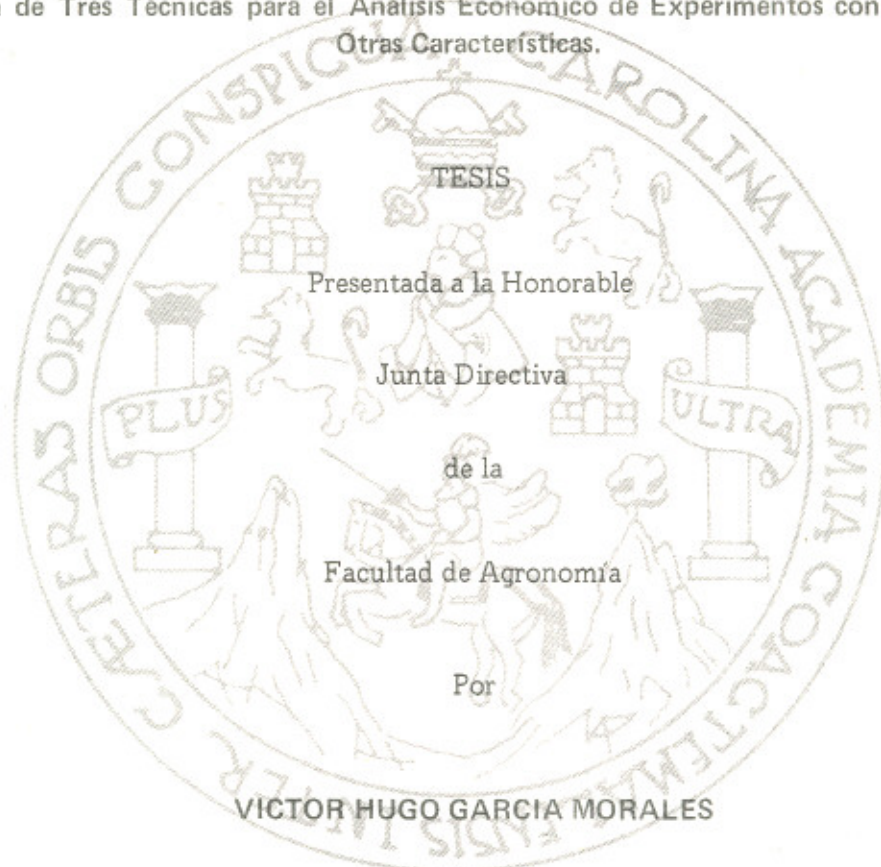


01
T(99)
C.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

"ESTUDIO DEL CULTIVO DE MAIZ (*Zea mays* L.) A DIFERENTES INTENSIDADES DE SIEMBRA EN RELACION A LA APLICACION DE ABONO ORGANICO Y DE NITROGENO EN EL VALLE DE QUETZALTENANGO".

Evaluación de Tres Técnicas para el Análisis Económico de Experimentos con Fertilizantes y Otras Características.



Al Conferírsele el título de

INGENIERO AGRONOMO

En el Grado Académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Enero de 1977.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR
DR. ROBERTO VALDEAVELLANO

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTA DE AGRONOMIA

Decano en Funciones
Vocal 1o.
Vocal 2o.
Vocal 3o.
Vocal 4o.
Vocal 5o.
Secretario

Ing. Agr. Rodolfo Estrada

Dr. Antonio Sandoval
Ing. Agr. Sergio Mollinedo
P.A. Laureano Figueroa
P.A. Carlos Leonardo Loyo
Ing. Agr. Leonel Coronado C.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL
EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano en Funciones
Examinador
Examinador
Examinador
Secretario

Ing. Agr. Salvador Castillo
Ing. Jorge Benitez
Dr. Víctor M. Urrutia
Ing. Agr. Ronaldo Prado
Ing. Agr. Oswaldo Porres G.

GUATEMALA, 5 de enero de 1977.

Señor Ingeniero Agrónomo Rodolfo Estrada,
Decano de la Facultad de Agronomía,
Su Despacho.

Señor Decano:


Atentamente me dirijo a usted, para hacer de su conocimiento que, atendiendo a la designación que ese Despacho me hiciera, he ofrecido mi asesoría al P.A. VICTOR HUGO GARCIA MORALES, para la elaboración de su tesis de grado.

