

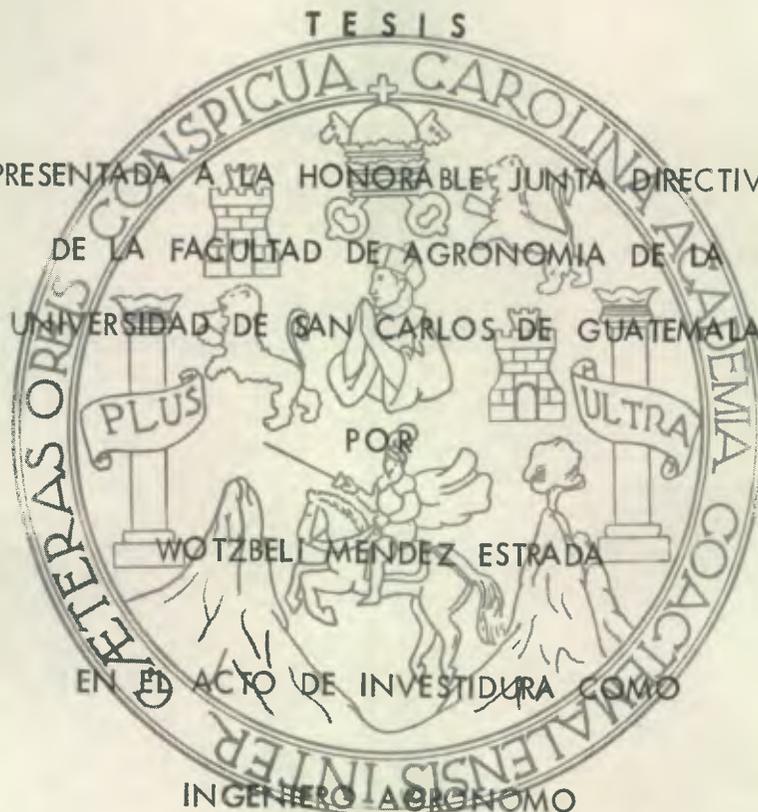
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

"ESTRATIFICACION EN AGROSISTEMAS DEL VALLE
DE QUETZALTENANGO PARA EL CULTIVO DE TRIGO"

T E S I S

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



WOTZBEL MENDEZ ESTRADA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, FEBRERO DE 1983.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
01
T(735)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. Eduardo Meyer Maldonado

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

| | |
|-------------|-------------------------------------|
| DECANO: | Dr. Antonio A. Sandoval S. |
| Vocal 1o. | Ing.Agr. Oscar René Leiva Ruano. |
| Vocal 2o. | Ing.Agr. Gustavo Adolfo Méndez G. |
| Vocal 3o. | Ing.Agr. Rolando Lara Alecio. |
| Vocal 4o. | Prof. Leonel Danilo Enriquez Durán. |
| Vocal 5o. | Prof. Francisco Muñoz Navichoque |
| SECRETARIO. | Ing.Agr. Carlos R. Fernández P. |

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|-------------|-----------------------------|
| DECANO: | Ing.Agr. Rodolfo Estrada G. |
| Examinador: | Ing.Agr. Sergio Mollinedo |
| Examinador: | Ing.Agr. Ronaldo Prado R. |
| Examinador: | Ing.Agr. Heber Rodríguez. |
| SECRETARIO: | Ing.Agr. Leonel Coronado. |

01

T(725)

c-3

Guatemala,
de Febrero de 1,983.

Señor Decano:
Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía.

Cumpliendo con las leyes vigentes de la Universidad - de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de presentar a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado: "ESTRATIFICACION EN AGROSISTEMAS DEL VALLE DE QUETZALTENANGO PARA EL CULTIVO DE TRIGO".

Esperando satisfacer con ello, el último requisito para optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,


Witzbeli Méndez Estrada.

Guatemala, 10 de febrero de 1983

Señor Decano
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos
USAC

Señor Decano:

En atención al nombramiento emanado de esa Decanatura, sirve la presente para informarle que el asesoramiento del trabajo de tesis titulado "Estratificación en Agrosistemas del Valle de Quetzaltenango para el cultivo de trigo", lo he estudiado y considero que satisface los requerimientos establecidos por la Universidad de San Carlos para este tipo de trabajo.

Con el desarrollo de su tesis el señor Wotzbelí Méndez Estrada, hizo un buen esfuerzo por lograr una mayor precisión en las recomendaciones - existentes para el cultivo del trigo en el Valle de Quetzaltenango al estudiar en conjunto un grupo de factores que inciden en la producción.

Sin otro particular, me es grato expresarle al señor Decano las muestras de mi distinguida consideración.



Ing. Agr. Werner Schmooch P.
Colegiado 135

WSP/segm

A G R A D E C I M I E N T O S

Dejo constancia de mis agradecimientos sinceros:

Al asesor de esta tesis, Ing.Agr. Mag.Sci.

WERNER SCHMOOCK P.

A quienes motivaron e impulsaron la realización de la misma:

Ing.Agr.Mag.Sci. RAMIRO ORTIZ D.

Ing.Agr.Mag.Sci. ORLANDO ARJONA M.

A los técnicos del Equipo de Prueba de Tecnología, del I.C.T.A. de Quetzaltenango, de los años de 1975 a la fecha.

Al personal técnico, administrativo y de campo del Centro - de Producción "Labor Ovalle", del I.C.T.A.

A los treintaicinco agricultores trigueros del Valle de -- Quetzaltenango que permitieron experimentar en sus terrenos.

ACTO QUE DEDICO

A mis padres:

MIGUEL ANGEL
CONCHITA

A mis hermanos:

MARIO
AMERICA
ALFA

A mis familiares y amigos.

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.

I N D I C E

| | Página |
|--|--------|
| I. INTRODUCCION. | 1 |
| II. DESCRIPCION DEL AREA. | 2 |
| 1. Extensión. | 2 |
| 1.1. Distribución y uso de la tierra. | 2 |
| 1.2. Fisiografía. | 2 |
| 1.2.1. Clima. | 2 |
| 1.2.2. Suelos. | 3 |
| 1.2.3. Cultivos. | 4 |
| 2. Tecnología del cultivo de trigo. | 4 |
| 2.1. Tecnología tradicional. | 4 |
| 2.2. Tecnología nueva. | 5 |
| III. REVISION BIBLIOGRAFICA. | 7 |
| IV. HIPOTESIS Y OBJETIVOS. | 12 |
| 1. Hipótesis. | 12 |
| 2. Objetivos. | 12 |
| V. MATERIALES Y METODOS. | 13 |
| 1. Datos experimentales. | 13 |
| 1.1. Experimentos de nitrógeno, fósforo y densidad de población. | 13 |
| 1.2. Diseño experimental. | 14 |
| 1.3. Matriz de los tratamientos. | 14 |
| 1.4. Análisis de los experimentos. | 14 |
| 1.5. Dosis óptimas económicas (DOE). | 15. |
| 2. Definición de agrosistemas por el Método CP. | 17 |

I N D I C E

| | página |
|--|--------|
| 2.1. Factores de diagnóstico. | 17 |
| 2.2. De las etapas. | 21 |
| 2.2.1. Primera etapa. | 21 |
| 2.2.1A. Organización en categorías. | 21 |
| 2.2.1B. Análisis de varianza (ANDEVA). | 23 |
| 2.2.2. Segunda etapa. | 27 |
| 2.2.2A. Organización en categorías. | 27 |
| 2.2.2B. ANDEVA: Segunda etapa. | 27 |
| 2.2.3. Prueba de permanencia. | 31 |
| 2.2.3A. Permanencia para la Segunda etapa. | 31 |
| 2.2.4. Etapas siguientes. | 34 |
| | |
| VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES. | 36 |
| | |
| 1. Aplicación del Método CP al parámetro de diagnóstico rendimiento medio, con la finalidad de estratificar en agrosistemas. | 36 |
| 1.1. Primera etapa. | 36 |
| 1.2. Segunda etapa. | 39 |
| | |
| 2. Aplicación del Método CP al parámetro agronómico dosis óptima económica de fertilizante nitrógeno. | 41 |
| 2.1. Primera etapa. | 41 |
| 2.2. Segunda etapa. | 42 |
| | |
| 3. Aplicación del Método CP, al parámetro agronómico dosis óptima económica de fertilizante fosfórico. | 42 |

I N D I C E

| | Página |
|---|--------|
| 3.1. Primera etapa. | 42 |
| 3.2. Segunda etapa. | 43 |
| 3.3. Tercera etapa. | 44 |
| 3.4. Cuarta etapa. | 47 |
| 4. Aplicación del Método CP, al parámetro agromómico dosis óptima económica de densidad de población. | 53 |
| 4.1. Primera etapa. | 53 |
| 4.2. Segunda etapa. | 54 |
| 4.3. Tercera etapa. | 55 |
| 5. Diseño de recomendaciones. | 56 |
| 5.1. Análisis de los factores significativos. | 57 |
| 5.1.1. Clase de herbicida. | 57 |
| 5.1.2. Potasio. | 58 |
| 5.1.3. Magnesio. | 58 |
| 5.1.4. Materia orgánica. | 60 |
| 5.1.5. Limo y Arena. | 61 |
| 5.2. Análisis económico de las recomendaciones. | 62 |
| VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. | 64 |
| 1. Conclusiones. | 64 |
| 2. Recomendaciones. | 65 |
| VIII. BIBLIOGRAFIA. | 66 |
| IX. APENDICE. | 69 |

RESUMEN

Para el Valle de Quetzaltenango, se realizaron 35 experimentos en fertilidad y densidad de población, para el cultivo de trigo durante 6 años consecutivos de investigación. No se logró estratificar en agrosistemas el área estudiada. Determinándose que el limo y la arena afectan las dosis óptimas económicas (DOE) de fertilizantes nitrógenado y fosfórico. Las recomendaciones que se lograron establecer son las siguientes:

| Estratos | Arena | limo | Kg/Ha elemento puro | |
|----------|-------|------|---------------------|-------------------------------|
| | | | N | P ₂ O ₅ |
| 1o. | B | B | 85 | 30 |
| 2o. | B | A | 85 | 20 |
| 3o. | A | B | 105 | 30 |
| 4o. | A | A | 105 | 20 |

El promedio general es la recomendación preliminar que existe actualmente y consisten en 100-40 Kg/Ha. de nitrógeno y fósforo en elemento puro, respectivamente. Con el uso de las recomendaciones, se puede obtener un ahorro aproximado de Q. 15,900, en el gasto de fertilizantes en la siembra de 1000 Has de trigo.

Además se pudo establecer que los factores: clase de herbicida, materia orgánica, magnesio y potasio, se encuentran influenciado a los parámetros agronómicos estudiados.

I. INTRODUCCION.

Los pequeños y medianos agricultores del Valle de Quetzaltenango, que cultivan trigo, están percibiendo rentabilidades bastante bajas, por lo que es urgente buscar alternativas, para que lleguen a hacer mejor uso de los recursos escasos. Debemos de concentrarnos en la consecución de prácticas de la producción, que reduzcan los riesgos de inversión y por ende que eleven la productividad, con el consiguiente beneficio económico-social para estos estratos poblacionales.

Actualmente existen recomendaciones para el cultivo en cuanto a los fertilizantes nitrogenado y fosfórico, así como de cantidades de semilla usadas en la siembra. Estas recomendaciones son provenientes del promedio general de las dosis óptimas económicas de los factores estudiados durante seis años consecutivos de investigación, por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) del país.

Sin embargo en la actualidad existen metodologías para correlacionar aspectos de clima, suelo, manejo del cultivo y de sus condiciones de producción; así como la variabilidad de los años captada durante el período de investigación tecnológica. Pudiéndose establecer la influencia, o la manera en que se asocian los factores agroecológicos que inciden en la producción; especialmente la forma en que interaccionan con los parámetros agronómicos que nos interesa estudiar, lográndose con ello una mayor precisión en las recomendaciones.

En el presente trabajo de tesis, se utiliza la información proveniente de treinticinco experimentos, efectuados durante los seis años de investigación mencionados. Usando la metodología generada por el Dr. Antonio Turrent F. denominada "Método CP para definir agrosistemas de cultivo".

II. DESCRIPCION DEL AREA.

1. EXTENSION:

El Valle de Quetzaltenango cubre un área de aproximadamente 163 kilómetros cuadrados o sea el 0.61% del área del -- altiplano occidental del país. Se encuentra localizado entre los 14^a 05' y los 14^a 55' de latitud norte, y entre 91^a 30' y 91^a 40' latitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich. Políticamente cubre parcial o totalmente los municipios de -- Olintepeque, Salcajá, Cantel, Quetzaltenango, La Esperanza, - San Juan Ostuncalco, San Mateo, Concepción Chiquirichapa, San Miguel Siguilá y Cajolá; de un total de veintiun municipios - con que cuenta el Depto. de Quetzaltenango. Y' los municipios de San Andrés Xecul y San Cristóbal Totonicapán, de un total - de ocho con que cuenta el Depto. de Totonicapán.

1.1 Distribución y uso de la tierra.

La mayor parte de las unidades de explotación son de tipo de subsistencia, e involucra empresas familiares que operan extensiones de 0.2 a 1Ha, sin embargo es muy difícil decir con precisión qué área opera cada unidad familiar debido a que muchas veces tienen fracciones físicamente separadas. Por lo anterior, la mayor parte de las unidades agrícolas de subsistencia se cultivan con maíz, - maíz asociado con frijol, haba y arveja; así como monocultivos de maíz y trigo.

1.2 Fisiografía:

1.2.1 Clima: Según la clasificación ecológica del -

Dr. Holdridge (7) el área de trabajo está en las formaciones tropicales de bosque seco montano bajo y bosque húmedo montano bajo. El sistema de clasificación del clima de Thornthwaite (5) la localiza como de clima semifrío húmedo con un invierno benigno y seco y con una vegetación característica natural de bosque. La zona agrícola se localiza entre alturas sobre el nivel del mar de 2,300 a 2500 mts. La temperatura máxima promedio anual fue de 22^a C, - y la mínima promedio anual fue de 6^aC, durante los años de 1970 a 1980. Siendo los meses más fríos diciembre, enero, febrero y marzo. La humedad relativa promedio anual fue del 76%, para la misma década mencionada; los meses más húmedos fueron los comprendidos de junio a octubre. La precipitación pluvial promedio anual, durante los años de 1975 a 1980 fue de 1,200 mm.

1.2.2 Suelos: Los suelos del Valle de Quetzaltenango están formados a partir de materiales que predominantemente son cenizas volcánicas, pómez tipo ignimbrita y roca piroclástica reciente. Ocupan relieves de planos a ligeramente inclinados, a excepción de Ostuncalco en donde se encuentran relieves suavemente ondulados a ondulados. El Valle, está rodeado por montañas en donde las pendientes, que también se cultivan en su mayoría, alcanzan el 70%. Algunas de las propiedades físicas y químicas son las siguientes: Colores pardo amarillento a pardo oscuro, profundos, bien drenados y sin capas que impidan la penetración de raíces. Las texturas predominantes son franco arcillo arenoso y franco arenoso, pudiéndose

encontrar en mayor proporción suelos con textura franca o franco arcillosa; en las áreas de Llanos del Pinal y San Juan Ostuncalco se encuentran en la capa superior textura de arena franca, esto es debido a que los suelos originales están enterrados por la erupción del volcán Santa María en 1902. La estructura más generalizada es la de bloques -- restangulares medianos, moderadamente desarrolla-- dos, tendiendo en algunas áreas a estructura granular. La reacción del suelo es ligeramente ácida, -- comúnmente el pH es de 6.

1.2.3 Cultivos: Los cultivos que sobresalen por el volumen de producción para el Valle, son maíz, -- trigo y papas, sin embargo, son importantes los -- cultivos de frijol, haba y arveja, sobretodo para las empresas de tipo familiar.

2. Tecnología del cultivo del trigo.

2.1 Tecnología tradicional:

Los terrenos que se van a dedicar a la siembra se preparan en los meses de abril y mayo, para efectuarla siempre en el mes de junio, en las partes bajas; en las laderas se siembra aún durante el mes de julio. La siembra puede ser mecanizada o a mano, en esta última se distribuye el fertilizante luego la semilla y se tapa con azadón. En este cultivo el agricultor generalmente adopta los genotipos mejorados y son muy pocas las siembras de trigo criollo.

Las malezas son controladas entre los 20 y 40

días después de la siembra, con herbicidas selectivos; es común el uso de ureas sustituidas, así como de herbicidas hormonales. En forma manual las combaten, muy baja proporción de agricultores.

Las fertilizaciones se efectúan, una al momento de la siembra con 16-20-0 ó 20-20-0, en cantidades de 250 a 360 Kg/Ha. Se hace una segunda aplicación 30 a 45 días después de la siembra, práctica esta última, que no es común para todos los agricultores. Por lo regular se utiliza urea para la segunda aplicación, a razón de 100 a 150 Kg/Ha.

Los principales riesgos con el cultivo de trigo los constituyen el ataque de enfermedades fungosas, especialmente las royas, por el uso de variedades susceptibles; lo cual puede originar la pérdida completa del cultivo. Además, la presencia de heladas tempranas que pueden interrumpir el proceso de llenado del grano.

La cosecha en el Valle, para la mayor parte del área que se cultiva con trigo se efectúa con maquinaria, pero existen agricultores que cosechan a mano, con hoces, y luego transportan las espigas en gavillas o manojos, hasta lugares en donde se realiza la trilla; con máquinas estacionarias. El grano en oro se comercializa en los molinos del país, a un precio de Q.13.48 el quintal, ya libre de impuestos.

2.2 Tecnología nueva:

Todos los aspectos referentes a la preparación del suelo, las épocas y sistemas de siembra, como -

de cosecha, son las mismas que para la tecnología tradicional. Hay variantes en la tecnología nueva generada y validada por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), en cuanto al uso de insumos y sus cantidades más apropiadas, así mismo en lo relativo a los genotipos mejorados. La última variedad que se encuentra disponible para la mayoría de agricultores es la variedad "Chivito-77", que es una variedad con alto potencial de rendimiento y con resistencia a enfermedades incidentales en el área. Se recomiendan los niveles de fertilización nitrogenada y fosfórica, así como la cantidad de semilla certificada para la siembra en 100-40--100 Kg/Ha respectivamente (en el caso del fertilizante, el nivel que se indica está referido a elemento puro). Para el combate de malezas se recomienda el uso de 2 litros/Ha de 2,4-D Amina, entre los 20 y 40 días después de la siembra.

III. REVISION BIBLIOGRAFICA.

Necesitamos definir ciertos términos que nos ayudarán a estructurar el concepto de agrosistema:

Factores controlables e incontrolables de la producción, son concebidos dentro de una razón económica a plazo corto. "La dosificación de fertilizantes, de pesticidas, etc. representan a los factores controlables, en cambio la textura y profundidad del suelo, el régimen de lluvias, son ejemplos de factores incontrolables". (12)

Factores modificables e inmodificables: "Los factores incontrolables de la producción pueden ser modificables e inmodificables por razones económicas de plazo largo. Así por ejemplo, la textura, profundidad y estructura del suelo, son inmodificables para la agricultura de temporal-subsistencia, en cambio son modificables para el cultivo de pasto en canchas de golf o balompié. El régimen de humedad en el suelo es inmodificable para la agricultura de temporal, y modificable -- para la agricultura bajo riego". (12)

"En la definición de agrosistema o sistema de producción solamente figuran los factores inmodificables, ya que los modificables se pueden aproximar a niveles óptimos mediante la manipulación de los factores controlables correspondientes". (12).

