia de los efectos factoriales medios de los factores estudiados y el cuadrado medio del error del análisis de varianza de los tratamientos del 1 al 26 y/o 1 al 25, respectivamente son usados para determinar la significancia entre tratamiento de efecto factorial significativo ( $2^k$ ) en donde  $k$  = número de factores en evaluación y las prolongaciones ( $2K$ ) respectivas, a través de una DMS (Diferencia mínima significativa) al 10% de probabilidad de cometer error de tipo I.

3. Los rendimientos totales de los tratamientos que con forman el  $2^k$  de la matriz Plan Puebla I o sea los numerados del 1 al 16 en el cuadro 2, se someten a la técnica de Yates (20) para determinar la significancia de los efectos factoria les medios (EFM) de los factores y de sus interacciones a un nivel de probabilidad de cometer error tipo I de 10%.

4. Los resultados de la técnica de Yates (20) definen él o los factores que deben ser considerados para la determinación de la Dosis Optima Económica de Capital Ilimitado en forma grá fica.

En función a la significancia de los EFM, los 16 tratamientos considerados se reducen a un número de tratamientos definido por el número de factores cuyo EFM fue significativo, corres pondiéndoles un rendimiento constituído por el promedio de los rendimientos de los factores cuyos EFM fueron no significati - vos.

5. Con los tratamientos reducidos, y auxiliándose de los tratamientos de la fracción  $2K$  de la matriz Plan Puebla I se hacen nuevas gráficas y la curva donde se determinará la DOECI será definida por el tratamiento reducido que presente el máximo ingreso neto. Para ello debe conocerse el triángu lo de relación insumo-producto cuya hipotenusa se proyecta a la curva de máximo ingreso neto y en el punto donde sean tan gentes, se define la DOECI para cada factor.

6. Usando una DMS al 10% se comparan las prolongaciones

de los factores cuyos EFM fueron no significativos para definir si esta situación permanece en todo el espacio de exploración y conocer de esta manera si éstos deben aparecer en la DOECI final.

7. Con la misma DMS se comparan los tratamientos reducidos con sus respectivas prolongaciones para definir si éstas últimas deben ser consideradas para el análisis económico para determinar la DOECL situación que se resuelve mediante la significancia de las prolongaciones puesto que si éstas son no significativas será una indicación de que no deben ser incluidas.

8. Con los tratamientos reducidos y las prolongaciones a incluir y utilizando el rendimiento del tratamiento testigo, se estima el incremento en rendimiento ( $\Delta Y$ ) dado por la diferencia del rendimiento del tratamiento y del testigo. Luego se estima el incremento en ingreso neto ( $\Delta IN$ ) dado por la función  $IN = y\Delta Y - CV$  en donde  $y =$  costo real de 1 kg de maíz ;  $CV$  corresponde a costos variables estimados por la función  $CV = nN + pP + dDP$  en donde  $n =$  costo real de un kilogramo de N,  $N =$  kg de N del tratamiento.  $p =$  costo real de un kilogramo de  $P_2O_5$ ,  $P =$  kg de  $P_2O_5$  del tratamiento;  $d =$  costo real de 1000 plts,  $DP =$  miles/ha de plantas/tratamiento. Finalmente se obtiene la tasa de retorno a capital ( $\Delta IN/CV$ ) de cada tratamiento y el que presente la máxima definirá la dosis óptima económica de capital limitado (COECL).

## VI. RESULTADOS Y DISCUSION

### VI.1. De los Análisis de Suelos:

Con el objetivo de conocer el estado de fertilidad de los suelos de cada una de las localidades en donde se condujeron los ensayos se efectuó un muestreo, enviándolas al Laboratorio de Suelos de ICTA para su análisis correspondiente.

Estos resultados y otra información de las localidades se presentan en el cuadro 1, en el cual se observa que las localidades seleccionadas son representativas del Valle de la Fragua. En lo que respecta a la fecha de siembra es de notar que no coinciden entre las localidades, existiendo una diferencia de más de 2 meses entre la localidad M-2 y M-1.

Con la reacción que mostraron los suelos de las localidades M-1 y M-3 se les puede catalogar como alcalinos y la localidad M-2 presentó un pH ligeramente ácido(5).

El estado de fertilidad que muestran las localidades es variable, teniéndose para la localidad M-1 niveles adecuados de los elementos P,K,Ca, y Mg. En la localidad M-2 se presentan niveles adecuados de P,Ca, Mg, el K se encontró a niveles bajos. Para la localidad M-3 se puede manifestar que existen niveles adecuados de P, K, Ca y Mg.

Cuadro 3. Rendimientos comerciales de grano de maíz  
al 14% de humedad.