Dicho estudio, lo somete ante la consideración de la Honorable Junta Directiva de la Facultad, como último requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo, titulándose el trabajo: "ESTUDIO DEL CULTIVO DE MAIZ (Zea mays L.) A DIFERENTES INTENSIDADES DE SIEMBRA EN RELACION A LA APLICACION DE ABONO ORGANICO y de NITROGENO EN EL VALLE DE QUETZALTENANGO".

Concluida la asesoría requerida, he de informar finalmente a usted, que ese trabajo merece la aprobación correspondiente, en virtud de que, a mi juicio, llena los requisitos de investigación, estudio y detenido análisis y que en consecuencia amerita su publicación.

Reitero a usted las muestras de toda mi consideración y respeto,

"DID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. WERNER J. SCHMOOCK PIVARAL
Asesor

Guatemala, 6 de Enero de 1977.

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De conformidad con lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo, tengo el honor de someter a vuestro criterio el trabajo de tesis intitulado - "ESTUDIO DEL CULTIVO DE MAIZ (Zea mays L.) A DIFERENTES - INTENSIDADES DE SIEMBRA EN RELACION A LA APLICACION DE ABONO ORGANICO Y DE NITROGENO EN EL VALLE DE QUETZALTENANGO".

Espero que el presente trabajo constituya una aportación significativa a la información básica necesaria para lograr incrementos sustanciales en la producción agrícola de Guatemala, y al mismo tiempo, sea merecedor de vuestra aceptación.

Respetuosamente



P.A. Victor Hugo Garcia M.

DEDICO ESTE ACTO

A DIOS TODOPODEROSO

A MIS PADRES

FRANCISCO OVIDIO GARCIA G.
YOLANDA MORALES DE GARCIA

A MI ESPOSA

SANDRA LUCRECIA TELLEZ DE GARCIA

A MIS HIJOS

VICTOR HUGO RAFAEL Y ANA ROCIO

A MIS HERMANOS

GABRIEL DARIO, CONY E HIJOS
Un recuerdo a su Memoria

A MIS HERMANOS:

JOSE MARIA, JUDITH VICTORIA,
JOSE HUMBERTO, DORIS,
TULIO RENE, IRASEMA
LIONEL FERNANDO, LOURDES.

A MIS SUEGROS Y FAMILIA

RAFAEL TELLEZ GARCIA
AURORITA DE TELLEZ

A MI FAMILIA EN GENERAL

A MIS AMIGOS, ESPECIALMENTE A COMPAÑEROS DE TRABAJO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

IMPRIMASE:

ING. RODOLFO ESTRADA GONZALEZ
Decano en Funciones



DEDICO ESTA TESIS

A MI PATRIA GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

A MI INOLVIDABLE FACULTAD DE AGRONOMIA

AL INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS

A MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO

A LOS AGRICULTORES DEL VALLE DE QUETZALTENANGO.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Agr. Werner J. Schmoock

Asesor Técnico de este Trabajo.

Al Ing. Agr. Ramiro Ortiz Dardón

Compañero de Trabajo.
Por su participación
valiosa en la orientación
técnica de esta
investigación.

A todos y cada uno de mis compañeros de trabajo.

Al Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas (ICTA). Por facilitar los medios para realizar la presente tesis.

Los datos presentados en el presente trabajo han sido obtenidos durante la prestación de los servicios del autor como Investigador Asistente del Programa de Prueba de Tecnología "A" del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA). Los resultados son propiedad de dicho Instituto y se publicarán con la debida autorización.