"El ámbito agronómico 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". (12)

"Factor de diagnóstico 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, mas 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 deben ser planteadas a nivel de hipótesis, las cuales serán rechazadas o no mediante observación". (12)

AGROSISTEMA: " (a) Un agrosistema de una región agrícola, es una parte del universo de producción de un cultivo, en el 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 ". (14)

"La estratificación de las condiciones de producción de una región agrícola que proporciona el concepto de agrosistema, permite diseñar recomendaciones sobre el uso de factores controlables, especialmente en el caso de una agricultura de tipo tradicional en la que predomina una tecnología. Por ejemplo cuando no se usan fertilizantes químicos ni estiércoles en la región. En este caso la estratificación en agro--

sistemas también será adecuada para los parámetros del origen, y consecuentemente para las mezclas óptimas económicas de los factores controlables". (12)

" Cuando en la región agrícola aparece una marcada heterogeneidad en las técnicas de producción, puede el agrosistema, mediante modificaciones, servir de base para el diagnóstico. La modificación consiste en añadir a los factores de diagnóstico, a algunos factores de manejo. Ejemplo de tales factores son: a) la historia previa del terreno sobre el uso de estiércoles y/o fertilizantes químicos, b) la rotación de cultivos, c) la práctica de incorporación de residuos de cosechas, d) períodos de descanso del terreno, e) preparación del terreno, etcétera".

" En lo que concierne al uso de fertilizantes, el agrónomo debe desarrollar un programa experimental de rastreo para evaluar la vigencia de la tecnología de producción basada en el agrosistema como base de diagnóstico". (12)

Si el investigador tiene los resultados de varios ciclos de trabajo sobre fertilización y densidad de población en el cultivo de maíz, información que comprende las propiedades del suelo, físicas y químicas, manejo del terreno, las condiciones climatológicas, etc. Y el investigador desea en este caso asociar la variación en sus tratamientos óptimos económicos con la variación en aquellos factores medidos a nivel de sitio experimental, por un procedimiento que permita hacer pruebas de hipótesis pero que sea fácilmente manejable y no reclame instalaciones de cómputo electrónico. El método CP reúne tales requisitos". (14)

Estrada (2), González (4), Rodríguez (10) y, Schmoock (11), utilizaron ecuaciones empíricas en las cuales las ecuaciones de respuesta necesitan de cálculo computarizado para ser analizadas.

Entre los resultados en evaluaciones de agrosistemas obtenidos en el país, es importante citar: Schmoock (11) evaluando agrosistemas para el Valle de Quetzaltenango, en los cultivos de maíz y trigo, concluyó que " la agrupación en agrosistemas no permite mejorar la precisión de las recomendaciones" y cuando generó agrosistemas con los factores de diagnóstico de mayor significancia y valor de predicción, una agrupación generada al azar, pudo lograr la misma precisión.

Ortiz (9) probando la respuesta del maíz y del trigo bajo condiciones de temporal a varias prácticas de la producción en el Departamento de Totonicapán, concluyó que "la agrupación por agrosistemas permite aumentar la precisión en las recomendaciones para nitrógeno y fósforo en relación a las recomendaciones difundidas por la Disciplina de Suelos del ICTA".

Herrera (6), usando el Método CP para determinar agrosistemas en el Valle de Quetzaltenango para el cultivo de maíz, con datos de experimentos desarrollados durante cuatro años, concluyó: Conclusión No.5. " Se separaron dos agrosistemas, por el efecto del factor de diagnóstico arcilla; valores abajo del 18%, se relacionaron con un rendimiento promedio de 5 Tm/Ha de maíz y valores arriba del 18% de arcilla, se relacionaron con un rendimiento promedio de 7.6 Tm/Ha ". Conclusión No. 6 " La estratificación por agrosistemas permitió una mayor pre-

cisión 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 Ha ".

IV. HIPOTESIS Y OBJETIVOS.

1. HIPOTESIS.

1.1 Mediante la aplicación del Método CP, se podrán estratificar agrosistemas para el cultivo, en el área de estudio.

1.2 Por medio de la estratificación en agrosistemas se conseguirá mayor precisión de las recomendaciones, que la existente en la actualidad.

1.3 Los factores de la producción 1. controlables y 2o. incontralables que se analizarán, serán factores de diagnóstico para poder comprobar si se encuentran en proporciones adecuadas de suficiencia para el cultivo, los primeros; y para estratificar en agrosistemas los segundos.

2. OBJETIVOS.

2.1 Lograr un mejor aprovechamiento de los datos experimentales obtenidos durante seis años de investigación en el área, haciendo una mejor inferencia, maximizando el uso de los recursos destinados a la experimentación.

2.2 Hacer más precisas las recomendaciones con el objeto que los pequeños y medianos agricultores -- que se dedican al cultivo de trigo, obtengan mayores rendimientos, aumenten su relación beneficio/costo, que disminuyan sus riesgos y que no incrementen sus costos de producción en relación a los actuales, al hacer un uso más racional de los insumos que requiere el cultivo.

V. MATERIALES Y METODOS.

1. DATOS EXPERIMENTALES.

1.1 Experimentos de nitrógeno, fósforo y densidad de población. (N-P-D)

En el Valle de Quetzaltenango, se condujeron treintaicinco experimentos durante seis años consecutivos de investigación, de 1975 a 1980, cuyo objetivo principal fue el de establecer dosis óptimas económicas (DOE) de las variables estudiadas.

Cuadro No.1 Características de los experimentos y especificaciones de los rangos dentro de los cuales se estudiaron los parámetros agronómicos N-P-D.

| Años | No.de experi- mentos.- | Repeticio- nes. | Niveles en Kg/Ha * | | |
|------|---------------------------|--------------------|--------------------|---------|----------|
| | | | Nitrógeno | Fósforo | Densidad |
| 1975 | 7 | 6 | 60 a 150 | 0 a 75 | 60 a 150 |
| 1976 | 5 | 6 | 60 a 150 | 0 a 60 | 50 a 140 |
| 1977 | 17 | 6 | 50 a 140 | 0 a 60 | 50 a 140 |
| 1978 | 3 | 4 | 50 a 140 | 0 a 60 | 50 a 140 |
| 1979 | 1 | 4 | 50 a 140 | 0 a 60 | 50 a 140 |
| 1980 | 2 | 4 | 60 a 150 | 0 a 45 | 50 a 140 |

* : Los niveles de N y P, están dados en Kg/Ha de elemento puro.

En el Cuadro No.1, podemos observar que los rangos dentro de los cuales se exploró la respuesta óptima económica, - variaron en algunos casos, de acuerdo a los resultados que se fueron obteniendo sucesivamente; buscando llegar a una mayor precisión cada ciclo de experimentación, considerando que las respuestas están en función de la variabilidad agro-eco-climática de los años de investigación.

1.2 Diseño experimental:

Bloques al azar con cuatro y seis repeticiones - y un área de 7.2 m² por parcela.

1.3 Matriz de los tratamientos:

Plan Puebla I, estudiando tres factores con cuatro niveles cada uno.

Turrent (15) propone el uso de matrices experimentales que permiten una interpretación gráfica de los resultados de ensayos sobre prácticas de la producción de cultivos. "Las matrices Plan Puebla I, Plan Puebla II y Plan Puebla III, reflejan en su diseño el conocimiento agronómico de la dirección del rendimiento en forma creciente, cuando se estudia la respuesta simultánea de un cultivo a más de un factor limitativo. Al usar las matrices Plan Puebla para dos, tres y cuatro factores de la producción, existe un método gráfico para obtener el tratamiento óptimo económico de capital ilimitado.

1.4 Análisis de los experimentos: Consistió en la utilización del Método Gráfico-estadístico (13) propuesto por Turrent Fernández.

1.5 Dosis óptimas económicas (DOE), obtenidas de los experimentos.

En el Cuadro 2 , podemos observar que los rendimientos medios que consisten en el promedio de los rendimientos de los primeros ocho tratamientos y sus repeticiones, de la matriz experimental Plan Puebla I usada, por asumirse que en los mismos los parámetros nitrógeno, fósforo y densidad de población (N-P-D), se encuentran en niveles adecuados de suficiencia para que los sitios experimentales expresen respuestas diferentes entre localidades, que se consideran asociadas con la variación de los factores inmodificables del suelo, el clima, el manejo que dan los agricultores a sus tierras y el material genético usado.

Estos rendimientos medios oscilaron de 2.21 a 4.82 Tm/Ha, lo cual nos indica que durante los años que duró la investigación hubo una magnífica captación de la variabilidad existente en el área de estudio.

En el mismo Cuadro No.2, visualizamos el promedio general de las DOE para los factores estudiados, que fue de 92.29--25.00--91.14 Kg/Ha de N-P-D respectivamente, siendo dosis en elemento puro para los dos primeros. De estos promedios generales se sacó la recomendación que existe disponible para los agricultores actualmente, referente a niveles de N-P-D. Y es precisamente esta recomendación la que se trata de hacer más precisa, por medio de los resultados del presente estudio.

CUADRO 2, "Resultados de 35 experimentos de fertilidad en -- Trigo, en el Valle de Quetzaltenango, que originaron dosis - óptimas económicas (DOE) para N-P-D y rendimientos promedio"

| No.Exp | Fertilizante | Fertilizante | Densidad | Rendimientos. |
|-----------|----------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| | Nitrogenado Kg/Na | Fosfórico Kg/Ha | Poblac. Kg/Sem | Medios Tns/Ha. |
| 301-75 | 110 | 0 | 90 | 3.25 |
| 308.75 | 90 | 0 | 150 | 3.88 |
| 313.75 | 120 | 50 | 120 | 2.55 |
| 333.75 | 60 | 50 | 120 | 3.45 |
| 359.75 | 120 | 50 | 150 | 2.97 |
| 360.75 | 90 | 25 | 150 | 3.15 |
| 376.75 | 120 | 0 | 90 | 4.14 |
| 141.76 | 110 | 20 | 100 | 3.15 |
| 142.76 | 120 | 0 | 40 | 2.29 |
| 242.76 | 90 | 0 | 70 | 2.58 |
| 341.76 | 90 | 0 | 70 | 2.21 |
| 342.76 | 120 | 0 | 50 | 2.66 |
| 131.77 | 50 | 45 | 110 | 4.25 |
| 133.77 | 140 | 40 | 50 | 5.03 |
| 134.77 | 110 | 40 | 110 | 2.88 |
| 135.77 | 80 | 0 | 50 | 3.35 |
| 331.77 | 80 | 40 | 140 | 4.33 |
| 333.77 | 50 | 40 | 50 | 4.69 |
| 334.77 | 140 | 20 | 80 | 2.97 |
| 335.77 | 140 | 50 | 140 | 4.18 |
| 336.77 | 50 | 20 | 110 | 4.63 |
| 431.77 | 110 | 40 | 100 | 3.87 |
| 432.77 | 80 | 40 | 110 | 3.62 |
| 433.77 | 80 | 40 | 110 | 2.42 |
| 435.77 | 80 | 40 | 80 | 2.68 |
| 436.77 | 110 | 0 | 80 | 3.07 |
| 532.77 | 80 | 40 | 50 | 3.64 |
| 533.77 | 50 | 60 | 140 | 2.93 |
| 534.77 | 50 | 0 | 50 | 2.94 |
| 241.78 | 80 | 20 | 50 | 4.82 |
| 242.78 | 110 | 60 | 80 | 3.16 |
| 243.78 | 50 | 00 | 50 | 3.20 |
| 141.79 | 60 | 00 | 70 | 2.64 |
| 141.80 | 120 | 00 | 110 | 2.17 |
| 142.80 | 90 | 45 | 70 | 2.28 |
| Promedios | 92.29 | 25.0 | 91.14 | 3.32 |

2. DEFINICION DE AGROSISTEMAS POR EL METODO CP.

El Método CP es un método discreto que se usó para analizar los parámetros agronómicos, rendimiento medio, y -- DOE de fertilizante nitrogenado, fosfórico y densidad de población (cantidad de semilla para sembrar), en forma -- sucesiva. El promedio de los primeros ocho tratamientos experimentales, se consideró como el rendimiento potencial de cada sitio experimental. Consideramos factores de diagnóstico a todos aquellos factores de la producción que pretendimos que influenciaron los parámetros que nos interesó estudiar.

2.1 Factores de diagnóstico:

En el Cuadro No. 3 , se presentan los catorce -- factores edáficos y de manejo que consideramos como -- factores de diagnóstico de los agrosistemas. Los factores de suelo en la parte física se determinaron por análisis mecánico y en lo químico por medio del método de Carolina del Norte.

Los factores de manejo, como lo son fecha de siembra, herbicida usado y fecha de aplicación de herbicida, fueron tomados de los libros de campo de los experimentos.

En la parte baja del mismo Cuadro No. 3 , podemos observar los promedios (\bar{x}) para todos los factores -- que se analizaron, también encontramos los "Valores adoptados", que son en casi todos los casos, excepto el factor herbicida, que es un factor cualitativo, los -- mismos valores promedio. Estos valores adoptados fueron los "parteaguas" o separadores entre categorías, -- Alta (A) y Baja (B) para cada factor.

CUADRO 3 FACTORES FISICOS Y DE MANEJO QUE INFLUYERON A LAS 35 EXPERIENCIAS DE CAMPO.

| | Arcilla | Limo | Arena | M.O | Ca | Mg | Ca/Mg | Na | Fósforo por M ² de Sién. | | pH | Fecha Siembra | Herbi- cida. | Fecha Apli. Herbicida. |
|----------------|---------|--------|---------|--------|--------|-------|--------|-------|-------------------------------------|---------|-------|---------------|--------------|------------------------|
| | | | | | | | | | K | P | | | | |
| 301-75 | 25.77 | 26.84 | 47.39 | 2.96 | 8.52 | 1.28 | 6.66 | 0.19 | 290 | 7.25 | 6.2 | 7 | U* | 15 |
| 308-75 | 26.46 | 28.55 | 44.99 | 2.75 | 10.08 | 1.89 | 5.33 | 0.17 | 270 | 8.00 | 6.3 | 17 | U | 15 |
| 313-75 | 23.62 | 24.80 | 51.58 | 2.62 | 8.09 | 0.64 | 12.64 | 0.21 | 130 | 19.25 | 6.3 | 19 | H** | 15 |
| 333-75 | 22.55 | 23.62 | 53.83 | 3.70 | 7.23 | 0.85 | 8.51 | 0.19 | 160 | 7.25 | 6.1 | 3 | U | 19 |
| 359-75 | 17.02 | 21.36 | 61.62 | 3.86 | 7.15 | 0.42 | 16.70 | 0.19 | 260 | 22.50 | 6.2 | 11 | U | 17 |
| 360-75 | 16.81 | 21.09 | 62.10 | 3.75 | 7.47 | 0.62 | 12.05 | 0.19 | 320 | 22.50 | 6.3 | 7 | U | 14 |
| 370-75 | 12.68 | 24.33 | 62.99 | 2.92 | 7.90 | 1.25 | 6.32 | 0.21 | 270 | 36.50 | 6.4 | 12 | U | 17 |
| 141-76 | 27.49 | 26.48 | 46.03 | 3.21 | 8.79 | 1.46 | 66.02 | 0.23 | 100 | 38.25 | 6.4 | 18 | H | 46 |
| 142-76 | 19.83 | 19.96 | 60.21 | 2.92 | 6.58 | 0.72 | 9.14 | 0.16 | 160 | 38.25 | 6.3 | 9 | H | 24 |
| 242-76 | 18.82 | 23.07 | 58.11 | 2.40 | 6.18 | 1.18 | 6.00 | 0.16 | 110 | 25.00 | 6.2 | 8 | U | 25 |
| 341-76 | 12.70 | 23.10 | 64.20 | 4.34 | 3.31 | 0.41 | 8.07 | 0.14 | 440 | 10.75 | 6.1 | 9 | H | 24 |
| 342-76 | 16.05 | 23.66 | 60.29 | 5.58 | 6.20 | 0.41 | 15.12 | 0.19 | 160 | 11.50 | 6.5 | 15 | H | 19 |
| 131-77 | 16.36 | 20.93 | 62.71 | 2.57 | 6.26 | 1.24 | 5.05 | 0.24 | 270 | 12.25 | 6.3 | 13 | U | 10 |
| 133-77 | 17.32 | 29.13 | 53.55 | 5.44 | 7.09 | 0.42 | 16.88 | 0.21 | 50 | 10.00 | 6.1 | 4 | U | 17 |
| 134-77 | 19.49 | 32.39 | 48.12 | 4.76 | 9.22 | 1.26 | 7.32 | 0.21 | 150 | 4.5 | 5.9 | 9 | U | 11 |
| 135-77 | 20.15 | 20.57 | 59.28 | 1.48 | 6.99 | 1.85 | 3.78 | 0.23 | 100 | 38.0 | 5.9 | 9 | H | 35 |
| 331-77 | 8.81 | 18.29 | 72.90 | 2.11 | 2.44 | 0.10 | 24.40 | 0.16 | 120 | 80.0 | 5.4 | 3 | U | 24 |
| 333-77 | 16.11 | 22.68 | 61.16 | 3.72 | 4.95 | 0.41 | 12.07 | 0.21 | 150 | 21.75 | 5.3 | 7 | U | 25 |
| 334-77 | 12.01 | 24.68 | 63.81 | 3.02 | 3.70 | 0.21 | 17.62 | 0.21 | 100 | 50.0 | 5.5 | 8 | U | 24 |
| 335-77 | 16.34 | 25.85 | 57.81 | 4.99 | 7.03 | 0.83 | 8.47 | 0.21 | 220 | 18.25 | 5.7 | 10 | U | 22 |
| 236-77 | 12.98 | 22.64 | 64.38 | 2.65 | 4.50 | 0.61 | 7.38 | 0.20 | 310 | 23.0 | 6.1 | 10 | U | 22 |
| 431-77 | 7.74 | 19.26 | 73.00 | 1.90 | 1.21 | 0.10 | 12.10 | 0.14 | 60 | 47.0 | 6.2 | 0 | U | 9 |
| 432-77 | 14.12 | 21.82 | 64.07 | 6.57 | 5.78 | 0.93 | 6.22 | 0.19 | 180 | 38.25 | 6.3 | 2 | U | 17 |
| 433-77 | 9.76 | 29.46 | 60.78 | 5.01 | 2.52 | 0.11 | 22.91 | 0.17 | 95 | 7.25 | 5.8 | 3 | U | 16 |
| 435-77 | 10.56 | 24.65 | 64.79 | 2.50 | 1.23 | 0.00 | 0.00 | 0.13 | 75 | 22.50 | 5.6 | 8 | U | 17 |
| 436-77 | 13.63 | 20.52 | 65.85 | 4.03 | 4.52 | 0.62 | 7.29 | 0.29 | 210 | 31.50 | 6.1 | 9 | H | 21 |
| 532-77 | 10.81 | 27.03 | 62.16 | 3.78 | 4.16 | 0.52 | 8.00 | 0.22 | 110 | 38.25 | 5.8 | 8 | U | 14 |
| 533-77 | 9.84 | 23.77 | 66.39 | 4.56 | 4.13 | 0.62 | 6.66 | 0.23 | 110 | 45.0 | 6.6 | 6 | U | 16 |
| 534-77 | 9.69 | 18.33 | 71.98 | 1.57 | 5.30 | 0.81 | 6.54 | 0.22 | 150 | 50.0 | 5.4 | 2 | U | 19 |
| 241-78 | 12.67 | 27.41 | 59.92 | 2.49 | 3.86 | 0.81 | 4.77 | 0.12 | 150 | 23 | 5.4 | 7 | H | 21 |
| 242-78 | 19.16 | 29.66 | 51.28 | 5.84 | 4.58 | 0.62 | 7.39 | 0.10 | 190 | 8.0 | 5.6 | 7 | H | 21 |
| 243-78 | 16.09 | 26.11 | 57.80 | 4.05 | 6.22 | 1.04 | 5.98 | 0.21 | 210 | 9.0 | 5.6 | 7 | H | 23 |
| 141-79 | 12.28 | 23.54 | 64.18 | 2.97 | 0.82 | 0.10 | 8.20 | 0.17 | 210 | 115.0 | 4.8 | 8 | H | 38 |
| 141-80 | 10.30 | 25.79 | 63.81 | 4.83 | 4.09 | 0.41 | 9.98 | 0.20 | 290 | 38.25 | 6.6 | 7 | H | 40 |
| 142-80 | 10.47 | 39.28 | 50.25 | 2.89 | 5.35 | 0.62 | 8.61 | 0.27 | 320 | 107.50 | 6.0 | 11 | H | 36 |
| TOTAL | 546.54 | 860.55 | 2093.42 | 124.74 | 193.44 | 25.22 | 330.18 | 6.77 | 6490 | 1085.25 | 20930 | 293 | - | 758.1 |
| X | 15.62 | 24.59 | 59.81 | 3.56 | 5.53 | 0.72 | 9.43 | 0.19 | 185.43 | 31.05 | 5.98 | 8.37 | - | 21.66 |
| Valor Adoptado | 15.62 | 24.59 | 59.81 | 3.56 | 5.33 | 0.72 | 9.43 | 0.19 | 185.43 | 31.05 | 5.98 | 8 | - | 22 |
| Frecuen- cia. | 18/17 | 15/20 | 22/13 | 16/17 | 24/11 | 18/17 | 15/20 | 11/24 | 15/20 | 15/20 | 21/14 | 20/15 | 14/21 | 23/13 |

*U= Herb. Ureico ** H= Herb. Hormonal

Cuadro 4 : Categorías para cada factor de diagnóstico.

| FACTORES | BAJA | | ALTA | | UNIDADES DE MEDIDA. |
|-------------------|-----------------|------------|-----------------|--|---------------------|
| | LIMITE INFERIOR | PARTEAGUAS | LIMITE SUPERIOR | | |
| Arcilla | 7.74 | 15.62 | 27.49 | | % |
| Limo | 18.29 | 24.59 | 39.28 | | % |
| Arena | 44.99 | 59.81 | 73.00 | | % |
| M.O. | 1.48 | 3.56 | 6.59 | | % |
| Ca | 0.82 | 5.53 | 10.08 | | me/100 gr |
| Mg | 0.00 | 0.72 | 1.89 | | me/100 gr |
| Ca/Mg | 0.00 | 9.43 | 24.40 | | me/100 gr |
| Na | 0.10 | 0.19 | 0.29 | | me/100 gr |
| K | 50.00 | 185.43 | 440.00 | | p.p.m. |
| P | 4.5 | 31.05 | 115.00 | | p.p.m. |
| pH | 4.8 | 5.98 | 6.6 | | |
| Fecha de siembra. | 2 | 8 | 19 | | días |
| Clase herbicida | U | ----- | H | | |
| f.aplic. herb. | 9 | 22 | 46 | | días. |

En lo relativo a los factores del Cuadro No. 4 , podemos observar claramente la separación en categorías alta y baja - de cada uno de ellos. Por ejemplo, para el factor arcilla, - todos los experimentos en los que la arcilla se reportó en porcentajes menores al parteaguas usado que fue de 15.62% se denominaron bajos (B) y, todos los que se encontraron en porcentajes mayores a dicho valor se denominaron altos (A). Criterio que se siguió para codificar a todos los factores, para cada sitio experimental.