No.	Kg/ha		Miles/ha DP	Variedad V	Ensayo No.		Tm/ha M-3	Media
	N	P			M-1	M-2		
1	80	30	45	T-101	3.79	1.46	5.34	3.53
2	80	30	45	B-1	3.22	1.48	5.20	3.33
3	80	30	60	T-101	4.17	1.74	5.92	3.94
4	80	30	60	B-1	3.79	1.38	5.38	3.52
5	80	60	45	T-101	3.92	1.90	5.06	3.63
6	80	60	45	B-1	2.87	1.34	4.46	2.89
7	80	60	60	T-101	3.96	2.02	5.94	3.97
8	80	60	60	B-1	3.32	1.50	5.36	3.39
9	120	30	45	T-101	5.04	1.90	4.18	3.71
10	120	30	45	B-1	2.67	1.60	4.98	3.08
11	120	30	60	T-101	3.74	1.78	5.46	3.66
12	120	30	60	B-1	3.11	1.58	5.52	3.40
13	120	60	45	T-101	4.48	1.72	5.62	3.94
14	120	60	45	B-1	3.30	1.52	5.04	3.29
15	120	60	60	T-101	3.77	1.42	6.32	3.84
16	120	60	60	B-1	2.85	1.70	5.40	3.32
17	40	30	45	T-101	3.60	1.48	5.58	3.55
18	160	60	60	B-1	3.02	1.48	6.08	3.53
19	80	0	45	T-101	3.36	1.92	5.22	3.50
20	120	90	60	B-1	2.32	1.50	5.94	3.25
21	80	30	30	T-101	4.00	1.54	4.62	3.39
22	120	60	75	B-1	4.21	1.82	5.62	3.88
23	80	30	45	Cr. 1	4.03	1.00	3.84	2.95
24	120	60	60	L.M. 4	3.62	1.68	6.22	3.84
25	0	0	30	Cr.	3.01	.90	3.38	2.43
26	120	60	60	B-1 + S	3.86	--	--	3.86
				Media	3.58	1.56	5.26	3.47
				CV%	18.06	18.41	11.30	--
				DMS.10	0.77	0.35	0.75	--

VI.2 De los rendimientos comerciales.

En el cuadro 3 se presentan los rendimientos comerciales de grano de maíz al 14% de humedad en TM/ha por tratamiento estudiado. Asimismo, se anota la media de rendimiento por localidad, los coeficientes de variación y la DMS al.10 correspondientes.

En este cuadro 3, se observa que el promedio de rendimiento, entre localidades varía de 1.56 TM/ha a 5.26 TM/ha con una diferencia de 3.70 TM/ha. El mínimo rendimiento promedio se obtuvo en la localidad M-2 y éste se vió influenciado por la época de siembra, la cual se realizó alrededor de 2 meses posterior a la época de la región lo cual produjo una menor dedicación del agricultor hacia el manejo del cultivo pues en ésta época se cultivan en forma intensiva las hortalizas. El máximo rendimiento promedio alcanzado en la localidad M-3 se debe a que en ésta prevaleció la presencia de un suelo cuya posición fisiográfica es en las márgenes del río Grande de Zacapa y por lo tanto en el pasado ha recibido material de deposición que le han dado características físicas adecuadas, especialmente hacia la capacidad de retención de humedad, factor éste último que según Sprague citado por Turcios (19) es determinante para un buen rendimiento de maíz.

Por otra parte, los rendimientos más bajos observados en M-2 y M-3 corresponden al tratamiento que involucra 0 kg de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, 30 mil plantas/ha y el maíz criollo, mientras que

en M-1 correspondió al tratamiento que involucró el máximo nivel de fósforo estudiado o sea 90 kg de  $P_2O_5$ /ha lo cual indica que el haber aplicado dicho elemento en una dosis tan alta, tuvo un efecto detrimental en el rendimiento.

De lo anterior se deduce que la localidad asociada con el manejo del cultivo son dos factores altamente significativos para la obtención de altos rendimientos del orden de 5 a 6 TM/ha.

Con respecto a los CV% anotados en el cuadro 3, se puede considerar que en todos los casos estudiados, los mismos se encuentran entre el rango establecido como permisible para este tipo de trabajos.

#### VI.3 De los Análisis de Varianza:

Según se explicó en la metodología de interpretación, se analizaron por aparte los tratamientos que están comprendidos del 1 al 16 y del 1 al 26, en M-1 y del 1 al 25 en M-2 y M-3 respectivamente.

En los datos que se expresan en el Cuadro 4, se observa que existe una significancia entre repeticiones para las localidades M-1 y M-3 lo cual indica que el diseño experimental utilizado permitió controlar la heterogenidad que existen en estos suelos.