INDICE

1.	INTRODUCCION	1
2.	LA REGION Y SUS CARACTERISTICAS	3
2.1	La Región	3
2.1.1	El Clima	3
1.2	Los Suelos	4
1.3	Cultivos Sobresalientes	4
2.2	Tecnología Local para Maíz	5
2.1	Tecnología Diseñada y Recomendada por la Estación Experimental	8
3.	REVISION BIBLIOGRAFICA	11
3.1	La Función del Nitrógeno en la Planta	11
3.2	El Nitrógeno en el suelo	12
3.3	Los Materiales Orgánicos, Su Efecto Sobre el Suelo y los Cultivos	12
3.1	Requerimientos de Uso de Materia Orgánica	13
3.4	Requerimientos de Fertilización Nitrogenada en Maíz	14
3.5	Uso Simultáneo de Abonos Orgánicos y Fertilizantes	14
3.6	Arreglo Topológico	15
4.	MATERIALES Y METODOS	17
4.1	Material Experimental	17
1.1	Localización de sitios	17
1.2	Factores Estudiados	17
1.3	Matriz Experimental	17
1.4	Diseño Experimental	19
1.5	Preparación del terreno	19
1.6	Insumos Utilizados	19
4.2	Metodología Experimental	20
2.1	Siembra	20
2.2	Fertilización	20
2.3	Resiembra	20
2.4	Entresaque	20
2.5	Cosecha	21
4.3	Análisis Estadístico	21
3.1	Análisis de Varianza	21
3.2	Análisis de Regresión	21
4.4	Análisis Económico	21
4.1	Tratamientos óptimos Económicos con Beneficios Netos	21

4.2	Análisis Gráfico	24
4.3	Análisis Matemático.	24
5.	RESULTADOS Y DISCUSION	25
5.1	De los Rendimientos	25
5.2	Del Análisis de Varianza	26
5.3	Del Análisis de Regresión	28
5.4	Del Análisis Económico	29
4.1	De la Obtención de Beneficios Netos	30
4.2	Del Análisis Gráfico	30
4.3	Del Análisis Matemático	31
6.	CONCLUSIONES	33
7.	RECOMENDACIONES	35
8.	BIBLIOGRAFIA	37
9.	APENDICE	411

1. INTRODUCCION

La demanda de alimentos en el mundo hace cada vez más imperante la necesidad de atacar con argumentos técnicos, los factores de la producción más limitantes para lograr buenos rendimientos.

En el caso particular de la agricultura de subsistencia en el altiplano Guatemalteco, aún es necesario hacer esfuerzos múltiples en cuanto a la investigación agronómica, para poder observar en un plazo relativamente corto, impactos en la producción que se reflejen en buenos rendimientos y repercutan en el mejoramiento del nivel de vida del agricultor.

Los esfuerzos que han de hacerse a través de las instituciones del Estado, deben enfocarse hacia la investigación, transferencia, extensión agrícola, etc., para presentar al pequeño agricultor, alternativas que le permitan obtener mayores ingresos para mejorar sus medios de vida.

La disponibilidad de recursos propios del agricultor debe ser tomada en cuenta, partiendo de lo que él posee y tratando de mejorar su uso para llegar gradualmente a un fin específico de generar tecnología y en un determinado momento hacer uso de ésta, sin que el agricultor llegue a tener desconfianza de lo que está apreciando puesto que ha estado en contacto con su establecimiento.

El uso de materia orgánica se encuentra muy generalizado en el valle de Quetzaltenango, lo cual es motivo suficiente para investigar y contribuir a un uso racional del recurso. El presente trabajo pretende regular su uso y llegar a minimizar su empleo inadecuado en el cultivo de Maíz (*Zea mays* L.).

El programa de prueba de tecnología del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas en Quetzaltenango, ha considerado necesario instalar ensayos a nivel de finca para hacer una primera incursión respecto de esta práctica en el valle, con el propósito de establecer un punto de partida hacia la regulación y uso racional de estos abonos en el cultivo de maíz, generando tecnología preliminar, que una vez establecida plenamente, pueda ser transferida a los agricultores del medio. Simultáneamente se estudia una mejor distribución de plantas en el campo y el empleo de niveles complementarios de nitrógeno.

De esta manera, para aquellos agricultores que hacen uso de materia orgánica en las siembras de maíz, se han considerado como los factores más limitantes de la producción, un uso inadecuado de materia orgánica, complementación de nitrógeno y la distribución de plantas en el campo, factores estudiados a su vez, en este trabajo.

Además se hace en este estudio, un enfoque de tres diferentes técnicas de análisis económico en vista de que para el uso de un modelo matemático es necesario primeramente establecerlo siendo indispensable el uso de computadoras, que para la matriz experimental utilizada en este trabajo, no existe en Guatemala y se hizo necesario procesar los datos en la ciudad de México.

