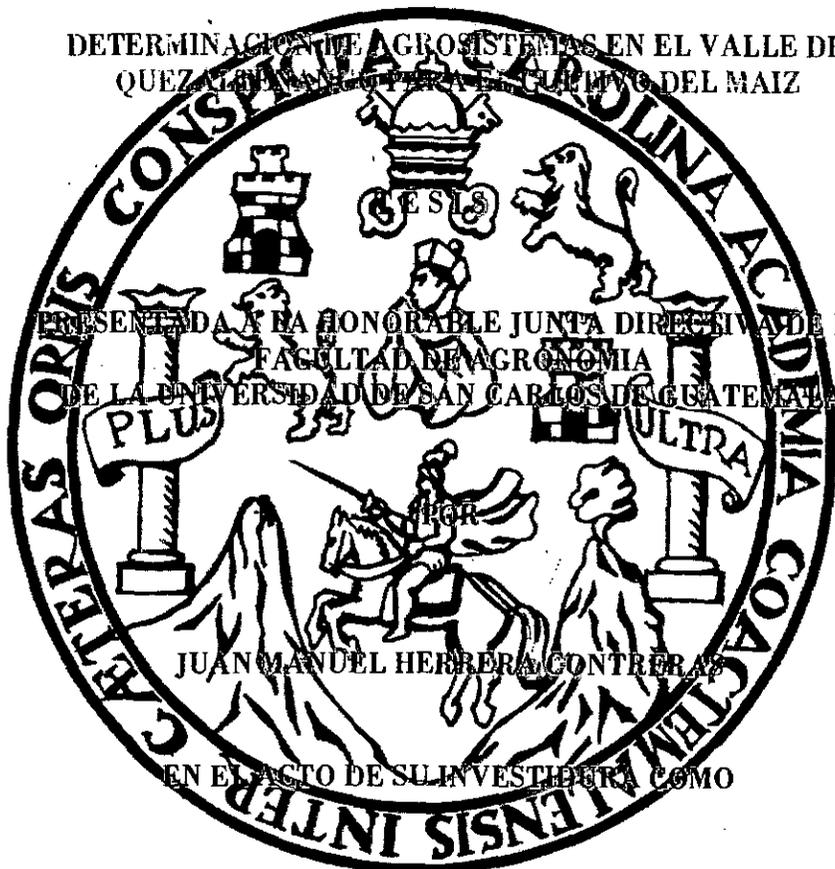


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

DETERMINACION DE AGROSISTEMAS EN EL VALLE DE
QUEZALBÁN PARA EL CULTIVO DEL MAIZ



EN EL ACTO DE SU INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Biblioteca Central

Sección de Tesis

EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1979

TESIS DE REFERENCIA

NO

SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA
BIBLIOTECA CENTRAL - USAC.

R
01
T(366)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

LICENCIADO SAUL OSORIO PAZ

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano
Vocal 1o.
Vocal 3o.
Vocal 4o.
Secretario

Dr. Antonio Sandoval Sagastume
Ing. Agr. Rodolfo Estrada González
Ing. Agr. Rudy Villatoro Recinos
Br. Juan Miguel Irías Girón
Ing. Agr. Carlos Salcedo Zenteno

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano
Examinador
Examinador
Examinador
Secretario

Ing. Agr. Rodolfo Estrada
Dr. Romeo Martínez
Ing. Agr. Jorge Ramos
Ing. Agr. Ricardo Miyares
Ing. Agr. Leonel Coronado



Guatemala,
21 de noviembre de 1979

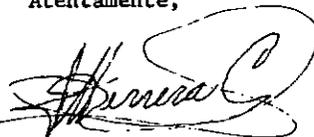
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

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: "DETERMINACION DE LOS AGROSISTEMAS EN EL VALLE DE QUEZALTENANGO PARA EL CULTIVO DEL MAIZ".

Con el propósito de llenar con él, el último requisito para optar al título de INGENIERO AGRONOMO, en el grado de LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS.

Atentamente,

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Herrera', with a large, stylized flourish extending to the right and a long horizontal line extending to the left.

JUAN MANUEL HERRERA CONTRERAS

Guatemala, noviembre 21 de 1979

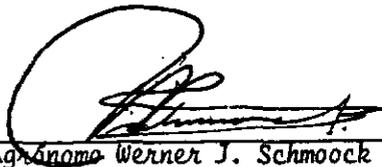
Señor Doctor
Antonio Sandoval S.
Decano, Facultad de Agronomía
Presente

Señor Decano:

Tengo el agrado de dirigirme a usted para manifestarle que en cumplimiento de lo resuelto por la Honorable Junta Directiva de esa Facultad, he proporcionado al Ingeniero Agrónomo Infieri, Juan Manuel Herrera Contreras, la asesoría requerida para su trabajo de tesis titulado: "DETERMINACIÓN DE AGROSISTEMAS EN EL VALLE DE QUEZALTENANGO PARA EL CULTIVO DEL MAIZ."

He revisado el mencionado trabajo y habiéndolo encontrado satisfactorio, lo apruebo en su totalidad.

Sin otro particular me suscribo de usted atentamente,



Ing. Agrónomo Werner J. Schmoock P.
Asesor

TESIS QUE DEDICO A:

LA MEMORIA DE MI PADRE

A MI MADRE

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

MI PATRIA

FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA USAC

MI ESPOSA

MIS HIJOS

MI FAMILIA

AGRADECIMIENTOS:

Quiero dejar constancia de mi más sincero agradecimiento a las personas o instituciones, que en una u otra forma contribuyeron en la realización del presente trabajo.

Al instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA)

Al personal técnico, administrativo y de campo del Centro de Investigaciones Agrícolas "Labor Ovalle", del ICTA.

Al equipo de Prueba de Tecnología de Quezaltenango de los años 1975 al 78.

Al personal del Laboratorio de Suelos del ICTA.

A mi asesor Ing. Agr. Werner J. Schmoock P.

Al Ing. Agr. Ramiro Ortiz.

A la secretaria Sra. Silvia de Tarragó.

NOTA:

Los siguientes datos fueron recabados mediante la utilización de recursos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, por lo que la publicación parcial o total de los mismos únicamente puede hacerse con previa autorización de dicha Institución.

INDICE

	Pag. No.
I. INTRODUCCION	1
II. DESCRIPCION DEL AREA	3
1. Características físicas	3
1.1 Fisiografía	3
1.2 Clima	4
1.3 Población y Recursos Físicos	6
2. Tecnología	7
2.1 Tradicional	7
2.2 Mejorada	8
III. LA PROBLEMATICA	11
IV. REVISION BIBLIOGRAFICA	13
V. HIPOTESIS, OBJETIVOS Y SUPUESTOS	17
VI. MATERIALES Y METODOS	19
1. Diseño de los Experimentos	19
1.1 Factores Estudiados	19
1.2 Matriz Experimental	20
1.3 Diseño Experimental	20
1.4 Insumos	21
2. Trabajo de Campo	21
2.1 Localización	21
2.2 Preparación del Terreno	23
2.3 Siembra	23
2.4 Fertilización	23
2.5 Control de Malezas	23
2.6 Cosecha	24
2.7 Datos Complementarios	24
3. Trabajo de Gabinete	24
3.1 Análisis Gráfico — Estadístico	24

3.1.1	Analisis de Varianza	24
3.1.2	Método de Yates	26
	Caso I	28
	Caso II	33
	Caso III	39
	Caso IV	42
3.2	Método para el Diseño de Agrosistemas	45
3.2.1	Determinación de las Categorías para los Factores de Diagnóstico	46
3.2.2	Primera Etapa	51
	A. Agrupaciones	51
	B. Análisis de Varianza	58
3.2.3	Segunda Etapa	57
	A. Agrupaciones	57
	B. Análisis de Varianza	58
3.2.4	Factores Limitantes	63
VII.	RESULTADOS Y DISCUSION	65
	1. Del Método Gráfico - Estadístico	65
	1.1 De los Rendimientos	65
	1.2 De la Significancia en Yates	66
	1.3 De las Dosis Optimas Económicas	68
	2. De la Agrupación por Agrosistemas	70
	2.1 De los Factores de Diagnóstico	70
	2.2 De las Categorías	71
	2.3 De la Primera Etapas	77
	2.4 De la Segunda Etapa	81
	2.5 De los Factores Limitantes	84
VIII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	103
IX.	ABSTRACTOS	105
X.	BIBLIOGRAFIA	107
XI.	APENDICE	109

I. INTRODUCCION

Guatemala, como un país en vías de desarrollo, con condiciones similares a los países del área, en donde se reconocen dos formas de agricultura, una empresarial o comercial, y la otra una agricultura de subsistencia que practican una mayoría de agricultura con recursos limitados especialmente de tierra y capital, localizados en áreas marginales a la producción agrícola.

En el pasado, la investigación que se realizaba era dentro de las estaciones experimentales sin limitación de recursos de capital, y en áreas adecuadas a la producción agrícola, que no reflejaban las condiciones reales de la agricultura.

En nuestros días, esta situación ha cambiado, al crearse conciencia; en el sentido de que, si no se planteaba una metodología de investigación, enfocada hacia una agricultura de subsistencia, nunca podría el pequeño y mediano agricultor, tener diferentes alternativas que le permitieran obtener un mayor ingreso, y por ende, escapar de esa agricultura de subsistencia, y que indirectamente hará despegar a Guatemala hacia un desarrollo más acelerado.

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), en base a lo anteriormente expuesto, desde 1975, y como una primera fase en sus políticas agrícolas hacia el pequeño y mediano agricultor, inició en el Valle de Quezaltenango, sus actividades dentro del altiplano occidental para resolver la problemática de una agricultura de temporal y agricultores de subsistencia.

En este momento está en la situación de presentar soluciones o alternativas de producción, ya que a través de su sistema tecnológico, aplicado a la solución de la problemática y, que, completando sus fases de identificación de limitantes, generación de alternativas, prueba y evaluación de la tecnología generada llegará a alternativas de producción de bajo riesgo, precisas y de máximo ingreso.

En este trabajo se estudia una metodología para llegar a una mayor precisión, tomando como base, las respuestas a las fertilizaciones nitrogenadas, fosfóricas y de densidad de población.

II DESCRIPCION DEL AREA

2.1 CARACTERISTICAS FISICAS

El área de estudio del presente trabajo comprende El Valle de Quezaltenango, localizado en el Altiplano Occidental, y cuyas coordenadas geográficas comprenden en latitud norte, entre los 14°05' y 14°55'; longitudes oeste, entre los 91°30' y 91°40' con respecto al meridiano de Greenwich, cubriendo un área de 163 kilómetros cuadrados que corresponden al 0,61o/o del área del Altiplano Occidental. (1)

La división política del área en estudio, está agrupando parcial o totalmente a los municipios del Departamento de Quezaltenango con los siguientes municipios: Cajolá, San Juan Ostuncalco, La Esperanza, Orintepeque, Quezaltenango, Salcajá, Cantel, San Mateo, Concepción Chiquirichapa y San Miguel Sigüilá. En el valle están comprendidos algunos municipios del Departamento de Totonicapán y son los siguientes: San Andrés Xecul y San Cristóbal Totonicapán. Toda el área antes mencionada comprende a la sub-región 1.2 (Regionalización del SPA. del M. A.).

2.1.1 Fisiografía

La conformación física del Valle comprende áreas planas y ligeramente onduladas en su mayoría con excepción de algunas áreas que van a onduladas, y las cuencas de los ríos que cruzan el valle, siendo los más importantes el río Samalá y el Xequijel.

En (6) nos describen las condiciones Geológicas del Valle de Quezaltenango con las letras Qpiq: como Pómez tipo Ignimbrita del Período cuaternario de la era Cenozoica. El término Ignimbrita describe a los materiales depositados por avalanchas candentes, siendo característico en el Valle de Quezaltenango como fragmentos de pómez, no clasificados en tamaño, no estratificados, en distribución caótica dentro de una matriz de pómez pulverulenta. Fragmentos líticos son comunes, a veces ocupando hasta el 10o/o del total. Este depósito de avalanchas candentes tienen espesores en el orden de los cien metros; la pómez que los forman es principalmente de composición dacítica.

En la parte poniente del Valle de Quezaltenango, las ignimbritas provienen del volcán Siete Orejas. La edad de estas deposiciones son de alrededor de treinta y cinco mil años usando el método de carbono catorce.

Para el Valle la influencia de las erupciones del Santa María (última en 1902) y del Santiaguito en épocas recientes y continuadas, de arena y gases como anhídrido sulfuroso, ácido sulfúrico y ácido fluorhídrico; como los más importantes que siguen afectando el área.

Como caso especial es de mencionar los llanos del Pinal, que en el mapa geológico se designa con las letras Op., como rocas piroclásticas recientes, incluyen pómez sub-áreas y pómez de origen diverso redepositadas por agua; causados principalmente todos los años por el arrastre de la escorrentia en las épocas de lluvias, y la falta de prácticas adecuadas de conservación de suelos.

Todo lo anterior, ha conformado en nuestros días, unos suelos muy característicos en el Valle de Quezaltenango, siendo el más importante por el área que cubre, el Suelo Serie Quetzaltenango con sus fases Qe. y Qeq; fases planas y quebradas, clasificados como franco arenoso en su horizonte superficial a franco arcilloso arenoso. (13) ver cuadro 16 de las características físicas y químicas de los 22 sitios.

Con respecto a la altura en metros sobre el nivel del mar nos encontramos con fluctuaciones desde los 2370 a 2520 m. SNM. o sea 150 metros entre las partes bajas y altas del valle, lo que no es una gran diferencia.

2.1.2 CLIMA

La precipitación ocurrida durante los años en estudio fluctúan alrededor de la media de 19 años de registro* siendo para los años 75 y 76 abajo de la media, con 766.9 y 748.1 mm. anuales respectivamente; y para los años 77 y 78 arriba de la media con 899.6 y 858.8 mm. anuales respectivamente; teniendo la media de 827.1 mm. anuales.

Si observamos la gráfica 1 vemos que las lluvias están distribuidas en dos épocas, siendo los meses más lluviosos Junio y Septiembre, con excepción de 1977 en que se adelantan los picos a Mayo y Agosto, desfasándose un mes. Siendo los meses más secos, los de Enero y Febrero.

De acuerdo a la clasificación del Dr. Holdridge (5) el área del estudio está comprendida dentro de las zonas tropical de bosque seco montano bajo y bosque húmedo montano bajo. Por otro lado, según la clasificación del clima por Thornthwaite (7) la clasifica como semifrío húmedo, con invierno benigno y seco, y con una vegetación características de bosque.

La temperatura promedio máxima anual varía en el período de 19 años de 20.4 a 22.4°C. y la temperatura promedio mínima anual de 5. a 7.5°C. para los años en estudio la fluctuación fue mínima; ya que las máximas variaron de 21 a 22.4°C y las mínimas variaron de 5.0 a 5.4°C., teniéndose las temperaturas más altas en Abril y Mayo y las más bajas en Enero. En los meses de Junio a Octubre, la humedad relativa fluctúa alrededor del 82o/o.

* Datos proporcionados por la Estación Meteorológica 13.14.3, Labor Ovalle P.H.C. "A" lat. 14° 52' long 91° 30' elevación 2,400 m. S.N.M.

C. Cambio del arreglo topológica y densidad

C-1. Maíz en monocultivo.

1.00 mt. entre surcos x 0.6 mts. entre matas y 3 granos por posturas sin re-
siembras.

Densidad teórica: 50,000 planta por Ha.

Densidad real: 42,000 plantas por Ha.

C-2. Maíz en asociación

1.00 mt. entre surcos x 0.8 mts. entre plantas y 4 granos por postura de maíz.

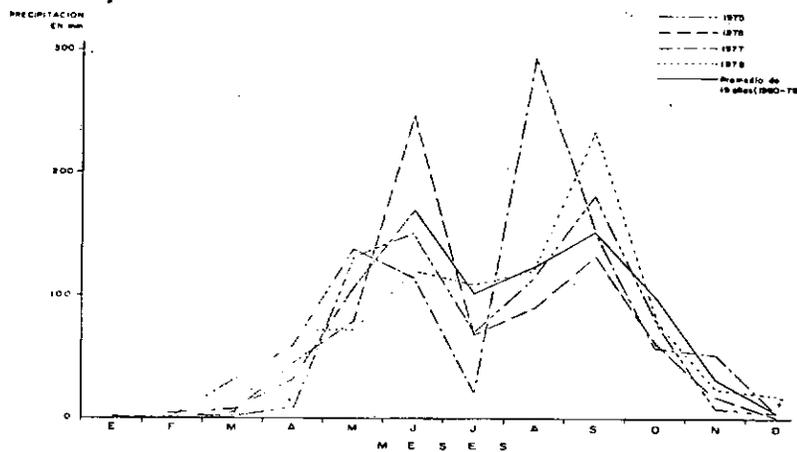
2 granos de haba

1 grano de frijol

1 grano de arveja

Si se utiliza esta asociación, o cualquier variante.

Como información complementaria, de 58 parcelas de prueba sembradas



GRAFICA 1 DISTRIBUCION MENSUAL DE LA LLUVIA EN EL VALLE DE QUEZALTENANGO

2.1.3 POBLACIÓN Y RECURSOS FÍSICOS:

En el estudio (1) nos describen la situación para 1975; la alta densidad de población existente en la región de 301 habitantes por kilómetro cuadrado con una proyección para 1978 de 308 habitantes/Km.2, siendo de las más altas del país. La población económicamente activa del valle es la más alta del área del altiplano occidental, del orden de 39.20/o para la urbana y 22.10/o para la rural y teniendo una cobertura escolar de 380/o, la mayor de toda el área (Altiplano Occidental) con respecto a su infraestructura, cuenta con 5 mercados municipales, los mayores del altiplano. Existen 132 Km. de carreteras que nos dan una densidad de 0.215 Km./Km.2, siendo la más alta de la región. A la fecha (1979), existen 7 agencias bancarias, sobrepasando a las demás áreas de la región. (1).

Si tocamos el aspecto social, cuenta con 2 hospitales de los cuales el Nacional incrementará su capacidad al trasladarse a su nuevo edificio para 1980. También se cuenta con 10 centros de Salud y 3 Puestos de Salud, 1 Centro de Bienestar Social, 2 Centros Privados de Salud y 3 unidades móviles. (1).

En el Valle se siembran 6,259 Has. de maíz con una producción de 6,418.3 toneladas dando un rendimiento promedio de 1.02 TM/Ha siendo mayor que el rendimiento promedio nacional de 0.84 TM./Ha, asociados al maíz, en las explotaciones familiares, se siembra el haba, frijol y arveja en diferentes arreglos.

La producción de frijol fue de 1.23 TM/Ha, siendo del promedio nacional 0.65 TM/Ha., y en haba un promedio de 0.892 TM./Ha. (1)

Otro de los cultivos importantes de la región es el trigo cuyo rendimiento promedio es de 1.16 TM/Ha, siendo el promedio nacional de 0.78 TM/Ha.

Otro cultivo importante para la región y que recientemente ha tenido expansión son las hortalizas que toma un papel importante dentro del área, pero por no tener datos confiables no se mencionan.

Otro de los recursos importantes es la producción ganadera que comprende a 1975 4,561 vacunos; 4,708 porcinos, 11,175 ovinos y 872 cabrinos.

Al observar la actividad económica es de mencionar que el valle y especialmente la ciudad de Quezaltenango es el foco de la actividad económica de la región, teniendo para 1973; 95 establecimientos entre industriales de manufactura, lo que facilita las operaciones económicas y agrícolas de la región.

En cuanto a la producción de los productos agrícolas, se cubre el 40o/o del

maíz, el 87o/o del trigo, y el 62o/o de la papa; producida en el país (a nivel de la región I.2). (1)

2.2 TECNOLOGIA

Se puede distinguir dos tecnologías bien marcadas en la región una tradicional, generada y producida a través del constante uso y experiencia del agricultor, transmitida de padres a hijos, y otra generada por instituciones de investigación que la llamaremos mejoradas.

2.2.1 Tradicional

Dentro de esa tecnología tradicional existen en la región dos tipos de agricultores.

El primero, con una agricultura mecanizada o semimecanizada, en extensiones que fluctúan, a juicio del autor, entre 8 a 60 Has. con cultivos predominantemente comerciales y en monocultivo.

El segundo, corresponde a agricultura semimecanizada y manual, en extensiones que fluctúan entre 0,2 a 8 Has; estas áreas de explotación, están separadas en fracciones que van de 0,2 a 0,8 de Ha.; siendo consideradas de subsistencia y como característica desarrollaron sistemas de cultivos con el maíz, siendo el cultivo principal con las siguientes variantes M, M-F, M-H, M-F-H, M-F-H-A, M-T.*

De acuerdo a la información recabada por el equipo de prueba de tecnología del ICTA en el Valle desde 1975 a continuación se describe la tecnología tradicional del pequeño y mediano agricultor:

Preparación de suelos o picada en forma manual con azadón en la primera quincena de febrero.

La siembra del sistema (cualquier combinación) se realiza al mismo tiempo dentro de la postura o en el surco, en el caso del haba (6 a 8 granos de maíz, un frijol y dos habas) en posturas al cuadro o encadenadas (al tresbilillo). Las distancias entre surcos y entre posturas varían entre 0,9 m. a 1,2 m.; realizándose entre la primera quincena de Marzo a la primera quincena de Abril. Hay que mencionar que algunos usan materia orgánica a la siembra a razón de 3 a 9 TM/Ha. (en la postura del maíz).

...Al inicio de las lluvias, realizan la limpia o raspa en la segunda quincena de Mayo (época variable de acuerdo a las lluvias) aplicando la fertilización; usando más frecuentemente el fertilizante 20-20-0 a razón de 50-50-0 a 72-72-0 Kg./Ha. de elemento puro de nitrógeno y fósforo respectivamente (3.2 a 5.6 quintales por manzana

na de 20-20-0).

El aporque o calza la realizan la segunda quincena de junio.

Corrientemente cosechan parte del haba en fresco desde agosto y la consumen o la venden en el mercado.

La cosecha y el acarreo se realiza en la segunda quincena de noviembre en adelante y posteriormente el aporreo del frijol y del haba.

2.2.2 Mejorada

Esta tecnología se ha desarrollada desde 1975 en el ICTA a través del Programa de Maíz del Programa de Maíz y del Equipo de Prueba de Tecnología.

Se desarrollaron alternativas de producción de los componentes del rendimiento que más inciden en el incremento de la producción partiendo de la tecnología tradicional hacia una tecnología mejorada.

ALTERNATIVAS

A. Cambio de variedad

San Marceño (amarillo)

Ciclo de cultivo mediano (134 días a floración)

Fecha de Siembra la utilizada por el agricultor.

Guate – IAN – Xela (amarillo)

Ciclo de cultivo precoz (105 días a floración)

Fecha de siembra 2a. quincena de abril a 1a. quincena de mayo Alternativa para ser sembrada al inicio de las lluvias.

B. Cambio de Fertilización

90 – 30 Kg/Ha de elemento puro de nitrógeno y fósforo respectivamente; 2.27 quintales por manzana de 20-20-0, 150 Kg/Ha de 20-20-0, 14.2 lbs. de 20-20-0 por cuerda al inicio de las lluvias con la primera limpia (raspa) tapando el fertilizante. 1.98 quintales por manzana de área (46-0-0), 130 Kg/Ha de 46-0-0), 12.4 lbs. de urea por cuerda a los 30 a 40 días de la primera fertilización, (con humedad en el suelo) con el aporque (calza) antes de la floración.

C. Cambio del arreglo topológica y densidad

C-1. Maíz en monocultivo.

1,00 mt. entre surcos x 0,6 mts. entre matas y 3 granos por posturas sin re-siembras.

Densidad teórica: 50,000 planta por Ha.

Densidad real: 42,000 plantas por Ha.

C-2. Maíz en asociación

1,00 mt. entre surcos x 0,8 mts. entre plantas y 4 granos por postura de maíz.

2 granos de haba

1 grano de frijol

1 grano de arveja

Si se utiliza esta asociación, o cualquier variante.

Como información complementaria, de 58 parcelas de prueba sembradas en 1978 por el equipo de Prueba de Tecnología del ICTA en el Valle se obtuvieron los siguientes datos:

Cambio de la alternativa A, un incremento de 1 TM/Ha (16 quintales por manzana, 1 quintal por cuerda).

Cambio de la alternativa B y C, un incremento de 1.4 TM/Ha (3.8 quintales por manzana, 2.4 quintales por cuerda).

Por el cambio de la alternativa B y C un ahorro de Q. 9.30 por cada quetzal invertido ya que la fertilización recomendada es más barata que la del agricultor.

III. LA PROBLEMÁTICA

Dentro del marco de referencia del agricultor; nos encontramos con el hecho de la adopción del fertilizante 20-20-0 a diferentes cantidades, uso de variedades criollas y variedades mejoradas, dependiendo de su capacidad de ahorro, en su sistema agrícola.

Ahora bien, se tienen que resolver una serie de limitantes como son: un buen conocimiento tecnológico, el contacto con las fuentes de información (extensión) y el difícil acceso a los créditos. El ICTA desde 1975 al presente se ha preocupado por encontrar alternativas de producción al sistema del agricultor de subsistencia con sus limitados recursos de capital. Esta nueva tecnología debe ser lo más precisa para optimizar la inversión y reducir al máximo el riesgo que el agricultor enfrenta en cada ciclo de cultivo. Por otro lado, esta tecnología debe ser adaptada a las diferentes condiciones locales de producción. Por ejemplo, debe adaptarse al manejo del agricultor, este manejo cambia dentro del valle en lo que respecta al uso de diferentes genotipos el uso o no uso de la materia orgánica, a la forma de preparación del suelo, a la asociación usada, etc.