Existe una significancia entre tratamientos en todos los sitios estudiados, es decir que si son limitante los factores

evaluados en la producción de maíz

evaluados en la producción de maíz.

VI.4 De los Efectos Factoriales Medios ( EFM):

En el cuadro 5 se consignan los resultados de la aplicación de la técnica de Yates(3) para determinar la significancia de los efectos factoriales medios de los factores y sus interacciones estudiadas.

En este cuadro 5 se observa que el nitrógeno y el fósforo pre sentaron un EFM no significativo a una probabilidad de cometer error tipo I de .10, cuando ambos nutrimentos se adicionaron en forma individual, sin embargo, al interaccionar entre am bos como se observa en M-2 y M-3 o bien al interaccionar nitróg eno con densidad de población en M-1 el EFM es altamente sig-  
nificativo respectivamente. La densidad de población

CUADRO 4. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE VANANZA  
EXPRESADOS EN TERMINOS DE CUADROS  
MEDIOS.

FUENTES DE VARIACION	G1	M1	M2	M3
Trat 1-16				
Total	47			
Repeticiones	2	0.8 NS	0.70*	4.90*
Tratamientos	15	1.20*	.12 NS	.85
Error	30	.24	.08	.32
Trat 1-26 -1-25				
Total	77			
Repeticiones	2	.22 NS	.51*	4.37*
Tratamientos	25	1.10*	.21*	1.35*
Error	50	.41	.08	.39

\* Significativo a una probabilidad de cometer error tipo I de 10%. NS no significativo.

CUADRO No.5 RESULTADOS DE LA APLICACION DE LA TECNICA DE YATES(3) A LOS TRATAMIENTOS QUE CONFORMAN EL 2<sup>k</sup> DE LA MATRIZ PLAN PUEBLA I(20) PARA DETERMINAR SIGNIFICANCIA DEL EFECTO FACTORIAL MEDIO

FACTOR	ENSAYO		
	M-1	M-2	M-3
N	.01	.05	.01
P	.13	.03	.17
D	.07	.02	.69*
V	.97*	.23*	.30*
NP	.09	.15	.30*
ND	.43*	.09	.04
NV	.31	.12	.14
PD	.10	.02	.02
PV	.02	.02	.37*
DV	.32*	.02	.19
NPD	.02	.01	.20
NPV	.20	.16*	.21
NDV	.17	.12	.06
PDV	.15	.09	.13
NPDV	.21	.004	.01
EMS	.24	.14	.28

\* Efecto factorial medio (EFM) significativo a una probabilidad de cometer tipo I de 10%.  
 (EMS). Comparador para definir la significancia del EFM y corresponde a Efecto Mínimo Significativo.  
 ( EFM < EMS= No significativo; EFM ≥ EMS= Significativo)

fue de efecto factorial medio significativo unicamente en M-3 en su forma individual y en M-1 se mostró significativa al interaccionar con nitrógeno y la variedad respectivamente. En M-2 ésta variable estudiada no mostró EFM significativo en su forma individual ni en interacción con el resto de factores estudiados. En relación al EFM de la variedad, el mismo fue significativo y negativo en los tres casos estudiados lo cual indica que el haber cambiado del híbrido ICTA T-101 a la variedad ICTA B-1 se produjo un abatimiento del rendimiento, debido posiblemente a una mejor adaptación al medio, del híbrido incluido.

En resumen, se puede considerar que en la localidad M-1 los factores limitantes son Nitrógeno, densidad de población y la variedad, no así el fósforo. En M-2 los factores limitantes son nitrógeno, fósforo y variedad no así la densidad de población y finalmente en M-3 los limitantes son los cuatro factores estudiados o sea nitrogeno fósforo, densidad de población y la variedad.

#### IV.5 De las Dosis Óptimas Económicas de Capital Ilimitado (DOECI) y Capital Limitado (DOECL)

En el cuadro 6 se anotan la DOECI determinadas gráficamente de acuerdo a las figuras 1,2 y 3 y las DOECL determinadas de acuerdo al método Gráfico-estadístico(4).

En ambos niveles de capital, la DOE de nitrógeno varió de 80 a 120 kg de N/ha lo cual es coincidente con lo observado por distintos autores para zonas ecológicas similares (15,18,12).

En el caso del fósforo, el análisis de suelos cuyos resultados se

reportan en el cuadro 1 muestra altos contenidos de este nu  
trimento en las localidades en estudio, por lo que según Pa  
lencia (16) la adición de éste nutrimento como fertilizante,  
no tendría efecto alguno en el rendimiento, situación esta úl  
tima que se verifica para las localidades M-1 y M-2, pero no  
en M-3 respectivamente.