Los objetivos que se persiguen en el presente son:

1. **Determinar tratamientos óptimos económicos en la aplicación de nitrógeno y materia orgánica para el cultivo de maíz en el valle de Quetzaltenango, así también:**
2. **Encontrar una adecuada intensidad de siembra del maíz con el fin de lograr incrementos sustanciales del cultivo en esta región.**
3. **Orientar futuros trabajos de investigación que necesiten análisis económico a través de la evaluación que de tres diferentes técnicas se hará en el presente estudio.**

2. LA REGION Y SUS CARACTERISTICAS

2.1 LA REGION

El altiplano occidental cubre un área de 26,699 Kms², que constituyen el 25o/o del área total de la república. El valle de Quetzaltenango, lugar específico de este trabajo, cubre un área de 163 Kms², equivalente a 0.61o/o del altiplano occidental. Se localiza entre 14° 05' y 14° 55' de latitud norte, 91° 30' y 91° 40' latitud oeste respecto al meridiano de greenwich y cuenta con un índice de densidad de población de 301 habitantes por Km² (20). Los municipios de Olintepeque, Salcajá, San Mateo, Concepción Chiquirichapa, San Miguel Sigüilá y Cajolá de un total de 21 municipios del Departamento de Quetzaltenango y San Andrés Xecul y San Cristóbal Totonicapán de un total de 8 municipios del Departamento de Totonicapán, están asentados total o parcialmente en el valle; en el gráfico 1 parte inferior, puede apreciarse la localización de los municipios mencionados.

En el altiplano occidental Región I, comprendida en I₁, I₂ y I₃, se produce aproximadamente el 40o/o de maíz (*Zea mays* L.), El 87o/o de trigo (*Triticum aestivum* L.) y el 63o/o de la papa (*Solanum tuberosum* L.) del país. Ver gráfico No. 1.

En el área existen 2 tipos bien marcados de agricultura; la agricultura mecanizada o semimecanizada, practicada por agricultores de tipo empresarial cuyas unidades de explotación según Schmooch (20), fluctúan entre 10 a 50 Ha, y la agricultura de subsistencia, cuyas fincas constituyen el mayor número involucrando empresas familiares que operan extensiones de 0.1 a 1 ha, siendo muy difícil precisar que área opera cada unidad familiar, debido a que muchas veces tienen fracciones físicamente separadas. Estas unidades de agricultura de subsistencia, en su mayor parte cultivan maíz asociado con frijol (*Phaseolus vulgaris*) haba (*Vicia faba*) y arveja (*Pisum sativum*) y monocultivo de maíz.

1.1 EL CLIMA

Según la clasificación ecológica del Dr. Holdridge (8), el área que cubre el presente trabajo se encuentra en las formaciones tropicales de bosque seco montano bajo y bosque húmedo montano bajo. El sistema de clasificación del clima de Thornthwaite citado por Schmooch (20), la localiza como de clima semifrío húmedo con un invierno benigno y seco, con una vegetación característica natural de bosque. La zona agrícola se localiza entre 2300 a 2600 metros de altura sobre el nivel del mar.

Por registro de la estación metereológica en El Centro de Producción de Occidente "Labor Ovalle", localizada en el área central del valle, en jurisdicción del municipio de Olintepeque, (ver gráfico 1), en 16 años, la precipitación promedio anual es de 825 mm., con promedio de 134 días de lluvia. (Ver gráfico 2). La precipitación mínima durante este período fue de 602 mm. y la máxima de 1,092 mm. Los meses de mayor precipitación son Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre y Octubre; en los otros meses del año eventualmente puede existir precipitación, pero generalmente son meses secos.

En el gráfico 2, se presenta la distribución de lluvias por promedio mensual, pero los años más secos (1963, 1967 y 1974), años de mayor precipitación (1960, 1966, 1969 y 1973). El promedio de los 16 años y la precipitación registrada para 1975, que al ser comparada con las anteriores se nota que el inicio de las lluvias fue tardío y luego se mantuvo entre el promedio de los 16 años y los años más secos.

FUENTE: Observatorio Meteorológico Nacional de Guatemala y Registros en el Centro de Producción de Occidente "Labor Ovalle", Depto. de Quetzaltenango, Guatemala.

La temperatura máxima promedio anual es de 21° C, la mínima anual promedio de 14.2° C, siendo los meses más fríos Diciembre, Enero, Febrero y Marzo. La humedad relativa es de 82o/o, con los meses más húmedos de Junio a Octubre.