Se ha podido cubrir el paso de que la tecnología generada sea aceptada por el agricultor, ya que esta se genera, prueba y evalúa en los terrenos del agricultor.

Dentro de los procedimientos de diagnóstico utilizados por los agrónomos nos encontramos con diferentes grados de precisión para diseñar recomendaciones, a continuación se indican éstos, del menor preciso al de mayor precisión.

1. Extrapolación de otras regiones del país;
2. Método de fertilidad;
3. Agrupación indiscriminada;
4. Agrupación por agrosistemas;
5. Ecuaciones empíricas generalizadas.

A la vez que se obtiene mayor precisión, el costo del diseño para cada una de las estrategias se incrementa al pasar del 1 al 5. Al iniciar la investigación en un área nueva, se estima una recomendación base, para posteriormente, en los siguientes años se procede a afinar la recomendación a través de alguno de los procedimientos de diagnóstico descritos anteriormente.

En nuestro presente estudio, después de cuatro años se llegará a tener una re-

comendación promedio para la región o agrupación indiscriminada y se tratará de darle una mayor precisión por medio del paso cuatro mencionado anteriormente, o sea plantear la agrupación por agrosistemas.

Dentro de este punto existen dos metodologías en cuanto a la agrupación, siendo la primera utilizada por Ortiz (9) y Schmoock (12) aplicando el criterio agronómico y la segunda es el método C.P. (16) en que se utilizan tanto el criterio agronómico como la estadística en la determinación de estas agrupaciones buscando una mayor certeza.

Para enfrentar esta problemática esperamos y aceptamos.

A PRIORI que esta nueva metodología descrita en los capítulos siguientes resuelva las interrogantes planteadas, en cuanto a la certeza de las recomendaciones de fertilidad y densidad de siembra en las agrupaciones resultantes.

IV. REVISION BIBLIOGRAFICA

El presente capítulo enfoca el concepto básico del cual se desarrolla el procedimiento estadístico para la agrupación por agrosistemas.

Concepto Básico:

El Agrosistema o Sistema de producción según Turrent (16), y anteriormente conceptualizados por Jenny y Laird, lo define de la siguiente manera:

- a) "Un agrosistema de una región agrícola, es el cultivo en que los factores de diagnóstico (inmodificables) fluctúan dentro de un ámbito establecido por conveniencia".
- b) "Dentro del agrosistema, cualquier fluctuación, geográfica o sobre el tiempo, en la función de respuesta a los factores controlables de la producción será considerada como debida al azar en el proceso de generación de tecnología de producción".

El factor de diagnóstico según Turrent (15) "de una región agrícola es aquel factor inmodificable que figura en la definición del agrosistema. Normalmente todos los factores de diagnóstico de la región tendrán ámbito agronómico amplio, más no todos los que satisfagan esta última condición serán factores de diagnóstico. Es decir que la amplitud en el ámbito agronómico es una condición necesaria e insuficiente para que un factor inmodificable sea de diagnóstico. Por esto es que la estratificación de las condiciones inmodificables de producción de una región agrícola debenser modificables a nivel de hipótesis, las cuales serán rechazadas o no mediante observación".

Los factores de diagnóstico pueden ser factores ecológicos no modificables, o factores que actualmente, para nuestro medio y tecnología son económicamente honorosos de modificar lo que amplía la gama de factores a considerar. Por otro lado, el manejo previo en esta zona, ha conformado una serie de respuestas definidas en cuanto al nivel de fertilidad de los suelos, los cuales se considerarán como factores de diagnóstico.

Según Turrent (15), clasifica los factores incontrolables por su tipo de variación a factores primarios, binarios y terciarios: "Los factores primarios muestran solamente variación de tipo geográfico (u horizontal). Por ejemplo la pendiente y profundidad del suelo, la posición fisiográfica, la altura sobre el nivel del mar. Los factores binarios muestran variación conjunta de dos direcciones: a) Geográfica y verti-

cal, b) Geográfica y a lo largo del tiempo. La textura, estructura, contenido de materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, son ejemplos de factores incontrolables binarios, de variación geográfica-vertical. Los regímenes de lluvia, granizo y vientos, son ejemplos de factores incontrolables binarios, de variación geográfica-tiempo. Finalmente los factores ternarios muestran variación conjunta en tres direcciones: geográfica-vertical-tiempo. Algunos ejemplos de esta clase de factores son el contenido de humedad en el suelo, la concentración de nitratos en el perfil del suelo, y el daño causado por heladas".

Los factores incontrolables de la producción pueden ser modificables o inmodificables por razones económicas de plazo largo. Así por ejemplo, la textura, la profundidad y estructura del suelo son inmodificables para la agricultura de temporal-subsistencia, en cambio son modificables para el cultivo del pasto en canchas de golf o de balompié. El régimen de humedad en el suelo es inmodificable para la agricultura de temporal, y modificable para la agricultura bajo riego.

El ámbito agronómico según Turrent (15), "de un factor inmodificable en una región agrícola, se refiere a la amplitud de la variación efectiva de dicho factor, juzgado desde un punto de vista agronómico. Es decir, de si la variación de ese factor dentro de la región, se asocia con cambios medibles en el rendimiento del cultivo. El régimen de radiación neta por ejemplo, varía poco a lo largo y ancho de una región agrícola en la que la frecuencia de nublados sea la misma en toda la región".

El ámbito en el cual fluctúan estos factores será agrupado en rangos o categorías de acuerdo a la tendencia de la gráfica del factor contra el rendimiento de cada sitio considerado en el presente estudio.

Este concepto permitirá a los profesionales de la disciplina afinar las recomendaciones de fertilización y que sean más ajustadas a un comportamiento; y que las desviaciones por agrosistema, minimicen el sesgo de recomendaciones anteriores, dentro de una región agrícola, para los recursos de tierra y capital escasos en nuestro medio.

El procedimiento del método CP nos da las metodologías que se adaptan a las condiciones de nuestro medio en el cual, no es posible proceder a la aplicación de métodos sofisticados con el de ecuaciones empíricas descritas por los autores Schmoock (12), González (4), Rodríguez (11) y González (3) en el cual, la ecuación de respuesta, para cada condición particular es planteada a través de un procedimiento de computadora que resultaría económica y técnicamente fuera de nuestras posibilidades actuales.

Según Schmoock (12), para seleccionar los factores procedió a establecer correlación entre los factores, eliminándoselos de un r menor a 0,8, concluyendo que

en el área solo existía un solo agrosistema en el valle. Hay que tomar en consideración que la determinación fue realizada con datos de un solo año y que el método utilizado está en proceso de ajuste.

Para determinar las Dosis Óptimas Económicas Ortiz (9) describe el método gráfico-estadístico y posteriormente determina cuatro agrosistemas para el área de Totonicapán comparándolos contra otros métodos, para determinar que el procedimiento usado, en el estudio era el que menor sesgo tenía al determinar las recomendaciones.

Los autores anteriormente mencionados, determinaron preliminarmente, los agrosistemas; ya que solamente fueron estudiados por un año los factores inmodificables.

Según Turrent (15) describe a la función-promedio: "esta definida por un grupo de parámetros que conviene enumerar: 1) Rendimiento en el origen; 2) Pendiente en el origen; 3) Curvatura en el origen; 4) Rendimiento máximo; 5) Curvatura en el punto de rendimiento máximo. Este grupo de parámetros sería suficiente para definir una función de respuesta que mostrará hasta una inflexión. En vista de que hemos descartado a los factores controlables y modificables de la definición de agrosistema, los parámetros del origen (rendimiento, pendiente, curvatura) no definen el agrosistema, ya que dependen del manejo previo. En cambio los parámetros rendimiento máximo y curvatura de la función en ese punto no son afectados por el manejo previo y por lo tanto definen al agrosistema. Por esto los llamaremos de aquí en adelante **Parámetros de Diagnóstico**".

V. HIPOTESIS, SUPUESTOS Y OBJETIVOS

1. Las hipótesis a ser planteadas para su comprobación son las siguientes:
 - 1.1 Las dosis de fertilización nitrogenada y la densidad de población en maíz utilizadas por los agricultores limitan su producción.
 - 1.2 La aplicación del fósforo en forma excesiva, ha elevado su costo, influyendo en la poca rentabilidad del maíz.
 - 1.3 La estratificación por agrosistemas permitirá mayor precisión en las recomendaciones que la promedio que se ha utilizado hasta la fecha para el área en estudio.
 - 1.4 El método a utilizar podrá separar en agrosistemas el área en estudio.
 - 1.5 Los rendimientos promedios de cada categoría son diferentes.
 - 1.6 Los factores agronómicos escogidos serán factores de diagnóstico para separar los agrosistemas.
2. Los objetivos del presente trabajo son los siguientes:
 - 2.1 Que el presente trabajo contribuya a mejorar la economía agrícola de la región a través de recomendaciones precisas y eficaces que incrementen la producción del área en estudio.
 - 2.2 Que el método aplicado pruebe sus bondades para ser utilizados en otras regiones del país y resuelva la problemática en cuanto a la determinación de la Dosis Óptimas Económicas precisas y prácticas de utilizar.

VI. MATERIALES Y METODOS

1. DISEÑO DE LOS EXPERIMENTOS

1.1. Factores estudiados.

Se consideraron que el nitrógeno, fósforo y densidad de población eran los factores más limitantes para la producción del maíz; ya que como se mencionó en la tecnología tradicional, se utilizan cantidades inadecuadas de nitrógeno, en defecto, fósforo, en exceso y una densidad de población baja.

Para los factores limitantes, se consideró que los tratamientos óptimos económicos se encontraban dentro de los siguientes espacios de exploración para los años 1975 al 78 como se indican a continuación.

CUADRO 1 ESPACIOS DE EXPLORACION UTILIZADOS PARA LOS
AÑOS 75 AL 78

Año	N	P ₂ O ₅	miles ^D de
	Kg./Ha.		Plantas/Ha.
1975	30-120	0-60	40-55
1976	40-130	0-60	30-60
1977	60-120	0-60	30-60
1978	50-140	0-60	37.5-50.0

En 1975 para el nitrógeno, se utilizaron incrementos de 30 kilogramos en elemento puro, utilizándose cuatro niveles; 30-60-90-120. Para 1976, en nitrógeno se utilizaron incrementos de 30 kilogramos. En 1977 se utilizaron incrementos de 20 kilogramos y para el 78, de 30 kilogramos pero desplazando el espacio de exploración hacia afuera.

Para el fósforo (P₂O₅), en todos los años se utilizó incrementos de 20 kilogramos, siendo éstos de 0-20-40-60, considerándose en los cuatro años que las dosis óptimas económicas (DOE) estaban dentro del espacio utilizado, para la densidad de población, en el año 75 se utilizaron incrementos de 5 mil plantas por Ha. Para el

76, se usaron incrementos de 10 mil plantas por Ha.; en igual forma para el año 77, siendo cambiada en el 78, reduciendo el espacio de exploración, ya que en los años pasados era consistente el óptimo; y al reducir el espacio de exploración se aumentaba la precisión de la determinación del DOE para este factor. Los cambios de los espacios de exploración en nitrógeno y densidad de población se devieron a las respuestas observadas de las DOE determinadas por el método gráfico. Hasta 1977, al analizar los experimentos de ese año, se adoptó el método gráfico-estadístico; y en el presente trabajo de tesis, se volvieron a determinar los DOE de los años 75 y 76 por el método gráfico-estadístico que se describirá posteriormente.

1.2 Matriz Experimental

Por existir unidades de producción de tipo familiar que tienen muy poca área, implicaba que los ensayos de finca tendrían limitación en espacio, por lo que era necesario seleccionar una matriz experimental que tuviera pocos tratamientos y que permitiera estudiar varios factores a la vez, escogiéndose la matriz Plan Puebla I, teniendo ésta, la ventaja de interpretarse gráficamente, siendo precisa y eficaz para la determinación de las dosis óptimas económicas (DOE); y poder continuar con la generación de la tecnología con los recursos disponibles. En el apéndice se presentan la lista de los tratamientos, para los últimos tres años en estudio.

1.3 Diseño Experimental

Se utilizó en todos los experimentos el diseño de Bloques al azar por considerarse el más adecuado a las condiciones existentes. Las repeticiones no fueron uniformes en todos los años o por causas fortuitas se tuvo que eliminar a veces una repetición; como se observa en el cuadro 2.

CUADRO 2 NUMERO DE REPETICIONES POR EXPERIMENTO

Año	No. de experimentos con		Total
	3 rep.	4 rep.	
1975	6	-----	6
1976	3	-----	3
1977	2	9	11
1978	-----	2	2
Total	11	11	22

Se puede observar en el cuadro anterior que en los dos primeros años se observó que 3 repeticiones no eran suficientes ya que el cuadrado medio del error era muy grande, provocando la no significancia en tratamientos, ya que los sitios en estudio (siendo estos, los terrenos de los agricultores) presentaban condiciones no controlables por el investigador, que daban por resultado altos coeficientes de variación arriba del 250/o, eso se considera suficiente para anular un experimento. Por esto para el año 1977 y siguientes se incrementó a 4 repeticiones lográndose una mayor precisión; y pudiéndose en 2 experimentos eliminar una repetición por daños de animales y otros.

El tamaño de la parcela varió entre experimentos de acuerdo a las condiciones de tenencia de la tierra y a la disponibilidad de los colaboradores por lo que para el año 75 y 76 fue de 20 m², en el año 77 y 78 estuvieron variando de 9.6 a 14.4 m², pudiéndose de esta manera muestrearse un mayor número de condiciones de terrenos de los agricultores, con lo que se espera llegar a recomendar con mayor precisión y menor riesgo.

1.4 Insumos

La variedad utilizada para los experimentos fue San Marceño, ya que esta variedad fue desarrollada para las condiciones del valle. Como fuente de nitrógeno se utilizó Urea (46-0-0) y como fuente de fósforo, el triple-superfosfato (0-46-0).

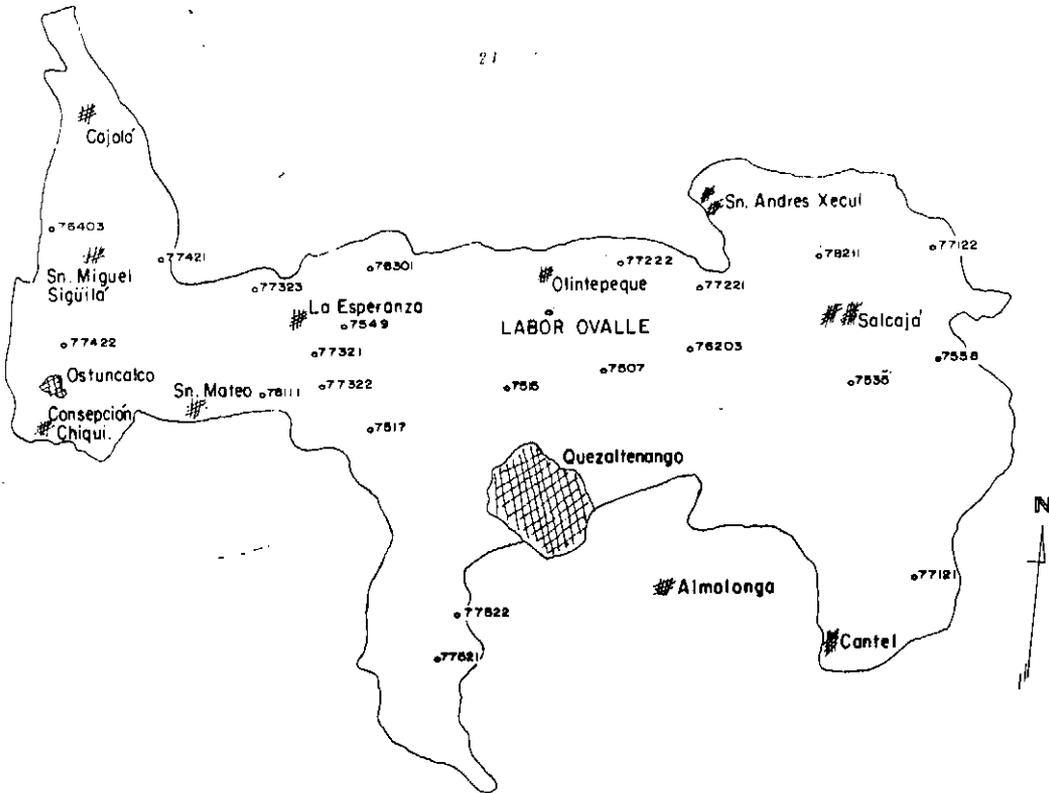
2. TRABAJO DE CAMPO

2.1 Localización

Los experimentos fueron sembrados en el área del valle de Quezaltenango, por el equipo de Prueba de Tecnología de la región, durante los años de 1975 al 78.

En el mapa topográfico a escala 1:50,000; fueron localizadas las áreas que se estimaban como una unidad de producción o agrosistema, previo a un reconocimiento del área, en la cual, se observaron las condiciones de topografía, clima, suelo y manejo del mismo.

Posteriormente se realizó una labor de convencimiento a nivel de agricultores para que participaran en la investigación, cediendo parte de sus terrenos. Con los agricultores que aceptaron, se procedió a llenarles el formulario de manejo previo y el muestreo de suelos del área donde sería instalado el experimento; los que quedaron distribuidos como se observa en la gráfica 2. Los primeros números de cada experimento corresponden al año en el cual fueron instalados.



GRAFICA 2 LOCALIZACION DE LOS 22 EXPERIMENTOS

2.2 Preparación del terreno

Los agricultores prepararon el terreno, después de la cosecha entre los meses de diciembre a febrero. Habiéndose muestreado las siguientes formas de preparación: con azadón, picado, con azadón en camellones y con tractor. Se tiene como estrategia dentro del sistema de investigación, la de establecer los experimentos en las condiciones con que el agricultor trabaja; esto implica que las recomendaciones y los rendimientos obtenidos en los experimentos están más apegados a la realidad al detectar un posible factor que separe agrosistema. En otras palabras, la investigación parte de la tecnología tradicional hacia una tecnología más productiva que el agricultor aceptará, modificando lo necesario al generar alternativas prácticas de producción.

2.3 Siembra

La siembra se llevó a cabo entre el 12 de marzo al 20 de abril, efectuándose con azadón; removiendo la capa seca del suelo hasta encontrar la humedad residual, mulléndola para dejar una buena cama donde se depositó la semilla; después se cubrió con la tierra necesaria, variando la profundidad donde depositaron la semilla, de acuerdo a la humedad residual.

2.4 Fertilización

La fertilización se llevó a cabo en dos épocas; la primera se aplicó la mitad del nitrógeno y todo el fósforo al inicio de las lluvias; y el resto del nitrógeno a los 30 días después de la primera fertilización. Estas dos épocas coinciden con los dos trabajos realizados por los agricultores que son la raspa o limpia y la calza. La forma de aplicación del fertilizante fue por posturas en la parte interior del surto doble que comprende la parcela de cada tratamiento para evitar contaminación. La primera fertilización se realizó entre el 26 de mayo al 14 de junio y la segunda, entre el 28 de junio al 18 de julio. Para garantizar la población de cada tratamiento, se sembró un grano extra en cada postura y antes de la primera fertilización se raleó para tener la población requerida.

2.5 Control de Malezas

El control de malezas se realizó manualmente con el azadón por el agricultor en dos épocas, la primera limpia o raspa al inicio de las lluvias, y la otra la calza o aporque en las épocas antes mencionadas en la fertilización.

2.6 Cosecha

Se realizó entre el 4 de noviembre al 15 de diciembre. Antes de efectuarse la cosecha se seleccionaron plantas con competencia completa, contándose plantas y posturas a ser cosechadas. En el momento de las cosechas se tomaron datos sobre mazorcas perdidas, daño por insectos, pájaros y fallas de polinización, y se decidió utilizar un factor de desgrane por cada experimento, el que se determinó desgranando una repetición completa para cada sitio, y tomaron muestras de humedad del grano por tratamiento.

2.7 Datos Complementarios

Los datos complementarios en cada experimento fueron pendiente del terreno, altura sobre el nivel del mar, acame; así como cualquier otro hecho que pudiera afectar el experimento parcial o totalmente como duración de sequía, granizo, etc.

3. TRABAJO DE GABINETE:

Se principia con el Método Gráfico-Estadístico para determinar las dosis óptimas (DOE), las que más adelante, utilizando el método CP, nos servirá para la determinación de los agrosistemas.

3.1 Método Gráfico-Estadístico

Este método comprende una serie de pasos consecutivos que se inicia con un análisis de varianza para determinar: significancia entre tratamientos, cuadrado medio del error y el coeficiente de variación. El siguiente paso es utilizar el Método de Yates para separar el efecto total de los factores individuales y sus interacciones lo que permitirán detectar la significancia de cada uno de ellos, para proceder posteriormente a agrupar tratamientos del o de los factores no significativos, lográndose una mayor precisión en él o los significativos al graficar su respuesta, ya que de esta manera el mayor número de observaciones, redundan en una mejor precisión al determinarse la Dosis Óptima Económica (DOE).

3.1.1. Análisis de Varianza

Previo al análisis de varianza, se transformaron los datos de rendimiento por parcela a kilogramos por hectarea (kg./Ha) ajustándolos al 15o/o de humedad utilizando la siguiente fórmula:

$$P_c = \frac{(100 - H_g)}{(100 - H_d)} P_g$$

- P_c = peso corregido
 P_g = peso del grano
 H_g = humedad del grano
 H_d = humedad deseada (15o/o)

El modelo estadístico usado es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + R_i + T_j + E_{ij}$$

$$i = 1, 2, \dots, 4$$

$$j = 1, 2, \dots, 14$$

Y_{ij} = rendimiento

R_i = repeticiones

T_j = tratamientos

E_{ij} = error

Fuente de	Grados de	Suma de Cuadrados
Repeticiones	(r-1)	$\frac{\sum R_i^2}{t} - F. C.$
Tratamientos	(t-1)	$\frac{\sum T_j^2}{r} - F. C.$
Error	(r-1)(t-1)	S. C. tot. - (S. C. rep. + S. C. trat.)
Total	Tr-1	$\sum Y_{ij}^2 - F. C.$
$F. C. = \frac{(\sum Y_{ij})^2}{tr}$		

Se determinó la significancia por la prueba de F para repeticiones y tratamientos, y se midió la confiabilidad de cada experimento por el coeficiente de variación con la siguiente fórmula:

$$C. V. \text{ o/o} = C. M. \frac{e}{\bar{Y}} < 25$$

C.V. o/o = coeficiente de variación en porcentaje

C. M. e = cuadrado medio del error

\bar{Y} = rendimiento medio del experimento

Se utilizó 250/o como límite para aceptar los experimentos.

3.1.2

Método de Yates

Se utilizó este método ya que es recomendado para medir el efecto del factor y sus interacciones que en la prueba de F no se detecta. Este se calcula de la siguiente manera:

Tratamiento	Codificación	Y	1	2	3
1	(1)	T_1	$T_1 + T_2$	1 + 2	1 + 2
2	d	T_2	$T_3 + T_4$	3 + 4	3 + 4
3	p	T_3	$T_5 + T_6$	5 + 6	5 + 6
4	pd	T_4	$T_7 + T_8$	7 + 8	7 + 8
5	n	T_5	$T_2 - T_1$	2 - 1	2 - 1
6	nd	T_6	$T_4 - T_3$	4 - 3	4 - 3
7	np	T_7	$T_6 - T_5$	6 - 5	6 - 5
8	npd	T_8	$T_8 - T_7$	8 - 7	8 - 7

Y = Sumatoria de los rendimientos, T_1 sumatoria del tratamiento 1, d = factor densidad, p = factor fósforo y n = factor nitrógeno.

Para la codificación se procedió de la siguiente manera: si se compara los tratamientos 1 y 2 (ver lista de tratamientos año 75 en cuadro 6) veremos que el tratamiento 1 tiene 60-20-45 y el tratamiento 2 tiene 60-20-50 de N, P_2O_5 y densidad respectivamente, vemos que el único factor que cambió fue la densidad, por lo tanto en el tratamiento 2 del método se codificó con la letra d; y el efecto a medirse en esa posición será la densidad. Haciendo las comparaciones del tratamiento 1 con los otros se determinarán los efectos simples o las interacciones. Las columnas a calcularse están en razón del número de factores dentro de la matriz, así por ejemplo si fueran dos factores, tendrían 2 columnas a calcular. Para calcular el primer valor de la columna 1 se suman el valor del primer tratamiento (T_1) y del segundo (T_2) como se indica en el cuadro 4. Los siguientes valores de la columna 1 se calculan en la misma forma hasta llegar al valor quinto en el cual se calcula por la diferencia entre el valor segundo (T_2) menos el valor primero (T_1) de la columna de rendimiento, siguiéndose así los valores restantes. Para calcular los valores de la segunda columna, se procede igual a la descripción anterior pero los valores a tomar son de la columna 1; y de la tercera, tomando los valores ya calculados de la 2. Como chequeo se verifica que el valor que resulta de la suma de los valores de la columna de Y ($T_1 + \dots + T_8$) deberá ser igual al primer valor calculado de la colum-

na 3. Para observar si los efectos totales calculados en la columna 3 son significativos se utiliza la fórmula del Efecto mínimo significativo descrita a continuación:

$$E. M. S. = T_{0.1} (g.l.E) \sqrt{2nrC.M.E}$$

n = número de factores

r = número de repeticiones

C.M.E= cuadrado medio del error del análisis de varianza de los 8 tratamientos del cubo.