Cuando hablamos de M.O. en el Cuadro No. 4, nos referimos al porcentaje que tuvieron los suelos en los que se experimentó y no al hecho que los agricultores, le apliquen o nó,

a los cultivos como práctica de manejo; si bien es cierto, que hubiese sido importante analizar este otro aspecto del factor materia orgánica, pero no se contó -- con toda la información necesaria para hacerlo.

Al estudiar al potasio, partimos de la hipótesis que se encontraba en proporciones de suficiencia para el cultivo, sin embargo fue necesario comprobarlo, para establecer si este elemento se encontraba en forma disponible o asimilable para la planta; o bien se podía asociar a la variabilidad que muestran los sitios experimentales.

Cuando nos referimos al fósforo, consideramos que este factor, se encontraba acumulado en el suelo, guardando ciertas proporciones, pero también desconocíamos su grado de disponibilidad, esperando recibir una respuesta mediante su análisis en este proceso metodológico.

La fecha de siembra está medida en días a partir de la fecha más temprana que se efectuó a través de los seis años de investigación. En lo referente a la clase o grupo de herbicidas usados, para el combate de malezas en el cultivo, se creyó que pudiese estar afectando especialmente a los parámetros DOE de fertilizantes y densidad de población. Por la diferente forma de influenciar a los cultivos, las diferentes formas de actuar de los herbicidas. Así mismo la fecha de aplicación de estos insumos, se midió como la diferencia en días, de la siembra hasta la aplicación del herbicida.

En general podemos insistir que los tres primeros factores del Cuadro No. 4 , como lo son la arcilla, el limo y la arena, fueron los que usamos para determinar

si podíamos estratificar en agrosistemas, el área estudiada. Los otros once factores se estudiaron con la finalidad de comprobar si realmente se mantuvieron en rangos adecuados de suficiencia, para poderlos eliminar como factores que se estuviesen asociando a la variabilidad de las condiciones experimentales que nos dictan, los diferentes sitios o localidades.

2.2 De las Etapas.

Empezaremos por definir el término "etapa", que son las partes en las que se divide la metodología. Cada etapa consiste en la organización en categorías del parámetro que se estudie, de acuerdo a la codificación de los factores de diagnóstico y, de su respectivo análisis de varianza.

2.2.1 Primera Etapa: A continuación se desglosará esta etapa en sus partes constituyentes.

2.2.1.A. Organización en Categorías: El número de categorías está dado por un factorial 2^n , del que la base nos indica que para cada factor a combinarse; obteniéndose con la resolución de dicho factorial, el número de combinaciones de categorías para cada factor en cada una de las etapas. Sucesivamente en cada etapa se aumenta el exponente en una unidad, correspondiente al ingreso del nuevo factor. Por medio de la tabla siguiente se visualizará mejor el procedimiento:

| ETAPAS | NUMERO DE CATEGORIAS | C A T E G O R I A S |
|--------|----------------------|---|
| 1a. | 2 ¹ = 2 | A, B |
| 2a. | 2 ² = 4 | BB, BA, AB, AA |
| 3a. | 2 ³ = 8 | BBB, BBA, BAB, BAA, ABB, ABA, AAB, AAA. |
| 4a. | 2 ⁴ = 16 | BBBB, BBBA,AAAB, AAAA |
| etc. | | |

En el caso del presente trabajo, se tubo el factor cuali^ltativo, clase de herbicida usado (CH), que puede ser uréico u hormonal, en donde no se usaron las literales A y B, para la codificación de las categorías, sino las iniciales de ambos - grupos de herbicidas: U y H respectivamente.

Cuadro 5, Ejemplo de la organización en categorías del rendimiento promedio, según el factor arcilla para los treintaicinco experimentos.

| Sitios Experimentales | Valor del * Factor Arcilla en % | Codificación Correspondiente | Tm/Ha Rendimiento medio. ** | Tm/Ha C a t e g o r i a s | |
|-----------------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------|------|
| | | | | B | A |
| 1 | 25.77 | A | 3.25 | 4.14 | 3.25 |
| 2 | 26.46 | A | 3.88 | 2.21 | 3.88 |
| 3 | 23.62 | A | 2.55 | 4.33 | 2.55 |
| 4 | 22.55 | A | 3.45 | 2.97 | 3.45 |
| 5 | 17.02 | A | 2.97 | 4.63 | 2.97 |
| 6 | 16.81 | A | 3.15 | 3.87 | 3.15 |
| 7 | 12.68 | B | 4.14 | 3.62 | 3.15 |
| 8 | 27.49 | A | 3.15 | 2.42 | 2.29 |
| 9 | 19.83 | A | 2.29 | 2.68 | 2.58 |
| 10 | 18.82 | A | 2.58 | 3.07 | 3.66 |
| 11 | 12.70 | B | 2.21 | 3.64 | 4.25 |
| 12 | 16.05 | A | 2.66 | 2.93 | 5.03 |
| 13 | 16.36 | A | 4.25 | 2.94 | 2.88 |
| 14 | 17.32 | A | 5.03 | 4.82 | 3.35 |
| 15 | 19.49 | A | 2.88 | 2.64 | 4.69 |
| 16 | 20.15 | A | 3.35 | 2.17 | 4.18 |
| 17 | 8.81 | B | 4.33 | 2.28 | 3.16 |
| 18 | 16.11 | A | 4.69 | | 3.20 |
| 19 | 12.01 | B | 2.97 | | |
| 20 | 16.34 | A | 4.18 | | |
| 21 | 12.98 | B | 4.63 | | |
| 22 | 7.74 | B | 3.87 | | |
| 23 | 14.12 | B | 3.62 | | |
| 24 | 9.76 | B | 2.42 | | |
| 25 | 10.56 | B | 2.68 | | |
| 26 | 13.63 | B | 3.07 | | |
| 27 | 10.81 | B | 3.64 | | |
| 28 | 9.84 | B | 3.64 | | |
| 29 | 9.69 | B | 2.94 | | |
| 30 | 12.67 | B | 4.82 | | |
| 31 | 19.16 | A | 3.16 | | |
| 32 | 16.09 | A | 3.20 | | |
| 33 | 12.28 | B | 2.64 | | |
| 34 | 10.30 | B | 2.17 | | |
| 35 | 10.47 | B | 2.28 | | |

- * : Estos valores los encontramos en el Cuadro 3.
- ** : Estos valores los encontramos en el Cuadro 2.

De la misma manera que se organizó en categorías - al rendimiento medio, en base al factor arcilla, se organizó el rendimiento medio para todos los factores. Asimismo se pueden organizar en categorías los demás parámetros agronómicos, como lo son las DOE de fertilizante nitrogenado y fosfórico, como la densidad de población.

2.2.1.B Análisis de Varianza (ANDEVAS).

Para poder establecer si existe diferencia estadística entre las categorías en las que se organizó cada factor, les efectuamos análisis de varianza en serie a cada uno de los 14 factores usando un diseño al irrestricto azar; aplicando el criterio de la prueba de F a diferentes porcentajes de probabilidad, con la finalidad de captar el mayor porcentaje de la variación que se pudiese estar asociando al -- parámetro agronómico en estudio.

Modelo del análisis de varianza al irrestricto azar:

$$Y_i = U + C_i + E_{ij}$$

- i = 1, 2, ..., c
- j = 1, 2, ..., m
- Y_i = rendimiento promedio
- C_i = categorías
- E_{ij} = residuos o error
- n = número de observaciones totales
- m = número de observaciones por categorías.
- c = número de categorías.

| Fuentes de Variación | g.l | Suma de Cuadrados |
|----------------------|---------------|--------------------------|
| Categorías | (C - 1) | $\frac{E C_i}{m} - F.C.$ |
| Residual | (n-1) - (c-1) | $SC_t - SC_c$ |
| Total | (n-1) | $E Y_i^2 - F.C.$ |

$$F = \frac{C M C}{C M R} ; \quad F.C. = \frac{(E Y_i)^2}{N}$$

A la vez se establece un coeficiente de determinación R^2 , por medio de la fórmula siguiente:

$$R^2 = \frac{S C C \times 100}{S C T}$$

En donde: R^2 = coeficiente de determinación
 SCC = suma de cuadrados de categorías
 SCT = suma de cuadrados total.

Ejemplo de ANDEVA para el factor clase de herbicida (CH) para la primera etapa.

Categorías del rendimiento medio según el factor clase de herbicida (CH).

| | U * | H * |
|-----------------|-------|-------|
| 1 | 3.25 | 2.55 |
| 2 | 3.88 | 3.15 |
| 3 | 3.45 | 2.29 |
| 4 | 2.97 | 2.21 |
| 5 | 3.15 | 2.66 |
| 6 | 4.14 | 3.35 |
| 7 | 2.58 | 3.07 |
| 8 | 4.25 | 4.82 |
| 9 | 5.03 | 3.16 |
| 10 | 2.88 | 3.20 |
| 11 | 4.33 | 2.64 |
| 12 | 4.69 | 2.17 |
| 13 | 2.97 | 2.28 |
| 14 | 4.18 | |
| 15 | 4.63 | |
| 16 | 3.87 | |
| 17 | 3.62 | |
| 18 | 2.42 | |
| 19 | 2.68 | |
| 20 | 3.64 | |
| 21 | 2.93 | |
| 22 | 2.94 | |
| Total..... | 78.48 | 37.55 |
| Promedio..... | 3.57 | 2.89 |
| No. Sitios..... | 22 | 13 |

* : Para el factor clase de herbicida usados las iniciales U y H para codificar.-

$$\text{Factor de Corrección} = \frac{(E Y_i)^2}{N} = \frac{(78.48 + 37.55)^2}{35} = 384.66$$

$$\begin{aligned} SC_{\text{total}} &= E Y_i^2 - FC = 3.25^2 + 3.88^2 + 2.17^2 + \dots \\ &\dots + 2.28^2 - F.C. \\ &= 21.75 \end{aligned}$$

$$SC_{\text{cat.}} = \frac{78.48^2}{22} + \frac{37.55^2}{13} - F.C. = 3.77$$

$$\begin{aligned} SC_{\text{residuos}} &= SC_{\text{total}} - SC_{\text{categorías}} \\ &= 21.75 - 3.77 = 17.98 \end{aligned}$$

Cuadro 6, ANDEVA de los rendimientos medios de dos categorías según el factor CH.

| Factor | gl | S.C. | C.M. | F _C | R ² |
|------------|----|-------|------|----------------|----------------|
| Categorías | 1 | 3.77 | 3.77 | 6.91 | 17.32 |
| Residuos | 33 | 17.98 | 0.54 | | |
| Total | 34 | 21.75 | | | |

$$Cm_{\text{cat}} = \frac{SC_{\text{cat.}}}{g.l.\text{cat}} = \frac{3.77}{1} = 3.77$$

$$CM_{\text{res}} = \frac{SC_{\text{res.}}}{g.l.\text{res.}} = \frac{17.98}{33} = 0.54$$

$$F_C = \frac{CM_{\text{cat.}}}{CM_{\text{res.}}} = \frac{3.77}{0.54} = 6.91$$

$$R^2 = \frac{S C_{\text{cat.}}}{S C_{\text{tot.}}} \times 100 = \frac{3.77}{21.75} \times 100 = 17.32$$

$F_{\text{tab. } 10\%} = 2.88$ y $F_{\text{cal.}} = 6.91$, por lo tanto el factor que se ejemplifica, resultó significativo, al % de probabilidad que exige la metodología al usar el criterio de la prueba de F. En la forma que se mostró en este ejemplo, se efectuó el análisis de cada uno de los catorce factores, efectuándose dicho análisis en serie. Los resultados se verán en el capítulo VI.

El factor de corrección y la suma de cuadrados -- total, es la misma para el estudio de todo el parámetro en virtud que a través de las etapas sucesivas se emplean los mismos datos en serie.

En base a los resultados del ANDEVA de la primera etapa, se concluye que factores resultan significativos y se establece si se están asociando a la variabilidad del parámetro que se estudia. Y el factor seleccionado es aquel que tenga los más altos valores de F, como de R^2 . Podría darse el caso que ningún factor resultara significativo, en cuyo caso de dar por terminado el análisis; concluyendo que ningún factor le imprime -- variabilidad al parámetro que se trate.

2.2.2 Segunda Etapa: A continuación se tratará -- en forma específica lo que respecta a la segunda -- etapa, y siguientes.

2.2.2.A. Organización en Categorías.

El factor significativo del más -- alto valor de R^2 pasa a una segunda etapa, -- interaccionando con todos los demás factores de diagnóstico, para establecer, qué otro -- factor, pueda estar incidiendo en el parámetro agronómico en estudio; al interaccionar con el primer factor seleccionado.

Ejemplo, de la organización en categorías para los factores CH y arcilla, para la segunda etapa. El número de combinaciones de las categorías alta y baja de cada factor, estará dado por: $2^2 = 4$ combinaciones de categorías de los dos factores. Sin embargo, como ya se mencionó que para el factor clase de herbicida, la codificación de alta y baja, no se usa, por ser un factor -- cualitativo, entonces usamos las iniciales U y H. Las cuatro categorías quedan así:
1. UB, 2. HB, 3. UA, y 4. Ha.

2.2.2.B. ANDEVA: Segunda etapa: Con la organización de las categorías para la segunda etapa, se procede al análisis de varianza, con el fin de buscar factores significativos.

Cuadro 7 : Ejemplo de ANDEVA de los rendimientos promedio agrupados en -
cuatro categorías según los factores clase de herbicidas (CH)
y arcilla. Segunda etapa.

| Factores | F. V. | G. L. | S. C. | C. M. | F _C | R ² | Parciales | | | | |
|----------|-------|------------|-------|-------|----------------|----------------|-----------|------|------|----------------|------|
| | | | | | | | g.l. | S.C. | C.M. | F _C | |
| C.H. | { | Categorías | 1 | 3.77 | 3.77 | 6.91 | 17.32 | | | | |
| | | Residuos | 33 | 17.98 | 0.54 | | | | | | |
| C.H. x | { | Categorías | 3 | 3.98 | 1.33 | 2.31 | 18.30 | 2 | 0.21 | 0.11 | 0.19 |
| Arcilla | { | Residuos | 31 | 17.77 | 0.57 | | | | | | |

Para poder analizar la contribución adicional del factor recién ingresado, o sea el factor arcilla, se separa su contribución de la del factor -- clase de herbicida (CH).

Los tres grados de libertad asociados con las categorías se identifican de la siguiente manera:

- 1) El efecto principal de la clase de herbicida, - CH.
- 2) El efecto principal de la arcilla.
- 3) La interacción de ambos CH x Arcilla.

La suma de cuadrados SC, con dos grados de libertad, aparece debajo de "parciales".

Y se obtiene:

$$\begin{aligned} \text{SC (2 g.l.)} &= \text{SCRMR (33 g.l.)} - \text{SCRMC (31 g.l.)} \\ 0.21 &= 17.98 - 17.77 \end{aligned}$$

En donde: SCRMR = Suma de cuadrados de residuos -- del modelo reducido (SC de C.H.)

SCRMC = Suma de cuadrados de residuos -- del modelo completo (SC de C.H. x Arcilla).

A continuación se calcula la F parcial para -- los dos grados de libertad, Arcilla y Arcilla x CH y tener una medida de su contribución. El valor -- fue de 0.21, el cual se compara con una F tabulada, con dos grados de libertad en el numerador y 31 --- g.l. en el denominador. A partir de esta segunda -- etapa, se usa un nivel de probabilidad del 5%, pa-- ra la selección de entrada de cualquier factor.

De la segunda etapa, como ya se mencionó, se -- selecciona el factor que en presencia del factor que

ingresó en la primera etapa, se asocia con la mayor F parcial calculada, siempre que cumpla con que la F sea significativa al 5% de probabilidad. Si ningún factor llega a ser significativo, entonces consideraremos que no le está imprimiendo variabilidad al parámetro en estudio. Y se da por terminada la aplicación del método en esta etapa.

2.2.3 Prueba de Permanencia.

A partir de la segunda etapa y sucesivas, y siempre que exista más de algún factor significativo en el correspondiente ANDEVA, se hacen pruebas de permanencia para los factores ingresados en las etapas anteriores, con la finalidad de juzgar si merecen permanecer, por expresarse su contribución asociada a la significancia de la F a una probabilidad del 10%.

2.2.3.A Permanencia para la segunda etapa:
Al haber seleccionado el factor significativo en la segunda etapa, al que llamaremos x_2 , se reexamina la contribución del factor que se seleccionó en la primera, que llamaremos x_1 ; para juzgar si merece permanecer. Para el criterio de permanencia se usa una probabilidad del 10%. Las pruebas se efectúan por medio de los modelos X_2 y $X_2 \times X_1$, pero se invierte en el nombre, para sugerir que se prueba x_1 en presencia de x_2 .

La suma de cuadrados para los g.l. X_1 y $X_2 - X_1$, se obtienen restando las sumas de cuadrados de los residuos del modelo completo, $X_2 \times X_1$, de la suma de cuadrados de los residuos del modelo reducido X_2 .

$$SC = SCMR - SCMC$$

La prueba de F para X_1 es presencia de X_2 debe superar a la $F_{tab.}$, al 10%. Si el factor no es significativo, no puede permanecer y se repite la segunda etapa, eliminando al factor usando como modelo reducido al factor X_2 .

2.2.3.B. Permanencia para la tercera etapa.

Sirve para verificar si X_1 como X_2 contribuyen suficientemente a asociar variación, en presencia del otro factor que ingresa en la tercera etapa, al que llamaremos X_3 . Como criterio para la prueba de F se usa una probabilidad del 10%, tanto para esta etapa, como para las etapas sucesivas. Esta prueba origina cuatro modelos:

Prueba para X_1 :

Usaremos: $X_1 \times X_3$ como modelo reducido, y usaremos el modelo $X_2 \times X_3 \times X_1$ como modelo completo.