1.2 LOS SUELOS

En el estudio agrológico semidetallado de suelos para riego del Proyecto Quetzaltenango (15), se describe a los suelos del valle de Quetzaltenango como formados a partir de materiales que predominantemente son cenizas volcánicas, pomez ignimbrito y roca piroplástica reciente. Ocupan relieves de planos a ligeramente inclinados, a excepción de Ostuncalco en donde se encuentra relieves suavemente ondulados a ondulados. El Valle de Quetzaltenango está rodeado por montañas en donde las pendientes, que también se cultivan en su mayoría, alcanzan el 70o/o.

Algunas de sus propiedades físicas y químicas son; 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, pudiendo encontrar en menor proporción suelos con textura franca o franco arcillosa; en las áreas de llanos del pinal y San Juan Ostuncalco se encuentra en la capa superior textura de arena franca, esto es debido a que los suelos originales están enterrados por erupción del volcán Santa María 1902. La estructura más generalizada es la de bloques rectangulares medianos, moderadamente desarrollados, tendiendo en algunas áreas a estructura granular. La reacción del suelo es ligeramente ácido, comúnmente PH de 6.

1.3 CULTIVOS SOBRESALIENTES

En el Valle de Quetzaltenango sobresalen por su volumen de producción el maíz, trigo y papa, sin embargo son importantes, sobre todo para las empresas de tipo familiar, el frijol, haba y arveja.

Centro de Desarrollo Regional de Occidente "Diag. Ec. Preh. para la región de occidente altiplano (3) indica que el promedio de la producción de maíz en el altiplano occidental es de 840 kg/ha (12.9 qq/mz), contrastando con la información recabada por el personal del Equipo de Prueba de Tecnología de ICTA, que realizó 100 encuestas a productores de la región, cuyos promedios de producción para maíz en 1974 fue de 3,116 kg/ha (48 qq/mz) en el valle de Quetzaltenango.

Para frijol (20), Schmooch señala como promedio nacional 650 kg/ha (10 qq/mz) y para la región un promedio de 1230 kg/ha (18.9 qq/mz) y en haba un promedio de 892 kg/ha (13.7 qq/Mz).

El cuadro 1 evidencia las producciones obtenidas por municipio, en donde las estadísticas encubren los sistemas agrícolas empleados en la región, como lo son siembras asociadas maíz - frijol, maíz - arveja, maíz - haba, maíz - frijol - arveja, etc.

CUADRO 1
SUPERFICIE CULTIVADA Y PRODUCCION DE MAIZ POR MUNICIPIO.

Valle de Quetzaltenango	6278	6418
Quetzaltenango	1250	1199
Salcajá	347	428
Olintepeque	709	763
San Miguel Sigüilá	122	151
Ostuncalco	1208	1275
San Mateo	129	132
Concepción Chiquirichapa	213	381
Cantel	1082	900
La Esperanza	309	354
Cajolá	317	494
Totonicapán	9105	6652

FUENTE: Región Occidente Altiplano, Diagnóstico Preliminar, Centro de Desarrollo Regional de Occidente, Depto. Quetzaltenango. Guatemala, Junio de 1975.

2.2 TECNOLOGIA LOCAL PARA MAIZ

Este cereal es cultivado como subsistencia por excelencia y principalmente en forma asociada; subjetivamente podría señalarse un 90o/o para maíz asociado y un 10o/o monocultivo en la región, siendo sembrado por el agricultor bajo condiciones de humedad residual (1-2 meses antes del establecimiento de las lluvias).

Con la finalidad de conservar una buena humedad (un nivel aceptable de humedad), el agricultor prepara el suelo inmediatamente después de la cosecha ya sea en forma mecanizada o más comúnmente, a mano, con azadón, haciendo un picado o "Barbechado" enterrando los residuos de la cosecha anterior dejando la superficie ya sea plana o en camellones, en este último caso removiendo la mitad de cada uno de los camellones vecinos anteriores hacia la parte que no estuvo cultivada. Estos camellones que en algunos son llamados surcos, tienen una dimensión aproximada de 2 metros de ancho y el largo del terreno.