Este valor calculado al compararlo con los otros valores de la columna 3 son significativos si son iguales o mayores que el valor calculado en la E.M.S. pudiéndose presentar cuatro casos que serán ejemplificados individualmente para su mayor comprensión.

A los experimentos, cuando se les efectúa un análisis como el que se indica, el paso previo al cálculo de los ejemplos, es la determinación de los costos unitarios para cada uno de los insumos involucrados dentro del estudio.

En nuestro presente caso para calcular el precio unitario del producto, se determinó el precio de venta del maíz en el momento de la cosecha y a ese valor se le restan los gastos por unidad de producto como son el corte, el destusado, el acarreo, etc.; el valor que queda expresa el ingreso por un kilogramo de producto comercializado. Para los insumos utilizados como en el caso del nitrógeno, al valor de un kilogramo de este se le agrega o suma el valor de la aplicación, como el transporte, etc. en una Ha.

A continuación se presentan los valores calculados de los insumos y el producto para los años en estudio.

CUADRO 3 VALORES UNITARIO DE LOS INSUMOS USADOS Y DEL PRODUCTO EN LOS AÑOS 75-78

Año	C _n	C _p	C _d	C _y
1975	0.9950	0.9260	0.2030	0.1270
1976	0.3700	0.5807	0.1540	0.1254
1977	0.4400	0.5200	0.1500	0.1467
1978	0.3525	0.7274	0.1500	0.1584

C_n = costo unitario de 1 Kg. de nitrógeno

C_p = costo unitario de 1 Kg. de fósforo

C_d = costo unitario de mil plantas sembradas

C_y = precio de venta de 1 Kg. de maíz comercial

En el cuadro 3 se ve las fluctuaciones de los precios de los insumos, los cuales han variado a causa de las alzas del precio del petróleo y la escasez de fertilizantes. El fósforo se calculó por diferencia de precios entre el 20-20-0 y del nitrógeno en la urea. Pasaré ahora a los ejemplos de los cuatro casos posibles de presentarse después del Método de Yates.

**CASO I CUANDO LOS TRES FACTORES SON SIGNIFICATIVOS.
CUADRO 4 SIGNIFICANCIA EN YATES EN EL EXPERIMENTO 7535**

Trat.	Cod.	Y	1	2	3	
1	(1)	17153	35506	68179	152889	
2	d	18353	32673	84710	417	NS
3	p	14749	44676	4279	- 7475	NS Crit. *
						invest.
4	pd	17876	40034	- 3862	2061	NS
5	n	23349	1200	- 2833	16531	*
6	nd	21327	3079	- 4642	- 8141	*
7	np	20937	- 2022	1879	- 1809	NS
8	npd	19097	- 1840	182	- 1697	NS

E.M.S. - 7862.6

Al observar el cuadro 4, el efecto nitrógeno y la interacción nitrógeno-densidad fueron significativos; pero el efecto del fósforo está cercano al valor de significancia por lo que a criterio del investigador, no se eliminará el factor fósforo y al graficar las curvas se verá su tendencia y se concluye que los tres factores deben ser considerados para determinar las dosis óptimas económicas (DOE). En otras palabras si una interacción es significativa, los factores de la interacción se tomarán significativos. Se observan en el mismo cuadro que los efectos pueden ser positivos si existe incremento y negativos, si hay decremento. Por ejemplo el efecto densidad solo tiene un valor pequeño pero positivo, pero al ver la interacción nitrógeno-densidad, la interacción es negativo y el efecto total es grande y significativo.

Al confirmar, ya sea por sus interacciones o individualmente que los factores en estudio son significativos, se procede a determinar la curva que llevará el tratamiento de mayor ingreso neto y en donde se localizará la Dosis Óptima Económica (DOE).

**CUADRO 5 CALCULO DE LOS INGRESOS NETOS DEL EXPERIMENTO
7535**

Trat.	X	I. B.	C. T.	I. N.
1	5718	726.19	87.36	638.83
2	6118	776.99	88.37	688.62
3	4932	626.36	105.88	520.48
4	5959	756.79	106.89	649.90
5	7783	988.44	117.21	871.23* DOE
6	7109	902.84	118.22	784.62
7	6979	886.33	135.73	750.60
8	6366	808.48	136.74	671.74

El cálculo del ingreso Bruto (I.B.) se realiza multiplicando el rendimiento promedio de cada tratamiento por el valor de un kilogramo de producto en el año en que se realizó el experimento (véase cuadro 9) por ejemplo, para el tratamiento 1 sería $5718 \times 0,1270 = 726,19$ quetzales. El valor del costo total (C. T.) se calculó sumando los resultados de los costos de cada insumo por la cantidad del insumo utilizado en cada tratamiento, así:

$$C. T. = C_n N + C_p P + C_d D$$

por ejemplo para el tratamiento 5 sería:

$$C.T. = 0,9950 \times 90 + 0,9260 \times 20 + 0,2030 \times 45 = Q.117,21$$

El ingreso Neto se calcula así: $I.N. = i. B. - C. T.$

por ejemplo, para el tratamiento 5 sería:

$$I. N. = 988,44 - 117,21 = Q.871,23$$

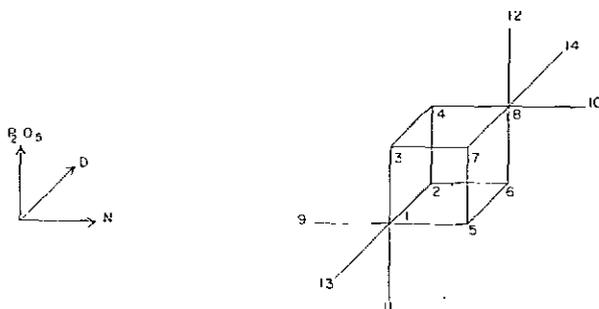
Después de calcular todos los ingresos netos, se toma la dosis del tratamiento de mayor I. N. (Trat. 5, 90-20-45), cercano a este tratamiento deberá estar la DOE, por lo que es necesario graficar las 3 curvas de los factores que pasan por este tratamiento así:

N - 20 - 45 (curva de nitrógeno)

90 - P - 45 (curva de fósforo)

90 - 20 - D (curva de densidad)

Para poder graficar, es necesario comprender la representación espacial de la Matriz Plan Puebla I, esta se muestra en la gráfica 3 en donde se puede ver que los primeros 8 tratamientos (cubo) corresponden a la parte factorial 2^3 , dos niveles de



GRAFICA 3 REPRESENTACION ESPACIAL DE LA MATRIZ PLAN PUEBLA I CON 3 FACTORES

estudio y 3 factores; y del tratamiento 9 al 14, son las prolongaciones del cubo, los niveles bajo y alto de cada uno de los factores en estudio. Al observar el cuadro 6, y chequear las dosis de los tratamientos 9, 1 y 5 vemos que el único factor que cam-

bia es el nitrógeno, permaneciendo constante los factores fósforo y densidad por lo que el nombre de la curva será la N-20-45 y el verlo en la representación espacial los tratamientos mencionados están en la misma línea en la dirección del factor nitrógeno, teniendo tres puntos para dibujar la curva, no es suficiente para mostrarnos las tendencias de respuesta del nitrógeno por lo que se hace necesario dibujar todas aquellas curvas, en donde los demás factores permanecen constantes y únicamente varía el nitrógeno como se observa en la representación espacial y en el cuadro 6.

**CUADRO 6 LISTA DE TRATAMIENTOS DE LA MATRIZ PLAN PUEBLA I
CON TRES FACTORES UTILIZADA PARA EL AÑO 1975**

Tratamiento	N Kg./Ha.	P	D miles de plantas/Ha.
1	60	20	45
2	60	20	50
3	60	40	45
4	60	40	50 parte factorial
5	90	20	45 2 niveles $2^3 - 8$ trata-
6	90	20	50 mientos 3 factores
7	90	40	45 cubo
8	90	40	50 -----
9	30	20	45 prolongaciones
10	120	40	50 de nitrógeno -----
11	60	0	45 prolongaciones
12	90	60	50 de fósforo -----
13	60	20	40 prolongaciones
14	90	40	55 de densidad

Al observarlo y compararlo con la representación espacial vemos que donde solo varía el nitrógeno, se puede dibujar 2 curvas (N-20-45 y N-40-50) y dos rectas (N-20-50 y N-40-45) que nos pueden dar información sobre la tendencia de

la respuesta del factor en estudio, la misma condición se dá para el factor fósforo y densidad.

CUADRO 7 LISTA DE LAS CURVAS PARA CADA FACTOR

Curvas del factor	Tratamiento	Nombre de la curva
(N) Nitrógeno	9-1-5	N-20-45
	2-6	N-20-50
	3-7	N-40-45
	4-8-10	N-40-50
(P ₂ O ₅) Fósforo	11-1-3	60-P-45
	2-4	60-P-50
	5-7	90-P-45
	6-8-12	90-P-50
(D) Densidad	13-1-2	60-20-D
	3-4	60-40-D
	5-6	90-20-D
	7-8-14	90-40-D

En el cuadro 7 se presentan para cada factor, el nombre de las curvas y los tratamientos, que deberán plotearse por cada una de ellas.

Después de dibujarse las curvas se calcula la relación entre los valores unitarios de los insumos y el valor unitario del producto que nos da las pendientes de respuesta, las que se pueden ver en el cuadro 8 para cada uno de los factores y años en estudio.

CUADRO 8 PENDIENTES UNITARIOS DE LOS INSUMOS

Año	C_n/C_y	C_p/C_y	C_d/C_y
1975	7.83	7.29	1.60
1976	2.95	4.63	1.23
1977	3.00	3.54	1.02
1978	2.22	4.59	0.95

El primer valor del cuadro se calcula dividiendo 0.9950 entre 0.1270, valores del cuadro 3 para 1975. Esta relación multiplicado por el intervalo de exploración del factor en estudio, nos da una mayor precisión para poderse trabajar gráficamente y al dibujar en la gráfica nos dará una pendiente que trasladaremos a la curva seleccionada para la determinación del óptimo, que al hacer tangencia, la curva con la pendiente, en ese punto estará el óptimo; proyectando al eje del insumo el punto seleccionado, se leerá el valor óptimo del factor. Ver ejemplo en la gráfica 4.

CASO II, DOS FACTORES SIGNIFICATIVOS

Para explicar el caso en donde dos factores son significativos se utilizarán los datos del experimento 78211 conducido en 1978, los que están consignados en el cuadro 9.

CUADRO 10 SIGNIFICANCIA SEGUN YATES, EN EL EXP. 78211

Trat.	Cod.	Y	1	2	3	
1	(1)	7245	13806	25470	54240	
2	d	6561	11664	28770	- 1554	NS
3	p	6483	13149	- 1986	330	NS
4	pd	5181	15621	432	- 864	NS
5	n	6405	- 684	- 2142	3300	NS
6	nd	6744	- 1302	2472	2418	NS
7	np	7764	339	- 618	4614	*
8	npd ems	7854	93	- 246	372	NS
				D.M.S.		

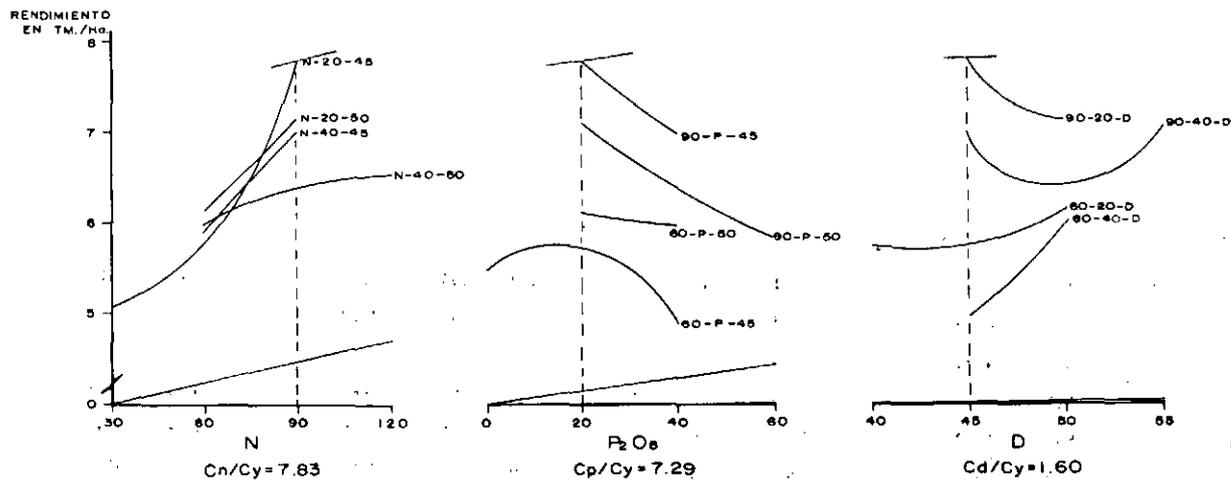
CUADRO 9 RESUMEN DE LOS RENDIMIENTOS PROMEDIO POR TRATAMIENTO DE LOS 22 EXPERIMENTOS DE NITROGENO, FOSFORO Y DENSIDAD DE POBLACION EN Kg/Ha, AL 15% HUMEDAD REALIZADOS EN EL VALLE DE QUEZALTENANGO DURANTE LOS AÑOS 1975 a 1978.

Trata- miento	1 9 7 5						1 9 7 6			1 9 7 7			
	7507	7515	7517	7535	7549	7558	76203	76301	76403	77121	77122	77221	77222
1	6637	7318	4248	5718	6614	6038	4947	2850	6389	4313	6844	3441	6246
2	6570	6854	4729	6117	6993	6339	4555	2248	5693	5036	6121	3226	7356
3	6724	5905	4982	4932	5556	5594	4682	2935	6423	4772	6972	3824	6232
4	7286	6650	4700	5959	6220	6398	4847	2426	6075	4927	5102	3533	6274
5	8077	6825	5733	7783	7586	6760	5194	3596	6381	5543	5925	4267	6990
6	7951	8339	5916	7109	7460	7143	5759	3255	6806	5334	7349	4442	6873
7	7385	7760	6022	6979	8297	6843	5943	3793	6255	6120	6595	3708	6106
8	8987	8678	5328	6365	8344	6060	5510	3722	7230	5502	6087	3428	6651
9	5719	7256	3157	5105	6384	3826	4328	1638	4552	4680	5789	3546	4864
10	9110	7475	7170	6522	7312	6770	6546	4795	7339	5497	6731	3805	7608
11	6840	5291	4737	5475	6144	4739	5106	2518	5438	5187	7019	3462	6920
12	8593	7378	6102	5834	7341	6170	5279	3209	6718	5903	6482	4280	7383
13	6681	7491	4872	5735	6779	4937	4330	4238	5388	5416	5140	3624	5647
14	8891	8278	5768	6967	8571	6952	6008	4161	6801	6082	8146	3729	7523
Promedio	7532	4250	5247	6186	7114	6041	5217	3242	6249	5306	6450	3737	6598

Continuación (CUADRO 9).....

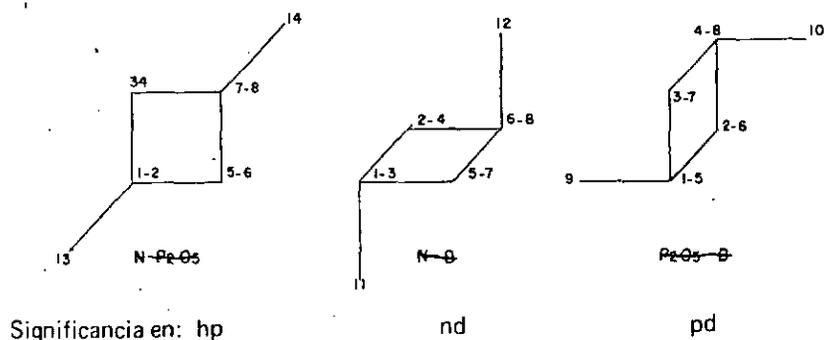
Tratamiento	1 9 7 7							1 9 7 8		₡	₡	₡	₡	₡
	77321	77322	77323	77421	77422	77521	77522	78111	78211	1975	1976	1977	1978	General
1	3626	4499	4680	3405	5933	4730	3298	6607	2415	6095	4729	4638	4511	5036
2	1433	3293	3864	4010	6420	5350	3677	5745	2187	6267	4165	4526	3966	4901
3	2698	5140	3736	3467	6783	4700	2821	5887	2161	5615	4680	4649	4024	4860
4	3162	4734	3418	3520	6911	5405	3900	6096	1727	6202	4449	4626	3911	4967
5	3489	4768	4293	4361	6594	5188	3445	6055	2135	7127	5057	4987	4095	5499
6	3417	4934	4154	4714	7389	6654	4396	7302	2248	7320	5273	5332	4775	5816
7	3041	4946	4464	4864	6262	5186	3117	6076	2588	7214	5330	4974	4332	5575
8	2740	4949	4428	4232	7112	5524	4331	6666	2619	7294	5487	4998	4642	5659
9	2409	3093	4446	3130	5841	4108	1926	4803	1856	5241	3506	3985	3329	4202
10	3667	5064	4665	5369	7535	6315	5187	6294	1907	7393	6227	5586	4100	6031
11	3150	3788	4071	3690	5947	3913	1967	5591	2176	5538	4354	4462	3883	4688
12	2877	5113	4675	4174	6964	5931	4241	6625	2477	5985	5069	5247	4551	5361
13	3944	5021	4182	3416	5128	4445	2063	5269	2330	6082	4652	4366	3799	4822
14	3530	4539	5242	4548	7803	4649	2939	6789	2160	7571	5657	5339	4474	5912
Promedio	3084	4563	4308	4064	6616	5078	3379	6129	2213	6496	4902	4837	4171	5238

EXPERIMENTO 7535



GRAFICA 4 CURVAS DE RESPUESTA PARA TRES FACTORES SIGNIFICATIVOS

Por Yates se observa que el tratamiento 7 en el cual la codificación es np. quiere decir que la interacción nitrógeno-fósforo resultado significativo y los dos factores involucrados son significativos. Al suceder esto, dos dimensiones generan un área, tres factores del caso anterior, generaban un volumen, como se observa en la gráfica 5 donde se presentan las tres alternativas posibles.



GRAFICA 5 REPRESENTACION ESPACIAL DE LA MATRIZ CON DOS FACTORES SIGNIFICATIVOS

En nuestro ejemplo es el primer caso el que nos da una visión de lo que pasó con los tratamientos centrales o del cubo al convertirse en un área en la cual los tratamientos se agruparon en las esquinas, la razón de esto, se ve al observar la lista de tratamientos en el apéndice al comprar los tratamientos 1 y 2 en los cuales el nitrógeno y el fósforo en su dosificación son iguales ya que al no existir significancia en densidad es igual tener 45 ó 50 mil plantas por hectárea; y así sucesivamente con los demás tratamientos. Luego se procede a calcular la Diferencia Mínima Significativa (DMS), para verificar las prolongaciones o dosis extrema del factor no significativo, en este caso la DMS se calcula con la siguiente fórmula:

$$DMS = t_{0.05} (G. L. error) \sqrt{C.M.E (1/n_1 - 1/n_2)}$$

grados de libertad del error de los 14 trat.

n_1 = número de observaciones del tratamiento de la prolongación.

n_2 = número de observaciones de los tratamientos unificados en el tratamiento del vértice.

Para nuestro caso n_1 es 4 porque tiene cuatro repeticiones, y N_2 será 8 porque

cuatro repeticiones por dos tratamientos unificados son 8. Este valor de DMS al pié del cuadro 10, se compara contra los efectos totales, o sean, los valores de la columna 3. Para esto se obtiene un promedio de rendimiento de los tratamientos 1-2 y de los tratamientos 7-8, que al restarse cada valor obtenido con su correspondiente prolongación, a esa diferencia se chequea contra el valor de la DMS, o sea la dosis extrema con sus correspondientes vértices del cubo, si esto resulta no significativo, al compararlo con el valor de la DMS calculado anteriormente se tomará como DOE para ese factor, el valor menor estudiado que en este caso será de 37.5 miles de plantas por hectárea. Si al compararlo hubiera salido significativo, se tomará el valor mínimo dentro del cubo o parte factoria que sería de 41.6 miles de plantas por hectárea. En nuestro caso sería:

Trat.	Y	Y		
13-(1-2) =	2330	- 2301	= 29	NS
14-(7-8) =	2160	- 2603	= - 443	NS

Como se puede notar, no existe significancia y en este momento la determinación del DOE quedaría N-P-37.5 de nitrógeno, fósforo y densidad de población respectivamente, estando pendientes los primeros dos factores para su determinación gráfica.

A continuación se calculan los ingresos netos de los tratamientos resultantes.

CUADRO 11 CALCULO DE LOS INGRESOS NETOS DE LOS TRATAMIENTOS RESULTANTES DEL CUBO

Trat.	Dosis	- Y	I.B.	C.T.	I.N.
1-2	80-20-41.6	2301	364.48	49.00	315.48
3-4	80-40-41.6	1944	307.93	63.55	244.38
5-6	110-20-41.6	2191	347.13	59.57	287.56
7-8	110-40-41.6	2603	412.39	74.12	338.27* DOE
Trat. 7-8	110-40-41.6				
Curvas	N -40-41.6				
	110-P-41.6				

En el tratamiento 1-2 se toman los valores de las dosis de los tratamientos, que son iguales, exceptuando la densidad, la dosis unificada, y el rendimiento para el cálculo del ingreso bruto, es el promedio de los dos tratamientos.

Si observamos la gráfica 5 en la que se muestra la representación espacial, las curvas a graficarse son las siguientes:

CUADRO 12 LISTA DE LAS CURVAS PARA LOS DOS FACTORES

Curvas del factor	Tratamiento	Nombre de la curva
N	9-(1-2)-(5-6)	N-20-41.6
	(3-4)-(7-8)-10	N-40-41.6
P	11-(1-2)-(3-4)	80-P-41.6
	(5-6)-(7-8)-12	110-P-41.6

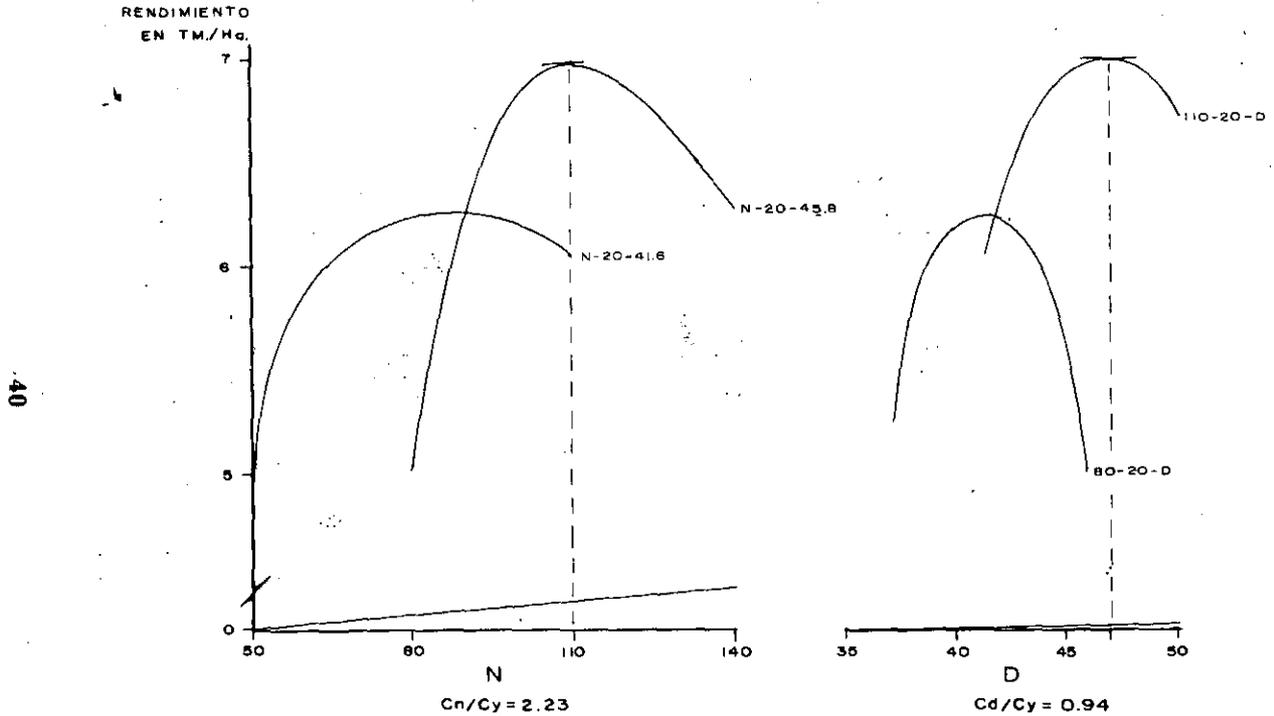
Se dibujarán las dos curvas por cada factor significativo y determinarán la DOE como en el caso 1 utilizando los valores del cuadro 9. Ver ejemplo de la gráfica 6.