En M-1 el efecto de fósforo fue no significativo en todo el  
espacio de exploración y por lo tanto su DOE de aplicación  
para ambos niveles de capital es de 0 kg  $P_2O_5$ /ha. En M-2 a  
unque su EFM fue significativo al comparar con el tratamien-  
to que involucró 0 kg  $P_2O_5$ /ha se determinó que la diferencia  
en rendimiento es menor a la DMS.10 estimada y por lo tanto  
no significativa, por lo que éste nutrimento no debe apare  
cer en la recomendación final para Capital Ilimitado como pa  
ra Capital Limitado.

En M-3 la respuesta a fósforo se asocia con el alto nivel de  
producción alcanzado y en alguna forma por lo descrito por  
Fassbender(5) por lo que de acuerdo a la figura 3 la DOECI  
se determinó en 60 kg de  $P_2O_5$ /ha y la DOECL según el método  
seguido se determinó en 30 kg de  $P_2O_5$  kg/ha.

La densidad de población, se determinó en 45,000 plantas/ha  
para la localidad M-1 y M-2 lo cual es coincidente con lo  
anotado por varios autores (1,2,19,13,7, ) y en la locali-  
dad M-3 la densidad de población fue de 60,000 plantas/ha pa  
ra todo nivel de capital, que a su vez ésta última se re

CUADRO No. 6: DOSIS OPTIMA ECONOMICA PARA CAPITAL ILIMITADO Y CAPITAL LIMITADO DETERMINADA MEDIANTE EL METODO GRAFICO-ESTADISTICO

Ensayo	DOECT			V	DOECL			V	Tasa de Retorno
	Kg/ha		Miles/ha		Kg/ha		Miles/ha		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	DP		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	DP		
M-1	120	0	45	T-101	120	0	45	T-101	2.04
M-2	80	0	45	T-101	80	0	45	T-101	0.95
M-3	120	60	60	T-101	80	30	60	T-101	4.27

laciona con el nivel de producción alcanzado y los niveles de N y  $P_2O_5$  aplicados así como por lo anotado por Gros(6).

En relación a la variedad, se determinó que en todos los casos el híbrido ICTA Tropical 101 presentó los máximos niveles de rendimiento, mientras que la Máquina 7422 y el criollo presenta ron rendimientos similares estadísticamente no significativos a los presentados por la variedad ICTA B-1 tal como se muestra en las figuras 1-2-3 para las localidades M-1; M-2 y M-3 respectivamente.

Cabe hacer notar, que el término DOECI se diferencia de DOECL en el sentido de que para este estudio el primero de los mencio nados representa máximo ingreso neto para el agricultor, mientras que el segundo, se refiere a la máxima tasa de retorno a capital o sea que como se observa en el cuadro 6 en la localidad M-3 la DOECL de 80 kg de N/ha-30 kg  $P_2O_5$ /ha-60 mil plantas/ha e ICTA Tropical 101 le retornará al agricultor la cantidad de Q.-4.27 por cada Q.1.00 que invierta en los factores estudiados.

#### VI.6 De la Aplicación de Azufre:

En los  $2^k+2k$  tratamientos, se utilizó como fuente nitrogenada a la Urea al 46% de N. Sin embargo al observar los valores de pH reportados en el cuadro 1, las localidades M-1 y M-3 se con sideraron de reacción alcalina. Esto motivó que se incluyera un tratamiento adicional que involucrara azufre y de esta ma nera determinar si éste en forma de sulfato de Amonio tendría un efecto significativo sobre el rendimiento ya que es conocido

que la reacción inicial de la Urea es alcalina.

Este tratamiento quedó constituido por 120kg de N/ha; 60kg de  $P_2O_5$ /ha; 60 mil plantas/ha; la variedad ICTA B-1 y 50 kg de S/ha para ser comparado con el tratamiento 16 reportado en el cuadro 2.

Al observar los rendimientos anotados en el cuadro 3, en el en sayo M-1, se observa que el tratamiento que involucró Azufre superó al que tuvo como fuente nitrogenada Urea, en 1 TM/ha con lo cual se puede concluir que bajo condiciones de pH alcalino es preferible usar una fuente nitrogenada que involucre azufre ( $NH_4$ )<sub>2</sub>S) con lo cual se obtendrán rendimientos adecuados y superiores a los obtenidos bajo la misma condición pero con Urea como fuente nitrogenada.

## VII. CONCLUSIONES

Tomando en cuenta lo descrito en Resultados y Discusiones, y bajo las condiciones en que se manejaron los ensayos se puede concluir lo siguiente:

1. Los factores Nitrógeno, densidad de población y variedad son limitantes en la producción del maíz El fósforo es un factor parcialmente limitante, puesto que la respuesta a las dosis aplicadas fue de 0 kilogramos de  $P_2O_5$ /ha para la localidades M1 y M-2 y de 60 y 30 kilogramos de  $P_2O_5$ /ha para la localidad M-3 en relación a capital ilimi

tado y limitado respectivamente.