Genotipos mejorados no son acostumbrados por el agricultor, utilizando materiales criollos desarrollados por ellos mismos a través de los años y que con un buen manejo pueden

ser de alto potencial de rendimiento. Marzo y Abril son los meses de siembra, variando la fecha con la localización de la unidad de producción, así siembras tempranas de principio de Marzo al 20 de Marzo (localizadas en llanos de Urbina y Cantón Justo Rufino Barrios, Olinstepeque); enseguida, se siembra en los municipios de San Andrés Xecul, Olinstepeque, Salcajá y Cantel; en Tercer lugar puede citarse San Mateo, La Esperanza, Cajolá y Llanos del Pinal y por último las siembras tardías, después del 25 de Abril, en Sigüilá, Varsovia y siembras en las montañas, por existir menos peligro de heladas. El juego que el agricultor efectúa con las fechas de siembra, se debe a la posibilidad de disminuir el riesgo de daños por heladas tempranas o tardías, atendiendo a las diversas localidades.

La siembra es efectuada con azadón quitando la capa superficial que es suelo seco, preparan una cama húmeda para depositar la semilla poniendo entre 6-7 y hasta 8 granos por postura, a una distancia promedio de 1.20 metros, colocando las posturas al tresbolillo.

Existen casos en que el agricultor por deficiencia en la preparación del terreno se encuentra con humedad escasa en el campo y si a esto se agrega que tiene facilidades de agua más o menos cerca, efectúa un único riego a mano, llevando el agua en diversos recipientes para asegurar la germinación de la semilla. En las siembras en camellones, la tecnología es la misma descrita, a diferencia de que es efectuada a ambos lados del camellón sin usar su parte central.

En la mayoría de los casos, el cultivo asociación es sembrado simultáneamente con el maíz, siendo más comunes las asociaciones con leguminosas y algunas de ellas son: (a) 7 u 8 granos de maíz por 2 de frijol negro enredador por 2 o 3 granos de arveja, pudiendo cambiar a 1 solo grano de frijol si este es el conocido localmente como "IXTAPACAL" (rojo), en lugar de los 2 granos de frijol. (b) 7 u 8 granos de maíz por 2 o 3 granos de frijol por 2 o 3 de haba; (c) 7 u 8 granos de maíz por 2 de frijol.

En el caso de la asociación "b", el haba es sembrada hasta que se ha finalizado la siembra de maíz en el predio.

En las áreas que acostumbran aplicar materia orgánica, ésta es de muy diversas fuentes, desde estiércoles de bovinos, porcinos, equinos, ovinos, etc., mezclados con rastrojos de maíz o trigo, hasta compostas de hojarasca de montaña. Esta materia orgánica, generalmente es preparada por el mismo agricultor, a través de un año de labores, recolectando los materiales y estableciendo aboneras muy rústicas en que lo fundamental es estar acumulando constantemente los diferentes materiales que han de constituir los abonos orgánicos, sin llegar a efectuar ninguna otra labor especial, más que efectuar una remoción o dos como máximo, en el período respectivo.

La materia orgánica es aplicada por algunos agricultores en el momento de la siembra, depositándola con cierto porcentaje de humedad entre la tierra húmeda ya lista para recibir los

grnaos, cubriéndola a su vez con tierra húmeda, luego de lo cual, se depositan las semillas las cuales se tapan con otra capa de suelo húmedo y por último se pone una capa de suelo seco.

Cuando el terreno es en camellones, se extiende sobre éstos y es incorporada una parte al remover el suelo para la siembra y el resto en la primera labor. Otro grupo de productores acostumbra aplicar la materia orgánica cuando la planta tiene de 30 a 50 centímetros de altura depositando, al pie de la mata, de 0.5 a 1.0 Kg del material (1.1 a 2.2 lbs). En otros casos, que son los menos frecuentes, acostumbran establecer una rotación del establo o Porqueriza en el predio, tratando de poner una temporada corta en cada sitio, cierta cantidad de estiércol, lo cual les significa una práctica sin mayor costo, más que el de armar y desarmar el respectivo Establo o Porqueriza, los que generalmente son sumamente rústicos, y trasladar sus correspondientes animales.

Respecto al control de Plagas, éstas generalmente son del suelo, presentándose antes del inicio de las lluvias; pueden dañar seriamente las poblaciones de los cultivares, pero los agricultores no acostumbran ningún control químico debido principalmente a que cuando se establece la temporada lluviosa, la incidencia de estas plagas se reduce considerablemente. Cuando hay ataque severo, el agricultor opta por Resembrar, acostumbrando hacerlo entre las matas, con semilla remojada por lo menos 12 horas.