CASO III UN FACTOR SIGNIFICATIVO

Para explicar el caso de un factor significativo se utilizará el experimento conducido en 1977, identificado con el número 77421.



EXPERIMENTO 78111



GRAFICA 6 CURVAS DE RESPUESTA PARA DOS FACTORES SIGNIFICATIVOS

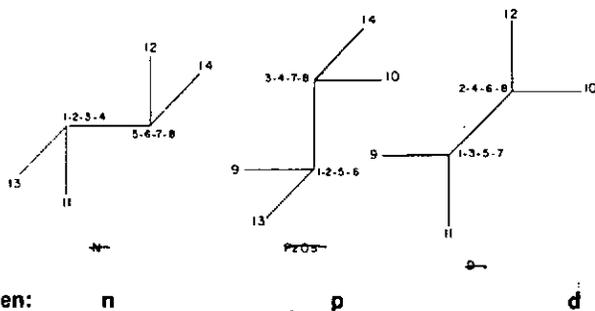
CUADRO 13 SIGNIFICANCIA SEGUN YATES EN EL EXPERIMENTO 77421

Trat.	Cod.	Y	1	2	3	
1	(1)	6810	14829	28803	65144	
2	d	8019	13974	36341	.758	NS
3	p	6934	18150	1315	- 814	NS
4	pd	7040	18191	- 557	- 3072	NS
5	n	8722	1209	- 855	7538	*
6	nd	9428	106	41	- 1872	NS
7	np	9727	706	-1103	- 896	NS
8	npd	8464	- 1263	- 1969	- 866	NS

E.M.S. 3998

D. M. S. 904.3

Por Yates se observa que solo un factor es significativo ya que el tratamiento 5 correspondiente a la codificación n del nitrógeno es mayor que la EMS calculada, un solo factor genera una sola dimensión dando por resultado una línea, por lo tanto el cubo original se convierte en una línea con dos puntos de cuatro tratamientos cada uno como se observa en la representación espacial.



GRAFICA 7 REPRESENTACION ESPACIAL DE LA MATRIZ CUANDO SOLO EXISTE UN FACTOR SIGNIFICATIVO

En nuestro ejemplo vemos que solo el nitrógeno fue significativo por lo que el tratamiento del cubo se unificó con los otros tres siendo el 1, 2, 3 y 4 tomándose el promedio de los cuatro como el tratamiento unificado en el rendimiento.

Las dosis del tratamiento, serán puestas por las dosis mínimas dentro del cubo de los tratamientos no significativos, siendo para el punto (1-2-3-4) en el año 77 la dosis sería 80-20-40 kilogramos por hectárea de nitrógeno, fósforo y densidad de población respectivamente.

El cálculo de la D.M.S. se realiza como en los casos anteriores, pero los valores de n_2 son diferentes ya que el número de observaciones vienen de cuatro tratamientos y de 4 repeticiones, lo cual da 16 observaciones. Para el cálculo y chequeo de las prolongaciones se procede de la siguiente manera:

P ₂ O ₅	11-(1-2-3-4)	3690-3601	89	NS
	12-(5-6-7-8)	4174-4545	371	NS
D	13-(1-2-3-4)	3416-3601	185	NS
	14-(5-6-7-8)	4548-4545	3	NS

Al ser todas las prolongaciones no significativas, para estos factores la DOE está determinada siendo N-0-30, kilogramos por hectárea de fósforo y miles de plantas por hectárea; quedando pendiente el nitrógeno que se determina al graficar la respuesta.

La curva a protegerse será solamente una por los que se presenta a continuación:

Factor	Tratamientos	Nombre de la curva
N	13-(1-2-3-4) - (5-6-7-8) 14	N-20-40 120-40-50

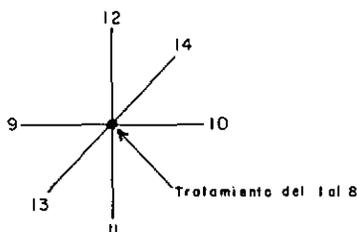
Con esto se grafica una curva de tres puntos y el tratamiento de mayor nivel de nitrógeno; en la mayoría de los casos no es posible determinar el óptimo en la única curva por lo que se grafica la relación entre el Costo Total y el Ingreso Neto; y la recta que tenga mayor pendiente de los puntos planteados será el tratamiento óptimo para el factor significativo, ver ejemplo en la gráfica 8.

CASO IV, NINGUN FACTOR SIGNIFICATIVO, EXP.

Para este caso no tenemos ejemplo ya que los experimentos pertenecen a los casos anteriores.

El procedimiento es el mismo, procediendo como el método de Yates, y al

El procedimiento es el mismo, procediendo como el método de Yates, y al determinar por la prueba de significancia de la E.M.S. que no existe significancia nuestro valor de comparación será mayor que todos los efectos medios, lo que implica que el cubo de la matriz o parte factorial se convierte en un punto promediando todos los tratamientos como se observa en la gráfica siguiente.



GRAFICA 9 REPRESENTACION ESPACIAL DE LA MATRIZ CUANDO NO EXISTE SIGNIFICANCIA

Al no existir factor significativo se toma la dosis de los ocho tratamientos del cubo, como el nivel bajo estudiado dentro del cubo, y se compara contra todas las prolongaciones para cada uno de los factores y determinar con la D.M.S. si existe significancia.

CUADRO 14 COMPARACION DE LAS PROLONGACIONES

Factor	Tratamientos
N	9—(1 al 8)
	10—(1 al 8)
P	11—(1 al 8)
	12—(1 al 8)
D	13—(1 al 8)
	14—(1 al 8)

Al chequear la significancia y no encontrarla se tomarán los valores mínimos de los factores estudiados en la matriz, en caso contrario para uno, dos o tres significativos, se tomarán las dosis del tratamiento único del cubo como DOE.

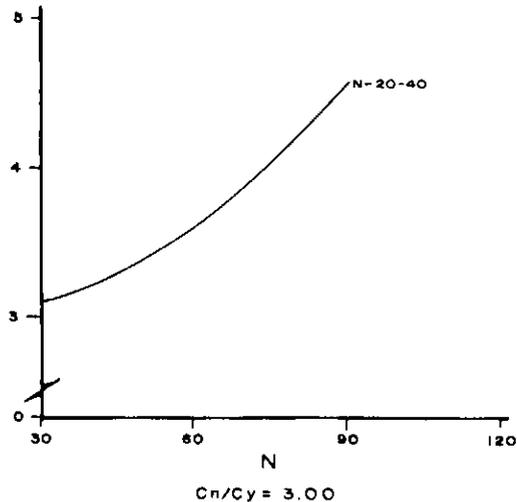
Como ejemplo, si tuviéramos experimentos en los años en estudio tendríamos; si no existiera significancia:

EXPERIMENTO 77421

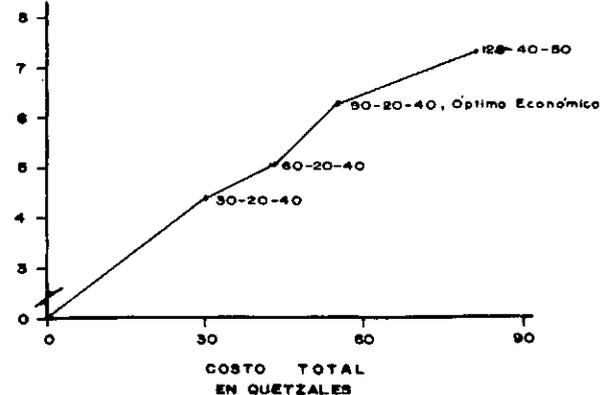
RENDIMIENTO
EN TM./Ha.

*120-40-60

44



INGRESO NETO
ENCIENTOS DE
QUETZALES



GRAFICA 8 CURVAS DE RESPUESTA Y RELACION ECONOMICA PARA UN FACTOR SIGNIFICATIVO

Año	Dosis Optimas Económicas		
	N	P ₂₀₅	D
75	30	0	40
76	40	0	30
77	60	0	30
78	50	0	37.5

Solo un año de investigación no es suficiente, porque existen factores de manejo, suelo y/o clima, que son heterogéneos, y que alteran las condiciones del área; esto obliga a muestrear diferentes condiciones de manejo, suelos y durante un mínimo de 4 años.

En cuanto a manejo, el agricultor en una área relativamente pequeña y en terrenos colindantes por diferencias de recursos económicos, de recursos físicos, de ocupación fuera de la agricultura, del tamaño de la finca, educacionales, o de terrenos cercano o lejanos a la casa del agricultor; modifican la fertilidad de los suelos, dificultando al investigador la tarea de encontrar una recomendación que involucre el menor riesgo posible para el agricultor.

Todos los aspectos antes mencionados, obligan a buscar métodos que ayuden a minimizar el riesgo y hacer que las recomendaciones sean precisas; por lo que el método descrito, dentro de sus limitaciones, da una aceptable certeza.

3.2 Método para el diseño de agosistemas

Se utilizó el método diseñado por el Colegio de postgraduados de Chapingo, México (16) el cual trata de determinar la homogeneidad entre las condiciones cambiantes de los sitios en estudio, tomando como base ciertos parámetros de diagnóstico. Estos parámetros de acuerdo a su tendencia, se agrupan por medio de gráficas y de criterio agronómico. A estas agrupaciones se les hace un análisis de varianza completamente al azar, calculándoseles una F para categorías así como su coeficiente de determinación (R^2) que servirán para rechazar o aceptar la inclusión de ese factor dentro del diseño; esto será la primera etapa. La segunda etapa y siguientes se van combinando dos, tres, etc. factores y probando su aceptación. Al no existir en cualquier etapa factor o combinación de factores significativos, en la prueba de F al 50/o se finaliza el método, quedando el o los factores significativos como los que determinan los agrosistemas definidos en la etapa anterior.

3.2.1 Determinación de las categorías para los factores de diagnóstico

En el cuadro 15 se presentan los valores para 5 parámetros agronómicos en 22 experimentos de maíz realizados desde 1975 a 1978 en el Valle de Quezaltenango. Estos parámetros son: 1) los rendimientos promedio; 2) el asociado con el tratamiento potencial, y además las dosis óptimas económicas de: 3) fertilizante nitrogenado; 4) fosfórico; y 5) densidad de población de los cinco parámetros agronómicos; solamente el rendimiento potencial es un parámetro de diagnóstico para el agrosistema, descrito en la revisión de literatura. El rendimiento potencial involucra el concepto de que ninguno de los nutrientes minerales esenciales es limitativo para el cultivo del maíz, por lo tanto las diferencias entre localidades han de asociarse con la variación de los factores modificables del suelo, el clima y el material genético.

Al referirse al tratamiento potencial, el cual debería de tener una adición de gallinaza para asegurar la condición de que todas las necesidades del cultivo serán cubiertas. El uso de este parámetro agronómico con diagnóstico involucra una serie de hipótesis, entre las que están implícitas como son la de que, los nutrientes no incluidos en la investigación y manejados a nivel cero, no son factores limitantes del rendimiento, como ejemplo estarían el potasio, magnesio, calcio, azufre y elementos menores. Al cuantificar los niveles de estos elementos en cada sitio, se podría probar, que estos nutrientes no están a niveles deficientes. En el presente estudio se presentan 3 alternativas para escoger el parámetro de diagnóstico y serían: 1) Rendimiento promedio de los 14 tratamientos; 2) Rendimiento promedio de los 8 tratamientos del cubo o factorial; y 3) Promedio del tratamiento de mayor rendimiento de la matriz, no importando que sea prolongación del cubo. Estas tres alternativas fueron analizadas ya que el tratamiento potencial no existía. Las primeras dos alternativas eran prácticamente iguales y la tercera se considera como la que mejor representa el potencial de cada sitio experimental.

Las dosis óptimas de nitrógeno, fósforo y densidad de población se incluyen, porque al relacionarlos con los factores de diagnóstico, se podrán determinar que factores están limitando su máxima expresión.

En el cuadro 16 se presentan los datos de los factores de diagnóstico para cada experimento, los que se consideraron que podrían definir los agrosistemas en el estudio que a manera de hipótesis, se presentarían como asociados al rendimiento. Los factores de suelos físicos, fueron determinados por el análisis mecánico y los químicos por el método de Carolina del Norte.

**CUADRO 15 VALORES DE CINCO PARAMETROS AGRONOMICOS
DE VEINTIDOS EXPERIMENTOS EN MAIZ EN EL VALLE DE QUETZAL-
TENANGO**

Experimento	DOSIS OPTIMAS ECONOMICAS			Rendimiento	Rendimiento
	N Kg/Ha	P ₂ O ₅	D Miles de Plantas/Ha.	Promedio Ton/Ha.	Potencial*
7507	97.5	40	52	7.53	9.11
7515	90	20	40	7.25	8.68
7517	90	0	40	5.25	7.17
7535	90	20	45	6.37	7.78
7549	85	35	40	7.11	8.51
7558	90	20	50	6.04	7.14
76203	100	0	30	5.22	6.01
76301	100	35	40	3.24	4.80
76403	70	20	40	6.25	6.80
77121	90	40	40	5.31	6.12
77122	90	20	50	6.45	8.15
77221	90	20	30	3.64	4.44
77222	60	20	50	6.60	7.52
77321	70	20	30	3.08	3.94
77322	60	40	40	4.56	5.14
77323	100	60	30	4.31	5.24
77421	90	0	30	4.06	4.86
77422	60	35	50	6.62	7.80
77521	120	20	48	5.08	5.93
77522	60	20	51	3.38	5.19
78111	110	0	47	6.13	7.30
78211	110	43	37.5	2.21	2.62

Promedio del tratamiento de mayor rendimiento

CUADRO 16 FACTORES EDAFICOS Y DE MANEJO QUE CARACTERIZARON LOS 22 EXPERIMENTOS DE CAMPO

Experimento No.	Fecha de siembra días después de la 1a. S.	Pendiente %	Arena %	Arcilla %	pH	Fósforo ppm	Potasio ppm	Calcio meq./100 suelo	Magnesio meq. ml de	Relación Ca/Mg.	Materia Orgánica (uso)
7507	7	3	56.7	22.2	6.2	16.02	200	8.28	1.26	6.6	NO
7515	6	3	63.7	17.0	6.0	16.27	275	7.93	0.69	11.5	NO
7517	33	3	61.8	17.2	6.0	15.50	312	6.66	0.83	8.0	NO
7535	0	5	51.2	19.2	6.2	24.29	426	7.10	1.89	3.8	SI
7549	4	3	56.5	21.7	5.9	6.95	205	6.65	0.75	8.9	NO
7558	6	5	51.9	22.8	5.6	25.00	130	5.43	1.33	4.1	NO
76203	5	3	52.2	25.0	6.2	8.75	350	7.83	1.42	5.5	NO
76301	20	35	69.7	11.6	7.7	45.00	100	10.20	2.10	4.9	NO
76403	39	0	61.5	15.1	5.5	28.25	90	4.40	0.80	5.5	SI
77121	27	2	74.5	6.7	5.8	150.00	80	3.00	0.20	15.0	SI
77122	3	0	47.3	19.6	5.8	6.50	390	7.80	1.00	7.8	SI
77221	9	0	70.8	9.1	6.3	26.50	310	6.60	0.90	7.3	NO
77222	13	0	60.4	19.0	6.3	17.00	400	6.60	2.10	3.1	SI
77321	18	0	60.3	8.9	5.5	33.25	70	3.00	0.60	5.0	NO
77322	5	0	61.6	13.9	5.7	15.00	180	2.80	0.40	7.0	NO
77323	23	5	69.0	10.0	5.9	14.25	160	4.60	0.40	11.5	NO
77421	24	0	60.0	13.2	5.6	14.25	140	4.40	0.30	14.7	NO
77422	19	0	66.5	9.6	5.5	15.00	110	3.20	0.20	16.0	SI
77521	31	0	74.3	7.8	5.3	40.00	150	3.40	0.30	11.3	NO
77522	33	0	72.7	5.6	5.6	170.00	170	3.00	0.40	7.5	NO
78111	4	0	41.6	31.1	6.8	7.25	100	8.60	2.70	3.2	SI
78211	17	0	58.9	13.9	5.9	15.00	210	5.40	0.70	7.7	SI
PROMEDIOS	15.7	3.0	61.0	15.5	6.0	32.27	207	5.77	0.97	8.0	

48

Los factores de manejo como son fecha de siembra, uso previo de materia orgánica, fueron recabados del formulario de manejo previo; el factor fecha de siembra se presentó como el número de días contados a partir de la fecha más temprana en los cuatro años 1975 al 78.

Para cada uno de los factores de diagnóstico se procedió a clasificarlo en un número arbitrario de categorías, o fracciones de ámbito, que se presentan en el área del estudio; el número de categorías en que se puedan dividir, dependerá del comportamiento de las observaciones para cada factor asociado al rendimiento.

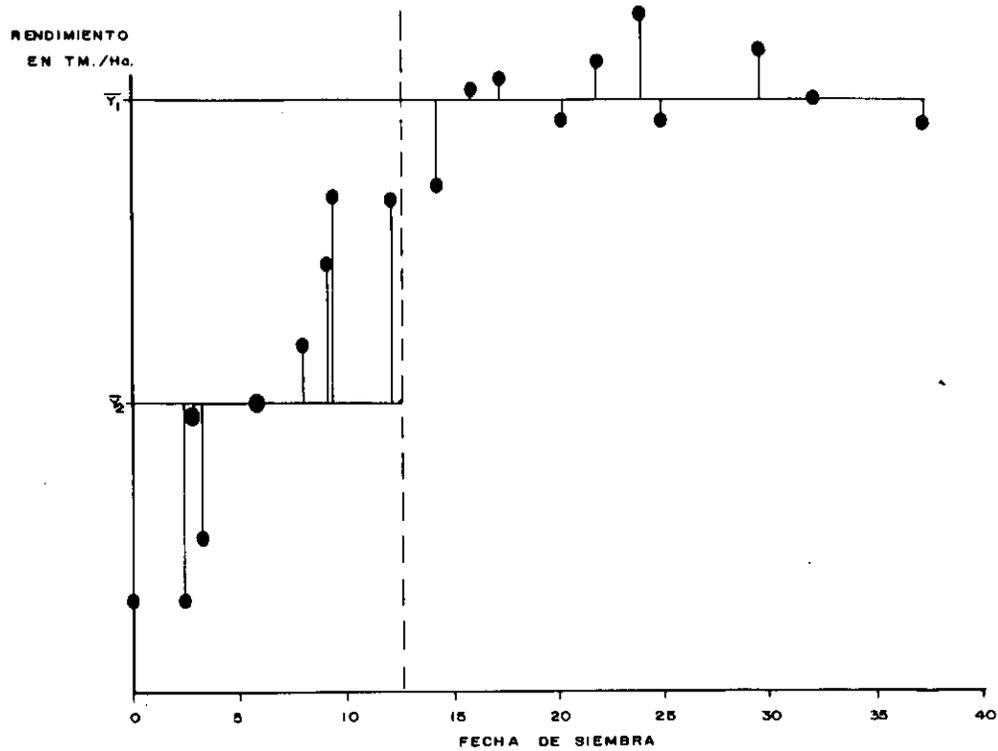
Un ejemplo de como agrupar categorías por el procedimiento descrito se da con la fecha de siembra y se muestra en la Gráfica 10, en donde se separaron los casos mayores de los menores a la media de la fecha de siembra. Esto implica en agrupar los rendimientos correspondientes a las fechas tardías en otro grupo.

No siempre deberá usarse el promedio del factor de diagnóstico para separar los grupos o categorías. A veces con base al criterio agronómico o tendencia podrá separarse estas categorías. Esto fue el criterio que se usó en el presente estudio y se discutirá más ampliamente en el capítulo de Resultados y Discusión al analizar las gráficas correspondientes.

Puede suceder que al alejarnos del valor promedio, los valores para cada categoría sean diferentes, provocando que por alguna condición extrema del factor, pueda sesgar los datos al ser mínimo el número de los experimentos. Este sesgo se puede diluir si el número de observaciones es suficientemente grande, que cuando al combinarse con los otros factores de diagnóstico tiendan a ortogonalizarse, o sea distribuirse proporcionalmente a las otras condiciones en las alteraciones o combinaciones posibles.

Al hablar de separar el ámbito agronómico de un factor de diagnóstico en dos categorías, no siempre funcionará, si el caso fuera que la respuesta tuviera partes de incremento y de decremento o sea que el ámbito agronómico existieran puntos de inflexión a una respuesta cuadrática.

En la gráfica 11 se presenta el ejemplo al que nos referimos en el que será conveniente separar el ámbito agronómico en tres categorías separadas en tercios aproximados que separen en tres grupos para que los promedios sean diferentes y al probar la hipótesis, prueba de F, que al ser significativa nos indique la diferencia buscada. El procedimiento discreto que se ha presentado en la exposición, a pesar de perder precisión en la determinación, es aplicable indistintamente a variables continuas o discretas, y en el presente estudio, el uso previo de materia orgánica es el único factor de diagnóstico que cae dentro de los aspectos cualitativos o discretos. Además ofrece la oportunidad y ventaja de poder operarse con calculadora de bolsillo.



GRAFICA 10 PROCEDIMIENTO DISCRETO PARA DEFINIR DOS CATEGORIAS

sillo.

A continuación se presenta la gráfica 12, con la distribución de los puntos de la fecha de siembra, en la cual se observa una gran dispersión y la tendencia es difícil de observar, pero por experiencia en la zona se puede separar en dos categorías como se muestra.

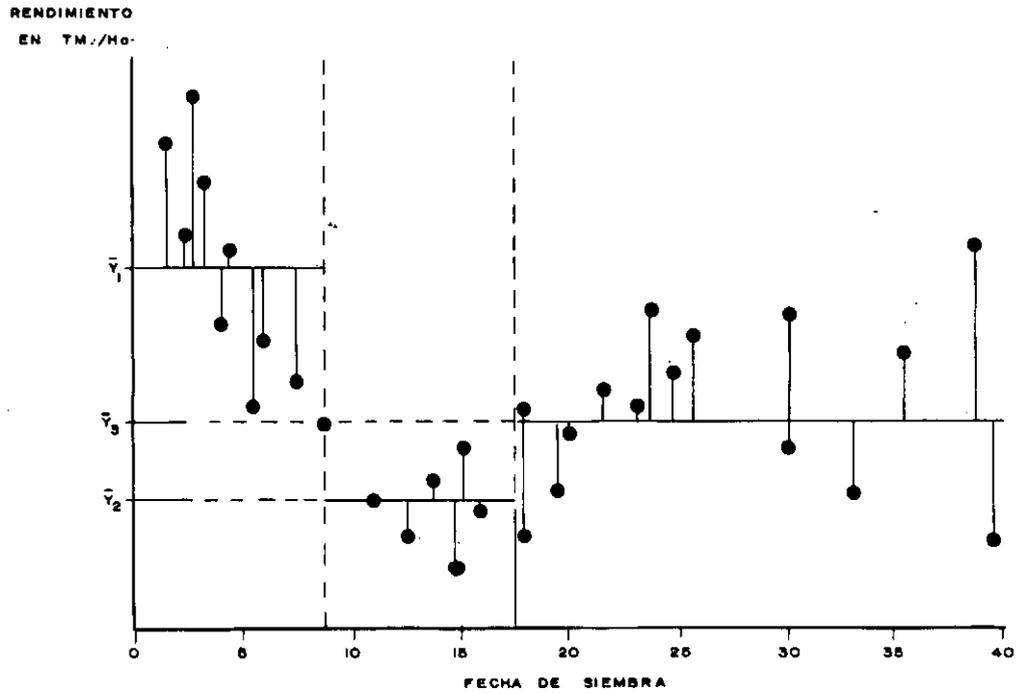
Luego se procedió a codificar cada uno de los factores en cada uno de los experimentos para facilitar las agrupaciones y posterior cálculo, como se observa en el cuadro 17, en el cual se presentan las codificaciones y sus correspondientes rendimientos potenciales y DOE para cada experimento. En base a los resultados obtenidos al realizar la codificación, se procede a efectuar las agrupaciones.