Es necesario notar que el modelo:

$$X_2 \times X_3 \times X_1 = X_1 \times X_2 \times X_3 = X_1 \times X_3 \times X_2 ,$$

Únicamente se cambia el orden del factor en la interacción, para señalar que el último factor es el que se está probando.

El X_1 se asocia con: g.l. de $X_2 \times X_3 \times X_1$ menos
g.l. de $X_2 \times X_3$

Igual a.....g.l. de X_1

Al clasificar el rendimiento medio de los treintaicinco sitios experimentales tendremos:

C. H. x Arcilla

| | UB | HB | UA | HA |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| 1. | 4.14 | 2.21 | 3.25 | 2.55 |
| 2. | 4.33 | 3.07 | 3.88 | 3.15 |
| 3. | 2.97 | 4.82 | 3.45 | 2.29 |
| 4. | 4.63 | 2.64 | 2.97 | 2.66 |
| 5. | 3.87 | 2.17 | 3.15 | 3.35 |
| 6. | 3.62 | 2.28 | 2.58 | 3.16 |
| 7. | 2.42 | | 4.25 | 3.20 |
| 8. | 2.68 | | 5.03 | |
| 9. | 3.64 | | 2.88 | |
| 10. | 3.93 | | 4.69 | |
| 11. | 2.94 | | 4.18 | |
| Sumatoria: | 38.17 | 17.19 | 40.31 | 20.36 |
| Promedios: | 3.47 | 2.87 | 3.66 | 2.91 |
| No. sitios: | 11 | 6 | 11 | 7 |

La organizaicón en categorías, en el caso del ejemplo anterior, se efectúa en serie, interaccionando a todos los factores con el factor seleccionado en la primera etapa, en este caso con el factor CH. Estos resultados los observaremos en el capítulo VI.

Prueba para X_2 :

El X_2 se asocia con, g.l. de $X_1 \times X_3 \times X_2$ menos
g.l. de $X_1 \times X_3$

igual a....g.l. de X_2

A partir de esta etapa los principios para evaluar la permanencia de los factores son los mismos, ya descritos, cuidando de agregar los modelos que originan los nuevos factores que ingresan a la prueba.

2.2.4 Etapas siguientes:

A través de las etapas sucesivas, se continúan agrupando factores significativos, hasta que llega el momento en que ya no hay significancia alguna, y guardando la condición que los grados de libertad de los residuos no sean menores de quince.

En etapas avanzadas de la aplicación de la metodología, las sumas de cuadrados, para algunos factores resultan negativas, por la diferencia de frecuencias entre categorías; hay categorías que desaparecen, como las hay con un solo sitio experimental. En estos casos se pueden hacer reagrupamientos de categorías, pero siempre tenemos que mantener presente que exista un número apropiado de g.l. para los residuos.

En etapas avanzadas, las sumas de cuadrados empiezan a ser inexactas porque, el efecto de los factores no considerados en la hipótesis, no guardan una tendencia ortogonal con los factores que -

sí fueron estudiados; considerando que no inter--viene el azar en un número limitado de sitios experimentales. Y también puede suceder que se expresen relaciones incidentales, que no nos podamos explicar.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION.

1. Aplicación del Método CP, al parámetro de diagnóstico rendimiento medio, con la finalidad de estratificar en agrosistemas.

1.1. Primera Etapa:

La organización en categorías de los rendimientos medios se presenta en el Cuadro 8, en donde podemos -- observar los resultados de la organización en dos categorías de cada uno de los catorce factores de la producción que se están considerando con la finalidad de estratificar en agrosistemas según la respuesta en rendimientos.

Al comparar los promedios A y B de cada factor, encontramos de 680 Kg/Ha que la mayor diferencia, -- la expresó el factor clase de herbicida usado; el -- rendimiento más alto se obtuvo al utilizar como herbicida una urea sustituida que en este caso fue el 1, 3-dimetilo-3-(2-benzotiazinol) urea, --"Tribunil"-- y en el caso de los herbicidas hormonales se usaron el 2,4 diclorofenoxiacético --"2,4-D Amina", y el dicamba + 2,4-D --"Banvel"--.

Al efectuar el ANDEVA de los rendimientos medios, respecto a los catorce factores de diagnóstico, Cuadro 9., el único factor significativo al 0.10% de -- probabilidad, fue el factor clase de herbicida usado (C.H.); cuya F_c fue de 6.91, que es un valor altamente significativo. El coeficiente de determinación para este factor fue $R^2 = 17.32\%$. Por lo tanto concluimos en esta primera etapa, que únicamente el factor clase de herbicida, que es un factor modificable, se asoció al parámetro de diagnóstico rendimiento me

CUADRO B.

ORGANIZACION DE LOS RENDIMIENTOS MEDIOS EN DOS CATEGORIAS SEGUN 14 FACTORES DE DIAGNOSTICO.

| | Arcilla | | Limo | | Arena | | M.O | | Na | | Ca | | Mg | |
|----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A |
| TOTAL. | 55.36 | 60.67 | 66.45 | 49.58 | 42.97 | 73.09 | 56.35 | 59.68 | 34.88 | 81.15 | 55.45 | 60.58 | 64.05 | 51.98 |
| X | 3.26 | 3.37 | 3.32 | 3.31 | 3.30 | 3.32 | 3.31 | 3.32 | 3.17 | 3.38 | 3.26 | 3.37 | 3.20 | 3.47 |
| #.Sitios | 17 | 18 | 20 | 15 | 13 | 22 | 17 | 18 | 11 | 24 | 17 | 18 | 20 | 15 |

| | Ca/Mg | | K | | P | | pH | | Fecha de Siembra. | | Aplicación herbicida días después siem- | | Clase de herbicida | |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|------|---|-------|--------------------|-------|
| | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A |
| TOTAL. | 79.22 | 36.81 | 66.85 | 49.18 | 68.64 | 47.39 | 47.90 | 68.13 | 53.03 | 63.0 | 71.36 | 44.67 | 78.48 | 37.55 |
| X | 3.30 | 3.35 | 3.34 | 3.28 | 3.43 | 3.16 | 3.42 | 3.24 | 3.54 | 3.15 | 3.40 | 3.19 | 3.57 | 3.89 |
| #.Sitios | 24 | 11 | 20 | 15 | 20 | 15 | 14 | 21 | 15 | 20 | 21 | 11 | 22 | 13 |

CUADRO 9.
ANÁLISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO MEDIOS SEGUN DOS CATEGORIAS DEFINIDAS POR CATORCE FACTORES DE LA PRODUCCION.

| FACTOR | F.V. | G.L. | PRIMERA ETAPA | | F.C. | R ² |
|----------------------------|------------|------|-----------------|---------|---------|----------------|
| | | | S.C. | C.M. | | |
| Factor de Corrección Total | | 34 | 384.66 21.75 | | | |
| Mecilla | Categorías | 1 | 0.11 | 0.11 | 0.17 | 0.51 |
| | Residuos | 33 | 21.63 | 0.66 | | |
| Limo | Categorías | 1 | 0.0025 | 0.0025 | 0.0038 | 0.01 |
| | Residuos | 33 | 21.74 | 0.66 | | |
| Arena | Categorías | 1 | 0.00301 | 0.00301 | 0.00046 | 0.01 |
| | Residuos | 33 | 21.74 | 0.66 | | |
| Material Orgánico | Categorías | 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | Residuos | 33 | 21.75 | 0.66 | | |
| Sodio | Categorías | 1 | 0.33 | 0.33 | 0.51 | 1.53 |
| | Residuos | 33 | 21.41 | 0.65 | | |
| Calcio | Categorías | 1 | 0.09 | 0.09 | 0.14 | 0.43 |
| | Residuos | 33 | 21.65 | 0.66 | | |
| Magnesio | Categorías | 1 | 0.59 | 0.59 | 0.92 | 2.72 |
| | Residuos | 33 | 21.15 | 0.64 | | |
| Calcio de Magnesio | Categorías | 1 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.07 |
| | Residuos | 33 | 21.73 | 0.66 | | |
| Potasio | Categorías | 1 | 0.03 | 0.03 | 0.05 | 0.16 |
| | Residuos | 33 | 21.71 | 0.66 | | |
| Fósforo | Categorías | 1 | 0.64 | 0.64 | 1.00 | 2.93 |
| | Residuos | 33 | 21.11 | 0.64 | | |
| pH | Categorías | 1 | 0.26 | 0.26 | 0.40 | 1.21 |
| | Residuos | 33 | 21.48 | 0.65 | | |
| Fecha de Siembra | Categorías | 1 | 1.27 | 1.27 | 2.05 | 5.85 |
| | Residuos | 33 | 20.47 | 0.62 | | |
| Fecha Aplicación Herbicida | Categorías | 1 | 0.36 | 0.36 | 0.56 | 1.66 |
| | Residuos | 33 | 21.38 | 0.65 | | |
| C.H. | Categorías | 1 | 3.77 | 3.77 | 6.91 | 17.32 |
| | Residuos | 33 | 17.98 | 0.54 | | |

Ft 10% = 2.88

dio.

1.2. Segunda Etapa:

El Cuadro 10, nos presenta el análisis de varianza del rendimiento medio en serie, de los trece factores de la producción combinados con el factor clase de herbicida usado, en categorías altas y bajas.

En este análisis de varianza, ningún factor tuvo F significativa al 0.05% que es el valor que establece la metodología en uso, por lo que se considera que el único factor que se está asociando al rendimiento es la clase de herbicida usada, pero recordando que dicho factor no es un factor inmodificable de la producción, toda vez que el uso alternativo de -- uno u otro, depende de la decisión del agricultor, -- de acuerdo a sus condiciones de producción; pero que sin embargo, nos sirvió para tratar de agrupar factores que homogenizarán, o separarán estratos dentro del Valle, que se encontraran influenciando el rendimiento medio.

Y como conclusión, podemos afirmar que al no -- existir factores inmodificables significativos durante el procedimiento de inferencia, que se asociaran o imprimieran variación al parámetro de diagnóstico rendimiento medio, el área de estudio no se estratifica en agrosistemas diferentes. Considerando a todo el universo muestreado, como un solo agrosistema. Razón por la que la aplicación de la metodología, -- contempla que el análisis se da por terminado en la etapa anterior.

Al no haber significancia de ningún factor no --

CUADRO 10.
ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO PROMEDIO SEGUN CUATRO CATEGORIAS DEFINIDAS POR TRECE FACTORES
DE LA PRODUCCION EN PRESENCIA DEL FACTOR HERBICIDA USADO. (C.H.) SEGUNDA ETAPA.

| FACTORES FACTORES | F.V. FACTOR DE CORRECCION | G.L. | S.C | C.M. | F.c. | R ² | P A R C I A L E S | | | | Ftab.5% | |
|----------------------|---------------------------------|------|-------|--------|------|----------------|-------------------|------|------|------|---------|--|
| | | | | | | | G.L. | SC | CM | Fc | | |
| | Total | 34 | 21.75 | | | | | | | | | |
| | | | | 384.66 | | | | | | | | |
| C.H. | Categorías | 1 | 3.77 | 3.77 | 6.91 | 17.32 | | | | | | |
| | Residuos | 33 | 17.98 | 0.54 | | | | | | | | |
| C.H.x Arcilla | Categoría | 3 | 3.98 | 1.33 | 2.31 | 18.30 | 2 | 0.21 | 0.11 | 0.19 | 2.92 | |
| | Residuos | 31 | 17.77 | 0.57 | | | | | | | | |
| C.H. x. Limo | Categorías | 3 | 4.16 | 1.39 | 2.45 | 19.15 | 2 | 0.40 | 0.20 | 0.35 | | |
| | Residuos | 31 | 17.58 | 0.57 | | | | | | | | |
| C.H.x Arena | Categorías | 3 | 3.82 | 1.27 | 2.20 | 17.57 | 2 | 0.05 | 0.03 | 0.05 | | |
| | Residuos | 31 | 17.92 | 0.58 | | | | | | | | |
| C.H.x M.O. | Categorías | 3 | 4.02 | 1.34 | 2.35 | 18.51 | 2 | 0.26 | 0.13 | 0.23 | | |
| | Residuos | 31 | 17.72 | 0.57 | | | | | | | | |
| C.H.x.Na | Categorías | 3 | 4.53 | 1.51 | 2.72 | 20.85 | 2 | 0.77 | 0.38 | 0.69 | | |
| | Residuos | 31 | 17.21 | 0.56 | | | | | | | | |
| C.H.x Ca | Categorías | 3 | 3.83 | 1.28 | 2.21 | 17.62 | 2 | 0.07 | 0.03 | 0.06 | | |
| | Residuos | 31 | 17.91 | 0.58 | | | | | | | | |
| C.H.x Mg | Categorías | 3 | 5.63 | 1.88 | 3.61 | 25.91 | 2 | 1.87 | 0.93 | 1.80 | | |
| | Residuos | 31 | 16.11 | 0.52 | | | | | | | | |
| C.H.x Ca/Mg | Categorías | 3 | 4.64 | 1.55 | 2.80 | 21.33 | 2 | 0.87 | 0.44 | 0.79 | | |
| | Residuos | 31 | 17.11 | 0.55 | | | | | | | | |
| C.H.x K | Categorías | 3 | 5.17 | 1.72 | 3.22 | 23.77 | 2 | 1.40 | 0.70 | 1.31 | | |
| | Residuos | 31 | 16.58 | 0.53 | | | | | | | | |
| C.H.x P | Categorías | 3 | 4.27 | 1.42 | 2.52 | 19.62 | 2 | 0.50 | 0.25 | 0.44 | | |
| | Residuos | 31 | 17.48 | 0.56 | | | | | | | | |
| C.H.x pH | Categorías | 3 | 6.54 | 2.18 | 4.44 | 30.07 | 2 | 2.77 | 1.39 | 2.83 | | |
| | Residuos | 31 | 15.21 | 0.49 | | | | | | | | |
| C.H.x P.S. | Categorías | 3 | 4.97 | 1.66 | 3.06 | 22.83 | 2 | 1.20 | 0.60 | 1.11 | | |
| | Residuos | 31 | 16.78 | 0.54 | | | | | | | | |
| C.H.x F. Aplic. | Categorías | 3 | 5.73 | 1.91 | 3.70 | 26.37 | 2 | 1.97 | 0.98 | 1.91 | | |
| | Residuos | 31 | 16.01 | 0.52 | | | | | | | | |

se consideró necesario, presentar los resultados provenientes de la organización en categorías para esta segunda etapa.

2. Aplicación del Método CP, al parámetro agronómico do sis óptima económica de fertilizante nitrogenado.

2.1. Primera Etapa:

Analizando los resultados de la organización en categorías en esta etapa, de la DOE de fertilizante nitrogenado, según los catorce factores de la producción, Cuadro 1A* del apéndice, se puede observar que el factor Limo, es el que tiene la diferencia mayor entre sus dos categorías, siendo del orden de 21.67 Kg/Ha. El mayor promedio, o sea el mayor requerimiento, lo tiene la categoría denominada alta en limo, según la clasificación para este factor, que aparece en el Cuadro 3, en donde su parteaguas o valor adoptado, es de 24.59%. Por lo tanto, los sitios experimentales en los que la textura estuvo conformada por un promedio mayor a este porcentaje de limo, fueron los más exigentes en fertilizante nitrogenado. La categoría alta requirió un promedio de 104.67 Kg/Ha y la categoría baja requirió solamente 83 Kg/Ha.

El ANDEVA en serie de las DOE de nitrógeno se encuentra en el Cuadro 2A del apéndice, en donde podemos notar que el factor significativo al 0.10% de probabilidad, que satisface los criterios de entrada, es el Limo. Su $F_C = 5.73$ y su valor de determinación $R^2 = 14.78\%$ por lo que pasa a una segunda etapa, para medir su asociación con los requerimientos de nitrógeno al combinarlo con los otros trece factores de la producción que se están analizando.

* Todos los cuadros cuya numeración tiene la literal "A", aparecen en el apéndice.

2.2. Segunda Etapa:

El ANDEVA en serie de las DOE de fertilizante nitrogenado, según las cuatro categorías para cada uno de los trece factores de la producción, combinados con el factor limo, lo podemos apreciar en el Cuadro 3A del apéndice, en donde ningún factor fue significativo al 0.05% de probabilidad. Por lo cuál, se concluye respecto a las DOE de nitrógeno que el limo, que resultó significativo en la primera etapa, es el único factor que nos permite diagnosticar áreas con diferentes requerimientos de fertilizante nitrogenado. La característica del limo de ser un factor inmodificable, nos permitirá hacer más precisas las recomendaciones de nitrógeno que se usan actualmente.

3. Aplicación del Método CP, al parámetro agronómico -- dosis óptima económica de fertilizante fosfórico.

3.1. Primera Etapa:

En lo relacionado a los resultados de la organización en dos categorías de las DOE de fertilizante fosfórico de cada uno de los catorce factores de la producción, Cuadro 4A del apéndice, podemos establecer -- que la diferencia de promedios más alta correspondió al factor clase de herbicida usado, cuyos promedios de requerimiento de fósforo fueron de 30.91 Kg/Ha, - al usar urea sustituida como herbicida y de 15 Kg/Ha, al usar herbicida hormonal, por lo que se induce por medio de la diferencia promedio en que la mayor dosis de fósforo es requerida por las ureas sustituidas para combatir malezas.

El ANDEVA en serie, de esta primera etapa, está en el Cuadro 5A del apéndice y sus resultados son -

los siguientes: Las F calculadas con significancia al 0.10% de probabilidad correspondieron al Mg, con 3.19; a la M.O. con 4.53 y a la clase de herbicida -- (C.H.) con 4.90 que es el valor más alto, por consiguiente es a este último factor al que le corresponde también el valor más alto de R^2 que fue de 12.93%.

Por lo tanto, el factor C.H. es el que se asocia en mayor proporción a la variación de las diferentes DOE resultantes en los treintaicinco sitios experimentales.

3.2. Segunda Etapa:

En el Cuadro 6A del apéndice, se presentan los resultados de la organización en cuatro categorías de las DOE de fertilizante fosfórico para cada uno de los -- trece factores de la producción en presencia del factor clase de herbicida usado. Podemos orientar nuestra atención hacia los promedios para cada una de las cuatro categorías del factor M.O., interaccionadas -- con la clase de herbicida, de donde se puede deducir que la categoría No.3, que representa al herbicida -- uréico y el factor M.O. en su nivel alto (UA) tiene un promedio de 43.33 Kg/Ha de fertilizante fosfórico. Y la categoría No. 4 que representa al herbicida hormonal y nivel alto de M.O. (HA) tiene un promedio de 10 Kg/Ha de fertilizante fosfórico. De donde hay una diferencia entre promedio de 33.33 Kg/Ha con el uso de herbicidas diferentes, manteniéndose altos los niveles de M.O. en ambos casos. Podríamos considerar -- entonces que lo que más está separado a los promedios continúa siendo la clase de herbicida usado y que se continúa expresando la condición que necesitan más --

fertilizante fosfórico las categorías con herbicida uréico.

El ANDEVA de esta segunda etapa, para las cuatro categorías para cada uno de los trece factores, en presencia del factor C.H, se encuentra en el Cuadro 7A del apéndice. El cuál nos indicó que existe significancia al 0.05% de probabilidad para los factores: arena con una $F = 6.41$; M.O. con $F = 7.05$ y para la relación Ca/Mg con $F = 6.43$. En donde por consecuencia, el mayor coeficiente de determinación R^2 fue para la M.O. con 40.14%. Por lo cuál se tomó a ese último factor para continuar en una tercera etapa.

3.3. Tercera Etapa:

En el Cuadro 8A, relativo a los resultados de la organización en ocho categorías de las DOE de fertilizante fosfórico para los doce factores de la producción en presencia de los factores C.H. y M.O., correspondiente a la tercera etapa; lo más importante destacar son los promedios de las ocho categorías respecto a las exigencias de los sitios del parámetro en estudio, según el factor que tuvo la mayor diferencia entre promedios, en este caso el Mg. Podemos establecer que la categoría UBA (herbicida uréico, bajo en M.O. y alto en Mg) y la categoría HAA (herbicida hormonal, alto en M.O. y alto en Mg) tuvieron necesidades de fósforo iguales a cero. Es de hacer notar sin embargo, que en esta última categoría HAA solo se tuvieron datos experimentales de un sitio; lo cuál ya empieza a afectar a los promedios generales, o sean las DOE de fósforo que son las que analizamos.