Lo anterior permite efectuar un rechazo parcial de la primera hipótesis planteada.

2. Los rendimientos de maíz variaron entre las localidades con una diferencia de 3.7 toneladas métricas por hectárea lo cual permite comprobar que la localidad sí tiene influencia sobre el rendimiento. Esto, permite rechazar la segunda hipótesis planteada.
3. Las dosis óptimas económicas para capital ilimitado, y dosis óptimas económicas para capital limitado si se en encuentran dentro de los espacios de exploración estudiado, lo cual permite aceptar la tercera hipótesis planteada.
4. La fuente nitrogenada con azufre, superó en 1 TM/ha. al rendimiento que se obtuvo cuando la fuente fue Urea. Es to permite no rechazar la hipótesis planteada al respec to.

#### VIII. RECOMENDACIONES

1. Efectuar estudios más detallados sobre la posible interferencia que puedan provocar pH alcalinos sobre la pro ducción de maíz cuando la fuente nitrogenada usada sea Urea.
2. Se recomienda continuar ese tipo de ensayos con el objetivo de incrementar la información que permita, introducir el enfoque de agrupación por agrosistema para diagnosticar DOECI y DOECL quesean precisas para cada condición de producción.

N P 205 DP V  
DOECI 120-0-45-T-101

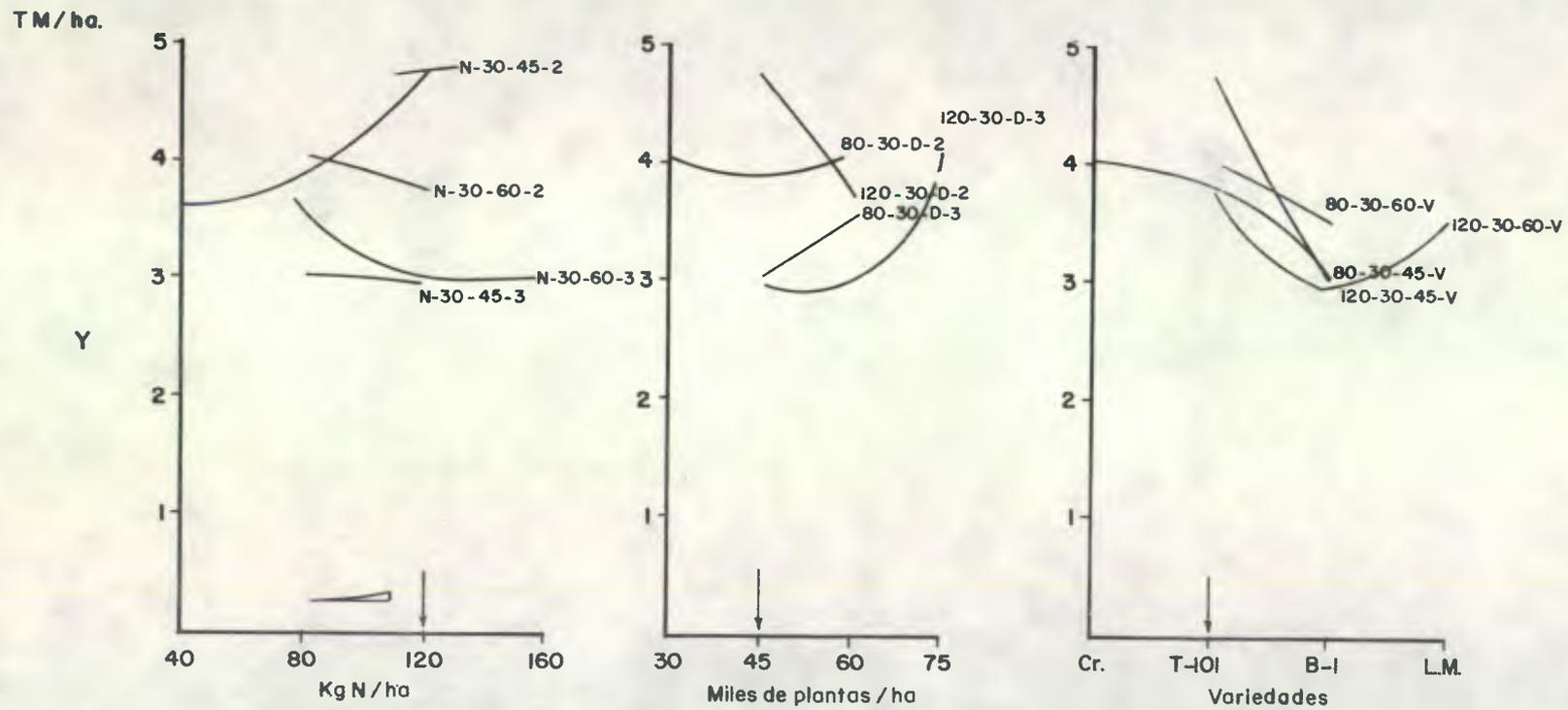


Figura 1 - DOECI para los factores NDV en el experimento M-1.