Una vez instaladas las lluvias, la plaga importante es la "Tuza" o "Taltuza", (*Lagostomus máximus*), que es controlada principalmente con Trampas, aunque un alto porcentaje de este control es efectuado con hombres dedicados exclusivamente a este menester y que en el medio son conocidos como "Tuzeros". En lo que respecta a enfermedades, en ningún caso su incidencia es de importancia.

Referente a las Labores que se efectúan en el proceso del cultivo, la primera de ellas es efectuada a finales de Mayo y principios de Junio, consistiendo en un Raspado Superficial para eliminar las primeras Hierbas. Una segunda labor es efectuada a finales de Julio y principios de Agosto, constituyendo un Aporque Severo.

El agricultor sabe de las bondades de los fertilizantes y cuando está a su alcance los aplica en menores o mayores cantidades según el precio. Regularmente efectúan una sola fertilización variando la época de aplicación desde el momento de la primera labor hasta la época de Floración aplicando de 260 a 360 Kilogramos por Hectárea de las fórmulas 16-20-0 o 20-20-0 y que corresponden aproximadamente a los tratamientos 40-50-0 y 50-50-0 de Nitrógeno y fósforo respectivamente.

La Arveja es cosechada en Julio, efectuando a su vez un deshojado en 2 a 4 hojas del Maíz en su parte inferior, para efectuar después el Aporque para cada meta individual, alcanzando alturas de 35-50 centímetros y hasta de 80 centímetros en San Andrés Xecul Tonicapán.

La práctica de Deshoje se continúa hasta el momento de la cosecha sin cortar hojas sobre la opuesta a la Mazorca; El Despunte no es practicado por temor a Robos de Mazorca. En los meses de Octubre a Noviembre, es cuando pueden presentarse Heladas Tempranas que no permitan que el grano complete su Madurez Fisiológica; además puede haber vientos fuertes provenientes del norte que acamen las plantas de maíz (daño más común que el de las Heladas), para que una vez en el suelo, los animales domésticos (perros) completen el daño.

La cosecha es a finales de Noviembre y todo Diciembre, variando por regiones atendiendo a que cuando una parcela llegare a quedar aislada es blanco del robo entre los mismos agricultores de la zona.

En el Valle de Quetzaltenango puede afirmarse que prácticamente la producción es de Autoconsumo a excepción de unos agricultores que cultivan extensiones relativamente grandes de terreno.