La categoría que tuvo las más altas exigencias -

de fósforo, fue la UAA (herbicida uréico, alto en -- M.O. y alto en Mg), con requerimientos de 45 Kg/Ha, - razón por la cuál, consideramos que los efectos se - hallan confundidos dentro de las mismas interacciones 2,4,6 y 8, es decir, dejando en todos los casos el Mg bajo, hubo mayores requerimientos de fósforo; considerando independientemente al Mg de los otros dos factores C.H. y M.O.

El ANDEVA de las DOE de fertilizante fosfórico, según ocho categorías que se definieron para cada uno de los doce factores de la producción en presencia de los factores C.H. y M.O., se presentan en el Cuadro - 11. El factor significativo más alto, usando el 0.05 % de probabilidad que es el que se necesita en esta - categoría, fue el correspondiente a la combinación -- CH x MO x Mg y tuvo una $F_c = 3.9$ con un coeficiente $R^2 = 62.07\%$.

A continuación tenemos que verificar la permanencia de los factores CH y MO para establecer si se - asocian a la respuesta del parámetro en estudio. Los resultados de esta prueba de permanencia los podemos apreciar debajo de la línea del Cuadro 11, que estamos analizando.

Para la SC del modelo MO x Mg x CH se saca de - SCMR (31 gl) -SCMC (27 gl) = 12,103.92 -6069.52 = -- 6034.40 que al ser dividido dentro de los 4 g.l nos - da el CM = 1206.88 que se divide dentro del CM de los residuos en el modelo completo, que es igual a 224.80, resultándonos la F parcial = 6.71 que es un valor significativo al 0.10% de probabilidad; por lo cuál es - factor CH permanece dentro del análisis.

CUADRO 11.

"ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS DOE DE FERTILIZANTE FOSFORICO SEGUN OCHO CATEGORIAS DEFINIDAS PARA DOCE FACTORES DE LA PRODUCCION EN PRESENCIA DE LOS FACTORES C.H. Y M.O. TERCERA ETAPA"

| Modelo | FV | GL | SC | CM | FC | R ² | P A R C I A L E S | | | | | |
|---------------|------------|----|----------|---------|------|----------------|-------------------|---------|---------|-------|---------|----------|
| | | | | | | | GL | SC | CM | Fc | Ftab 5% | |
| F. Corrección | | | 21875 | | | | | | | | | |
| Total | | 34 | 16000 | | | | | | | | | |
| C.H.xM.O. | Categorías | 3 | 6421.90 | 2140.63 | 6.93 | 40.14 | | | | | | |
| | Residuos | 31 | 9578.1 | 308.97 | | | | | | | | |
| C.H.xM.O. | Cat. | 7 | 8165.48 | 1166.50 | 4.02 | 51.03 | 4 | 1743.58 | 435.89 | 1.5 | 2.37 | |
| X Arcilla. | Res. | 27 | 7834.52 | 290.17 | | | | | | | | |
| C.H.xM.O. | Cat. | 7 | 9363.15 | 1337.59 | 5.44 | 58.52 | 4 | 2941.25 | 735.31 | 2.99 | | |
| X Kíno. | Res. | 27 | 6636.85 | 245.81 | | | | | | | | |
| C.H.xM.O. | Cat. | 7 | 9571.73 | 1367.39 | 5.74 | 59.82 | 4 | 3149.83 | 787.46 | 3.31* | | |
| X Arena | Res. | 27 | 6428.27 | 238.09 | | | | | | | | |
| C.H.xM.O. | Cat. | 7 | 9110.04 | 1301.43 | 5.10 | 56.94 | 4 | 2688.14 | 272.03 | 2.63 | | |
| X Na | Res. | 27 | 6889.96 | 255.18 | | | | | | | | |
| C.H.xM.O. | Cat. | 7 | 8475 | 1210.71 | 4.34 | 52.97 | 4 | 2053.10 | 513.28 | 1.84 | | |
| X Ca | Res. | 27 | 7525 | 278.79 | | | | | | | | |
| C.H.xM.O. | Cat. | 7 | 9930.48 | 1418.64 | 6.31 | 62.07 | 4 | 3508.58 | 877.14 | 3.9 | | |
| X Mg | Res. | 27 | 6069.52 | 224.80 | | | | | | | | |
| C.H.xM.O. | Cat. | 7 | 9271.07 | 1324.44 | 5.31 | 57.94 | 4 | 2849.17 | 712.29 | 2.86 | | |
| X Ca x Mg | Res. | 27 | 6728.93 | 249.22 | | | | | | | | |
| C.H.xM.O. | Cat. | 7 | 7381.67 | 1054.52 | 3.30 | 46.14 | 4 | 959.77 | 239.94 | 0.75 | | |
| X K | Res. | 27 | 8618.33 | 319.20 | | | | | | | | |
| C.H.xM.O. | Cat. | 7 | 7617.78 | 1088.25 | 3.51 | 47.61 | 4 | 1195.88 | 298.97 | 0.96 | | |
| X P | Res. | 27 | 8382.22 | 310.45 | | | | | | | | |
| C.H.xM.O. | Cat. | 7 | 9013.15 | 1287.59 | 4.98 | 56.33 | 4 | 2591.25 | 647.81 | 2.50 | | |
| X Mg | Res. | 27 | 6986.85 | 258.77 | | | | | | | | |
| C.H.xM.O. | Cat. | 7 | 7152.98 | 1021.85 | 3.12 | 44.71 | 4 | 731.08 | 182.77 | 0.56 | | |
| X F.S. | Res. | 27 | 8847.02 | 327.67 | | | | | | | | |
| C.H.xM.O. | Cat. | 7 | 7826.67 | 1118.10 | 3.69 | 48.92 | 4 | 1404.77 | 351.19 | 1.16 | | |
| F. aplic. | Res. | 27 | 8173.33 | 302.72 | | | | | | | | |
| C.H.xMg. | Cat. | 3 | 3772.61 | 1256.24 | 3.18 | 23.52 | | | | | | |
| | Res. | 31 | 12237.29 | 394.75 | | | | | | | | Ftab 10% |
| MoxMg | Cat. | 3 | 5370.49 | 1790.16 | 5.22 | 33.56 | | | | | | |
| | Res. | 31 | 10629.51 | 342.89 | | | | | | | | |
| MoxMg | Cat. | 7 | 9930.48 | 1418.64 | 6.31 | 62.07 | 4 | 4559.99 | 1139.99 | 5.07 | 2.07 | |
| X C.H | Res. | 27 | 6069.52 | 224.80 | | | | | | | | |
| CHxMg | Cat. | 7 | 9930.48 | 1418.64 | 6.31 | 62.07 | 4 | 6167.77 | 1541.94 | 6.59 | 2.07 | |
| X M.O. | Res. | 27 | 6069.52 | 224.80 | | | | | | | | |

Para probar la MO, se usa un proceso igual que para la CH. De donde $SC (4 \text{ gl}) = SCRMR (31 \text{ gl}) - SCRMC (27 \text{ gl})$. De donde sustituyendo tenemos: $6167.77 = -- 12237.29 - 6069.52$. El CM es de 1541.94 y la F es de 6.86, por lo que este factor permanece para una cuarta etapa. (SCRMR = suma de cuadrados de los residuos del modelo reducido; y SCRMC = suma de cuadrados de los residuos del modelo completo).

3.4. Cuarta Etapa:

En el Cuadro 12, aparecen los resultados de la organización en dieciseis categorías de las DOE de fertilizante fosfórico para once factores de la producción en presencia de los factores CH, MO y Mg. Nos concentramos en el análisis del factor arena en donde podemos hacer algunas observaciones que tienen validez para los demás factores: de las 16 categorías que se pretendieron formar, solo resultaron 14, porque no existieron sitios experimentales en las categorías UBBB (herbicida uréico y bajos los factores MO, Mg y Arena); tampoco hubo sitios en la categoría HAAA (herbicida hormonal con niveles altos de MO, Mg y Arena). Por lo anterior empezamos a establecer que el número de sitios experimentales empieza a ser insuficiente para la inferencia que se trata de hacer.

Al comparar los promedios de la catorce categorías de los factores en el cuadro 12, que estamos analizando, nos damos cuenta que no se definen claramente las tendencias al cambiar de categorías alta a baja, para los distintos promedios de cada factor; lo cual nos hace creer que existe un enmascaramiento de los efectos en la interacción de los factores CH, MO, Mg y Arena, así como de otros factores incidentales -

CUADRO 12.

RESULTADOS DE LA ORGANIZACION EN DIECCISEIS CATEGORIAS DE LAS DOE DE FERTILIZANTE FOSFORICO PARA ONCE FACTORES DE LA PRODUCCION EN PRESENCIA DE LOS FACTORES CLASE DE HERBICIDA MATERIAL ORGANICO Y MAGNESIO. CUARTA ETAPA.

| Categ. | Factores | UBBB | UBSA | UBAB | UBAA | UABR | UABA | UAAB | UAAP | HBBU | HBBA | HBAB | HBAA | HABB | HABA | HAAB | HAAA |
|--------------------------|----------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| C.H.XM.O.x Mx Arcilla | M | 160 | -- | 0 | 0 | 140 | 155 | 40 | 185 | 45 | 50 | 20 | 20 | 0 | 60 | -- | 0 |
| | X | 32 | -- | 0 | 0 | 46.66 | 38.75 | 40 | 46.25 | 22.5 | 50 | 20 | 6.66 | 0 | 30 | -- | 0 |
| | #.Sitios | 5 | 0 | 2 | 3 | 3 | 4 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 0 | 1 |
| C.H.XM.O.x Mx LIMO | M | 140 | 20 | 0 | 0 | 175 | 120 | 135 | 90 | 0 | 95 | 0 | 40 | 0 | 60 | -- | 0 |
| | X | 35 | 20 | 0 | 0 | 43.75 | 40 | 45 | 45 | 0 | 47.50 | 0 | 20 | 0 | 30 | -- | 0 |
| | #.Sitios | 4 | 1 | 4 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 0 | 1 |
| C.H.XM.O. Mx Arena | M | - | 160 | 0 | 0 | 40 | 255 | 140 | 85 | 95 | 0 | 20 | 20 | 60 | 0 | 0 | - |
| | X | - | 32 | 0 | 0 | 40 | 42.50 | 46.67 | 42.50 | 47.5 | 0 | 6.67 | 10 | 60 | 0 | 0 | - |
| | #.Sitios | 0 | 5 | 2 | 2 | 1 | 6 | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 4 | 1 | 0 |
| C.H.XM.O. Mx L | M | 120 | 40 | 0 | 0 | 40 | 255 | - | 225 | 0 | 95 | 20 | 20 | 60 | 0 | -- | 0 |
| | X | 40 | 20 | 0 | 0 | 40 | 42.50 | - | 45 | 0 | 47.50 | 10 | 10 | 30 | 0 | - | 0 |
| | #.Sitios | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | 6 | 0 | 5 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 0 | 1 |
| C.H.XM.O. Mx Ca | M | 160 | - | 0 | 0 | 180 | 115 | - | 225 | 45 | 50 | 20 | 20 | 60 | 0 | - | 0 |
| | X | 32 | - | 0 | 0 | 45 | 38.33 | - | 45 | 22.5 | 50 | 20 | 6.67 | 15 | 0 | - | 0 |
| | #.Sitios | 5 | 0 | 1 | 4 | 4 | 3 | 0 | 5 | 2 | 1 | 1 | 3 | 4 | 1 | 0 | 1 |
| C.H.XM.O.x Mx Ca/Mg | M | 60 | 100 | 0 | - | 100 | 195 | 225 | - | 45 | 50 | 40 | - | 60 | 0 | 0 | - |
| | X | 30 | 33.33 | 0 | - | 50 | 39 | 45 | - | 22.5 | 50 | 10 | - | 20 | 0 | 0 | - |
| | #.Sitios | 2 | 3 | 5 | 0 | 2 | 5 | 5 | 0 | 2 | 1 | 4 | 0 | 3 | 2 | 1 | 0 |

CONTINUA CUADRO 12.

| Categorías FACTORES. | | UBBB | UBBA | UBAB | UBAA | UABB | UABA | UAAB | UAAA | HBBB | HBBA | HBAB | HBAA | HABB | HABA | HAAB | HAAA |
|-------------------------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| C.H.xM.).x | M(x) | 140 | 20 | 0 | 0 | 220 | 75 | 130 | 95 | 50 | 45 | 40 | - | 0 | 60 | - | 0 |
| MxK | X | 35 | 20 | 0 | 0 | 44 | 37.5 | 43.33 | 47.5 | 50 | 22.5 | 10 | - | 0 | 15 | - | 0 |
| #.Sitios | | 4 | 1 | 2 | 3 | 5 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 4 | 0 | 1 | 4 | 0 | 1 |
| C.H.xM.O. | M(x) | 110 | 100 | 0 | 0 | 195 | 100 | 185 | 40 | - | 45 | 20 | 20 | 60 | 0 | 0 | - |
| MxK | X | 36.67 | 33.33 | 0 | 0 | 39 | 50 | 46.25 | 40 | - | 22.5 | 20 | 6.67 | 20 | 0 | 0 | - |
| #.Sitios | | 3 | 3 | 3 | 2 | 5 | 2 | 4 | 1 | 0 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| C.H.xM.O. | M(x) | 100 | 60 | 0 | 0 | 120 | 175 | 90 | 135 | 0 | 95 | 20 | 20 | 60 | 0 | 0 | - |
| MxK | X | 33.33 | 30 | 0 | 0 | 40 | 43.75 | 45 | 45 | 0 | 47.5 | 10 | 10 | 60 | 0 | 0 | - |
| #.Sitios | | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 4 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 1 | 0 |
| C.H.xM.O. | M(x) | 80 | 80 | 0 | 0 | 205 | 90 | 90 | 135 | - | 95 | 20 | 20 | 60 | 0 | 0 | - |
| MxK | X | 40 | 26.67 | 0 | 0 | 41 | 45 | 45 | 45 | - | 47.5 | 20 | 6.67 | 30 | 0 | 0 | - |
| #.Sitios | | 2 | 3 | 2 | 3 | 6 | 2 | 2 | 3 | 0 | 3 | 1 | 3 | 2 | 3 | 1 | 0 |
| M.C.xM.O. | M(x) | 80 | 80 | 0 | 0 | 255 | 40 | 175 | 50 | 50 | 45 | 20 | 20 | 60 | 0 | - | 0 |
| MxK | X | 40 | 26.67 | 0 | 0 | 42.50 | 40 | 43.75 | 50 | 50 | 22.5 | 20 | 10 | 20 | 0 | - | 0 |
| #.Sitios | | 2 | 3 | 4 | 2 | 6 | 1 | 4 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 0 | 1 |

de la producción que no analizamos en este trabajo.

Para esta cuarta etapa en el Cuadro 13, está el análisis de varianza en serie, de las DOE de fertilizante fosfórico según dieciseis categorías definidas para cada uno de los once factores de la producción en presencia de los factores ya definidos: CH, MO y Mg. El valor de F al 0.05% de probabilidad que satisface el criterio de entrada, es el que le corresponde al modelo CH x Mg x Arena, con una magnitud de 5.59 y un valor de $R^2 = 89.21\%$, que también es el más alto dentro de estos coeficientes. El factor que seleccionamos en esta etapa, por lo tanto, es la arena, por ser la que se está asociando, o esta influenciando a las DOE de fertilizante fosfórico. También se puede interpretar como la existencia de una gran dependencia entre los factores interaccionantes CH, MO, Mg y Arena con el parámetro agronómico que estamos tratando.

En el Cuadro 14, está la prueba de permanencia individual de los factores CH, MO y Mg, en presencia de los tres factores restantes, para obtenerlos hemos usado el mismo procedimiento para la prueba de permanencia que se explicó en la tercera etapa.

Los resultados de esta prueba de permanencia nos indican que los tres factores para los que se realiza la prueba, como lo son CH, con una $F_c = 11.88$; la MO - cuya $F_c = 9.07$ y el Mg que tuvo la $F = 10.11$. Deben permanecer, por ser significativos al 0.05% de probabilidad. Y junto con la arena pueden pasar a una quinta etapa dentro del procedimiento.

Como conclusión de esta etapa, es importante volver al Cuadro 12, sobre la organización en dieciseis categorías de los once factores en presencia de CH, MO y Mg. En lo relativo al factor arena: Al sumar todas

CUADRO 13.

ANDEVA, DE LAS DOE DE FERTILIZANTE FOSFORICO SEGUN DIECISEIS CATEGORIAS DEFINIDAS POR ONCE FACTORES DE LA PRODUCCION EN PRESENCIA DE LOS FACTORES C.H., M.O. y Mg. CUARTA ETAPA.

| MODELO | F.V | GL | SC | CM | FC | R ² | GL | PARCIALES | | | | |
|------------------------|------|----|----------|---------|-------|----------------|----|-----------|--------|-------|---------|--|
| | | | | | | | | SC | CM | FC | Ft 0.05 | |
| FACTORES DE CORRECCION | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | 34 | 16,000 | | | 21,875 | | | | | | |
| C.H.x M.O. | Cat. | 7 | 9930.48 | 1418.64 | 6.31 | 62.07 | | | | | | |
| x Mg | Res. | 27 | 6069.52 | 224.80 | | | | | | | | |
| C.H.x M.O. | Cat. | 14 | 11786.67 | 841.90 | 4.0 | 73.67 | 9 | 1856.19 | 206.24 | 0.98 | 2.40 | |
| Mg x arcilla | Res. | 20 | 4213.33 | 210.67 | | | | | | | | |
| C.H. x M.O. | Cat. | 15 | 13118.75 | 874.58 | 5.77 | 81.99 | 10 | 3188.27 | 318.83 | 2.10 | 2.38 | |
| x Mg x limo | Res. | 19 | 2881.25 | 151.64 | | | | | | | | |
| C.H. x M.O. | Cat. | 14 | 14274.17 | 1019.58 | 11.02 | 89.21 | 9 | 4343.69 | 482.63 | 5.59* | 2.40 | |
| x Mg x Arena | Res. | 20 | 1725.83 | 86.29 | | | | | | | | |
| C.H. x M.O. | Cat. | 14 | 13000. | 928.57 | 6.19 | 81.25 | 9 | 3069.52 | 341.06 | 2.27 | 2.40 | |
| x Mg x Na. | Res. | 20 | 3000 | 150 | | | | | | | | |
| C.H. x M.O. | Cat. | 13 | 10824.17 | 832.63 | 3.38 | 67.65 | 8 | 893.69 | 111.71 | 0.45 | 2.42 | |
| x Mg x Ca. | Res. | 21 | 5175.83 | 246.47 | | | | | | | | |
| C.H. x M.O. | Cat. | 12 | 11100.83 | 925.07 | 4.15 | 69.38 | 7 | 1170.35 | 167.19 | 0.75 | 2.47 | |
| x Mg x Ca/Mg. | Res. | 22 | 4899.17 | 222.69 | | | | | | | | |
| C.H. x M.O. | Cat. | 14 | 10875.83 | 776.85 | 3.03 | 67.97 | 9 | 945.35 | 105.04 | 0.41 | 2.40 | |
| x Mg x K | Res. | 20 | 5124.17 | 256.21 | | | | | | | | |
| C.H. x M.O. | Cat. | 14 | 10998.75 | 785.63 | 3.14 | 68.74 | 9 | 1068.27 | 118.7 | 0.47 | 2.40 | |
| x Mg x P. | Res. | 20 | 5001.25 | 250.06 | | | | | | | | |
| C.H. x M.O. | Cat. | 15 | 14352.08 | 956.81 | 11.03 | 89.70 | 10 | 4421.6 | 442.16 | 5.10* | 2.38 | |
| x Mg x pH | Res. | 19 | 1647.82 | 86.73 | | | | | | | | |
| C.H. x M.O. | Cat. | 14 | 11380 | 812.86 | 3.52 | 71.12 | 9 | 1449.52 | 161.09 | 0.70 | 2.40 | |
| x Mg x F.s. | Res. | 20 | 4620 | 231 | | | | | | | | |
| C.H. x M.O. | Cat. | 15 | 11364.58 | 757.64 | 3.11 | 71.03 | 10 | 1434.10 | 143.11 | 0.59 | 2.38 | |
| x Mg x F.aplic. | Res. | 19 | 4635.42 | 243.97 | | | | | | | | |

CUADRO 14.
 PRUEBA DE PERMANENCIA INDIVIDUAL DE LOS FACTORES CH.MO. Y Mg. EN PRESENCIA DE TRES
 FACTORES RESTANTES.