3.2.2 Primera Etapa

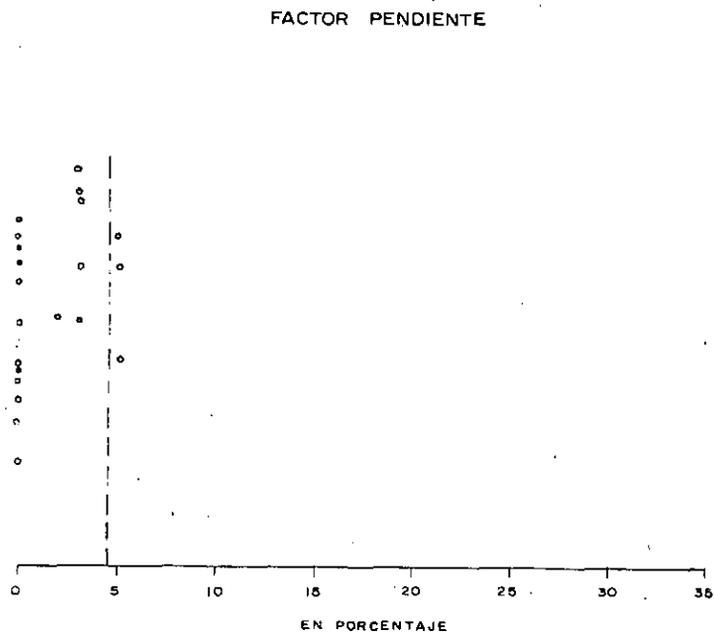
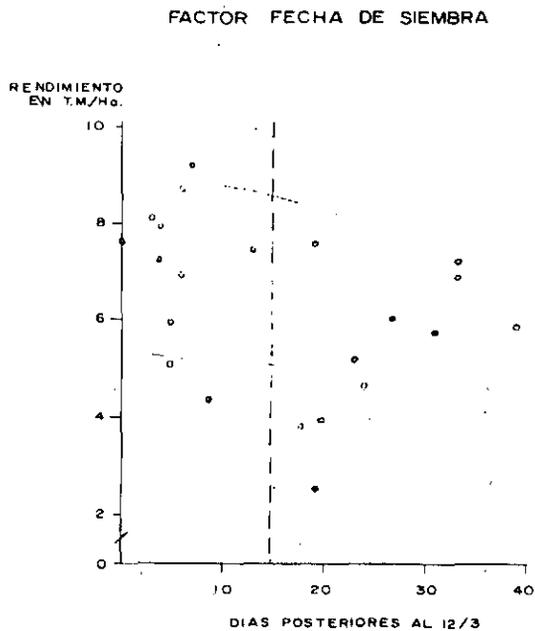
A. Agrupaciones

Se agruparon los factores en categorías como se observó en el cuadro 17, y tomando como ejemplo el experimento 7501 nos encontramos que el rendimiento potencial de 9.11 TM/Ha. está asociado con una fecha de siembra temprana, con poca pendiente, bajo porcentaje de arena, desde luego alto porcentaje de arcilla, un pH alto, bajo fósforo y potasio, altas categorías de calcio y magnesio, una baja relación de Ca/Mg. y el no uso de materia orgánica y una dosis óptima económica se logra con la aplicación de 91.5-40-52 Kg/Ha. de nitrógeno, fósforo y miles de plantas/Ha. de densidad respectivamente. Si se sigue analizando cada uno de los experimentos, en la misma forma, presenta el cuadro una visión bastante compleja.

Para simplificar el efecto de cada uno de los factores en el rendimiento potencial, procedemos a agruparlos como se presenta en el cuadro 18 en el cual, se muestran las categorías baja y alta con sus correspondientes rendimientos. A manera de ejemplo en la agrupación de categoría baja para el factor fecha de siembra, el valor de 911 TM/Ha. corresponde al experimento 7501 con categoría baja, y así sucesivamente hasta el valor 7.3 TM/Ha. que corresponde al experimento 78111; mientras que en la agrupación alta, el valor de 1.17 TM/Ha. corresponde al experimento 7511, y así sucesivamente hasta el rendimiento de 2.62 TM/Ha. que corresponde al experimento 78211. Para cuantificar la aportación de cada factor a la agrupación por agrosistemas se procede al análisis de varianza, individual por factor.



GRAFICA II PROCEDIMIENTO DISCRETO PARA DEFINIR TRES CATEGORIAS



GRAFICA 12 RELACION ENTRE EL FACTOR DE DIAGNOSTICO Y EL RENDIMIENTO

CUADRO 17 CODIFICACION DE LOS FACTORES DE DIAGNÓSTICO, PARA CADA UNO DE LOS 22 EXPERIMENTOS EN CATEGORIAS.

Experi- mento	Fecha de S.	Pendiente	Arena	Arcilla	pH	P	K	Ca.	Mg.	Relación Ca./Mg.	Materia Orgánica	\bar{y} Potencial	D O E		
													N	P ₂ O ₅	D
7507	B	B	B	A	A	B	B	A	A	B	B	9.17	97.5	40	52
7515	B	B	A	A	A	B	A	A	B	A	B	8.68	90	20	40
7517	A	B	A	A	A	B	A	A	B	A	B	7.17	90	0	40
7535	B	A	B	A	A	B	A	A	A	B	A	7.78	90	20	45
7549	B	B	B	A	A	B	B	A	B	A	B	8.51	85	35	40
7558	B	A	B	A	A	B	B	B	A	B	B	7.14	90	20	50
76203	B	B	B	A	A	B	A	A	A	B	B	6.01	100	0	30
76301	A	A	A	B	A	A	B	A	A	B	B	4.80	100	35	40
76403	A	B	A	A	B	B	B	B	B	B	A	6.80	70	20	40
77121	A	B	A	B	A	A	B	B	B	A	A	6.12	90	40	40
77122	B	B	B	A	A	B	A	A	B	B	B	8.15	90	20	50
77221	B	B	A	B	A	B	A	A	B	B	A	4.44	90	20	30
77222	B	B	A	A	A	B	A	A	A	B	B	7.52	60	20	50
77321	A	B	A	B	B	A	B	B	B	B	A	3.94	70	20	30
77322	B	B	A	B	B	B	B	B	B	B	B	5.14	60	40	40
77323	A	A	A	B	A	B	B	B	B	A	B	5.24	100	60	30
77421	A	B	A	B	B	B	B	B	B	A	B	4.86	90	0	30
77422	A	B	A	B	B	B	B	B	B	A	B	7.80	60	35	50
77521	A	B	A	B	B	A	B	B	B	A	A	5.93	120	20	48
77522	A	B	A	B	B	A	B	B	B	B	B	5.19	60	20	51
78111	B	B	B	A	A	B	B	A	A	B	A	7.30	110	0	47
78211	A	B	A	B	A	B	B	B	B	B	A	2.62	110	43	37.5

CUADRO 18

ORGANIZACION DE LOS RENDIMIENTOS POTENCIALES EN DOS CATEGORIAS SEGUN EL FACTOR DE PRODUCCION FECHA DE SIEMBRA PRIMERA ETAPA

Número	Fecha de Siembra	
	Baja*	Alta
1	9.11	7.17
2	8.68	4.80
3	7.78	6.80
4	8.51	6.12
5	7.14	3.94
6	6.01	5.12
7	8.15	4.86
8	4.44	7.80
9	7.52	5.93
10	5.14	5.19
11	7.30	2.62
SUMA	79.78	60.47
PROMEDIO	7.25	5.50

* Baja, hasta 15 días después de la primera siembra; Alta más de 15 días después de la primera siembra.

B. Análisis de Varianza

Ahora es necesario realizar el análisis de varianza completamente al azar, cuyo modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_i = \mu + C_j + E_{ij}$$

$$i = 1, 2 \dots c$$

$$j = 1, 2 \dots m$$

Y_i = Rendimiento

C_j = Categorías

E_{ij} = Residuos o error

n = Número de observaciones totales

m = Número de observaciones por categorías

c = Número de categorías

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados
Categorías	$(c - 1)$	$\frac{\sum C_i}{m} - F. C.$
Residual	$(n-1) - (c - 1)$	$SCT - SCC$
Total	$(n-1)$	$\sum Y_i - F. C.$
$F. C. = \left(\frac{\sum Y_i}{n} \right)^2$	$F = \frac{CMC}{CMR}$	$R^2 = \frac{SCC}{SCT} \times 100$

A manera de ejemplo se presenta a continuación el análisis de varianza para las dos categorías (un solo factor) en base a sus rendimientos potenciales.

CUADRO 19 ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RENDIMIENTOS POTENCIALES DE DOS CATEGORIAS

Factor	g.l.	S. C.	C. M.	F_c	R^2
Categorías	1	16,9489	16.9489	7.6544	27.68
Residuos	20	44.2856	2.2143		
Total	21	61.2345			

A las dos categorías les corresponde un grado de libertad, 21 al total, por ser 22 experimentos y por diferencia, 20 grados de libertad para el residual; a continuación se presentan los cálculos para obtener la suma de cuadrados para categoría (SCC), para el total (SCT), y para el residual (SCR), además del factor de corrección (F.C.).

$$FC = \frac{(79.78 - 60.47)^2}{22} = \frac{(140.25)^2}{22} = 894.0938$$

$$S.C.T = 6.11^2 + 8.68^2 + \dots + 7.30^2 + 7.17^2 + \dots + 2.62^2 - FC$$

$$SCC = \frac{(79.78)^2}{11} + \frac{(60.47)^2}{11} - FC = 61.2345$$

$$S. CR = SCT - SCC = 61.2345 - 16.9489 = 44.2856$$

Los cuadrados medios se calcularon dividiendo la suma de cuadrados entre sus grados de libertad correspondiente. La F calculada para categorías se calculó dividiendo el cuadrado medio para categorías entre el cuadrado medio del residual, y el resultado es de 7.6544; este valor se compra con la F de tablas con un grado de libertad en el numerador y 20 en el denominador, al nivel de probabilidad seleccionado a priori del 10o/o. Se observa que por la magnitud de la F calculada (significativa), hay evidencia de que la fecha de siembra es factor de diagnóstico.

El valor de R^2 27.68o/o, coeficiente de determinación, se calculó dividiendo la suma de cuadrados de categorías entre la suma de cuadrados total y multiplicados por cien. Solo el 27o/o de la variación total se asoció con las dos categorías, influidas por la fecha de siembra.

Hay que hacer resaltar, que tanto el factor de corrección, como la suma de cuadrados totales permanecen constantes en los análisis de varianza para cada factor, por esto, es práctico realizar este en serie como se mostrará en la discusión de los resultados.

En la mayoría de los casos en esta primera etapa, por lo general, no se encuentran valores tan altos como los que se encontraron en este caso; esto podría significar que solo existe un factor de diagnóstico, esta hipótesis será planteada al final del estudio en las conclusiones, como regla, se considera en esta primera etapa solamente valores de F mayores de la F de tablas al 10o/o y de los factores que cumplan con este requisito, se seleccionará el que tenga la mayor F calculada. Si ningún factor se asocia con una F mayor que la F_t (10o/o), el procedimiento termina aquí y rechazamos la hipótesis de que alguno (S) de estos factores se asocie con el rendimiento potencia. En caso contrario procedemos a una segunda etapa en la que el factor seleccionado en la primera etapa entre en todas las definiciones de categorías.

3.2.3 Segunda Etapa

Habiendo seleccionado la arcilla, de la primera etapa, como principal factor de diagnóstico, el siguiente paso es encontrar la o las interacciones de este factor con los demás factores en estudio. Para esto se procede en forma similar a la primera etapa, agrupando y realizando el análisis de varianza de las agrupaciones para cada interacción.

A. Agrupaciones

Dentro de una interacción de dos factores, a dos niveles o categorías (Alta y Baja), se generan cuatro agrupaciones (2^2) a saber:

BB = Baja en arcilla y Baja en el otro factor

BA = Baja en arcilla y Alta en el otro factor

AB = Alta en arcilla y Baja en el otro factor

AA = Alta en arcilla y Alta en el otro factor

De esta manera se generan cuatro agrupaciones para cada interacción de arcilla con los otros factores, como se pueden ver en el cuadro 20 en el cual se tomó como ejemplo utilizando la interacción arcilla x fecha de siembra. Una indicación de que la interacción del ejemplo captó la variación del residual de la primera etapa, es comparar los promedios extremos y ver cuanta es la diferencia, que para nuestro caso fue de 3,01 TM/Ha. y que al compararlo con las diferencias de las otras interacciones estimar cual interacción será prometedora. Si consideramos esta misma diferencia y los valores promedio de cada agrupación, con mayor número de observaciones en las agrupaciones BB y AA, la suma de cuadrados hubiera captado mejor la variación. Sin embargo es conveniente efectuar el análisis de varianza para comprobarlo.

B Análisis de Varianza

Este se realiza en la misma forma que se explicó para la primera etapa, con la diferencia que la suma de cuadrados para categorías (SCC), se calcula de la siguiente manera:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{SCC} & (\text{BB})^2 & (\text{BA})^2 & (\text{AB})^2 & (\text{AA})^2 & & \\ & + & + & + & & & \\ & m_{bb} & m_{ba} & m_{ab} & m_{aa} & & - \text{F. C.} \end{array}$$

CUADRO 20 AGRUPACION DE LOS RENDIMIENTOS POTENCIALES EN CUATRO CATEGORIAS, SEGUN FECHA DE SIEMBRA EN PRESENCIA DE ARCILLA. SEGUNDA ETAPA.

Número	Categorías ARCILLA X FECHA DE SIEMBRA			
	BB ^a	BA	AB	AA
1	4.44	4.80	9.11	7.17
2	5.14	6.12	8.68	6.80
3		3.94	7.78	
4		5.24	8.51	
5		4.86	7.14	
6		7.80	6.01	
7		5.93	8.15	
8		5.19	7.52	
9		2.62	7.30	
Sumas	9.58	46.50	70.20	13.97
Promedios	4.79	5.17	7.80	6.99

Valores en T.M./Ha.

aBB: Baja para arcilla, baja para fecha de siembra; BA baja para arcilla y alta para fecha de siembra; AB alta para arcilla y baja para fecha de siembra; AA alta para arcilla y alta para fecha de siembra.

Utilizando la interacción arcilla x fecha de siembra como ejemplo podemos apreciar en el cuadro 20 y 21 que para el cálculo de SCC tenemos:

BB = 9.58	m _{bb} = 2
BA = 46.50	m _{ba} = 9
AB = 70.20	m _{ab} = 9
AA = 13.97	m _{aa} = 2

Al operar los valores anteriores en la fórmula de la SCC nos resulta un valor de 37.1849 y el mismo procedimiento se sigue para todas las demás interacciones procediendo con un análisis de varianza en serie. El valor de F calculada es de 9.2110 y

corresponde a las categorías definidas en conjunto por los factores arcilla x fecha de siembra. (f.s.). Ahora es necesario separar los efectos de arcilla (A) por un lado y f.s. e interacción A x f.s. del otro. Los grados de libertad (c-1), de la interacción asociados con categorías pueden separarse como:

Un grado de libertad para el efecto de arcilla (A)

los grados de libertad restante para los efectos f.s. e interacción a. x f.s.

Cuando dentro de alguna categoría no se agrupan experimentos, los grados de libertad para categorías disminuyen de acuerdo al número de categorías menos uno.

Se considera como modelo reducido (MR), al factor seleccionado en la etapa anterior (efecto de arcilla) y como modelo completo (MC), al modelo a calcular en la presente etapa (efecto A, efecto f.s., interacción A x f.s.). Para separar los efectos f.s. y A x f.s. se utilizó la siguiente fórmula:

$$SC \text{ parcial (g.l.)} = SCRMR \text{ (g.l.)} - SCRMC \text{ (g.l.)}$$

Como ejemplo continuaremos utilizando el modelo arcilla x fecha de siembra en el cual, para calcular los grados de libertad utilizamos la fórmula anterior:

$$g.l. \text{ parcial} = (g.l. \text{ MR} - g.l. \text{ MC}) = 20 - 18 = 2$$

Y para la suma de cuadrados:

$$SC \text{ parcial} = 25.5126 - 24.0497 = 1.5230$$

A continuación podremos determinar el valor de F calculada parcial para los dos grados de libertad, de los efectos f.s. y Ax f.s. y tener una estimación de su contribución; este valor es de 0.5699, el cual habremos de comparar con una F tabular, con dos grados de libertad en el numerador, y 18 grados de libertad de libertad en el denominador. A partir de esta segunda etapa se utilizó un nivel de probabilidad del 50/o para la selección de entrada de cualquier factor.

Dentro del cuadro 21, tenemos diferentes F calculadas; el valor de 27.8907 corresponde a la Fc del modelo reducido y se refiere a los cálculos realizados en la etapa anterior, el valor de 9.277 corresponde a la Fc del modelo completo y muestra su significancia en la interacción, siendo útil en la comparación con las otras a calcularse en serie, el tercer valor de 0.5699 corresponde a la F c parcial o sea al efecto o contribución del segundo factor en la interacción al compararla con las

CUADRO 21 ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RENDIMIENTOS POTENCIALES, AGRUPADOS EN CUATRO CATEGORIAS SEGUN LOS FACTORES ARCILLA Y FECHA DE SIEMBRA. SEGUNDA ETAPA.

Modelos	Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	R ² o/o	P A R C I A L E S			
							GL	SC	CM	Fc
Arcilla	Categorías	1	35.6619	35.6619	27.8907	58.24				
	Residuos	20	25.5726	1.2796						
Arcilla X F. de S.	Categorías	3	37.1849	12.3950	9.2770	60.73	2	1.5230	0.7615	0.5699
	Residuos	18	24.0497	1.3361						
	Total	21	61.2345							
	Factor de Corrección			894.0938						

demás. El coeficiente de determinación (R^2), del MR se compara contra el R^2 del MC de la interacción o interacciones calculadas en serie, seleccionándose el mayor, en el cual podría estar, la mejor posibilidad de la permanencia de esa interacción.

Al final se prueba la permanencia del primer factor de diagnóstico tomando como modelo reducido al segundo factor de la interacción de mayor F_c parcial significativa y la interacción se mostraría a manera de ejemplo en el mismo cuadro y sería:

f.s.

f.s. x A

Tomándose todos los datos del modelo arcilla x fecha de siembra pero cambiando el orden del modelo para simular y probar la permanencia de la arcilla, calculándose de nuevo los valores parciales.

Los posibles casos que podrían ocurrir son los siguientes:

1. Si existe permanencia de arcilla, se continúa con una tercera etapa, con un modelo reducido de arcilla x fecha de siembra, si este fue significativo y el mayor.
2. Si no existe permanencia de arcilla, se le elimina, quedando solo fecha de siembra y se repite la segunda etapa, quedando como modelo reducido materia orgánica.

El límite de este método está en razón del número de experimentos; por ejemplo, si tomamos los 22 experimentos de nuestro presente trabajo y suponemos 2 categorías por factor, veremos a continuación el número de agrosistemas posibles por etapa.

Etapa	No. de Factores seleccionados		No. de Agrosistemas posibles
Primera	1	21	2
Segunda	2	22	4
Tercera	3	23	8 límite
Cuarta	4	24	16
Quinta	5	25	32

El límite para el presente estudio sería la tercera etapa, ya que para definir un agrosistema se considera necesario que existan por lo menos un mínimo de 3 experimentos.

3.2.4 Factores limitantes

La certeza de que el factor de diagnóstico (cualquier), afectan al rendimiento potencia del maíz, es útil, pero de mayor peso para el investigador es poder relacionar los factores de diagnóstico con las diferentes Dosis Optimas Económicas (Cuadro 17), con las condiciones experimentales, de tal forma, que puedan éstas, servir de base para fines de diagnóstico y de futuras proyecciones de investigación. Para poder diagnosticar estos factores limitantes, se aplica a continuación, el método anteriormente descrito, al parámetro agronómico DOE de fertilizante nitrogenado, en la siguiente secuencia a la DOE de fertilizante fosfórico y finalmente a la DOE de densidad de población. Con esto se explora otros factores que no se estudiaron dentro de los experimentos, que podrían estar limitando la máxima expresión del cultivo en esa área. Los resultados del diagnóstico de los factores limitantes se presentarán en el capítulo de Resultados y Discusión.

VII RESULTADOS Y DISCUSION

1. Del método Gráfico-Estadístico

Este método al utilizar la combinación de la determinación Gráfica complementado con los aspectos estadísticos y económicos, nos ha facilitado una fácil y precisa determinación de las DOE por sitio y además nos acerca hacia una recomendación promedio para la zona en estudio, en la que este método, nos reduce al sesgo y llegando a resultados de un menor riesgo para el agricultor, como se puede ver en el desarrollo de esta discusión de resultados.

1.1 De los Rendimientos

Al observar el cuadro 9 nos encontramos que existen experimentos como el 7507, en el cual, su promedio fue de 7.5 TM./ha, y el experimento 78211 con un promedio de 2.2 TM./Ha, estando el resto dentro de estos valores, lo que nos indica, que se muestrearon las condiciones posibles dentro del valle, teniendo una diferencia 5.3 TM/Ha. Los experimentos antes mencionados presentan ciertas características que discutiremos a continuación: El 7507 fue localizado en un terreno de muy buena productividad, como lo indica su promedio y al observar y comparar los tratamientos 9 y 10 (mínima y máxima aplicación de nitrógeno) nos encontramos con una diferencia de 3.4 TM/Ha indicándonos una posible respuesta al nitrógeno (significativa); Si comparamos los tratamientos 11 y 12 (mínima y máxima aplicación del fósforo) nos encontramos con una diferencia de 1.7 TM/Ha que podría existir significancia y para la densidad, comparamos los tratamientos 13 y 14, encontrándose una diferencia de 2.2 TM/Ha que también podría ser significativa, o sea, que la aplicación de fertilizantes e incremento de la densidad, existen incrementos crecientes de rendimiento.

Ahora al observar el experimento 78211 nos encontramos, al comparar el tratamiento 9 y 10, con una diferencia de 0.05 TM/Ha indicándonos que la aplicación de nitrógeno no será significativa, para el fósforo, al comparar el 11 y 12 nos encontramos con una diferencia de 0.3 TM/Ha, la cual podría no ser significativa y para la densidad, al comparar 13 y 14 nos encontramos con una diferencia negativa de 1.7 TM/Ha que podría ser significativa, pero a mayores aplicaciones de nutrientes y mayor densidad, decrece el rendimiento y no vale la pena grandes aplicaciones de fertilizante.

Al realizar las comparaciones para la media general de los tratamientos 9 y 10 nos encontramos con una diferencia de 1.8 TM/Ha para la aplicación de nitrógeno,

comportamiento que se repite para las medidas de los años en estudio; para el fósforo, al comparar 11 y 12, el valor de la diferencia esta en 0.7 TM/Ha, siendo esta diferencia menor a la observada para el nitrógeno y que este comportamiento se repite para los años en estudio,, y para la densidad, al comparar el 13 y 14 vemos una diferencia de 1.1 TM/Ha, y reflejándose la misma tendencia en los años en estudio. De los 22 experimentos del estudio, la mitad estuvieron arriba al promedio general de 6.5 TM/Ha de los cuales, solo uno de los 6 realizados en 1975, está por debajo; para el año 76, 2 de los experimentos tuvieron promedios abajo del general; para el año 77, 7 de los 11, estuvieron por debajo del promedio general; al observar los promedios por años, nos encontramos con que el año 75, mostró el mejor promedio con 6.5 TM/Ha; y el peor fue, el 78, con 4.2 TM/Ha. Al haber comparado estos promedios, es necesario resaltar, que el año 78 y posiblemente el 76 pueden estar sesgados por existir un número limitado de experimentos en esos años; pero el promedio general, nos dará un buen índice. El comportamiento observado lo podemos confirmar más adelante, al ver los resultados de las significancias en los efectos factoriales por experimento.

1.2 De la Significancia en Yates

El cuadro 22 nos muestra los efectos factoriales para los 3 factores en estudio en los 22 experimentos; si se continúa observando los experimentos mencionados en la discusión de los rendimientos, se ve que para el localizado en el sitio de buen potencial (7507), fue significativo en densidad, nitrógeno y en la interacción pd, no así el fósforo el cual no alcanzó valores para su significancia, pero al ser ayudado por la densidad en la interacción pd, si resultaron significativos los 3 factores. Ahora, si verificamos el experimento 78211, con solamente la interacción np significativa, por el efecto acumulado del nitrógeno y el fósforo, siendo significativos estos dos factores. Al ver la significancia del experimento 76403 nos encontramos que cuando no existe significancia (parte factorial), en algunos de los factores, y se chequean sus prolongaciones, puede haber significancia y se simboliza con dos asterísticos. Ahora bien, en la parte inferior del cuadro se calcularon los porcentajes de significancia de cada efecto para todos los experimentos encontrando la más alta significancia para el nitrógeno con un valor de 73o/o (efecto simple) y el menor valor a la triple interacción con 9o/o. De los tres efectos simples, el fósforo es el de menor frecuencia indicándonos que posiblemente existe en el suelo suficiente fósforo asimilable, lo cual se reflejará posteriormente en las DOE individuales por experimento y en la DOE promedio para la zona; es posible que ésto sea adecuado, por el excesivo uso del fósforo en la formulación utilizada tradicionalmente, ésto también se reflejó en aquellas interacciones donde participa el fósforo, pd y np, que son los siguientes porcentajes más bajos.

CUADRO 22 SIGNIFICANCIA DE LOS EFECTOS FACTORIALES DE LOS FACTORES NITROGENO, FOSFORO Y DENSIDAD EN LOS ENSAYOS DE FINCA DE MAIZ EN DIFERENTES LOCALIDADES DEL VALLE DE QUE ZALTENANGO.

Experimento No.	EFECTOS FACTORIALES							CURVAS A		
	d	p	pd	n	nd	np	npd	DIBUJAR		
7507	*	NS	*	*	NS	NS	NS	N	P	D
7515	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	N	-	-
7517	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	N	-	-
7535	NS	*	NS	*	*	NS	NS	N	P	D
7549	NS	NS	NS	*	NS	*	NS	N	P	-
7558	*	NS	*	*	*	*	NS	N	P	D
76203	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	N	-	-
76301	*	*	NS	*	*	NS	NS	N	P	D
76403	*	**	NS	**	NS	NS	NS	-	-	D
77121	NS	*	NS	*	*	NS	NS	N	P	D
77122	NS	NS	*	NS	*	NS	NS	N	P	D
77221	NS	NS	NS	*	NS	*	NS	N	P	-
77222	*	*	NS	NS	NS	NS	*	N	P	D
77321	*	NS	*	NS	NS	NS	*	N	P	D
77322	*	*	NS	*	*	*	NS	N	P	D
77323	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	N	P	-
77421	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	N	-	-
77422	*	NS	NS	*	NS	*	NS	N	P	D
77521	*	**	NS	*	*	NS	NS	N	-	D
77522	*	**	NS	**	NS	NS	NS	-	-	D
78111	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	N	-	D
78211	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	N	P	-
o/o	45	36	18	73	36	32	9			

(*) Significancia al 10o/o en el Efecto Medio Significativo (EMS)
 (**) Significancia al 5o/o en la Diferencia Mínima Significativa (DMS)
 NS No significativo

A la derecha del cuadro, se presentan las curvas que fueron seleccionadas para calcular las dosis óptimas económicas, de las cuales, se calcularon 20 determinaciones gráficas para el nitrógeno; 14, para el fósforo y 14 para la densidad de población; de las curvas que no fueron seleccionadas, para la terminación de la DOE, fueron tomados los valores mínimos estudiados, con excepción de los experimentos que en sus efectos simples tuvieron 2 asteriscos en los cuales las dosis óptimas tomadas fueron los valores medios inferiores (valor mínimo del cubo) siendo para el nitrógeno 2 y para el fósforo 3.