-33-

DOECI 80 - 0 - 45 - T - 101

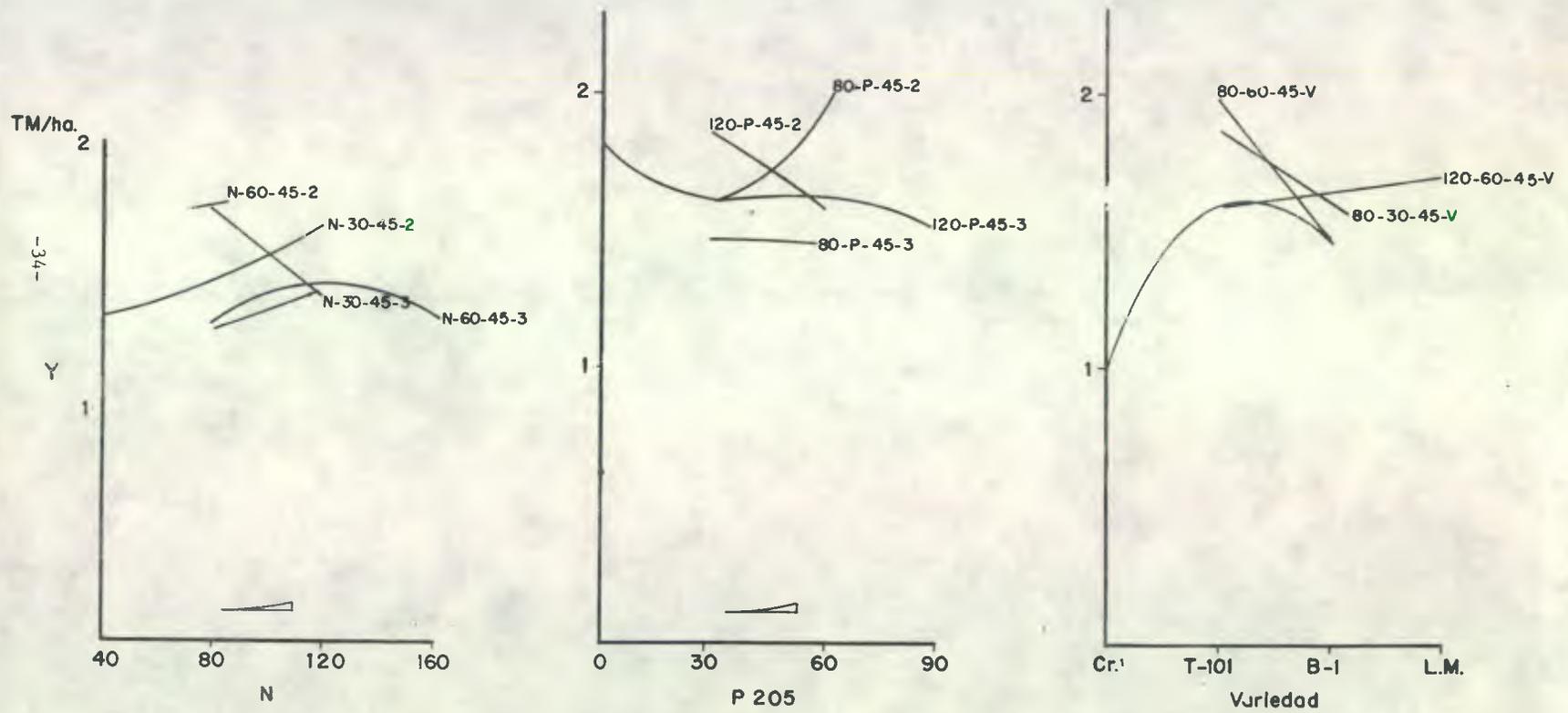


Figura 2 - DOECI para los factores N, P y V en el experimento M-2

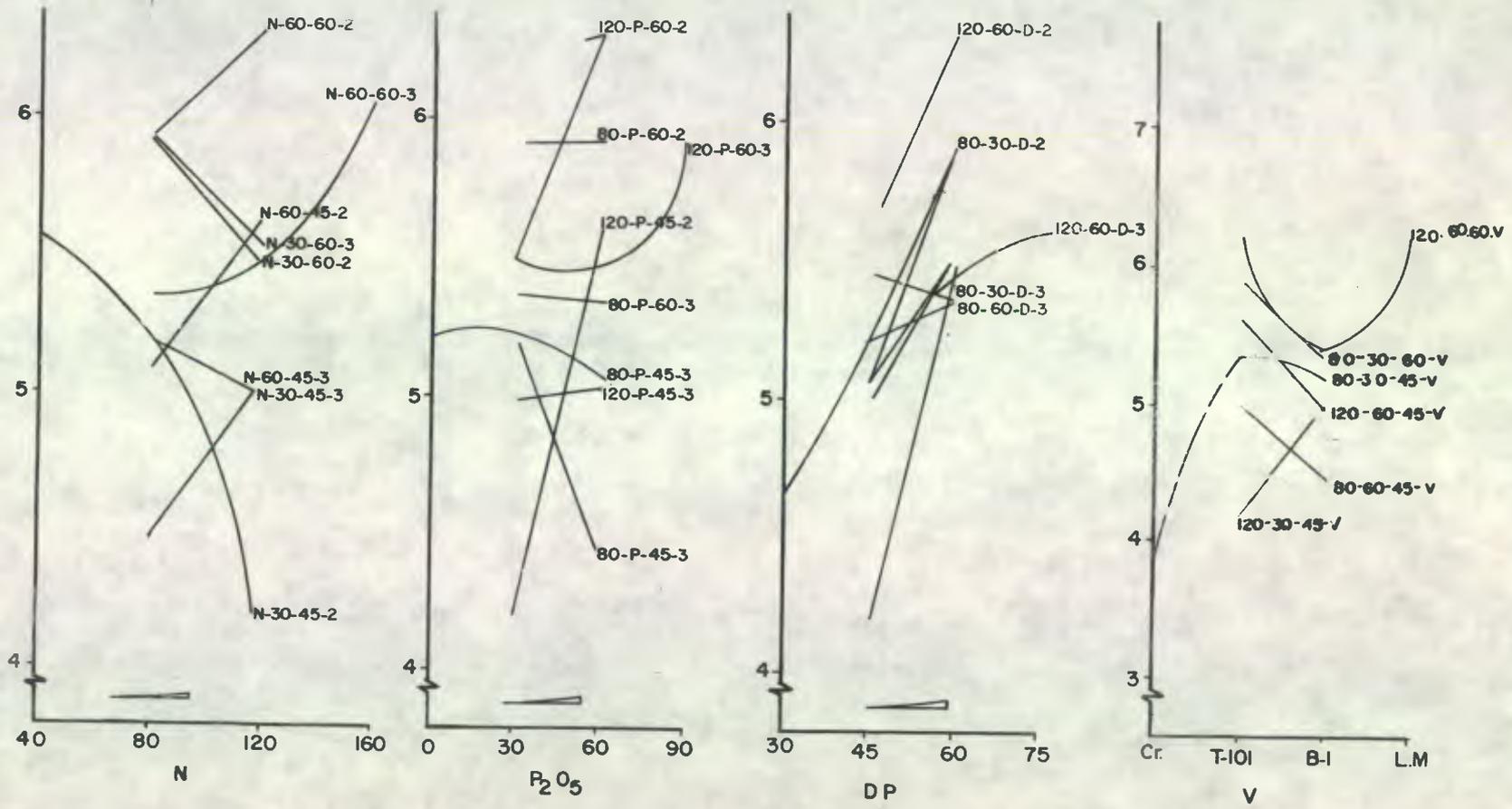


Figura 3- DOECI determinada a los factores NPDV en el ensayo M-3.

## BIBLIOGRAFIA

1. ALDRICH, SAMUEL Y LENG EARL. Producción Moderna del Maíz. Argentina. Editorial Hemisferio Sur, 1974. 308.p.
2. BOLAÑOS M. Estudio sobre el Comportamiento de Parametros Fenotípicos y fisiológicos a diferentes densidades de población con fenotipos contrastantes en Maíz (zea mays L.) ( Tesis Profesional) México. Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo. 1978. 76.p.
3. COCHRAN, WILLIAM Y COX GERTRUDE. Diseño Experimental. México Editorial Trillas. 1974. 661.p.
4. ESTRADA LIGORRIA, LUIS ALBERTO. Metodología de Investigación utilizada para la obtención y análisis de resultados sobre prácticas mejoradas para la producción de cultivos. Guatemala. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA). 1978. 34.p. (mimeografiado)
5. FASSBENDER, HANS. Química de Suelos . con énfasis en suelos de América Latina. San José Costa Rica. Editorial. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA) 1978. 398.p.
6. GROSS, A. Abonos, Guía práctica de la Fertilización. Madrid. Editorial Mundi-Prensa 1976. 585.p.
7. GONZALEZ ARAUZ, DANILO AGUSTIN. Evaluación de la respuesta del Maíz a la aplicación de 4 niveles de Nitrógeno en combinación con 6 densidades de población en el Parcelamiento La Máquina. Guatemala, Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. 1977. 41.p.
8. HOLDRIDGE, L.R. Mapa de Zonificación Ecológica de Guatemala, según sus formaciones Vegetales. Guatemala. Ministerio de Agricultura Serie A. 1968. 19.p.
9. Guatemala, INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS (ICTA) El Cultivo del maíz en el parcelamiento La Máquina. Folleto No.3. Guatemala Sector Público Agrícola. 1977. 4.p.
10. Guatemala, INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. (ICTA) Informe anual del Programa de maíz. Guatemala Sector Público Agrícola. 1976. 166.p.
11. Guatemala, INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLA (ICTA). Informe del Programa de Maíz. Guatemala Sector Público Agrícola 1977. 214.p.
12. JACOB. A. & UWXKULL H. Fertilización. México. Editorial Auroamericana. 1973. 626.p.