CUARTA ETAPA

| MODELO | FV | GL | SC | CM | Fc | R ² | GL | SC | CM | FC | FT 10% |
|---------------|-----|----|-----------|----------|-------|----------------|----|----------|---------|-------|--------|
| F. Corrección | | | 21,875 | | | | | | | | |
| Total | | | 16,000 | | | | | | | | |
| CHxMOxArena | Cat | 7 | 9,571.73 | 1,367.39 | 4.71 | 59.82 | | | | | |
| | Res | 27 | 7,834.52 | 290.17 | | | | | | | |
| CHxMgxArena | Cat | 7 | 8,796.40 | 1,256.63 | 4.71 | 54.98 | | | | | |
| | Res | 27 | 7,203.60 | 266.80 | | | | | | | |
| MOxMgxArena | Cat | 7 | 7,099.17 | 1,014.17 | 3.80 | 44.37 | | | | | |
| | Res | 27 | 8,900.83 | 329.66 | | | | | | | |
| CHxMO. Arena | Cat | 14 | 14,274.17 | 1,019.58 | 11.82 | 89.21 | 7 | 6,108.69 | 872.67 | 10.11 | 2.04 |
| xMg | Res | 20 | 1,725.83 | 86.29 | | | | | | | |
| CHxMgxArena | Cat | 14 | 14,274.17 | 1,019.58 | 11.82 | 89.21 | 7 | 5,477.77 | 782.54 | 9.07 | 2.04 |
| xMO. | Res | 20 | 1,725.83 | 86.29 | | | | | | | |
| MOxMgxArena | Cat | 14 | 14,274.17 | 1,019.58 | 11.82 | 89.21 | 7 | 7,175.00 | 1025.00 | 11.88 | 2.04 |
| xC.H. | Res | 20 | 1,725.83 | 86.29 | | | | | | | |

las categorías que tienen la última letra de la codificación "B", es decir que el porcentaje de arena está en su nivel bajo, nos resultó la cantidad de 200.84, con un promedio de 28.69 Hg/Ha (aproximadamente 30 al redondear). Y para la categoría con la última letra de la codificación "A", o sean los niveles altos del porcentaje de arena, la sumatoria resultó ser de 127 y el promedio 18.14 Kg/Ha. (aproximadamente 20 Kg). - Interpretando los resultados la conclusión radica en que la arena fue significativa, o sea que se encuentra influenciando el aprovechamiento de fósforo por el cultivo, y se logró establecer que niveles bajos de arena o sea inferiores al 60% (59.81% según Cuadro 3.) tienen requerimientos de 30 Kg/Ha. Y que niveles altos de arena, es decir porcentajes mayores del 60% en el suelo, tienen requerimientos de 20 Kg/Ha únicamente.

Resumiendo la aplicación del Método CP, a las DOE de fertilizante fosforado, pudimos inferir a través de las cinco etapas discutidas, que los factores que se encuentran asociados a la expresión de las DOE son en su orden CH, MO., Mg y Arena.

4. Aplicación del Método CP al parámetro agronómico DOE de densidad de población.

4.1. Primera Etapa:

En el Cuadro 9A del apéndice, están los resultados de la organización en categorías de las DOE de densidad de población para los catorce factores; al observar los resultados, es bien notoria la diferencia de los promedios en requerimientos de semilla (densidad de población) al usar herbicidas uréicos versus herbici-

das hormonales. Esta diferencia fue de 29.69 Kg/Ha. Por lo tanto podemos aseverar que se necesita mayor cantidad de semilla al usar un herbicida derivado de la urea.

En el Cuadro 10A del apéndice, se encuentra el análisis de varianza en serie de las categorías formadas con las DOE de densidad de población para la búsqueda de factores de diagnóstico. El valor más alto de la F calculada fue para CH, con una $F_c = 18.36\%$ por lo que este factor es el que más se está asociando al parámetro agronómico. Y por lo tanto CH pasó a una segunda etapa.

4.2. Segunda Etapa:

En el Cuadro 11 del apéndice, podemos analizar entre lo más importante que los niveles altos de potasio en las categorías UA y HA con promedio 123.75 y 75.71 Kg/Ha respectivamente, son más altos que los niveles bajos de potasio, en las categorías UB y HB, que tienen 90 y 68.33 Kg/Ha de semilla respectivamente. También podemos observar que las dos categorías formadas con el factor herbicida uréico y potasio, UB y UA, tuvieron promedios mayores a las categorías con herbicida hormonal, HB y HA. Podemos concluir que los niveles altos de potasio requirieron mayor cantidad de semilla y que al interaccionar la clase de herbicida y el potasio, los promedios indican que la expresión de mayor requiriendo de semilla está independiente del potasio y en función del herbicida uréico.

En el Cuadro 12A del apéndice, relativo al análisis de varianza en serie de las DOE de densidad de población, observamos que el valor de F_c al 0.05% de probabilidad para el potasio es de 3.48 y su coeficiente

de determinación $R^2 = 33.32\%$. Por lo que el factor potasio es seleccionado para una tercera etapa. En la parte baja del cuadro aparece la prueba de permanencia del factor CH, resultando significativa al usar F al 0.05% de probabilidad, con un valor de 6.16.

4.3. Tercera Etapa:

En el Cuadro 13A del apéndice, está el análisis de varianza de las DOE de densidad de población según ocho categorías definidas para cada uno de los doce factores de la producción que no han sido extraídos como factores de diagnóstico, en las dos etapas anteriores; en combinación con los factores CH y potasio ya definidos. En los resultados no hay ningún factor significativo al 0.05% de probabilidad, lo cuál nos hace suponer que la asociación entre cada uno de los factores y el parámetro densidad de población, pueda estar enmascarando por la influencia de otros factores de la producción, o bien, que aparte de los factores ya establecidos con los análisis en las dos etapas anteriores, ya no hay otro factor que inflencie grandemente al parámetro en estudio. Y por lo tanto, de la aplicación del Método CP al parámetro agronómico DOE de densidad de población, se consideran los factores que se definieron a través de las tres etapas de que constó el análisis, siendo estos CH y potasio.

5. Diseño de Recomendaciones:

Usaremos la relación de los tratamientos óptimos económicos de capital ilimitado con las condiciones experimentales para que sirvan de base para diseñar recomendaciones. Ya aplicamos el Método CP sucesivamente a los parámetros agronómicos: rendimientos medios, DOE de fertilizantes ni trogenado y fosfórico, así como DOE de densidad de población. Turrent (14) menciona que como cada uno de los parámetros agronómicos es una combinación lineal de las observaciones, los errores están distribuidos en forma normal, de donde, cualquier combinación lineal de los parámetros agronómicos también será normal. Es por esto que -- las pruebas de hipótesis que se involucran en el Método - CP y que implican normalidad, se podrán aplicar cuando se use cada uno de los parámetros agronómicos mencionados.

Los factores que se asociaron con los rendimientos medios y con las DOE de fertilizantes y con densidad de población; son diferentes en la mayoría de los casos y existen factores que son comunes como se detalla a continuación:

CUADRO 15. FACTORES DE LA PRODUCCION QUE SE ASOCIARON A LA VARIABILIDAD DE LOS PARAMETROS AGRONOMICOS EN ESTUDIO.

| Parámetros Agronómicos | Coefficiente de de terminación en % | Factores de la Producción |
|------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| Rendimiento medio | 17.32 | CH |
| DOE de Nitrógeno | 14.78 | Limo |
| DOE de Fósforo | 89.91 | CH, M.O. Mg y Arena |
| DOE de Densidad | 33.32 | CH y Potasio |

Del Cuadro 15, podemos partir para diseñar las recomendaciones de una manera integrada, en función de los factores

de respuesta.

5.1. Análisis de los factores significativos

5.1.1. Clase de Herbicida:

Con el uso de Ureas sustituidas como herbicidas, se obtuvo un promedio de rendimiento de 680 Kg/Ha mayor que usando herbicidas hormonales. Además, se pudo determinar que con el uso de ureas sustituidas, el cultivo requiere aproximadamente 16 Kg/Ha -- más de fósforo que al usar herbicidas hormonales. -- Las ureas substituidas requieren aproximadamente 30 Kg/Ha, más de semilla para la siembra, que con el uso de los hormonales. Por lo anterior, podemos decir que las dos diferentes clases de herbicidas originan dos diferentes sistemas de producción, y que un sistema es más eficiente porque requiere mayor -- proporción de insumos pero que también produce mayor rendimiento.

Sin embargo, los resultados respecto a este factor estudiado, no son concluyentes, toda vez que la medición de su respuesta no se hizo en forma directa por las siguientes razones:

- a) No se tuvieron las diferentes clases de herbicidas para cada sitio experimental, contemplando la variabilidad de los ecosistemas de las melezas -- que compiten con el trigo.
- b) Por las razones anteriores, no pudo haber inferencia económica, pero al haberse asociado la clase de herbicida a la variabilidad de los parámetros agronómicos estudiados.

5.1.2. Potasio:

Es necesario recomendar dosis arbitrarias para reducir su deficiencia o bien su no disponibilidad, en los suelos del área de trabajo. Se usará el nivel promedio que se utilizó para determinar categorías baja y alta (Cuadro 3), y que fue de 185 p.p.m., de potasio este dato lo debemos de obtener por medio del análisis de suelos previo a la siembra. El nivel compensatorio podría ser similar al que se recomienda para fósforo, con fines prácticos al utilizar una fórmula completa al momento de sembrar, como lo es el triple quince (15-15-15), para suelos con niveles inferiores a las 185 p.p.m. y, en el caso de suelos con cantidades mayores a las 185 p.p.m. se recomienda no usar absolutamente nada de potasio. Esta decisión es una recomendación preliminar, que está pendiente de ser investigada en el área.

5.1.3. Magnesio:

Cuando el análisis del suelo en el laboratorio, nos indique que tenemos menos de 0.72 me/100 -- gramos de suelo en el suelo, debemos de pensar en hacerle enmiendas al suelo.

La hipótesis sobre su deficiencia también fue manejada indirectamente. Al respecto podemos hacer algunas consideraciones teóricas: el magnesio no aparece sólo en el suelo sino en forma de silicatos y carbonatos, por lo que la práctica de "encaladura" -- con caliza dolomítica neutraliza la acidez del suelo y hace un gran aporte de magnesio. La dolomita pura

contiene alrededor de 21% de Mg O. Se calcula que una tonelada de cal dolomítica hidratada, pura, contiene aproximadamente 186 Kg de magnesio.

Bear, Firman E. (1) indica que "si el suelo contiene reservas adecuadas del elemento magnesio, su liberación puede acelerarse por la incorporación de materia orgánica y aprovechar ventajosamente la acción disolvente del ácido carbónico y nítrico originados en su descomposición".

"El efecto de estos ácidos puede resultar perjudicial en los minerales del suelo que no contienen magnesio".

"El magnesio absorbido por una planta depende en gran parte de la cantidad de potasio de que disponga aquella para su uso. Si la planta tiene abundancia de potasio a su disposición, su contenido de magnesio será relativamente bajo".

Cuando se suministran cantidades grandes de potasio al suelo conviene aplicar magnesio adicional. Hay fertilizantes que contienen magnesio en forma de sulfatos de magnesio, o sulfatos de potasa y magnesio, magnesita y dolomita pulverizada, o bien hidratada.

Haciendo uso de las consideraciones teóricas anteriores para fines de dar una recomendación preliminar, sugerimos encaladuras, con cal dolomítica, de la que existen fuentes en la región, preferentemente deberá usarse cal hidratada y pulverizada.

Hemos hecho sugerencias en lo relativo al potasio y al magnesio, hasta esta parte del trabajo, y cabe -

señalar enfatizándolo, que se necesita investigar en el futuro dentro de los parámetros nitrógeno, fósforo y densidad de población, al potasio y magnesio; - para poder hacer aproximaciones para el uso de estos dos factores en una forma racionalmente económica. Y que dejen de constituir deficiencias, para poderlos eliminar como factores de diagnóstico.

5.1.4. Materia Orgánica:

También la hipótesis de su suficiencia se manejó indirectamente, y resultó ser otro factor de la producción, que se convirtió en factor diagnóstico. Tenemos que empezar por decir que creemos necesario hacer aplicaciones de material orgánico a todos los suelos que comprendieron el área de estudio, por -- las consabidas ventajas que representan para la textura de los mismos estas prácticas que están desapareciendo del Valle de Quetzaltenango, paulatinamente en el transcurrir del tiempo, por diversas causas -- dentro del proceso de producción. Sin embargo y de acuerdo con los resultados de este trabajo, cuando - el nivel de M.O. sea inferior al 3.56%, ya debemos pensar en su aplicación en forma urgente a los sue-- los.

Investigaciones llevadas a cabo por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), dentro de la Región nos indican que un nivel de 3 TM/Ha es una dosis óptima económica, de materia orgánica para ser - usada en maíz, con el consiguiente provecho para el trigo, por la rotación que comúnmente utiliza el -- agricultor de sembrar maíz-trigo, en forma alternada en años sucesivos.

5.1.5. Limo y Arena:

Al haber discutido lo relativo a los factores: CH, Potasio, Magnesio y M.O., diseñamos las recomendaciones por medio de los factores de respuesta que se consideran inmodificables, como lo son el limo y la arena. Para estos dos factores, se generarán todos los casos o combinaciones posibles de un factorial 2^n . En este factorial la base representa las categorías alta y baja en que se codificaron los factores, y el exponente representa el número total de factores que de alguna manera afectaron las DOE de la recomendación. De donde tendremos $2^2 = 4$.

CUADRO 16 Factores de respuesta y sus recomendaciones.

| No. | Limo (1) | Arena Limo (2) | N | Kg/Ha. | |
|-----|----------|-------------------|-----|------------------|-------|
| | | | | P ₂₀₅ | D (3) |
| 1 | B | B | 85 | 30 | 90 |
| 2 | B | A | 85 | 20 | 90 |
| 3 | A | B | 105 | 30 | 90 |
| 4 | A | A | 105 | 20 | 90 |

- (1): 24.59% fue el parteaguas usado entre categorías alta y baja.
- (2): 59.81% fue el parteaguas usado para este factor.
- (3): El nivel de densidad de siembra adoptado fue el mismo que nos reportó el promedio de las DOE de los teintaicinco experimentos que aparecen en el Cuadro 2., por no haber sido influenciado este parámetro por ningún factor

inmodificable de la producción.

5.2. Análisis económico de las recomendaciones:

CUADRO 17. Proyección del costo económico estimativo en - 1,000 Has de cultivo de trigo durante un ciclo agrícola, usando las recomendaciones generadas comparandolas con la recomendación general.

| Categorías | Frecuen- cias | % | %en área respecto a 1,000Ha* | Costo Q/Ha** | Costo por área | Totales. Q. |
|--|------------------|-----|------------------------------------|-----------------|-------------------|----------------|
| 1. BB | 3 | 8 | 80 | 80 | 6,400 | |
| 2. BA | 16 | 46 | 460 | 72 | 33,120 | |
| 3. AB | 10 | 29 | 290 | 93 | 26,970 | |
| 4. AA | 6 | 17 | 170 | 86 | 14,620 | 81,110 |
| Sumatorias | | 100 | 1,000 | | | |
| Recomendación \bar{x} | | 100 | 1,000 | 97 | 97.000 | 97,000 |
| Ahorro en Q. al usar las recomendaciones de los agro sistemas. | | | | | | 15,890 |

* Proyectando las frecuencias de los estratos que se obtuvieron en los 35 sitios experimentales.

** Usando fertilizantes 20-20-0 a Q. 13/qq y 46-0-0 a Q.14/qq.

En el Cuadro 17. Podemos visualizar claramente la magnitud de la diferencia de costo de producción, utilizando la recomendación general que se usa actualmente, y usando las recomendaciones producto de las estratificaciones del área en estudio. El ahorro es del 16% de la inversión en fertilizantes, en la siembra de 1,000 Ha, lo cual impactará sensiblemente las bajas rentabilidades que están obteniendo los agricultores en la actualidad. Con estos resultados creemos haber llenado los objetivos del presente estudio. Haciendo --

mayor inferencia de los datos experimentales existentes, y -
obteniendo recomendaciones más precisas para el uso de los
tricultores del área; pudiendo asegurar que con estas re-
comendaciones conseguirán rendimientos apropiados a más ba
jos costos y riegos de inversión.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. CONCLUSIONES:

- 1.1 Por medio de los factores que se estudiaron no se estratificaron agrosistemas en el área estudiada.
- 1.2 Usando la Metodología CP, se definieron factores significativos, por medio de los cuales es posible disminuir los riesgos.
- 1.3 La clase de herbicida le imprimió variabilidad a los rendimientos promedio.
- 1.4 El porcentaje de limo interviene en el aprovechamiento de las dosis de fertilizante nitrogenado.
- 1.5 La combinación de la clase de herbicida, la materia orgánica, el magnesio y la arena, se relacionan con la aplicación de dosis distintas de fertilizante fosfórico.
- 1.6 La clase de herbicida y las cantidades existentes en los suelos de potasio, afectan las cantidades de semilla.
- 1.7 Se definieron cuatro condiciones diferentes de producción, por medio de los factores limo y arena, que incidieron en los requerimientos de nitrógeno y fósforo: Primera: Proporciones de limo < 25% y arena < 60%; Segunda: Proporciones de limo < 25% y arena > 60%; Tercera: Proporciones de limo > 25% y arena < 60%; Cuarta: Proporciones de limo > 25% y arena > 60% .

1.8 Se concluyó que mediante el uso de las recomen-
daciones generadas, se obtienen economías en -
el uso de fertilizantes de Q 15,800 en 1,000 Has de
cultivo, obteniéndose rendimientos del orden de las
3.5 TM/Ha, para las distintas condiciones de producci
ón.

2. RECOMENDACIONES:

2.1 Se establecieron recomendaciones para cada una
de las diferentes condiciones de producción, -
así: 1a. 85 - 30 Kg/Ha; 2a. 85-20 Kg/Ha; 3a. ---
105-30 Kg/Ha, y 4a. 105-20 Kg/Ha, de elemento puro
de nitrógeno y fósforo respectivamente.

2.2 Se debe aplicar materia orgánica al suelo cuando
el nivel sea menor al 3.56% .

2.3 Se deben efectuar aplicaciones de cal dolomítica
ca, preferentemente hidratada y pulverizada, -
cuando existan en el suelo menos de 0.72 me/100 gram
os de suelo.

2.4 Incorporar a la investigación el estudio de los
factores: potasio, magnesio, clases de herbicida
da combinados con fertilización fosfórica y densidades
des de siembra, y del factor materia orgánica.

VIII. B I B L I O G R A F I A :

1. BEAR, F. E. Suelos y fertilizantes. 3a. edición, Barcelona, Omega, 1963.
2. ESTRADA LIGORRIA, L.A.P. El agrosistema un método práctico y preciso para diseñar tecnología de producción para el cultivo de maíz bajo condiciones de temporal en la parte sur del estado de Tlaxcala. Tesis Mag. Sci. Chapingo, México, Colegio de Post-graduados, Escuela Nacional de Agricultura, 1977.
3. GONZALEZ, D. G. E. C. Método para generar ecuaciones empíricas generalizadas de respuesta del maíz a varios factores ambientales bajo condiciones de temporal. Tesis Mag. Sci. Chapingo, México, Colegio de Post-graduados, Escuela Nacional de Agricultura, 1976.
4. GONZALEZ, G. R. Obtención de una ecuación empírica para producir rendimientos y calcular dosis óptimas económicas de nitrógeno y fósforo para el cultivo de papa, en el oriente de Cundinamarca, Colombia. Tesis Mag. Sci. Chapingo, México. Colegio de Post-graduados, Escuela Nacional de Agricultura, 1974.
5. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Mapa climatológico preliminar de la República de Guatemala, según el Sistema Thorntwaite.. Guatemala, s.f.