1.3: De la dosis óptimas económicas

Al observar el cuadro 23 en la columna del nitrógeno encontramos una gran variación, desde 60 a 120 kg/Ha de elemento puro, siendo de 60 Kg su ambito. Esta variación es provocada por las interacciones de clima, suelo y manejo que afectan la respuesta del fertilizante nitrogenado, dando un promedio de 87.4 kg/Ha. Para el fósforo nos encontramos con valores de 0 a 60 Kg/Ha de P₂O₅ encontrando que los valores más frecuentes varían entre 20 y 40 Kg/Ha, habiendo solo un caso de 60 Kg/Ha, y 4 casos de 0 Kg/Ha, ésto confirma lo expresado anteriormente, por el uso en exceso del fósforo; y su media es de 24 Kg/Ha.

En la densidad de población los valores varían desde 30 a 51 miles de plantas por Ha., siendo los casos en que la densidad bajó a valores de 30 miles de plantas/Ha y la media fue de 41.5 miles de plantas por Ha.

En este momento se puede finalizar con una recomendación del promedio de las DOE para una región, siendo para el presente caso de 87.4-24-41.3 Kg/Ha de elemento puro de nitrógeno, fósforo y miles de plantas/Ha respectivamente; las cuales se ajustan a valores prácticos de manejar como sería de 90-25-42, recomendándose en base de fertilizante comercial accesible en la región, siendo de 1.92 quintales/Mz o 12 lbs/cuerda de fertilizante 20-20-0 al inicio de las lluvias y 2.17 quintales/Mz o 14 lbs/cuerda de fertilizante Urea (46-0-0) a los 30 días después de la primera fertilización. La recomendación antes mencionada es ajustada por las costumbres agrícolas de la región y por la investigación previa en cuanto a épocas, distribución del fertilizante y fuentes. Si la comparamos con las fertilizaciones acostumbradas por los agricultores de la región de 6.05 quintales/Mz o 38 lbs/cuerda de 20-20-0 lo que sería de 79-79-0 Kg/Ha de elemento puro de nitrógeno y fósforo respectivamente, veremos que es deficiente en nitrógeno, excesiva en fósforo y más caro que la recomendación diseñada.

**CUADRO 23 DOSIS OPTIMAS ECONOMICAS DE LOS ENSAYOS
DE FINCA DE MAIZ EN DIFERENTES LOCALIDADES DEL VALLE
DE QUEZALTENANGO**

Experimento No.	N Kg./Ha	P ₂ O ₅	D Miles de Plantas/Ha
7507	97.5	40	50
7115	90	20	40
7517	90	0	40
7535	90	20	45
7549	85	35	40
7558	90	20	50
76203	100	0	30
76301	100	35	40
76403	70	20	40
77121	90	40	40
77122	90	20	50
77221	90	20	30
77222	60	20	50
77321	70	20	30
77322	60	40	40
77323	100	60	30
77421	90	0	30
77422	60	35	50
77521	120	20	48
77522	60	20	51
78111	110	0	47
78211	110	43	37.5
DOE PROMEDIO	87.4	24.0	41.3

Ahora bien, si suponemos que para el fertilizante nitrogenado, recomendamos una cantidad de 90 Kg/Ha de todos aquellos sitios que sus DOE tengan un valor de 60 Kg/Ha, (30 Kg/Ha en exceso) se estaría sobre-dosificando, con la consiguiente pérdida de recursos y para el caso contrario con DOE de 120 Kg/Ha (30 Kg/Ha menos) el rendimiento no expresará el potencial. Lo mismo sucederá para el fósforo y densidad de población, por lo que se hace necesario aplicar una metodología que minimice esa gran variación en los rangos de recomendación de DOE individuales con respecto a la recomendación promedio.

2. De la Agrupación por Agrosistemas

Este método al utilizar además del criterio agronómico, la estadística nos facilita la agrupación por agrosistemas y ayudó a determinar cuál o cuáles de los factores de diagnóstico son importantes, así como cuales de estos limitan el mejor aprovechamiento del nitrógeno, fósforo y densidad de población.

2.1 De los Factores de Diagnóstico

Al observar el cuadro 16 nos encontramos con que para el factor fecha de siembra varió desde 0 hasta 39 días después de la primera siembra con una media de 16 dentro de cada año nos encontramos con siembras tempranas y tardías, con excepción del año 78 en el cual tenemos valores tempranos y medios, ésto podría influir en los rendimientos. Para la pendiente, varían entre 0 y 35o/o siendo la media de 3o/o, este valor medio es bajo, por existir en la mayoría de los casos terrenos planos, o ligeramente inclinados, teniendo 12 planos y uno de 35o/o pendiente, esta distribución de experimentos refleja aproximadamente el porcentaje de áreas planas que existen en el valle.

En el caso del factor arena existieron valores desde 41.6 hasta 74.5o/o siendo su media de 61.0o/o; cada uno de los valles, que forman el valle de Quezaltenango, tienen diversos orígenes en cuanto al material parental e influencias externas, encontrándonos con fuertes variaciones del porcentaje de arena, que podrían explicar la respuesta tan diversa de los DOE discutidos anteriormente.

Con la arcilla el porcentaje en el suelo varió desde 5.6 hasta 31.1 y una media de 15.5o/o, separando la media en igual número de experimentos y además por su variación, podría separarlos por agrosistemas.

En el pH nos encontramos con valores que van desde 5.3 hasta 7.7 con una media de 6.0; pero para este valor de 7.7, corresponde al experimento 76301, en el cual tiene el valor más alto por la presencia del Sodio en cantidad moderada; el pH juega un papel importante en la disponibilidad de los nutrientes del suelo y

podría influir en el aprovechamiento óptimo de cualquiera de estos.

Para el fósforo tenemos variaciones entre 6.50 y 170.00 partes por millón (ppm) y una media de 32.27; por tener valores altos en la mayoría de los sitios, confirma lo observado en el porcentaje bajo de la significancia del fósforo, o sea que, la mayoría de estos sitios tienen suficiente fósforo en el suelo.

En el Potasio nos encontramos con una situación similar al del factor anterior, en el cual sus límites están entre 70 y 426 ppm y una media de 207; en este caso se podría considerar que el exceso del potasio podría afectar el aprovechamiento de los otros nutrientes, aunque no estuvieran deficientes por el exceso de este, al desbalancear las proporciones con los otros nutrientes principales o secundarios.

Observando el Calcio, encontramos valores de 2.8 y 10.20 con una media de 5.77 meg/100 ml de suelo; si funcionara el pH como factor de diagnóstico, también el calcio podría funcionar o influir como factor, ya que las cantidades de estos factores podrían tener un efecto directo en el pH.

En el Magnesio, la variación está entre 0.2 y 2.7 con una media de 0.97; con los niveles bajos de este factor y del pH, podría ser un factor de diagnóstico que pudiera agrupar satisfactoriamente.

Para la relación de Ca/Mg, en la literatura se citan valores de 4.1 como el óptimo, pero al calcularse se observaron valores desde 3.2 hasta 15.00, con una media de 8.00; por lo que, se supuso que esta relación podría influir y ser factor de diagnóstico.

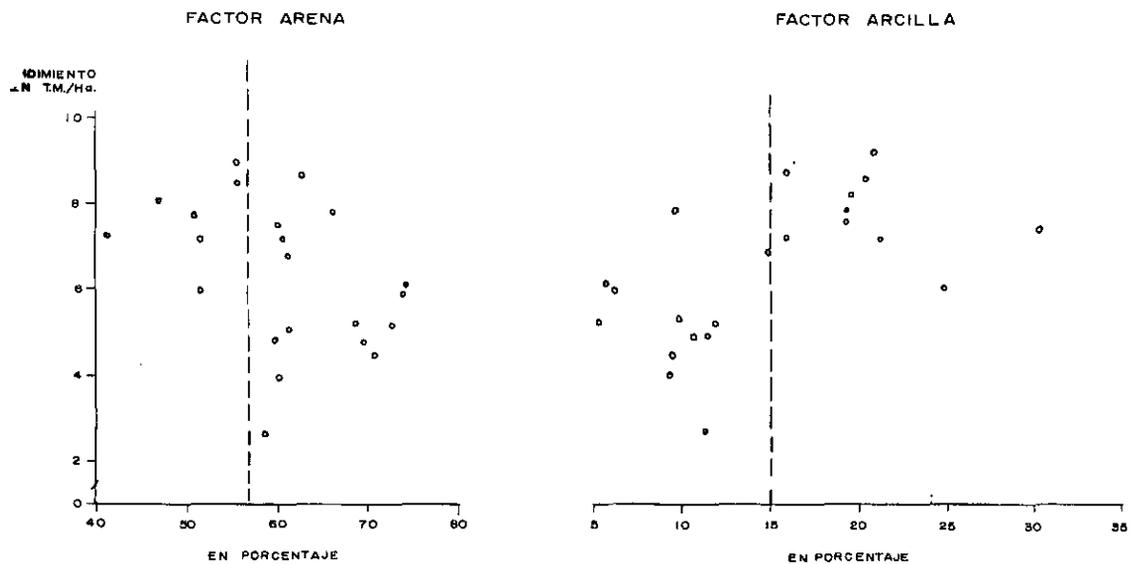
Como último factor a considerar se tomó el uso previo de materia orgánica con un mínimo de 2 años, en el cual se toma como variable discreta y cualitativa, ya que esto podría influir en la agrupación por agrosistemas, y es un factor de manejo.

Las consideraciones antes mencionadas, no son suficientes para ser valederas, por lo que se hace necesario, entrar a considerar su comportamiento o relación con el parámetro rendimiento.

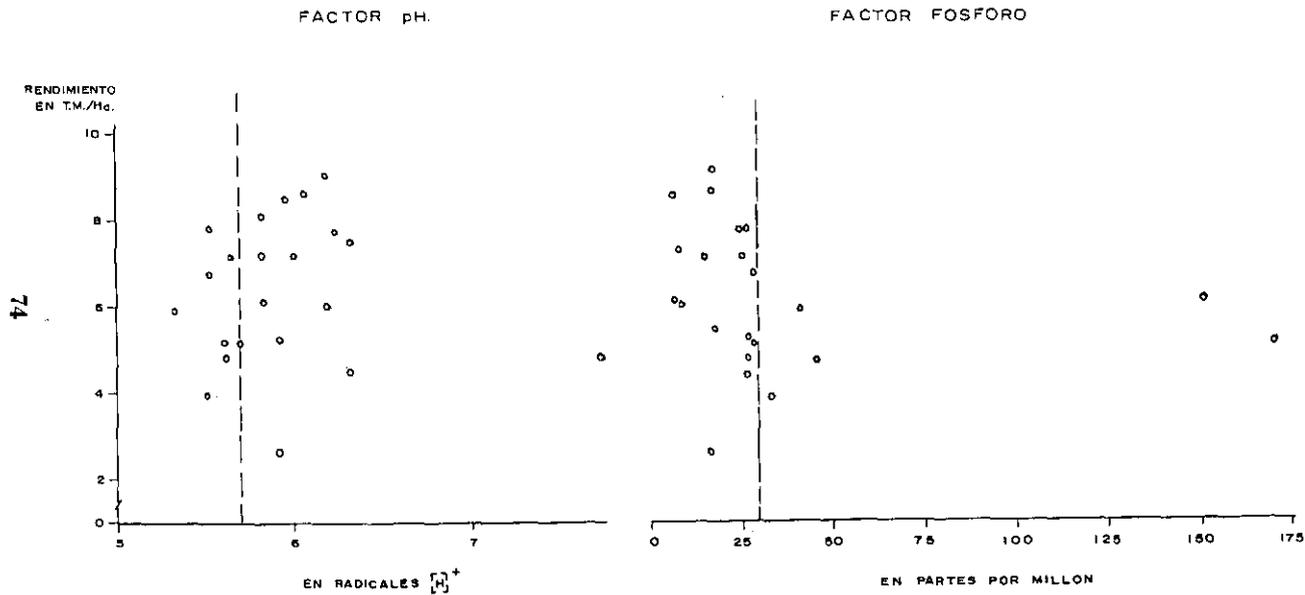
2.2 De las Categorías

Al observar las gráficas desde la 12 a las 16 nos encontramos con que, al relacionar cada factor de diagnóstico con el rendimiento potencial, la dispersión es bastante grande y es difícil observar una tendencia para cada factor, ésto podría indicarnos que será difícil encontrar algún factor que nos agrupe convenientemente los experimentos y que pudiera ser más difícil, que dos o más factores, los agrupen.

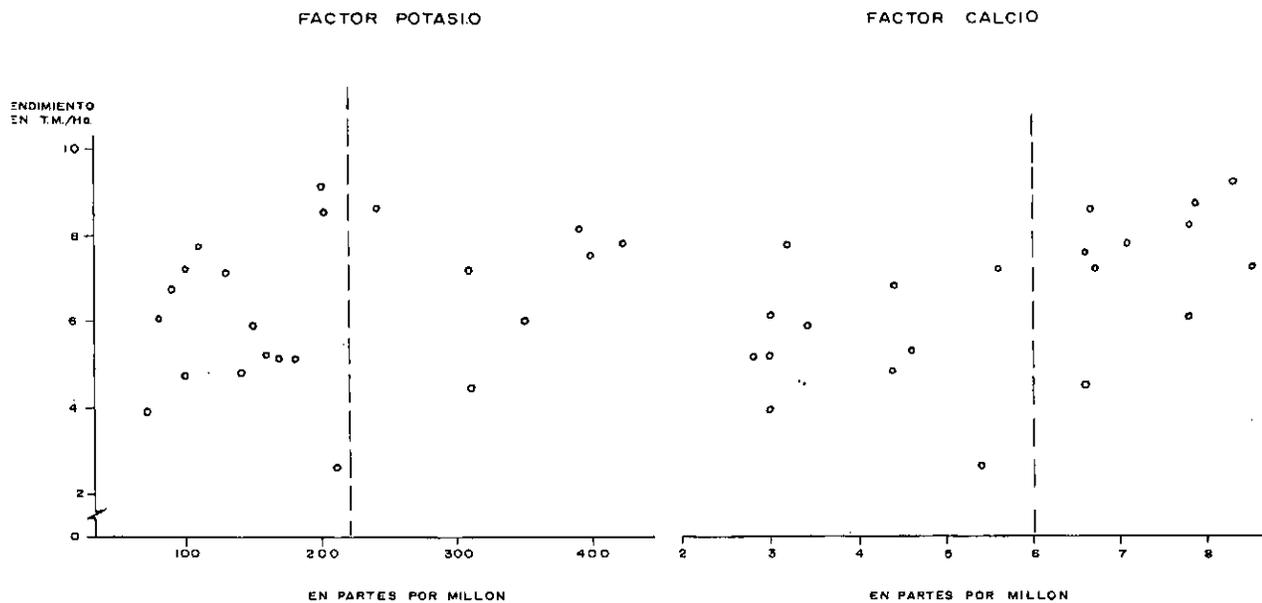
Ahora bien por criterio agronómico y con conocimiento del área, se definieron las categorías para cada factor; en el cuadro 24, en el cual observamos que para fecha de siembra el valor de 15 días quedó cercano a la media de este factor. Con pendiente la situación es un poco diferente ya que las categorías están separadas por el valor de 50/o, que es un valor por arriba de la media. Para arena el valor de separación de las categorías es de 570/o, valor abajo de la media. Con arcilla nos encontramos con el valor de 180/o, que está arriba de la media y así para todos los factores restantes, pero esto no aclara, que factor o factores serán los importantes; por lo que se hace necesario considerar los resultados de la primera etapa para verificar las consideraciones planteadas sobre los factores de diagnóstico.



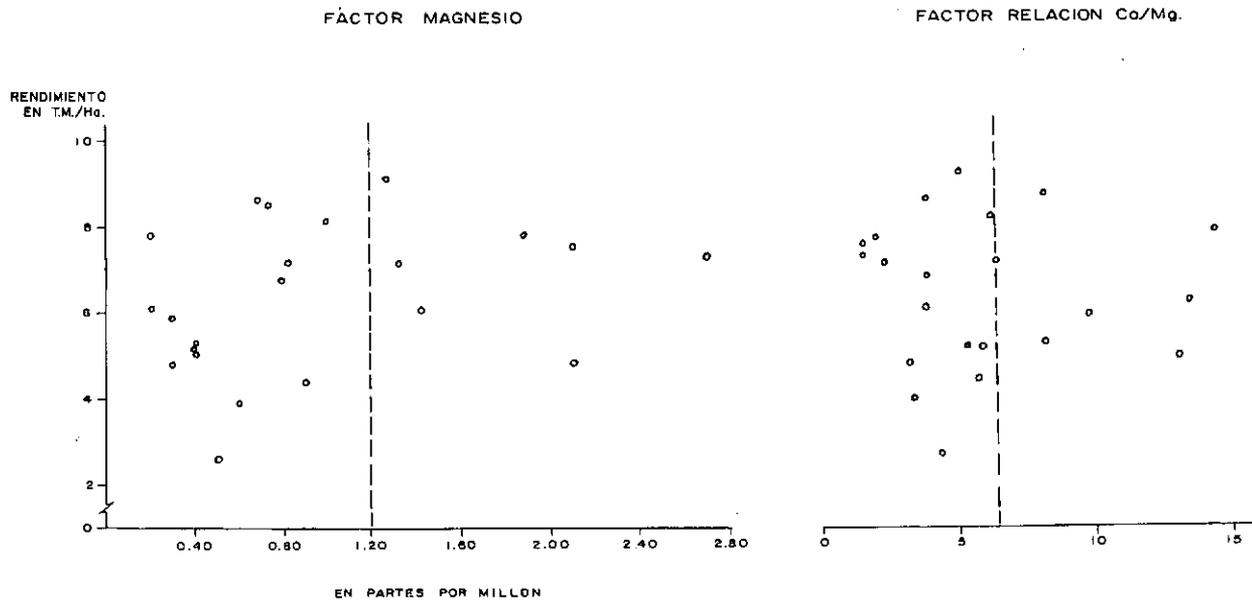
GRAFICA 13 RELACION ENTRE EL FACTOR DE DIAGNOSTICO Y EL RENDIMIENTO



GRAFICA 14 RELACION ENTRE EL FACTOR DE DIAGNOSTICO Y EL RENDIMIENTO



GRAFICA 15 RELACION ENTRE EL FACTOR DE DIAGNOSTICO Y EL RENDIMIENTO



GRAFICA 16 RELACION ENTRE EL FACTOR DE DIAGNOSTICO Y EL RENDIMIENTO

Cuadro 24
CATEGORIAS ALTAS Y BAJAS PARA CADA FACTOR DE DIAGNOSTICO

Factor				Unidad de Medida
	Baja		Alta	
Fecha de siembra	0	15	39	Días
Pendiente	0	5	35	o/o
Arena	41.6	57	74.5	o/o
Arcilla	5.6	18	31.10	o/o
pH	5.3	5.8	7.70	
Fósforo	6.50	30.00	170.00	ppm
Potasio	70.00	225.00	426.00	ppm
Calcio	2.8	6.0	10.20	ppm
Magnesio	0.2	1.2	2.7	ppm
ca/Mg	3.1	8.0	16.0	

2.3 De la primera-etapa

En el cuadro 25 se presentan los rendimientos potenciales de las agrupaciones de los experimentos por categorías y por factor de diagnóstico; observando estos rendimientos y encontramos que el factor pendiente agrupó experimentos que a nivel promedio captaron muy poca diferencia, siendo esta de 0.17 TM/Ha; en contraste con el factor arcilla, que captó la mayor diferencia entre agrupaciones con un valor de 2.55 TM/Ha. Esta mayor diferencia entre agrupaciones indica que este factor de diagnóstico está agrupando experimentos de similar comportamiento y que puede llegar a ser el principal factor para separar la zona de estudio en agrosistemas.

Lo anteriormente considerado lo comprobamos al observar el cuadro 26 en el cual están mostrados los análisis de varianza en serie, de todos los factores de diagnóstico que al comparar la F calculada contra la F_{α} (10o/o) de 2.97 nos encontramos con cuatro factores significativos, siendo la mayor F calculada la de la arcilla y le siguen en el orden de importancia, la arena, la fecha de siembra y el calcio. Todo esto confirma lo discutido en las agrupaciones, con los que de esta primera etapa se selecciona al factor arcilla como el principal, el cual además de tener una F calculada de 27.8907 y que superó en aproximadamente 3 veces al siguiente valor de la arena (8.6013) y además el coeficiente de determinación (R^2) de 58.24 indicando que el 58o/o aproximadamente del rendimiento está asociado al factor arcilla, siendo más o menos el doble del inmediato inferior que es del 30o/o o sea

CUADRO 25 ORGANIZACION DE LOS RENDIMIENTOS POTENCIALES EN DOS CATEGORIAS SEGUN EL FACTOR DE PRODUCCION PRIMERA ETAPA

No.	Fecha de Siembra		Pendiente		Arena		Arcilla		PH		Fósforo	
	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto
1.	9.11	7.17	9.11	7.78	9.11	8.68	4.80	9.11	6.80	9.11	9.11	4.80
2.	8.80	4.80	8.68	7.14	7.78	7.17	6.12	8.68	3.94	8.68	8.68	6.12
3.	7.78	6.80	7.17	4.80	8.51	4.80	4.44	7.17	5.14	7.17	7.17	3.94
4.	8.51	6.12	8.51	5.24	7.14	6.80	3.94	7.78	4.86	7.78	7.78	5.93
5.	7.14	3.94	6.01		6.01	6.12	5.14	8.51	7.80	8.51	8.51	5.19
6.	6.01	5.12	6.80		8.51	4.44	5.24	7.14	5.93	7.14	7.14	
7.	8.15	4.86	6.12		7.30	7.52	5.86	6.01	5.19	6.01	6.01	
8.	4.44	7.80	8.15			3.94	7.80	6.80		4.80	6.80	
9.	7.52	5.93	4.44			5.14	5.93	8.15	6.12	6.12	8.15	
10.	5.14	5.19	7.52			5.24	5.19	7.52	6.12	8.15	4.44	
11.	7.30	2.62	3.94			4.86	2.62	7.30	6.12	4.44	7.52	
12.			5.14			7.80		7.80	6.12	7.52	5.14	
13.			4.86				5.93		6.12	5.24	5.24	
14.			7.80				5.19		6.12	7.30	4.86	
15.			5.93				2.62		6.12	2.62	7.80	
16.			5.19								7.13	
17.			7.30								2.62	
18.			2.62									
SUMAS	79.78	60.47	115.29	24.96	54.00	86.00	56.06	84.17	39.66	100.59	114.10	25.98
PROMEDIOS	7.25	5.50	6.41	6.24	7.71	5.75	5.10	7.65	5.67	6.71	6.71	5.20

Valores en T.M./Ha.

CUADRO 25 CONTINUACION

No.	Potasio		Calcio		Magnesio		Ca./Mg.		Materia Orgánica	
	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo Sin	Alto Con
1	9.11	8.68	7.14	9.11	8.68	9.11	9.11	8.68	9.11	7.78
2	8.51	7.17	6.80	8.68	7.17	7.78	7.78	7.17	8.68	6.80
3	7.14	7.78	6.12	7.17	8.51	7.14	7.14	8.51	7.17	6.12
4	4.80	6.01	3.94	7.78	6.80	6.01	6.01	6.12	8.51	4.44
5	6.80	8.15	5.14	8.51	6.12	4.80	4.80	5.24	7.14	3.94
6	6.12	4.44	5.24	6.01	8.15	7.25	6.80	4.86	6.01	5.93
7	3.94	7.52	4.86	4.80	4.44	7.30	8.15	7.80	4.80	7.30
8	5.14		7.80	8.15	3.94		4.44	5.93	8.15	2.62
9	5.24		5.93	4.44	5.14		7.52		7.52	
10	4.86		5.19	7.52	5.24		3.94		5.14	
11	7.80		2.62	7.30	4.86		5.14		5.24	
12	5.93				7.80		5.19		4.86	
13	5.19				5.93		7.30		7.80	
14	7.30				5.19		2.62		5.19	
15	2.62				2.62					
SUMAS	90.50	49.75	60.78	79.47	90.54	40.66	85.94	54.31	95.32	44.93
PROMEDIO	6.03	7.11	5.53	7.22	6.04	7.09	6.14	6.79	6.81	5.62

Valores en T.M./Ha.