13. KAMPRATH, E.J. Fósforo. En: Resumen de la Investigaciones Edafológicas en la América Latina Tropical. Editor Pedro Sánchez. North Carolina Agricultural Experiment Station. Boletín Estadístico No.219. 1973. 215.p.
14. MOYLE, S. et. al. Los niveles de Producción Agrícola y el empleo de fertilizantes. Roma. FAO; Programa de Fertilización, Campaña Mundial contra el hambre. 1962. 54.p.
15. PINEDA, MARTINES HECTOR LEONEL. Efecto de Niveles y Frecuencias de Aplicación de nitrógeno sobre rendimiento y sus componentes en el cultivo del maíz en el Sur-Oriente de Guatemala. Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
16. PROGRAMA DE NUTRICION VEGETAL. Informe Anual 1974. Editor Anibal Palencia. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA). 1975. 121.p.
17. SALGUERO NAVAS, VICTOR. Estimación de los parámetros de estabilidad para medir el rango de adaptación de 4 híbridos y 6 variedades de maíz ( Zea mays L.) en el Sur-Oriente de Guatemala. ( Tesis de Ingeniero Agrónomo de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala). 1976. 83.p
18. SANCHEZ P.A., Resumen de las Investigaciones Edafológicas en la América Latina Tropical. Editor Pedro Sánchez. North Carolina Agricultural Experiment Station. Boletín Técnico. 219. 1973. 215.p.
19. TURCIOS BERMUDEZ FRANCISCO. Evaluación de cuatro poblaciones de maíz. ( Zea mays L.) en el Sur-Oriente de Guatemala. Facultad de AGronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. 1978 41.p. ( Tesis Ingeniero Agrónomo).
20. TURRENT ANTONIO & LAIRD REGGI. La matriz Plan Puebla para ensayos sobre prácticas de producción de cultivos. Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México. 1975. 117-143.p.

**BIBLIOTECA CENTRAL-USAC  
DEPOSITO LEGAL  
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO**

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DECANO en funciones: Dr. Antonio Ssandoval  
VOCAL 1o. Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.  
Vocal 2o.  
Vocal 3o. Ing. Agr. Rudy Villatoro R.  
Vocal 4o. Prof. Efraín Medina Guerra  
Vocal 5o.  
SECRETARIO: Ing. Agr. Carlos Salcedo

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO: Ing. Agr. Rodolfo Estrada  
EXAMINADOR: Ing. Agr. Hugo Morales  
EXAMINADOR: Ing. Agr. Marco Tulio Aragón  
EXAMINADOR: Dr. Antonio Sandoval  
SECRETARIO: Ing. Agr. Leonel Coronado C.

DW  
OI  
T(409)

Guatemala,  
Octubre de 1979

Dr. Antonio Sandoval  
Decano de la Facultad  
de Agronomía  
Presente

Señor Decano:

Respetuosamente me dirijo a Ud. para informarle que de acuerdo a la designación que me hiciera ese de canato he procedido a asesorar y revisar el trabajo de tesis del Bachiller Carlos Roberto Sett Oliva, sobre "Estudio de Factores Limitantes en la Producción de Maíz (Zea mays L.) y Determinación de Dosis Óptimas Económicas en el Valle de la Fragua, Zacapa, Guatemala, C. A.", el cual presenta para solventar el último requisito en la obtención del Título de Ing. Agr. en el Grado de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Considero que dicho trabajo reúne todos los requisitos, por lo que ruego al Señor Decano su aprobación y efectos consiguientes.

Sin otro particular más que tratar, me es grato suscribirme del Señor Decano muy atentamente,

  
Ing. Agr. Luis Alberto P. Estrada L.  
Colegiado No. 140