6. HERRERA, J. M. Determinación de agrosistemas en el Valle de Quetzaltenango para el cultivo de maíz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1979.
7. HOLDRIDGE, L.R. Mapa ecológico de Guatemala. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (Guatemala) Materiales de Enseñanza en Café y Cacao. No.16. 1959.
8. MAZARIEGOS ANLEU, F. J. Estudio agrológico semidetallado de suelos para riego del proyecto Quetzaltenango. Guatemala, Dirección General de Recursos Naturales Renovables, División de Suelos, - 1971.
9. ORTIZ, D. R. Aplicaciones prácticas del enfoque de agrosistemas para estratificar diferentes condiiciones 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 Mag. Sci. Chapingo, México, Colegio de Post-graduados, Escuela Nacional de Agricultura, 1977.
10. RODRIGUEZ, S.T. Comparación de algunos métodos para generar ecuaciones empíricas de respuesta del - maíz a varios factores ambientales bajo condi--ciones de temporal. Tesis Mag. Sci. Chapingo, - México, Colegio de Post-graduados, 1975.

11. SCHMOOCK PIVARAL, W. J. Algunos métodos para el diseño y evaluación de agrosistemas de maíz y de trigo en el Valle de Quetzaltenango. Tesis -- Mag. Sci. Chapingo, México, Colegio de Post-graduados, Escuela Nacional de Agricultura, -- 1976.
12. TURRENT FERNANDEZ, A. El agrosistema un concepto -- útil de la disciplina de productividad. Chapingo, México, Rama de Suelos, Colegio de Post--graduados, Escuela Nacional de Agricultura, -- No. 3 1978.
13. . El método gráfico-estadístico para la in--terpretación económica de experimentos conducidos con la matriz Plan Puebla I. Chapingo, Mé--xico, Colegio de Post-graduados, Escuela Nacional de Agricultura, 1978.
14. . El método CP para el diseño de agrosiste--mas, escritos sobre la metodología de la inves--tigación en productividad de agrosistemas, Cha--pingo, México, Colegio de Post-graduados, Es--cuela Nacional de Agricultura, No.8. 1979.
15. TURRENT FERNANDEZ, A. y LAIRD, R.J. La matriz expe--rimental Plan Puebla, para ensayos sobre prác--ticas de producción de cultivos. Chapingo, Mé--xico, Colegio de Post-graduados, Escuela Na--cional de Agricultura, No.1 1975.

V. B. C. J. P. M. S.



IX. APENDICE

CUADRO 1A.
 RESULTADOS DE LA ORGANIZACION EN DOS CATEGORIAS DE LAS DOE DE NITROGENO PARA LOS CATORCE FACTORES DE
 DIAGNOSTICO PRIMERA ETAPA

| | | Arcilla | | Limo | | Arena | | M.O | | N.a | |
|----------------|-----------------|---------|-------|-------|--------|-----------------|--------|------------------|-------|-------|-------|
| | | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A |
| No. de Sitios | X ₁₁ | 1470 | 1760 | 1660 | 1570 | 1300 | 1930 | 1580 | 1650 | 990 | 2240 |
| | | 86.47 | 97.78 | 83 | 104.67 | 100 | 87.73 | 92.94 | 91.67 | 90 | 93.33 |
| | | 17 | 18 | 20 | 15 | 13 | 22 | 17 | 18 | 11 | 24 |
| | | Ca | | Mg | | Ca/Mg | | K | | P | |
| | | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A |
| No. de Sitios | X ₁₂ | 1430 | 1800 | 1890 | 1340 | 2060 | 1170 | 1830 | 1400 | 1830 | 1400 |
| | | 84.12 | 100 | 94.50 | 89.33 | 85.83 | 106.36 | 91.50 | 93.33 | 91.50 | 93.33 |
| | | 17 | 18 | 20 | 15 | 23 | 12 | 20 | 15 | 20 | 15 |
| | | pH | | Ps | | Fapl.Herbicida. | | Clase Herbicida. | | | |
| | | B | A | B | A | B | A | B | A | | |
| No. de Sitios. | X ₁₃ | 1190 | 2040 | 1260 | 1979 | 1960 | 1270 | 1970 | 1260 | | |
| | | 85 | 97.14 | 84 | 98.50 | 93.33 | 90.71 | 89.55 | 96.92 | | |
| | | 14 | 21 | 15 | 20 | 21 | 14 | 22 | 13 | | |

CUADRO 2A.

"ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS DOE DE FERTILIZANTE NITROGENADO DEFINIDAS POR CATORCE FACTORES DE LA PRODUCCIÓN" PRIMERA ETAPA.

| Modelo | Fuentes de Variación | G.L | | | | |
|----------|----------------------|-----|------------|---------|------|-------|
| | Factor de Corrección | | 298,082.86 | | | |
| | Total | 34 | 27217.14 | | | |
| Arcilla | Categorías | 1 | 1117.80 | 1117.80 | 1.41 | 2.88 |
| | Residuos | 33 | 26099.35 | 790.89 | | |
| Limo | Cat. | 1 | 4023.81 | 4023.81 | 5.73 | 14.78 |
| | Res. | 33 | 23193.33 | 702.83 | | |
| Arena | Cat. | 1 | 1230.78 | 1230.78 | 1.56 | 4.52 |
| | Res. | 33 | 25986.36 | 787.47 | | |
| M.O | Cat. | 1 | 14.20 | 14.20 | 0.02 | 0.05 |
| | Res. | 33 | 27202.94 | 824.33 | | |
| Na. | Cat. | 1 | 83.81 | 83.81 | 0.10 | 0.31 |
| | Res. | 33 | 27133.33 | 822.22 | | |
| Ca. | Cat. | 1 | 2205.38 | 2205.38 | 2.91 | 8.10 |
| | Res. | 33 | 25011.76 | 757.93 | | |
| Mg. | Cat. | 1 | 228.81 | 228.81 | 0.28 | 0.84 |
| | Res. | 33 | 26988.33 | 617.83 | | |
| Ca/Mg. | Cat. | 1 | 3179.26 | 3179.26 | 4.36 | 11.68 |
| | Res. | 33 | 24037.88 | 728.42 | | |
| K | Cat. | 1 | 28.81 | 28.81 | 0.03 | 0.11 |
| | Res. | 33 | 27188.33 | 823.89 | | |
| P | Cat. | 1 | 28.81 | 28.81 | 0.03 | 0.11 |
| | Res. | 33 | 27188.33 | 823.89 | | |
| pH | Cat. | 1 | 1238.57 | 1238.57 | 1.57 | 4.55 |
| | Res. | 33 | 25978.57 | 787.23 | | |
| P.s. | Cat. | 1 | 1802.14 | 1802.14 | 2.34 | 6.62 |
| | Res. | 33 | 25415.00 | 770.15 | | |
| F.Aplic. | Cat. | 1 | 57.62 | 57.62 | 0.07 | 0.21 |
| | Res. | 33 | 27159.52 | 823.02 | | |
| C.H. | Cat. | 1 | 444.77 | 444.77 | 0.55 | 1.63 |
| | Res. | 33 | 26772.38 | 811.28 | | |

CUADRO 4A.
 RESULTADOS DE LA ORGANIZACION EN DOS CATEGORIAS DE LAS DOE DE FOSFORO PARA LOS CA-
 TORCE FACTORES DE DIAGNOSTICO. PRIMERA ETAPA.

| | | Arcilla | | Limo | | Arena | | M.O. | | Na | |
|------------|------|---------|-------|-------|-------|---------------|-------|--------------------|-------|-------|-------|
| | | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A |
| No. sitios | W(x) | 405 | 470 | 450 | 425 | 355 | 520 | 295 | 580 | 240 | 635 |
| | | 23.82 | 26.11 | 22.5 | 28.33 | 27.31 | 23.64 | 13.41 | 32.22 | 21.82 | 26.46 |
| | | 17 | 18 | 20 | 15 | 13 | 22 | 17 | 18 | 11 | 24 |
| | | Ca | | Mg | | Ca/Mg | | K | | P | |
| | | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A |
| No. sitios | W(x) | 465 | 410 | 610 | 265 | 530 | 345 | 580 | 295 | 570 | 305 |
| | | 27.35 | 22.78 | 30.50 | 17.67 | 22.08 | 31.36 | 29 | 19.67 | 28.5 | 20.33 |
| | | 17 | 18 | 20 | 15 | 24 | 11 | 20 | 15 | 20 | 15 |
| | | pH | | F.s. | | F. Aplicación | | Clase de Herbicida | | | |
| | | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A |
| No. sitios | W(x) | 390 | 485 | 455 | 420 | 640 | 235 | 680 | 195 | | |
| | | 27.86 | 23.10 | 30.33 | 21 | 30.48 | 16.79 | 30.91 | 15 | | |
| | | 14 | 21 | 15 | 20 | 21 | 14 | 22 | 13 | | |

CUADRO 5A.
ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS DOE DE FERTILIZANTE FOSFORICO SEGUN DOS CATEGORIAS DEFINIDAS
POR CATORCE FACTORES DE LA PRODUCCION. PRIMERA ETAPA"

| MODELO | FV | G.L | S.C | C.M. | Fc | R ² | F _{tab.10%} |
|-------------------|------------|-----|----------|---------|--------|----------------|----------------------|
| Factor Corrección | | | 21875 | | | | |
| Total | | 34 | 16000 | | | | |
| Arcilla | Categorías | 1 | 45.75 | 45.75 | 0.09 | 0.29 | 2.88 |
| | Residuos | 33 | 15954.25 | 483.46 | | | |
| Limo | Categorías | 1 | 291.67 | 291.67 | 0.61 | 1.82 | |
| | Residuos | 33 | 15708.33 | 476.01 | | | |
| Arena | Categorías | 1 | 110.14 | 110.14 | 0.23 | 0.69 | |
| | Residuos | 33 | 15889.86 | 481.51 | | | |
| M.O. | Categorías | 1 | 1933.01 | 1933.01 | 4.53 * | 12.08 | |
| | Residuos | 33 | 14066.99 | 426.27 | | | |
| Na | Categorías | 1 | 162.41 | 162.41 | 0.34 | 1.02 | |
| | Residuos | 33 | 15837.59 | 479.93 | | | |
| Ca | Categorías | 1 | 183.01 | 183.01 | 0.38 | 1.14 | |
| | Residuos | 33 | 15816.99 | 479.30 | | | |
| Mg | Categorías | 1 | 1411.67 | 1411.67 | 3.19 * | 8.82 | |
| | Residuos | 33 | 14588.33 | 442.07 | | | |
| Ca/Mg | Categorías | 1 | 649.62 | 649.62 | 1.40 | 4.06 | |
| | Residuos | 33 | 15350.38 | 465.16 | | | |
| K | Categorías | 1 | 746.67 | 746.67 | 1.62 | 4.67 | |
| | Residuos | 33 | 15253.33 | 462.22 | | | |
| P | Categorías | 1 | 571.67 | 571.67 | 1.22 | 3.57 | |
| | Residuos | 33 | 15428.33 | 467.53 | | | |
| pH | Categorías | 1 | 190.48 | 190.48 | 0.40 | 1.19 | |
| | Residuos | 33 | 15809.52 | 479.08 | | | |
| F.S. | Categorías | 1 | 746.67 | 746.67 | 1.62 | 4.67 | |
| | Residuos | 33 | 15253.33 | 462.22 | | | |
| F. Aplic. | Categorías | 1 | 1574.40 | 1574.40 | 3.60 * | 9.84 | |
| | Residuos | 33 | 14425.6 | 437.17 | | | |
| C.H. | Categorías | 1 | 2068.18 | 2068.18 | | | |
| | Residuos | 33 | 13831.82 | 422.18 | 4.90 * | 12.93 | |

CUADRO 6A.
 RESULTADOS DE LA ORGANIZACIÓN EN CUATRO CATEGORÍAS DE LAS DOE DE FOSFONO PARA TRECE FACTORES DE LA PRO-
 DUCCIÓN EN PRESENCIA DEL FACTOR CLASE DE HERBICIDA USADO (CH). SEGUNDA ETAPA.

| FACTORES | Categorías | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | Categorías FACTORES |
|-------------------------------------|------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------|
| | | | UB | HB | UA | HA | UB | HB | UA | HA | |
| C.H. x Arcilla No. de Sitios | W X | | 340 | 65 | 340 | 130 | 450 | 0 | 230 | 195 | C.H. x Limo |
| | | | 30.91 | 10.83 | 30.91 | 11.82 | 32.14 | 0 | 4.02 | 27.86 | |
| | | | 11 | 6 | 11 | 7 | 14 | 6 | 8 | 7 | |
| C.H. x arena No. de Sitios | W X | | 180 | 175 | 500 | 20 | 160 | 135 | 52 | 60 | C.H. x M.O. |
| | | | 25.71 | 29.17 | 33.33 | 2.86 | 16 | 19.29 | 43.33 | 10 | |
| | | | 7 | 6 | 5 | 7 | 10 | 7 | 12 | 6 | |
| C.H. x Na No. de Sitios | W X | | 160 | 80 | 520 | 115 | 340 | 125 | 340 | 70 | C.H. x Ca |
| | | | 26.67 | 16 | 32.50 | 14.38 | 34 | 17.86 | 28.33 | 11.67 | |
| | | | 6 | 5 | 6 | 8 | 10 | 7 | 12 | 6 | |
| C.H. x Mg No. de Sitios | W X | | 455 | 155 | 225 | 40 | 385 | 145 | 295 | 50 | C.H. x Ca/Mg |
| | | | 37.92 | 19.38 | 22.50 | 8 | 27.50 | 14.5 | 49.17 | 16.67 | |
| | | | 12 | 8 | 10 | 5 | 14 | 10 | 8 | 3 | |
| C.H. x K No. de Sitios | W X | | 490 | 90 | 190 | 105 | 440 | 130 | 240 | 65 | C.H. x P |
| | | | 35 | 15 | 23.75 | 15 | 29.29 | 21.67 | 30 | 10 | |
| | | | 14 | 6 | 8 | 7 | 14 | 6 | 8 | 7 | |
| C.H. x pH No. de Sitios | W X | | 310 | 80 | 370 | 115 | 375 | 80 | 305 | 115 | C.H. x F. Siem- bra. |
| | | | 34.44 | 16 | 28.16 | 14.38 | 34.08 | 20 | 27.73 | 12.78 | |
| | | | 9 | 5 | 13 | 8 | 11 | 4 | 11 | 9 | |
| C.H. x Aplicación. No. de Sitios | W X | | 510 | 130 | 170 | 65 | | | | | |
| | | | 31.88 | 26 | 23.33 | 8.13 | | | | | |
| | | | 16 | 5 | 6 | 8 | | | | | |

CUADRO 7A "ANALISIS DE VARIANZA DE LAS DOE DE FERTILIZANTE FOSFORICO SEGUN CUATRO CATEGORIAS DEFINIDAS POR TRECE FACTORES DE LA PRODUCCION EN PRESENCIA DEL FACTOR C.H. SEGUNDA ETAPA"

| MODELO | FV | GL | SC | CM | Fc | R | P A R C I A L E S | | | | | |
|--------------------|------------|----|----------|---------|------|-------|-------------------|---------|---------|-------|---------|----------|
| | | | | | | | GL | SC | CM | Fc | Ftab.5% | |
| FACTOR CORRECCION: | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | 34 | 16,000 | 21875 | | | | | | | | |
| C.H. | Categorías | 1 | 2068.18 | 2068.18 | 5.05 | 12.93 | | | | | | |
| | Residuos | 33 | 13931.8 | 2409.76 | | | | | | | | |
| C.H.x Arcilla | Categorías | 3 | 2661.63 | 753.88 | 1.70 | 14.14 | 2 | 193.45 | 96.73 | 0.22 | 3.31 | |
| | Residuos | 31 | 13738.27 | 443.17 | | | | | | | | |
| C.H.x Limo | Categorías | 3 | 4633.93 | 1544.64 | 4.21 | 28.96 | 2 | 2565.75 | 1282.87 | 3.50 | | |
| | Residuos | 31 | 11366.07 | 366.65 | | | | | | | | |
| C.H.x Arena | Categorías | 3 | 4581.55 | 1527.28 | 4.15 | 28.63 | 2 | 2514.37 | 1256.68 | 3.41 | | |
| | Residuos | 31 | 11418.45 | 368.34 | | | | | | | | |
| C.H.x M.O. | Categorías | 3 | 6421.90 | 2140.63 | 6.93 | 40.14 | 2 | 4353.72 | 2176.86 | 7.05* | | |
| | Residuos | 31 | 9578.1 | 308.97 | | | | | | | | |
| C.H.x Na | Categorías | 3 | 2224.79 | 741.60 | 1.67 | 13.99 | 2 | 156.61 | 78.31 | 0.18 | | |
| | Residuos | 31 | 13775.21 | 444.36 | | | | | | | | |
| C.H.x Ca | Categorías | 3 | 2367.14 | 789.05 | 1.79 | 14.79 | 2 | 298.96 | 149.48 | 0.34 | | |
| | Residuos | 31 | 13632.86 | 439.77 | | | | | | | | |
| C.H.x Mg | Categorías | 3 | 3772.61 | 1256.24 | 3.18 | 23.52 | 2 | 1694.53 | 847.26 | 2.15 | | |
| | Residuos | 31 | 12237.29 | 394.75 | | | | | | | | |
| C.H.x Ca/Mg. | Categorías | 3 | 6152.50 | 2050.83 | 6.46 | 38.45 | 2 | 4084.32 | 2042.16 | 6.43 | | |
| | Residuos | 31 | 9847.50 | 317.66 | | | | | | | | |
| C.H.x K | Categorías | 3 | 2712.50 | 904.17 | 2.11 | 16.95 | 2 | 644.32 | 322.16 | 0.75 | | |
| | Residuos | 31 | 13287.5 | 428.63 | | | | | | | | |
| C.H.x P | Categorías | 3 | 2573.81 | 857.94 | 1.98 | 16.09 | 2 | 505.63 | 252.81 | 0.58 | | |
| | Residuos | 31 | 13426.19 | 433.10 | | | | | | | | |
| C.H.x pH | Categorías | 3 | 2266.67 | 755.56 | 1.71 | 14.17 | 2 | 198.49 | 99.25 | 0.22 | | |
| | Residuos | 31 | 13733.33 | 443.01 | | | | | | | | |
| C.H.x Fs | Categorías | 3 | 2435.35 | 811.78 | 1.86 | 15.22 | 2 | 367.17 | 183.59 | 0.42 | | |
| | Residuos | 31 | 13564.65 | 437.57 | | | | | | | | |
| C.H. x F. Aplic. | Categorías | 3 | 3105.04 | 1035.35 | 2.49 | 19.41 | 2 | 1037.86 | 518.93 | 1.25 | | |
| | Residuos | 31 | 12891.96 | 415.93 | | | | | | | | |
| M.O. | Categorías | 1 | 1933.01 | 1933.01 | 4.53 | 12.08 | | | | | | Ftab.10% |
| | Residuos | 33 | 14066.99 | 426.27 | | | | | | | | |
| M.O. x C.H. | Categorías | 3 | 6421.90 | 2140.63 | 6.93 | 40.14 | 2 | 4488.89 | 2244.45 | 7.26* | 2.92 | |
| | Residuos | 31 | 9578.1 | 308.97 | | | | | | | | |

CUADRO 8A
 RESULTADOS DE LA ORGANIZACION EN OCHO CATEGORIAS DE LAS DOE DE FERTILIZANTE FOSFORICO PARA DOCE FACTORES DE LA PRODUCCION EN PRESENCIA DE LOS FACTORES CLASE DE HERBICIDA Y MATERIA ORGANICA: TERCERA ETAPA.