CUADRO 26 ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RENDIMIENTOS POTENCIALES SEGUN LAS CATEGORIAS DEFINIDAS POR ONCE FACTORES DE LA PRODUCCION. PRIMERA ETAPA

Modelos	Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	2 R o/o
	Factor		894.0938			
	Total	21	61.2346			
F. de siembra	Categorías	1	16.9489	16.9489	7.6544 *	27.68
	Residuos	20	44.2856	2.2143		
Pendiente	Categorías	1	0.0891	0.0891	0.0291	0.15
	Residuos	20	61.1455	3.0573		
Arena	Categorías	1	18.4152	18.4152	8.6013 *	30.07
	Residuos	20	42.8194	2.1410		
Arcilla	Categorías	1	35.6619	35.6619	27.8907 *	38.24
	Residuos	20	25.5726	1.2796		
pH	Categorías	1	5.1650	5.1650	1.8424	8.43
	Residuos	20	56.0595	2.8035		
Fósforo	Categorías	1	6.7107	6.7107	2.4616	10.96
	Residuos	20	54.5239	2.7252		
Potasio	Categorías	1	5.5033	5.5033	1.9749	8.99
	Residuos	20	55.7313	2.7856		
Calcio	Categorías	1	15.8780	15.8780	7.0014 *	25.93
	Residuos	20	45.3565	2.2678		
Magnesio	Categorías	1	5.3117	5.3137	1.8996	8.67
	Residuos	20	55.9229	2.7961		
Ca./Mg.	Categorías	1	2.1521	2.1521	0.7285	3.51
	Residuos	20	59.0825	2.9541		
Mat. Orgánica	Categorías	1	7.2374	7.2374	2.6807	11.82
	Residuos	20	53.9972	2.6999		

$$F_{t(100/5)} = 2.97$$

arena; continuando en forma descendente fecha de siembra, calcio asimilable, uso de materia orgánica, fósforo asimilable, potasio asimilable, magnesio asimilable y pH, todos ellos con F calculada mayor que uno.

Con lo considerado anteriormente se finaliza la primera etapa, en la cual se seleccionó al factor arcilla que servirá para las interacciones a plantearse en la segunda etapa.

2.4 De la segunda etapa

En la segunda etapa se generaron agrupaciones de la interacción arcilla por los demás factores en estudio como se muestra en el cuadro 27 en el cual observamos que la interacción arcilla x calcio fue la que menor diferencia acumuló entre los promedios extremos de las cuatro agrupaciones con un valor de 2.46 TM/Ha; y la interacción arcilla x potasio con una diferencia entre sus promedios extremos de las cuatro agrupaciones de 3.33 TM/Ha; ahora bien si vemos estas diferencias no son apreciablemente diferentes por lo que es de considerar que tal vez ninguna de las intracciones entre factores generadas lleguen a cumplir la condición de significancia en la prueba de F.

En el cuadro 28 encontramos los valores calculados del análisis de varianza de las interacciones del factor arcilla con los otros factores de diagnóstico, la mayor R^2 de los valores calculados correspondió a la interacción arcilla x Materia Orgánica con un valor de 63.00o/o y el aporte de la materia orgánica a la interacción se observa en la F calculada parcial con el valor de 1.1595 que no sobrepasa y no es significativa al valor de la F_t (5o/o) con un valor de 3.16.

Ahora bien, si consideramos que la que tenía mejores posibilidades en las significaciones por ser mayor diferencia fue arcilla x potasio, pero debido a que en la agrupación BA solo tuvo un valor y que fue el extremo inferior de promedio, este valor no contribuyó mucho a la suma de cuadrados de categorías de esa interacción y el promedio estuvo sesgado, dando una gran diferencia, y las agrupaciones de la arcilla x materia orgánica, con una mejor distribución de los experimentos captó mayor diferencia en cada una de sus posibles agrupaciones, pero no fueron suficientes para el valor de F calculada parcial, fuera significativa.

En la parte inferior del cuadro 28 se presenta el cálculo de la permanencia del factor arcilla, en el cual se toman los valores del modelo reducido de materia orgánica y los mismo valores del modelo completo arcilla x materia orgánica, calculándose los números parciales, en los cuales la F calculada parcial de 12.4516 sobrepasa ampliamente el valor de F_t (10o/o) de 2.62 confirmando su permanencia, y el modelo se cambia a materia orgánica x arcilla para enfatizar que se está probando la permanencia de arcilla.

Sin embargo, en nuestro caso, al no existir significancia en la segunda etapa, solamente se definen 2 agrosistemas, por la presencia bajo o alta de arcilla, que al agrupar las dosis óptimas económicas de acuerdo a las categorías altas o bajas de

CUADRO 27 AGRUPACIONES DE LOS RENDIMIENTOS POTENCIALES EN CUATRO CATEGORIAS SEGUN LA ARCILLA Y CADA UNO DE LOS DIEZ FACTORES RESTANTES. SEGUNDA ETAPA.

	ARCILLA X F. DE S.				ARCILLA X PENDIENTE				ARCILLA X ARENA			
	BB	BA	AB	AA	BB	BA	AB	AA	BB	BA	AB	AA
1	4.44	4.80	9.11	7.17	6.12	4.80	9.11	7.78		4.80	9.11	8.65
2	5.14	6.12	8.68	6.80	4.44	5.24	8.68	7.14		6.12	7.17	6.80
3		3.94	7.78		3.94		7.17			4.44	7.78	7.52
4		5.24	8.51		5.14		8.51			3.94	8.51	
5		4.86	7.14		4.86		6.01			5.14	7.14	
6		7.80	6.01		7.80		6.80			5.24	6.01	
7		5.93	8.15		5.93		8.15			4.86	8.15	
8		5.19	7.52		5.19		7.52			7.80	7.30	
9		2.62	7.30		2.62		7.30			5.93		
10										5.19		
11										2.62		
SUMAS	9.58	46.50	70.20	13.97	46.04	10.04	69.25	14.92		56.08	61.17	23.00
PROMEDIOS	4.79	5.17	7.80	6.99	5.12	5.02	7.69	7.46		5.70	7.65	7.67

Valores en T.M./Ha.

CUADRO 27 continuación

	ARCILLA X pH				ARCILLA X FOSFORO				ARCILLA X POTASIO			
	BB	BA	AB	AA	BB	BA	AB	AA	BB	BA	AB	AA
1	3.94	4.80	6.80	9.11	4.44	4.80	9.11		4.80	4.44	9.11	8.68
2	5.14	6.12		8.68	5.14	6.12	8.68		6.12		8.51	7.17
3	4.86	4.44		7.17	5.24	3.94	7.17		3.94		7.14	7.78
4	7.80	5.24		7.78	4.86	5.93	7.78		5.14		6.80	6.01
5	5.93	2.62		8.51	7.80	5.19	8.51		5.24		7.30	8.15
6	5.19			7.14	2.62		7.14		4.86			7.52
7				6.01			6.01		7.80			
8				8.15			6.80		5.93			
9				7.52			8.15		5.19			
10				7.30			7.52		2.62			
11							7.30					
SUMAS	32.86	23.22	6.80	77.37	30.10	25.98	84.17		51.64	4.44	38.86	45.31
PROMEDIOS	5.48	4.64	6.80	7.74	5.02	5.20	7.65		5.16	4.44	7.77	7.55

CUADRO 27 Continuación.....

	ARCILLA X CALCIO				ARCILLA X MAGNESIO				ARCILLA X M. ORGANICA			
	BB	BA	AB	AA	BB	BA	AB	AA	BB	BA	AB	AA
11	6.12	4.80	7.14	9.11	6.12	4.80	8.68	9.11	4.80	6.12	9.11	7.78
22	3.94	4.44	6.80	8.68	4.44		7.17	7.78	5.14	4.44	8.68	6.80
33	5.14			7.17	3.94		8.51	7.14	5.24	3.94	7.17	7.30
44	5.24			7.78	5.14		6.80	6.01	4.86	5.93	8.51	
55	4.86			8.51	5.24		8.15	7.52	7.80	2.62	7.14	
66	7.80			6.01	4.86			7.30	5.19		6.01	
7	5.93			8.15	7.80						8.15	
8	5.19			7.52	5.93						7.52	
9	2.62			7.30	5.19							
10					2.62							
SUMAS	46.84	9.24	13.94	70.23	51.28	4.80	39.31	44.86	33.03	23.05	62.29	21.88
PROME- DIOS	5.20	4.62	6.97	7.80	5.13	4.80	7.86	7.48	5.51	4.61	7.79	7.29

Valores en T.M./Ha.

CUADRO 28 ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RENDIMIENTOS POTENCIALES SEGUN LAS CATEGORIAS DEFINIDAS POR LOS FACTORES DE LA PRODUCCION EN PRESENCIA DE LA ARCILLA. SEGUNDA ETAPA.

Modelos	Fuente Variación	GL	SC	CM	F _c	R ²	PARCIALES				F _t (5%)	
							GL	SC	CM	F _c		
	Factor Total	21	894.0938 61.2346									
Arcilla	Categorías	1	35.6619	35.6619	27.8907	58.24						
	Residuos	20	25.5726	1.2796								
Arcilla x F. de S.	Categorías	3	37.1849	12.3950	9.2770	60.73	2	1.5230	0.7615	0.5699	3.55	
	Residuos	18	24.0497	1.3361								
Arcilla x Pendiente	Categorías	3	35.9707	11.9902	8.5428	58.74	2	0.3088	0.1544	0.1100	3.55	
	Residuos	18	25.2638	1.4035								
Arcilla x Arena	Categorías	2	35.8667	17.9334	13.4317	58.57	1	0.2048	0.2048	0.1534	4.38	
	Residuos	19	25.3678	1.3351								
Arcilla x pH	Categorías	3	38.5549	12.8516	10.1999	62.96	2	2.8929	1.4465	1.1480	3.55	
	Residuos	18	22.6797	1.2600								
Arcilla x Fósforo	Categorías	2	35.9535	17.9768	13.5105	58.71	1	0.2916	0.2916	0.2191	4.38	
	Residuos	19	25.2810	1.3306								
Arcilla x Potasio	Categorías	3	36.4747	12.1582	8.8389	59.51	2	0.8128	0.4064	0.2954	3.55	
	Residuos	18	24.7598	1.3755								
Arcilla x Calcio	Categorías	3	37.5611	12.5204	9.5198	61.34	2	1.8992	0.9496	0.7220	3.55	
	Residuos	18	23.6734	1.3152								
Arcilla x Magnesio	Categorías	3	36.3686	12.1229	8.7755	59.39	2	0.7066	0.3533	0.2558	3.55	
	Residuos	18	24.8660	1.3814								
Arcilla x M. Orgánica	Categorías	3	38.5805	12.8602	10.2182	63.00	2	2.9186	1.4593	1.1595	3.55	
	Residuos	18	22.6540	1.2586								
M. Orgánica	Categorías	1	7.2374	7.2374	2.6807	11.82						F _t (10%)
	Residuos	20	53.9972	2.6999								
M. Orgánica x Arcilla	Categorías	3	38.5805	12.8602	10.2182	63.00	2	31.3432	15.6716	12.4516	2.62	
	Residuos	18	22.6540	1.2586								

este factor, nos dan por resultado los valores observados en el cuadro 29 en el cual están la agrupación de los experimentos por agrosistemas; en el agrosistema 1, con valores de 86.4-30.3-44.0 Kg/Ha de nitrógeno, fósforo y densidad en miles de plantas/Ha respectivamente; y el agrosistema 2, con valores de 88.4-17.7-41.3 Kg/Ha de nitrógeno, fósforo y densidad en miles de plantas/Ha respectivamente.

Son similares en las dosis de nitrógeno y densidad de población, no así para el fósforo, en el cual se detectan una diferencia de 12.6 Kg/Ha. El nitrógeno en la categoría baja, agrupa recomendaciones desde 60 a 120 Kg/Ha y en la alta, desde 60 a 110 Kg/Ha lo que confirma diferencia mínima de 2 Kg/Ha en su recomendación entre los dos agrosistemas. Para densidad encontramos con una situación similar; que en su categoría baja varía de 30 a 51 miles de plantas por Ha y en la alta, varía de 36 a 52 miles de plantas por Ha, lo que confirma la diferencia mínima de 2.7 miles de plantas/Ha en su recomendación entre los dos agrosistemas; esto nos indica que los agrosistemas definidos presentan una gran similitud; ahora bien, estas dosis fueron definidas, para condiciones óptimas cuando se refiere a nivel de DOE de cada sitio, puede suceder, como en el presente caso que las recomendaciones de fertilización son similares; por lo que se hace necesario, estudiar el efecto de los factores de Diagnóstico en las DOE de los experimentos a fin de determinar el o los factores que limitan el óptimo aprovechamiento de los insumos en estudio.

CUADRO 29 AGRUPACION DE EXPERIMENTOS POR AGROSISTEMAS

Categoría Arcilla Agro-Sistema	N		P205		D	
	B 1	A 2	B 1	A 2	B 1	A 2
	100	97.5	35	40	40	52
	90	90	40	20	40	40
	90	90	20	0	30	40
	70	90	20	20	30	45
	60	85	40	35	40	40
	100	90	60	20	30	50
	90	100	0	0	30	30
	60	70	35	20	50	40
	120	90	20	20	48	50
	60	60	20	20	51	50
	110	110	43	0	37.5	47
Promedio	86.4	88.4	30.3	17.7	44.0	41.3

RECOMENDACIONES

Agrosistema	1	86.4	30.3	44.0
Agrosistema	2	88.4	17.7	41.3

2.5 De los Factores Limitantes

Las DOE de fertilizante nitrogenado (DOEFN) se agruparon para los diferentes factores de diagnóstico en sus categorías Baja y Alta como se observa en el cuadro 30 en el cual, el factor pH capta la mayor diferencia entre promedios con un valor de 17.10 Kg/Ha, esta indica una gran probabilidad que sea el pH el que está limitando el fertilizante nitrogenado.

En el cuadro 31 se presentan las agrupaciones de las DOE de fertilizante fosfórico (DOEFF) en las que se observa que el factor Potasio tuvo la mayor diferencia entre categorías con un valor de 14.2 Kg/Ha de fósforo, seguido del factor arcilla con una diferencia de 12.6 Kg/Ha de fósforo.

Para la DOE de la densidad de población (DOEDP) mostrados en el cuadro 32 se aprecia que los factores de importancia son arcilla, arena y magnesio con valores en donde las diferencias de las entre los promedios de cada factor donde 5,2, 5.1 y 5.0 miles de plantas/Aa para cada uno de los factores antes mencionados. Pa-

ra captar a mayor detalle la aportación de cada uno de los factores de diagnóstico en las DOE del nitrógeno, fósforo y densidad de población se hace necesario continuar con el análisis de varianza explicado en el capítulo de Materiales y Métodos.

El análisis de varianza de las agrupaciones de los cuadros 30, 31 y 32 nos confirma que para el nitrógeno, el factor de diagnóstico pH es el único significado y que el 22.09o/o de las variaciones del DOEFN son debidas a este factor, habiendo algunos factores como fecha de siembra y potasio que no aportan nada a las DOEFN como se puede ver en el cuadro 33.

Para el fósforo, en el cuadro 34 se confirma que tanto el potasio como la arcilla son los factores de diagnóstico de mayor importancia para detectar las variaciones existentes en las DOEFF ya que son las únicas significativos y que cada uno aportan 18.45 y 16.48o/o para explicar estas variaciones:

**CUADRO 30 CATEGORIAS DE LAS DOSIS OPTIMAS DE FERTILIZANTE NITROGENADO SEGUN
ONCE FACTORES DE LA PRODUCCION PRIMERA ETAPA**

Número	Fecha de		Pendiente		Arena		Arcilla		pH		Fósforo	
	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A
1	97.5	90	97.5	90	97.5	90	100	97.5	70	97.5	97.5	100
2	90	100	90	90	90	90	90	90	70	90	90	90
3	90	70	90	100	85	100	90	90	60	90	90	70
4	85	90	85	100	90	70	70	90	90	90	90	120
5	90	70	100	90	100	90	60	85	60	85	85	60
6	100	100	70	60	90	90	100	90	120	90	90	
7	90	90	90	120	110	60	90	100	60	100	100	
8	90	60	90	60		70	60	70		100	70	
9	60	120	90	110		60	120	90		90	90	
10	60	60	60			100	60	60		90	90	
11	110	110	70			90	110	110		90	60	
12			60			60				60	60	
13			110			120				100	100	
14						60				110	90	
15						110				110	60	
16											110	
17											110	
SUMAS	926.50	960.0	1102.5	820.0	662.5	1260.0	950.0	972.5	530.0	1392.5	1482.5	440.0
PROME- DIOS	87.50	87.3	84.8	91.1	94.6	84.0	86.4	88.4	75.7	92.8	87.2	88.0

Valores Kg/Ha.

CUADRO 30 CONTINUACION.....

Número	Potasio		Calcio		Magnesio		Relación Ca/Mg.		Materia Orgánica	
	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo sin	Alto con
1	97.5	90	90	97.5	90	97.5	97.5	90	91.5	90
2	85	90	70	90	90	90	90	90	90	70
3	90	90	90	90	85	90	90	85	90	90
4	100	100	70	90	70	100	100	90	85	90
5	70	90	60	85	90	100	100	100	90	70
6	90	90	100	100	90	60	70	90	100	120
7	70	60	90	100	90	110	90	60	100	110
8	60		60	90	70		90	120	90	110
9	100		120	90	60		60		60	
10	90		60	60	100		70		60	
11	60		110	110	90		60		100	
12	120				60		60		90	
13	60				120		110		60	
14	110				60		110		60	
15	110				110					
SUMAS	1312.5	610.0	920.0	1002.5	1275.0	647.5	1197.5	725.0	1172.5	750.0
PROMEDIOS	87.5	87.1	83.6	91.1	85.0	92.5	85.5	90.6	83.7	93.7

Valores en Kg/Ha.

**CUADRO 31 CATEGORIAS DE LAS DOSIS OPTIMAS ECONOMICAS DEL FERTILIZANTE FOSFORICO
SEGUN ONCE FACTORES DE LA PRODUCCION. PRIMERA ETAPA**

Número	Fecha de siembra		Pendiente		Arena		Arcilla		pH		Fósforo	
	B Temp.	A Tard.	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A
1	40	0	40	20	40	20	35	40	20	40	40	35
2	20	35	20	20	20	0	40	20	20	20	20	40
3	20	20	0	35	35	35	20	0	40	0	0	20
4	35	40	35	60	20	20	20	20	0	20	20	20
5	20	20	0		0	40	40	35	35	35	35	20
6	0	60	20		20	20	60	20	20	20	20	
7	20	0	40		0	20	0	0	20	0	0	
8	20	35	20			20	35	20		35	20	
9	20	20	20			40	20	20		40	20	
10	40	20	20			60	20	20		20	20	
11	0	43	20			0	43	0		20	20	
12			40				35			20	40	
13			0				20			60	60	
14			35				20			0	0	
15			20				43			43	35	
16			20				43				0	
17			0								43	
18			43									
SUMAS	235.0	293.0	393.0	135.0	135.0	393.0	333.0	195.0	155.0	373.0	393.0	135.0
PROMEDIOS	21.4	26.6	21.8	33.7	19.3	26.2	30.3	17.7	22.1	24.9	23.1	27.0

Valores en Kg./Ha.

CUADRO 31 Continuación.....

Número	Potasio		Calcio		Magnesio		Ca./Mg.		Materia Orgánica	
	B	A	B	A	B	A	B	A	B sin	A con
	1	40	20	20	40	20	40	40	20	40
2	35	0	20	20	0	20	20	0	20	20
3	20	20	40	0	35	20	20	35	0	40
4	35	0	20	20	20	0	0	40	35	20
5	20	20	40	35	40	35	35	60	20	20
6	30	20	60	0	20	20	20	0	0	20
7	20	20	0	35	20	0	20	35	35	0
8	40		35	20	20		20	20	20	43
9	60		20	20	40		20		20	
10	0		20	20	60		20		40	
11	35		43	0	0		40		60	
12	20				35		20		0	
13	20				20		0		35	
14	0				20		43		20	
15	43				43					
SUMAS	428.0	100.0	318.0	210.0	393.0	135.0	318.0	210.0	345.0	183.0
PROMEDIOS	28.5	14.3	28.9	19.1	26.2	19.3	22.7	26.2	24.6	22.9

Valores en Kg./Ha.

**CUADRO 32 CATEGORIAS DE LAS DOSIS OPTIMAS ECONOMICAS DE DENSIDAD DE POBLACION
DEFINIDAS POR LOS ONCE FACTORES AGRONOMICOS. PRIMERA ETAPA**

Número	Fecha de Siembra		Pendiente		Arena		Arcilla		pH		Fósforo	
	B Temp.	A Tard.	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A
1	52	40	52	45	52	40	40	52	40	52	52	40
2	40	40	40	50	45	40	40	40	30	40	40	40
3	45	40	40	40	40	40	30	40	40	40	40	30
4	40	40	40	30	50	30	30	45	30	45	45	48
5	50	30	30		30	40	40	40	50	40	40	51
6	30	30	40		50	30	30	50	48	50	50	
7	50	30	40		47	50	30	30	51	30	30	
8	30	50	50			30	50	40		40	40	
9	50	48	30			40	48	50		40	50	
10	40	51	50			30	51	50		50	30	
11	47	37.5	30			30	37.5	47		30	50	
12			40				50			50	40	
13			30				48			30	30	
14			50				51			47	30	
15			48				37.5			37.5	50	
16			51								47	
17			47								37.5	
18			37.5									
Sumas	474.0	436.5	745.5	165.0	314.0	596.5	426.5	484.0	289.0	621.5	701.5	209.0
Promedios	32.1	39.7	41.4	41.2	44.9	39.8	38.8	44.0	41.3	41.1	41.3	41.8

Valores en miles de plantas/Ha.

CUADRO 32 Continuación.....

Número	Potasio		Calcio		Magnesio		Ca./Mg.		Materia Orgánica	
	B	A	B	A	B	A	B	A	B SIN	A CON
1	52	40	50	52	40	52	52	40	52	45
2	40	40	40	40	40	45	45	40	40	40
3	50	45	40	40	40	50	50	40	40	40
4	40	30	30	45	40	30	30	40	40	30
5	40	50	40	40	40	40	40	30	50	30
6	40	30	30	30	50	50	40	30	30	48
7	30	50	30	40	30	47	50	50	40	47
8	40		50	50	30		30	48	50	37.5
9	30		48	30	40		50		50	
10	30		51	50	30		30		40	
11	50		37.5	47	30		40		30	
12	48				50		51		30	
13	51				48		47		50	
14	47				51		37.5		51	
15	37.5				37.5					
Sumas	625.5	285.0	446.5	464.0	596.5	314.0	592.5	318.0	593.0	317.5
Promedios	41.7	40.7	40.6	42.2	39.8	44.8	42.3	39.7	42.4	39.7

Valores en miles de plantas/Ha.

CUADRO 33 ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS DOSIS DE FERTILIZACIÓN NITROGENADO SEGUN LAS CATEGORIAS DEFINIDAS POR ONCE FACTORES DE LA PRODUCCION. PRIMERA ETAPA.

Modelo	Fuente de	G. L.	S. C.	CM	F _c	R ²
	Factor		168,000.28			
	Total	21	6,330.97			
F.S.	Categorías	1	0.2841	0.2841	0.009	0.0 ¹
	Residual	20	6,330.6818	318.5341		
Arcilla	Categorías	1	23.0114	23.0141	0.0730	0.36
	Residual	20	6,307.9545	315.3977		
Arena	Categorías	1	540.6088	540.6088	1.8673	8.54
	Residual	20	5,790.3571	289.5179		
Fósforo	Categorías	1	2.4365	2.4365	0.0077	0.04
	Residual	20	6,328.5294	316.4265		
Calcio	Categorías	1	309.3750	309.3750	1.0276	4.89
	Residual	20	6,021.5909	301.0795		
Pendiente	Categorías	1	211.3078	211.3078	0.6906	3.34
	Residual	20	6,119.6581	305.9829		
pH	Categorías	1	1,398.7040	1398.7040	5.6717	22.09
	Residual	20	4,932.2619	246.6131		
Potasio	Categorías	1	0.6088	0.6088	0.0019	0.01
	Residual	20	6,330.3571	316.5179		
Mg.	Categorías	1	268.4659	268.4659	0.8857	4.24
	Residual	20	6,062.5000	303.1250		
Ca/Mg	Categorías	1	131.8588	131.8588	0.4254	2.08
	Residual	20	6,199.1071	309.6554		
M.O.	Categorías	1	509.0909	509.0909	1.7489	8.04
	Residual	20	5,821.8750	291.0938		

F_t (10o/o) - 2.97

**CUADRO 34 ANALISIS DE VARIANZA DE LAS DOSIS OPTIMA DE FERTILIZANTE FOSFORICO
SEGUN LAS CATEGORIAS DEFINIDAS POR ONCE FACTORES DE LA PRODUCCION PRIMERA ETAPA**

MODELO	Fuente de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	Fc	R ²
	Factor de corrección		12672.0000			
	Total	21	5252.0000			
F.S.	Categorías	1	152.9091	152.9091	0.5998	2.91
	Residual	20	5099.0909	254.9545		
Pendiente	Categorías	1	464.7500	464.7500	1.9416	8.85
	Residual	20	4787.2500	239.3625		
Arena	Categorías	1	228.1714	228.1714	0.9094	4.34
	Residual	20	5023.8286	251.1914		
Arcilla	Categorías	1	865.6354	865.6364	3.9469	16.48
	Residual	20	8386.3636	219.3182		
pH	Categorías	1	35.4095	35.4095	0.1358	0.67
	Residual	20	5216.5905	260.8295		
Calcio	Categorías	1	530.1818	530.1818	2.2457	10.09
	Residual	20	4721.8182	236.0909		
Fósforo	Categorías	1	58.2353	58.2353	0.2243	1.11
	Residual	20	5193.7647	259.6882		
Potasio	Categorías	1	968.8381	968.83.81	4.5239*	18.45
	Residual	20	4283.1619	214.1581		
Magnesio	Categorías	1	228.1714	228.1714	0.9084	4.34
	Residual	20	5023.8286	251.1914		
Ca/Mg.	Categorías	1	63.6429	63.6429	0.2453	1.21
	Residual	20	5188.3571	259.4179		
M.O.	Categorías	1	15.9107	15.9107	0.0608	0.30
	Residual	20	5236.0893	261.8045	F _t (10o/o) - 2.98	

Con la densidad de población sucede una cosa diferente ya que al observar el cuadro 35, ningún factor de diagnóstico fue significativo, este resultado era de esperarse ya que las diferencias fueron mínimas.

Para los DOEFN y DOEFF continúa su análisis a una segunda etapa, no así con las DOEDP que finaliza su análisis por no existir significancia.

Para esta segunda etapa, las agrupaciones de los DOEFN se muestran en el cuadro 36, las que analizándolas en la misma forma que se describió en la primera etapa, observamos que la diferencia de los promedios entre agrupaciones por interacción, la que nos muestra el mayor valor es pH x F. S. de 38.0 Kg/Ha, sin embargo es de hacer notar que este valor puede estar sesgado debido que la categoría BB de PH x f.s. agrupó solamente un experimento, esto será comprobado cuando se efectúe el análisis de varianza en serie para todas las interacciones. El siguiente valor de importancia, en este mismo cuadro, fue de 30.5 Kg/Ha para los valores máximos y mínimos de la serie de experimentos agrupados según sus categorías para la interacción pH x M.O.; esto es de mayor confianza, ya que la categoría que menor grupos de experimentos agrupó fue la BA de pH x M. O. con 3.

Las agrupaciones para las interacciones del factor potasio para las DOEFF se presentan en el cuadro 37. De la misma manera, como se analizaron los cuadros anteriores, similares a este, el mayor valor entre promedios de agrupaciones es de 25.0 Kg/Ha de fósforo y corresponde a la interacción potasio x pendiente, en la cual es de hacer otra que en las agrupaciones resultantes existe una mala distribución de los experimentos, ya que la categoría AA solo agrupó un experimento, y la BB, agrupó doce; con esto, es de esperarse más medias sesgadas. El valor siguiente más alto correspondió a la interacción potasio x PH con un valor de 19.8 seguido muy de cerca por la interacción potasio x M.O. con un valor de 19.7 y el análisis de varianza que se efectuara posteriormente nos indicará que la interacción es la que tiene mayor importancia para la absorción del fósforo.

El análisis de varianza en serie de las DOEFN se presentan en el cuadro 38, donde se observa que ninguna F calculada es mayor que la F tabulada al 50/o de significancia indicando que ninguna interacción vale la pena de ser considerada como factor de diagnóstico. Es de hacer resaltar que la interacción de mayor F calculada 1.8209 correspondió a pH x M. O. esto confirma lo discutido en el paso anterior de la agrupación por categorías de las DOEFN del cuadro 36.

Para el factor fósforo los análisis de varianza en serie de las DOEFF se muestran en el cuadro 39, en el que se puede apreciar que la mayor F calculada (no significativa) de 2.7118 corresponde a la interacción potasio x pH seguido por los valores de 0.9226 y 0.1079 de F calculada.

Para las interacciones Potasio x Pendiente y Potasio x M. O.; siendo estas, las mismas interacciones mencionadas anteriormente en la discusión de agrupaciones por tener las mayores diferencias entre promedios máximos y mínimos; y por no existir significancia en las DOEFN y DOEFF no es necesario proceder a una tercera etapa, ni chear la permanencia del factor seleccionado en la primera etapa.

Como se observa más adelante, los factores que se asociaron con las dosis óptimas económicas de fertilizante nitrogenado, fosfórico y densidad de población, difieren entre sí, según se aprecia a continuación.

CUADRO 35 ANALISIS DE VARIANZA DE LAS DOSIS OPTIMAS ECONOMICAS DE DENSIDAD DE POBLACION SEGUN LAS CATEGORIAS DEFINIDAS POR ONCE FACTORES DE LA PRODUCCION. PRIMERA ETAPA.

Modelo	Fuente de Variación	G. L.	S. C.	C.M.	Fc	R ²
	Factor de corrección		37682.2841			
	Total	21	1266.9659			
F.S.	Categorías	1	63.9205	63.9205	1.0626	5.05
	Residual	20	1203.0455	60.1523		
Pendiente	Categorías	1	0.0909	0.0909	0.0014	0.01
	Residual	20	1266.8750	63.3438		
Arena	Categorías	1	123.6754	123.6754	2.1635	9.76
	Residual	20	1143.2905	57.1645		
Arcilla	Categorías	1	150.2841	150.2841	2.6916	11.86
	Residual	20	1116.6818	55.8341		
pH	Categorías	1	0.1040	0.1040	0.0016	0.01
	Residual	20	1266.8619	63.3431		
Fósforo	Categorías	1	1.1071	1.1071	0.0175	0.09
	Residual	20	1265.8588	63.2929		
Potasio	Categorías	1	4.6373	4.6373	0.0735	0.37
	Residual	20	1262.3286	63.1164		
Calcio	Categorías	1	13.9205	13.9205	0.2222	1.10
	Residual	20	1253.0455	62.6583		
Magnesio	Categorías	1	123.6754	123.6754	2.1635	9.76
	Residual	20	1143.2905	57.1645		
Ca/Mg	Categorías	1	33.6623	33.6623	0.5459	2.66
	Residual	20	1233.3036	61.6652		
M.O.	Categorías	1	36.2829	36.2829	0.5896	2.86
	Residual	20	1230.6830	61.5342		

F_t (10%) - 2.97

CUADRO 36 CATEGORÍAS DE LAS DOEFN DEFINIDAS POR LOS FACTORES DE DIAGNOSTICO EN PRESENCIA DEL FACTOR pH. SEGUNDA ETAPA

Número	pH x F.S.				pH x Pendiente				pH x Arena			
	BB	BA	AB	AA	BB	BA	AB	AA	BB	BA	AB	AA
1	60	70	97.5	90	70		97.5	90	70		97.5	90
2		70	90	100	70		90	90	70		90	90
3		90	90	90	60		90	100	60		85	100
4		60	85	100	90		85	100	90		90	90
5		120	90	110	60		100		60		100	90
6		60	100		120		90		120		90	60
7			90		60		90		60		110	100
8			90				90					110
9			60				60					
10			110				110					
11							110					
SUMAS	60.0	470.0	902.5	490.0	530.0		1012.5	380.0	530.0		662.5	730.0
PROMEDIOS	60.0	78.3	90.2	98.0	75.7		92.0	95.0	75.7		94.6	91.2

Valores en Kg/Ha.

CUADRO 36 CONTINUACION

Número	pH x Arcilla				pH x Fósforo				pH x Potasio			
	BB	BA	AB	AA	BB	BA	AB	AA	BB	BA	AB	AA
1	70	70	100	97.5	70	70	97.5	100	70		97.5	90
2	60		90	90	60	120	90	90	70		85	90
3	90		90	90	90	60	90		60		90	90
4	60		100	90	60		90		90		100	100
5	120		110	85			85		60		90	90
6	60		90				90		120		100	90
7			100				100		60		110	60
8			90				90				110	
9			60				90					
10			110				60					
11							100					
12							110					
13							110					
SUMAS	460.0	70.0	490.0	902.5	280.0	250.0	1202.5	190.0	530.0		782.5	610.0
PROMEDIOS	76.7	70.0	98.0	90.2	70.0	83.3	92.5	95.0	75.7		97.8	87.7

Valores en Kg/Ha.

CUADRO 36 CONTINUACION

Número	pH x Calcio				pH x Magnesio				pH x H. Orgánica			
	BB	BA	AB	AA	BB	BA	AB	AA	BB	BA	AB	AA
1	70		90	97.5	70		90	97.5	60	70	97.5	90
2	70		90	90	70		90	90	90	70	90	90
3	60		100	90	60		85	90	60	120	90	90
4	90		110	90	90		90	100	60		85	110
5	60			85	60		90	100			90	110
6	120			100	120		90	60			100	
7	60			100	60		100	110			100	
8				90			110				70	
9				90							60	
10				60							100	
11				110								
SUMAS	530.0		390.0	1002.5	530.0		745.0	647.5	270.0	260.0	907.5	490.0
PROMEDIOS	75.7		97.5	91.1	75.7		93.1	92.5	67.5	86.7	90.2	98.0

Valores en Kg/Ha.

CUADRO 37 CATEGORIAS DE LAS DUEFF DEFINIDAS POR LOS FACTORES DE DIAGNOSTICO EN PRESENCIA DE POTASTO. SEGUNDA ETAPA.

Número	Potasio x F.S.				Potasio x Pendiente				Potasio x Arena			
	BB	BA	AB	AA	BB	BA	AB	AA	BB	BA	AB	AA
1	40	35	20	0	40	20	20	20	40	35	20	20
2	35	20	20		35	35	0		35	20	0	0
3	20	40	0		20	60	0		20	40	20	20
4	40	20	20		40		20		0	20		20
5	0	60	20		20		20			40		
6		0	20		40		20			60		
7		35			0					0		
8		20			35					35		
9		20			20					20		
10		43			20					20		
11					0						15	
12					43							
SUMAS	135.0	293.0	100.0	0.0	313.0	115.0	80.0	20.0	95.0	333.0	40.0	60.0
PROMEDIOS	27.0	29.3	16.7	0.0	26.1	38.3	13.3	20.0	23.7	30.5	13.3	15.0

Valores en Kg/Ha.

CUADRO 57 CONTINUACION.....

Número	Potasio x Arcilla				Potasio x pH				Potasio x Fósforo			
	BB	BA	AB	AA	BB	BA	AB	AA	BB	BA	AB	AA
1	35	40	20	20	20	40		20	40	35	20	
2	40	35		0	20	35		0	35	40		0
3	20	20		20	40	20		20	20	20		20
4	40	20		0	0	35		0	20	20		0
5	60	0		20	35	40		20	40	20		20
6	0			20	20	60		20	60			20
7	35				20	0		20	0			20
8	20					43			35			
9	20								0			
10	43								43			
SUMAS	313.0	115.0	20.0	80.0	155.0	273.0		100.0	293.0	135.0		100.0
PROMEDIOS	31.1	23.0	20.0	13.3	22.1	34.1		14.3	19.3	17.0		14.3

Valores en Kg/ha.

CUADRO 57 CONTINUACIÓN

Número	Potasio x Calcio				Potasio x Magnesio				Potasio x M. Orgánica			
	BB	BA	AB	AA	BB	BA	AB	AA	BB	BA	AB	AA
1	20	40		20	35	40	20	20	40	20	20	20
2	20	55		0	20	20	0	0	35	40	0	20
3	40	55		20	40	35	20	20	20	20		0
4	20	0		0	20	0	20		35	20		20
5	40			20	40				40	0		20
6	60			20	60				60	43		
7	0			20	0				0			
8	35				35				35			
9	20				20				20			
10	20				20				20			
11	43				43							
SUMAS	518.0	110.0		100.0	353.0	95.0	60.0	40.0	285.0	143.0	60.0	40.0
PROMEDIOS	28.9	27.5		14.3	30.3	23.7	15.0	13.0	31.7	23.8	12.0	20.0

Valores en Kg/ha.

Cuadro 38 ANALISIS DE VARIANZA DE LAS DOEFN SEGUN CATEGORIAS DEFINIDAS POR LOS FACTORES DE LA PRODUCCION EN PRESENCIA DEL FACTOR pH, SEGUNDA ETAPA.

Mo. de lo	Fuente de Variación	g.l	S.C.	C.M.	Fc	R ² %	Parciales					
							g.l.	S.C.	C.M.	Fc	Ft (5%)	
	Factor de Corrección Total	21	168000.2841 6330.9659									
pH	Categorías Residuos	1 20	1398.7040 4932.2619	1398.7040 246.6131	5.6717	22.09						
pH x F.S.	Categorías Residuos	3 18	1887.0076 4443.9583	629.0025 246.8866	2.5477	29.81	2	488.3036	244.1518	0.9889	3.55	
pH x Pendiente	Categorías Residuos	2 19	1424.3101 4906.6558	712.1551 258.2450	2.7577	22.50	1	25.6061	25.6061	0.0992	4.38	
pH x Arena	Categorías Residuos	2 19	1441.6802 4889.2857	720.8401 257.3308	2.8012	22.77	1	42.9762	42.9762	0.1670	4.38	
pH x Arcilla	Categorías Residuos	3 18	1637.0076 4693.9583	545.6692 260.7755	2.0925	25.86	2	238.3036	119.1518	0.4569	3.55	
pH x Fósforo	Categorías Residuos	3 18	1714.1992 4616.6667	571.4331 256.4815	2.2280	27.08	2	315.5952	157.7976	0.6152	3.55	
pH x Potasio	Categorías Residuos	2 19	1823.7115 4507.2544	911.8558 237.2239	3.8439	28.81	1	425.0075	425.0075	1.7916	4.38	
pH x Calcio	Categorías Residuos	2 19	1517.4919 4813.4740	758.7460 253.3407	2.9950	23.97	1	118.7879	118.7879	0.4689	4.38	
pH x Magnesio	Categorías Residuos	2 19	1400.1623 4930.8036	700.0812 259.5160	2.6976	22.12	1	1.4583	1.4583	0.0056	4.38	
pH x M. Orgánica	Categorías Residuos	3 18	2228.6742 4102.2917	742.8914 227.9051	3.2597	35.20	2	829.9702	414.9851	1.8209	3.55	

CUADRO 39 ANALISIS DE VARIANZA DE LAS DOEFF SEGUN CATEGORIAS DEFINIDO DE LOS FACTORES DE LA PRODUCCION EN PRESENCIA DEL FACTOR POTASIO, SEGUNDA ETAPA

Mo de lo	Fuente de Variación	g.l.	S.C.	C.M.	Fc	B ²	Parciales					
							g.l.	S.C.	C.M.	Fc	Ft (5%)	
	Factor de corrección		12672.0000									
	Total	21	5252.0000									
Potasio	Categorías	1	968.8381	968.8381	4.5239	18.45						
	Residuos	20	4283.1619	214.1581								
Potasio x F.S.	Categorías	3	1224.5667	408.1889	1.8243	23.32	2	255.7286	127.8643	0.5715	3.55	
	Residuos	18	4027.4333	223.7463								
Potasio x Pendiente	Categorías	3	1367.0833	455.6944	2.1114	26.03	2	398.2452	199.1226	0.9226	3.55	
	Residuos	18	3884.9167	215.8287								
Potasio x Arena	Categorías	3	1098.4015	366.1338	1.5867	20.91	2	129.5634	64.7817	0.2807	3.55	
	Residuos	18	4153.5985	230.7555								
Potasio x Arcilla x	Categorías	3	1236.5667	412.1889	1.8477	23.54	2	267.7286	133.8643	0.6001	3.55	
	Residuos	18	4015.4333	223.0796								
Potasio x hP	Categorías	2	1504.8393	752.4196	3.8151	28.65	1	536.0012	536.0012	2.7178	4.38	
	Residuos	19	3747.1607	197.2190								
Potasio x Fósforo	Categorías	2	986.4714	493.2357	2.1970	18.78	1	17.6333	17.6333	0.0785	4.38	
	Residuos	19	4265.5286	224.5015								
Potasio x Calcio	Categorías	2	974.6623	487.3312	2.1647	18.56	1	5.8242	5.8242	0.0259	4.38	
	Residuos	19	4277.3377	225.1230								
Potasio x Magnesio	Categorías	3	1098.4015	366.1378	1.5867	20.91	2	129.5634	64.7817	0.2807	3.55	
	Residuos	18	4153.5985	230.7555								
Potasio x M. Orgánica	Categorías	3	1281.1667	427.0556	1.9359	24.39	2	312.3286	156.1643	0.7079	3.55	
	Residuos	18	3970.8333	220.6019								

100

Parámetro Agronómico	Coefficiente de Determinación o/o	Factores de Diagnóstico
Rendimiento Potencial	58.24	Arcilla
Fertilizante Nitrogenado	22.09	pH
Fertilizante Fosfórico	18.45	Potasio
Densidad de Población	-----	ninguno

El rendimiento potencial fue afectado por la arcilla, como factor de diagnóstico y captó el 58o/o de la variación total.

Para el fertilizante nitrogenado, el pH afectó el aprovechamiento óptimo de este, limitándolo y solamente este factor, captó el 22o/o de la variación total. El pH afectó el proceso de nitrificación del ion amonio en el suelo, posiblemente por la escases de poblaciones adecuadas de nitrobacterias.

Con el fertilizante fosfórico, el potasio del suelo, a niveles altos limitó el óptimo aprovechamiento, captando el 18o/o de la variación total. La literatura no reporta nada, sobre el posible efecto del potasio, en el aprovechamiento de este fertilizante, pero es posible que se estén enmascarando otras deficiencias que sean la causa real de la limitante.

VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del desarrollo del trabajo se llegaron a las siguientes conclusiones y recomendaciones.

Conclusiones

1. Se muestrearon la mayoría de las condiciones de suelo y manejo existentes en el Valle, como lo muestran los ámbitos de las Dosis Óptimas Económicas de Nitrógeno, Fósforo y Densidad de Población;
2. La utilización de experimentos conducidos durante los años de 1975 a 1978, dando mayor confiabilidad a las recomendaciones;
3. Aplicaciones de 90 Kg/Ha de nitrógeno y 44 miles de plantas por Ha.; cantidad mayor en el caso del nitrógeno y mejor distribución de plantas en el caso de densidad, que las usadas por el agricultor, elevaron el rendimiento en 2 T.M./Ha.;
4. No es necesaria la aplicación de cantidades de fósforo mayores de 30 Kg/Ha;
5. Se separaron dos agrosistemas, por el efecto del factor de diagnóstico arcilla; valores abajo del 18o/o, se relacionaron con un rendimiento promedio de 5 T.M./Ha. de maíz y valores arriba del 18o/o de arcilla, se relacionaron con un rendimiento promedio de 7.6 T.M./Ha.;
6. La estratificación por agrosistemas permitió una mayor precisión para la recomendación del fósforo de 15 Kg/Ha para el agrosistema 2, lo que representa un ahorro de Q.11,000 en 1,000 Has.;
7. El aprovechamiento óptimo del fertilizante nitrogenado está afectado por la acidez del suelo.

Recomendaciones

1. Agrosistema 1, con valores menores del 18o/o de arcilla: 85-30-44 Kg/Ha de nitrógeno, fósforo y miles de plantas por Ha. respectivamente;

2. Agrosistema 2, con valores mayores del 18o/o de arcilla: 90-15-41 Kg/Ha de nitrógeno, fósforo y miles de plantas por Ha, respectivamente;
3. Es recomendable efectuar estudios de encalado en suelos con pH menores del 5.5;
4. Es conveniente realizar estudios de épocas y fuentes de fertilizantes nitrogenados.

IX'. ATRACTO

En el Valle de Quezaltenango se llevaron a cabo 22 experimentos en los cuales se estudió la respuesta del fertilizante nitrogenado, fosfórico y de la densidad de población en maíz. Se determinaron las Dosis Óptimas Económicas y se agruparon en dos agrosistemas, determinándose también que factores de diagnóstico podrían limitar el aprovechamiento óptimo de los factores en estudio.

Para el agrosistema 1 la recomendación fue de 86-30-44 Kg/Ha de elemento puro de nitrógeno, fósforo y densidad en miles de plantas por Ha. respectivamente; y para el agrosistema 2, 90-20-41 Kg/Ha de elemento puro de nitrógeno, fósforo y densidad en miles de plantas, por Ha., respectivamente.

Los factores que limitaron el aprovechamiento óptimo de los fertilizantes fueron: el pH limitó el aprovechamiento del fertilizante nitrogenado y el potasio, al fertilizante fosfórico.

X. BIBLIOGRAFIA

1. CENTRO DE DESARROLLO REGIONAL OCCIDENTE. **Diagnóstico Económico preliminar para la región Occidente Altiplano.** Guatemala, Quezaltenango, junio de 1975.
2. ESTRELLA, C.H.N. **Relaciones empíricas entre el rendimiento del maíz de temporal y algunos factores ambientales en la región de Chalco-Amecamenca, Edo. de México.** Tesis de Maestro en Ciencias. México. Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, 1973.
3. GONZALEZ, D.G.E.C. **Métodos para Generar Ecuaciones Empíricas Generalizadas de Respuesta del Maíz a varios factores ambientales bajo condiciones de temporal.** Tesis de Maestro en Ciencias, México. Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo. 1976.
4. GONZALEZ, G.R. **Obtención de una Ecuación empírica para predecir rendimientos y calcular dosis óptimas económicas de nitrógeno y fósforo para el cultivo de papa, en el oriente de Cundinamarca, Colombia.** Tesis de Maestro en Ciencias. México. Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo. 1974.
5. HOLDRIDGE, L.R. **Mapa ecológico de Guatemala, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.** Guatemala. Materiales de Enseñanza en Café y Cacao. Nn. 16. 1959.
6. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL (IGN). **Geología del área de Quezaltenango.** No. 23. Guatemala. Editorial Tallers del IGN. Diciembre de 1965.
7. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. **Mapa climatológico preliminar de la República de Guatemala; según el sistema Thorntwaite,** Guatemala, S.F.
8. INSTITUTO DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEREOLOGIA E HIDROLOGIA (INSIVUMEH). **Datos de 19 años de Registros de precipitación y temperatura.** Período 1960-78 de la estación Metereológica tipo A 13.14.3. Quezaltenango, Labor Ovalle.
9. ORTIZ, D.R. **Aplicaciones prácticas del enfoque de Agrosistemas para Esta-**

tificar diferentes condiciones de producción de cultivos con el objeto de diseñar recomendaciones para la aplicación de fertilizantes químicos y estiércoles al maíz de temporal en Totonicapán, Guatemala. Tesis de Maestro en Ciencias, México. Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo. 1977.

10. ORTIZ, D.R. **Agrosistemas; Un enfoque práctico y eficiente en el diseño de recomendaciones para la producción de cultivos.** Copias mimeografiadas. Cursillo sobre métodos de investigación, Guatemala, diciembre de 1978.
11. RODRIGUEZ, S.T. **Comparación de algunos métodos para generar Ecuaciones empíricas de respuesta del maíz a varios factores ambientales bajo condiciones de temporal.** Tesis de Maestro en Ciencias, México. Colegio de Postgraduados, Chapingo. 1975.
12. SCHMOOCK, P.W.J. **Algunos métodos para el diseño y la evaluación de Agrosistemas de maíz y de trigo en el Valle de Quezaltenango.** Tesis de Maestro en Ciencias, México. Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura Chapingo. 1976.
13. SIMMONS, TARANO et. al. **Clasificación de Reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala.** Guatemala, Editorial del Ministerio de Educación Pública. José de Pineda Ibarra. 1959. 1000 p.
14. SNEDECOR, G.W. **Statistical Methods**, quinta edición. U.S.A., Iowa, Ames. The Iowa State College Press. 1959.
15. TURRENT, F.A. **El Agrosistema, un concepto útil de la disciplina de productividad.** México. Rama de Suelos. Colegio de Postgraduados, México, Chapingo. No. 3. 1978.
16. TURRENT, F.A. **El método C.P. para el diseño de Agrosistema. Escritos sobre la metodología de la investigación en productividad de suelos.** México. Rama de Suelos. Colegio de Postgraduados, Chapingo. 1978.

Marina Guerra de Jerez
Licda. en Bibliotecología
Col. No. 470.

XI APENDICE

**CUADRO A1 LISTA DE TRATAMIENTOS DE LA MATRIZ PLAN PUEBLA
I CON TRES FACTORES**

Año	Trat.	N Kg./Ha	P	D Miles de Plantas/Ha
1976	1	70	20	40
	2	70	20	50
	3	70	40	40
	4	70	40	50
	5	100	20	40
	6	100	20	50
	7	100	40	40
	8	100	40	50
	9	40	20	40
	10	130	40	50
	11	70	0	40
	12	100	60	50
	13	70	20	30
	14	100	40	60
1977	1	80	20	40
	2	80	20	50
	3	80	40	40
	4	80	40	50
	5	110	20	40
	6	110	20	50
	7	110	40	40
	8	110	40	50
	9	50	20	40
	10	140	40	50
	11	80	0	40
	12	110	60	50
	13	80	20	30
	14	110	40	60

**CUADRO A2 LISTA DE TRATAMIENTOS DE LA MATRIZ PLAN PUEBLA
I CON TRES FACTORES UTILIZADOS EN EL AÑO 1978**

Tratamiento	N Kg./Ha	P	D Miles de Plantas/Ha.
1	80	20	41.6
2	80	20	45.8
3	80	40	41.6
4	80	40	45.8
5	110	20	41.6
6	110	20	45.8
7	110	40	41.6
8	110	40	45.8
9	50	20	41.6
10	140	40	45.8
11	80	20	41.6
12	110	60	45.8
13	80	20	37.5
14	110	40	50.0

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1945

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

"IMPRIMASE"




DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.
DECANO