| Categorías FACTORES | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|
| | | UBB | UBA | UPB | UAA | HBB | HBA | HAB | HAA |
| CH x M.O. x Arcilla | MIX | 160 | 0 | 180 | 340 | 65 | 70 | 0 | 60 |
| | X | 22.86 | 0 | 45 | 42.50 | 21.67 | 17.50 | 0 | 20 |
| | No.de Sitios | 7 | 3 | 4 | 8 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| CH x M.O. x Limo | MIX | 140 | 20 | 310 | 210 | 0 | 135 | 0 | 60 |
| | X | 20 | 6.67 | 44.29 | 42 | 0 | 33.75 | 0 | 20 |
| | No.de Sitios | 7 | 3 | 7 | 5 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| CH x M.O. x Arena | MIX | 0 | 160 | 180 | 340 | 115 | 20 | 60 | 0 |
| | X | 0 | 22.86 | 45 | 42.50 | 28.75 | 6.67 | 30 | 0 |
| | No.de Sitios | 3 | 7 | 4 | 8 | 4 | 3 | 2 | 4 |
| CH x M.O. x Na | MIX | 120 | 40 | 40 | 480 | 20 | 115 | 60 | 0 |
| | X | 24 | 8 | 40 | 43.64 | 6.67 | 28.75 | 30 | 0 |
| | No.de Sitios | 5 | 5 | 1 | 11 | 3 | 4 | 2 | 4 |
| CH x M.O. x Ca | MIX | 160 | 0 | 180 | 340 | 65 | 70 | 60 | 0 |
| | X | 26.67 | 0 | 45 | 42.50 | 21.67 | 17.50 | 15 | 0 |
| | No.de Sitios | 6 | 4 | 4 | 8 | 3 | 4 | 4 | 0 |
| CH x M.O. x Mg | MIX | 160 | 0 | 295 | 295 | 93* | 40 | 60 | 0 |
| | X | 32 | 0 | 42.14 | 45 | 31.67 | 10 | 12 | 0 |
| | No.de Sitios | 5 | 5 | 7 | 5 | 3 | 4 | 5 | 1 |

CONTINUACION CUADRO 8A.

| Categorías FACTORES | 1 UBB | 2 UBA | 3 UAB | 4 UAA | 5 HBB | 6 HBA | 7 HAB | 8 HAA |
|------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|---------------|---------------|
| CH.x.M.O x Ca/Mg No.de Sitios. | 60 8.57 7 | 100 33.33 3 | 325 46.43 7 | 195 39 5 | 85 14.17 6 | 50 15 1 | 60 15 4 | 0 0 2 |
| CHx M.O. x K No.de Sitios. | 140 23.33 6 | 20 5 4 | 350 43.75 8 | 170 42.50 4 | 90 18 5 | 45 22.50 2 | 0 0 1 | 60 12 5 |
| CH. x M.O.xP No.de Sitios | 60 12 5 | 100 20 5 | 380 42.22 9 | 140 46.67 3 | 70 35 2 | 65 15 5 | 60 15 4 | 0 0 2 |
| CH. x M.O.xpH No.de Sitios | 100 25 4 | 60 10 6 | 210 42 5 | 310 44.29 7 | 20 6.67 3 | 115 28.75 4 | 60 30 2 | 0 0 4 |
| CH x M.O.xF.s No.de Sitios | 80 20 4 | 80 13.33 6 | 295 42.14 7 | 225 45 5 | 20 20 1 | 115 19.17 6 | 60 20 3 | 0 0 3 |
| CH x M.O.X.F.aplic No.de Sitios | 80 13.33 6 | 80 20 4 | 430 43 10 | 90 45 2 | 70 35 2 | 65 13 5 | 60 20 3 | 0 0 3 |

CUADRO 9A.
 RESULTADOS DE LA ORGANIZACION EN DOS CATEGORIAS FORMADAS CON LAS DOE DE DENSIDAD
 DE POBLACION (CANTIDAD DE SEMILLA A LA SIEMBRA) DE LOS CATORCE FACTORES DE LA
 PRODUCCION PRIMERA ETAPA.

| | | Arcilla | | Limo | | Arena | | M.O. | | Na | |
|------------|------------|---------|-------|-------|-------|-----------------|--------|--------------------|--------|-------|-------|
| | | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A |
| NO. sitios | \bar{X} | 1510 | 1680 | 1830 | 1360 | 1200 | 1990 | 1460 | 1730 | 960 | 2230 |
| | σ^2 | 79.81 | 93.33 | 91.50 | 90.67 | 92.31 | 90.45 | 85.88 | 96.11 | 87.27 | 92.92 |
| | | 17 | 18 | 20 | 15 | 13 | 22 | 17 | 18 | 11 | 24 |
| | | Ca | | Mg | | Ca/Mg | | K | | P | |
| | | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A |
| NO. sitios | \bar{X} | 1440 | 1750 | 1860 | 1330 | 2080 | 1110 | 1670 | 1520 | 1910 | 1260 |
| | σ^2 | 84.71 | 97.22 | 93 | 88.67 | 86.67 | 110.91 | 83.50 | 101.33 | 95.50 | 85.33 |
| | | 17 | 18 | 20 | 15 | 24 | 11 | 20 | 15 | 20 | 15 |
| | | pH | | F.S | | F. Aplicaciones | | Clase Herbicida | | | |
| | | B | A | B | A | B | A | B | A | | |
| NO. sitios | \bar{X} | 1110 | 2080 | 1400 | 1790 | 2040 | 1150 | 2250 | 940 | | |
| | σ^2 | 79.20 | 99.05 | 93.33 | 89.50 | 97.14 | 82.14 | 102.27 | 72.31 | | |
| | | 14 | 21 | 15 | 20 | 21 | 14 | 22 | 13 | | |

CUADRO 10A
ANDEVA DOE DE DENSIDAD DE POBLACION
1a. Etapa

| Modelo | FV | GL | SC | CM | Fc | R ² | Ft 100* |
|--------------------|-----|----|------------|---------|--------|----------------|---------|
| Factor corrección: | | | 290,745.71 | | | | |
| Total | | 34 | 39954.29 | | | | |
| Arcilla | Cat | 1 | 177.82 | 177.82 | 0.15 | 0.45 | 2.88 |
| | Rel | 33 | 39776.47 | 1205.35 | | | |
| Limo | Cat | 1 | 5.95 | 5.95 | 0.0049 | 0.01 | |
| | Rel | 33 | 39948.33 | 1210.56 | | | |
| Arena | Cat | 1 | 28.06 | 28.06 | 0.02 | 0.07 | |
| | Rel | 33 | 39926.22 | 1209.89 | | | |
| M.O. | Cat | 1 | 914.74 | 914.94 | 0.77 | 2.29 | |
| | Rel | 33 | 39039.54 | 1183.02 | | | |
| Na. | Cat | 1 | 240.27 | 240.27 | 0.20 | 0.6 | |
| | Rel | 33 | 39714.02 | 1203.46 | | | |
| Ca. | Cat | 1 | 1369.65 | 1369.65 | 1.17 | 3.43 | |
| | Rel | 33 | 38584.64 | 1169.23 | | | |
| Mg. | Cat | 1 | 160.95 | 160.95 | 0.13 | 0.40 | |
| | Rel | 33 | 39793.33 | 1205.86 | | | |
| Ca/Mg. | Cat | 1 | 1530.04 | 1530.04 | 1.31 | 3.83 | |
| | Rel | 33 | 38424.24 | 1164.37 | | | |
| K | Cat | 1 | 2725.95 | 2725.95 | 2.42 | 6.82 | |
| | Rel | 33 | 37228.33 | 1128.13 | | | |
| P | Cat | 1 | 885.95 | 885.95 | 0.75 | 2.22 | |
| | Rel | 33 | 39068.33 | 1183.89 | | | |
| pH | Cat | 1 | 3676.86 | 3676.86 | 3.34 | 9.20 | |
| | Rel | 33 | 36277.43 | 1099.32 | | | |
| F.S. | Cat | 1 | 125.95 | 125.95 | 0.10 | 0.32 | |
| | Rel | 33 | 39828.33 | 1206.92 | | | |
| F.Aplic. | Cat | 1 | 1890.00 | 1890.00 | 1.64 | 4.73 | |
| | Rel | 33 | 38064.29 | 1153.46 | | | |
| C.H. | Cat | 1 | 7337.16 | 7337.16 | 7.42 * | 18.36 | |
| | Rel | 33 | 32617.13 | 988.40 | | | |

CUADRO 11A.
 RESULTADOS DE LAS CUATRO CATEGORIAS FORMADAS CON LAS DOE DE DENSIDAD DE POBLACION
 EN LOS TRECE FACTORES DE LA PRODUCCION EN PRESENCIA DE FACTOR CLASE DE HERBICIDA
 USADO. SEGUNDA ETAPA.

| CATEGORIAS FACTORES | 1 | | | | 2 | | | | FACTORES | |
|------------------------|---------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|----------|-----------------|
| | UB | HB | UA | HA | UB | HB | UA | HA | | |
| C.H.x Arcilla | M | 1060 | 450 | 1190 | 490 | 1470 | 360 | 780 | 580 | C.H.x Limo |
| | X | 96.36 | 75 | 108.18 | 70 | 105 | 60 | 97.50 | 82.86 | |
| | Sitios. | 11 | 6 | 11 | 7 | 14 | 6 | 8 | 7 | |
| C.H.x Arena | M | 730 | 610 | 1380 | 470 | 960 | 500 | 1290 | 440 | C.H.x M.O. |
| | X | 104.29 | 87.14 | 98.57 | 67.14 | 96 | 71.43 | 107.50 | 73.33 | |
| | Sitios | 7 | 7 | 14 | 7 | 10 | 7 | 12 | 6 | |
| C.H.x Na. | M | 650 | 310 | 1600 | 630 | 910 | 530 | 1340 | 410 | C.H.x Ca. |
| | X | 108.33 | 62 | 100 | 78.75 | 91 | 75.71 | 111.67 | 68.33 | |
| | Sitios | 6 | 5 | 16 | 8 | 10 | 7 | 12 | 6 | |
| C.H.x Mg | M | 1210 | 650 | 1040 | 290 | 1420 | 660 | 830 | 280 | C.H.x Ca/Mg. |
| | X | 100.83 | 81.25 | 104 | 58 | 101.43 | 66 | 103.75 | 93.33 | |
| | Sitios | 12 | 6 | 10 | 5 | 14 | 10 | 8 | 3 | |
| C.H.x K | M | 1260 | 410 | 990 | 530 | 1490 | 420 | 760 | 520 | C.H.x P |
| | X | 90 | 68.33 | 123.75 | 75.71 | 106.43 | 70 | 95 | 74.29 | |
| | Sitios | 14 | 6 | 8 | 7 | 14 | 6 | 8 | 7 | |
| C.H.x pH | M | 900 | 340 | 1350 | 600 | 1020 | 290 | 1230 | 650 | C.H.x P.S |
| | X | 100 | 68 | 103.85 | 75 | 92.73 | 72.50 | 11.82 | 72.22 | |
| | Sitios | 9 | 5 | 13 | 8 | 11 | 4 | 11 | 9 | |
| C.H.x F. aplic. | M | 1660 | 380 | 590 | 560 | | | | | |
| | X | 103.75 | 76 | 98.33 | 79 | | | | | |
| | Sitios | 16 | 5 | 6 | 8 | | | | | |

CUADRO 12A.
ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS DOE DE DENSIDAD DE POBLACION, SEGUN CUATRO CATEGORIAS DEFINIDAS POR TRECE FACTORES DE
LA PRODUCCION EN PRESENCIA DEL FACTOR CLASE DE HERBICIDA USADO. SEGUNDA ETAPA.

| MODELO | PV | GL | SC | CM | Fc | R ² | GL | P A R C I A L E S | | | Ftab. 5% |
|----------------------|-------|----|------------|---------|------|----------------|----|-------------------|---------|--------|-----------|
| | | | | | | | | SC | CM | Fc | |
| FACTOR DE CORRECCION | | | 290,745.71 | | | | | | | | |
| TOTAL | | 34 | 39954.29 | | | | | | | | |
| C.H. | Catg. | 1 | 7337.16 | 7337.16 | 7.42 | 18.36 | | | | | 2.92 |
| | Res. | 33 | 32617.13 | 988.40 | | | | | | | |
| C.H.x Arcilla | Catg. | 3 | 8186.11 | 2728.7 | 2.66 | 20.49 | 2 | 848.95 | 424.47 | 0.41 | |
| | Res. | 31 | 31768.18 | 1024.78 | | | | | | | |
| C.H.x Limo | Catg. | 3 | 9311.43 | 3103.81 | 3.14 | 23.31 | 2 | 1974.27 | 987.14 | 1.0 | |
| | Res. | 31 | 30642.86 | 988.48 | | | | | | | |
| C.H. x Arena | Catg. | 3 | 8014.43 | 2771.48 | 2.59 | 20.06 | 2 | 667.27 | 338.64 | 0.33 | |
| | Res. | 31 | 31939.86 | 1030.32 | | | | | | | |
| C.H.x M.O | Catg. | 3 | 8070.24 | 2690.08 | 2.62 | 20.20 | 2 | 773.08 | 366.54 | 0.36 | |
| | Res. | 31 | 31884.05 | 1028.52 | | | | | | | |
| C.H.x Na | Catg. | 3 | 8503.46 | 2834.49 | 2.79 | 21.28 | 2 | 1166.30 | 583.15 | 0.57 | |
| | Res. | 31 | 31450.83 | 1014.54 | | | | | | | |
| C.H.x Ca | Catg. | 3 | 9842.86 | 3280.95 | 3.38 | 24.64 | 2 | 2505.7 | 1252.85 | 1.29 | |
| | Res. | 31 | 30111.43 | 971.34 | | | | | | | |
| C.H.x Mg | Catg. | 3 | 9055.12 | 3018.37 | 3.03 | 22.66 | 2 | 1717.96 | 858.98 | 0.86 | |
| | Res. | 31 | 30899.17 | 996.75 | | | | | | | |
| C.H.x Ca/Mg | Catg. | 3 | 9088.69 | 3029.56 | 3.04 | 22.75 | 2 | 1751.53 | 875.77 | 0.88 | |
| | Res. | 31 | 30865.60 | 995.66 | | | | | | | |
| C.H.x K | Catg. | 3 | 13312.03 | 4437.34 | 5.16 | 33.32 | 2 | 5974.87 | 2987.43 | 3.48 * | |
| | Res. | 31 | 26642.26 | 859.43 | | | | | | | |
| C.H.x P | Catg. | 3 | 8061.43 | 2687.14 | 2.61 | 20.18 | 2 | 724.127 | 362.14 | 0.35 | |
| | Res. | 31 | 31892.86 | 1028.80 | | | | | | | |
| C.H.x pH | Catg. | 3 | 7566.60 | 2522.20 | 2.41 | 18.94 | 2 | 229.44 | 114.72 | 0.11 | |
| | Res. | 31 | 32387.69 | 1044.76 | | | | | | | |
| C.H.x F.s | Catg. | 3 | 9341.92 | 3113.97 | 3.15 | 23.38 | 2 | 2004.76 | 1002.38 | 1.02 | |
| | Res. | 31 | 30612.37 | 987.50 | | | | | | | |
| C.H.x F. Aplicación | Catg. | 3 | 7575.96 | 2525.32 | 2.42 | 18.96 | 2 | 238.80 | 119.40 | 0.11 | |
| | Res. | 31 | 32378.33 | 1044.76 | | | | | | | |
| K | Catg. | 1 | 2725.95 | 2725.95 | 2.42 | 6.82 | 2 | | | | Ftab. 10% |
| | Res. | 33 | 37228.33 | 1128.13 | | | | | | | |
| K x C.H. | Catg. | 3 | 13312.03 | 4437.34 | 5.16 | 33.32 | 2 | 10586.07 | 5293.04 | 6.16 | 2.95 |
| | Res. | 31 | 26642.26 | 859.43 | | | | | | | |

CUADRO 13A.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS D.O.E. DE DENSIDAD DE POBLACION (CANTIDAD DE SEMILLA A LA SIEMBRA) SEGUN OCHO CATEGORIAS DE-
FIRILAS PARA DOCE FACTORES DE LA PRODUCCION EN PRESENCIA DE LOS FACTORES: CLASE DE HERBICIDA Y POTASIO, TERCERA ETAPA.

| MODELO | FV | GL | SC | CM | Fc | R ² | GL | SC | CM | Fc | Ftab. 5% |
|----------------------|------------|----|------------|---------|------|----------------|----|---------|---------|------|----------|
| FACTOR DE CORRECCION | | | 290,745.71 | | | | | | | | |
| TOTAL | | 34 | 39954.29 | | | | | | | | 2.37 |
| C.H. x K | Categorías | 3 | 13312.03 | 4437.34 | 5.16 | 33.32 | | | | | |
| | Residuos | 31 | 26642.06 | 859.43 | | | | | | | |
| C.H. x K x Arcilla | Categorías | 7 | 16318.73 | 2331.25 | 2.65 | 40.84 | 4 | 3006.70 | 751.68 | 0.86 | |
| | Residuos | 27 | 23635.56 | 875.39 | | | | | | | |
| C.H. x K x Limo | Categorías | 7 | 16977.07 | 2425.30 | 2.85 | 42.49 | 4 | 3665.04 | 916.26 | 1.08 | |
| | Residuos | 27 | 22977.22 | 851.01 | | | | | | | |
| C.H. x K x Arena | Categorías | 7 | 16634.29 | 2376.33 | 2.75 | 41.63 | 4 | 3322.26 | 830.56 | 0.96 | |
| | Residuos | 27 | 23320 | 863.79 | | | | | | | |
| C.H. x K x M.O. | Categorías | 7 | 15435.96 | 2205.14 | 2.55 | 38.63 | 4 | 2123.93 | 530.98 | 0.61 | |
| | Residuos | 27 | 24518.33 | 908.09 | | | | | | | |
| C.H. x K x Na. | Categorías | 7 | 16540.40 | 2362.91 | 2.72 | 41.40 | 4 | 3228.37 | 807.09 | 0.93 | |
| | Residuos | 27 | 23413.89 | 867.18 | | | | | | | |
| C.H. x K x Ca. | Categorías | 7 | 14733.97 | 2104.85 | 2.25 | 36.88 | 4 | 1421.94 | 355.49 | 0.38 | |
| | Residuos | 27 | 25220.32 | 934.09 | | | | | | | |
| C.H. x K x Mg. | Categorías | 7 | 15748.73 | 2249.82 | 2.51 | 39.42 | 4 | 2436.70 | 609.18 | 0.68 | |
| | Residuos | 27 | 24205.56 | 896.50 | | | | | | | |
| C.H. x K x Ca/Mg. | Categorías | 7 | 17383.46 | 2483.35 | 2.97 | 43.52 | 4 | 4071.43 | 1017.86 | 1.22 | |
| | Residuos | 27 | 22570.83 | 835.96 | | | | | | | |
| C.H. x K x P | Categorías | 7 | 15650.72 | 2235.82 | 2.48 | 39.17 | 4 | 2338.69 | 584.67 | 0.65 | |
| | Residuos | 27 | 24303.57 | 900.13 | | | | | | | |
| C.H. x K x pH | Categorías | 7 | 15518.58 | 2216.94 | 2.45 | 39.84 | 4 | 2206.55 | 551.64 | 0.61 | |
| | Residuos | 27 | 24435.71 | 905.03 | | | | | | | |
| C.H. x K x F.S | Categorías | 7 | 14129.29 | 2018.47 | 2.11 | 36.36 | 4 | 817.26 | 204.32 | 0.21 | |
| | Residuos | 27 | 25825.00 | 956.48 | | | | | | | |
| C.H. x K x F. aplic. | Categorías | 7 | 13657.62 | 1951.09 | 2.0 | 34.18 | 4 | 345.59 | 86.50 | 0.09 | |
| | Residuos | 27 | 26296.67 | 973.95 | | | | | | | |



Referencia 04-83

Asunto 9-II-83

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

"IMPRIMASE"

DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.
D E C A N O

A handwritten signature in black ink, followed by a circular official stamp. The stamp contains the text "UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA" around the perimeter and "FACULTAD DE AGRONOMIA" and "DECANO" in the center.