2.1 TECNOLOGIA DISEÑADA Y RECOMENDADA POR LA ESTACION EXPERIMENTAL

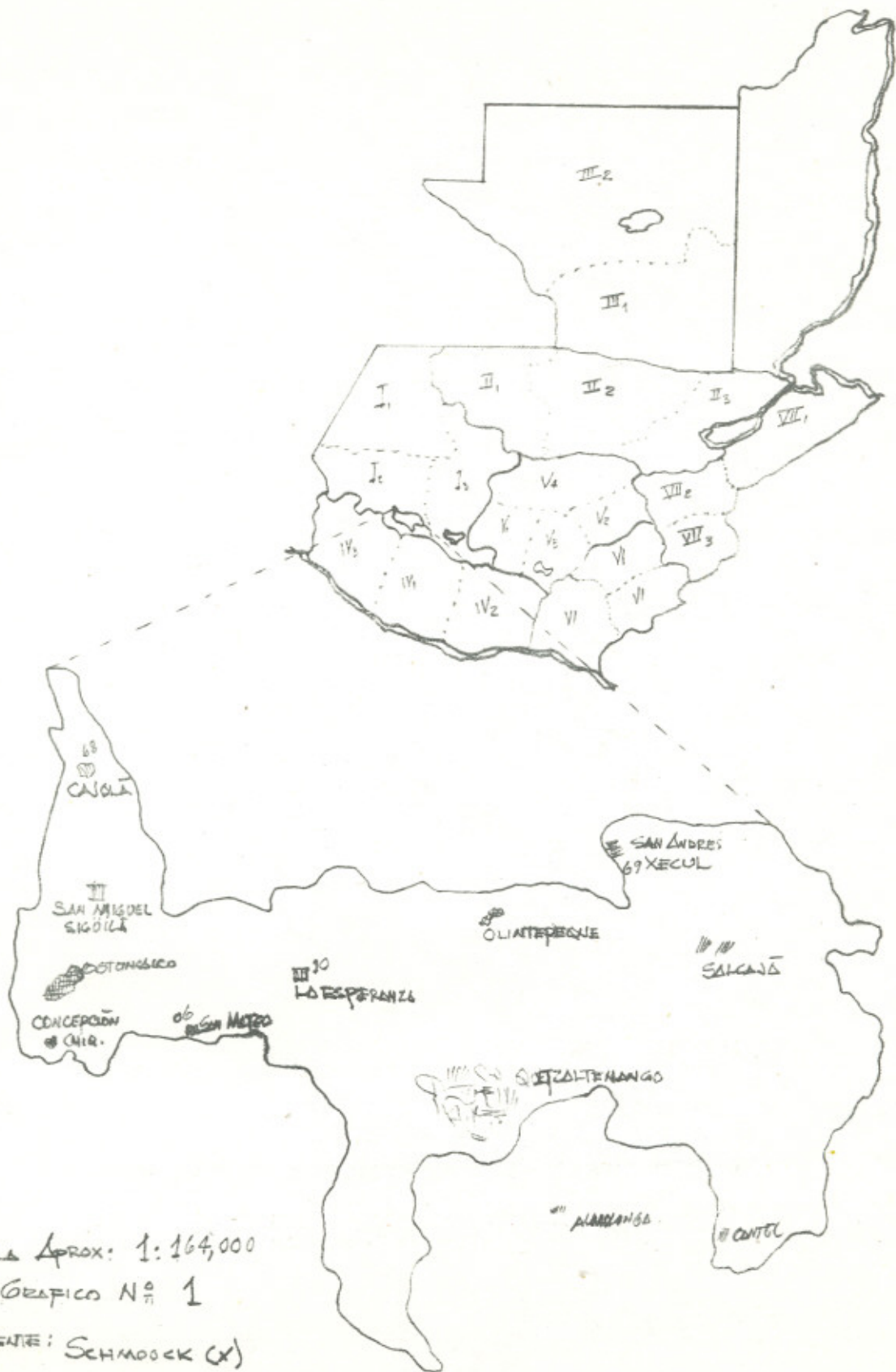
A través de varios la existencia de la Estación Experimental "Labor Ovalle" ha podido reunir para el desarrollo de la región, cierta cantidad de Tecnología. En el caso específico del Maíz, se cuenta con varios materiales Genéticos de Polinización Libre, como "San Marceño", "Guateian Xela" y "Bárcena 71" de grano amarillo y "Compuesto Blanco" de grano blanco; los cuatro están bien adaptados a la región con un alto potencial de rendimiento. Para siembras tempranas se recomienda "Bárcena 71", para siembras Promedio "San Marceño" o "Compuesto Blanco" y para siembras tardías "Guateian Xela". En todos los casos se recomienda una densidad de población de 50,000 plantas por Hectárea, distribuidas en surcos separados 90 centímetros y 1 plantas a cada 45 centímetros.

La fertilización recomendada por el Laboratorio de Nutrición Vegetal del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) cuando existen deficiencias es de 100 kilogramos por Hectárea de Nitrógeno aplicado en 2 oportunidades, el 60o/o de la Dosis total después de la primera Limpia y el 40o/o restante unos días antes de la Floración; para Fósforo, por correlaciones efectuadas con experimentos de campo, se ha determinado el nivel crítico y se ha adoptado para granos básicos un nivel crítico de 7 ug de Fósforo por mililitro (ml) de suelo, y cuando la muestra de suelo indica valores menores que éste, se recomienda aplicar 60 Kilogramos de Fósforo por Hectárea, para valores iguales o mayores, no aplicarlo. Para Potasio se considera que los suelos de esta región tienen un nivel adecuado, de acuerdo a Palencia (13).

Respecto a las aplicaciones de Nitrógeno, no se efectúa ninguna de ellas en el momento de la siembra, debido a que no existe ningún antecedente entre los agricultores respecto a esta práctica, además de que no es conveniente efectuarla toda vez que los niveles de humedad existentes en el suelo, no son adecuados para el mejor aprovechamiento de este fertilizante. Se recomienda por otro lado, efectuar 2 aplicaciones de Nitrógeno debido a que el ciclo de este

cultivo en el medio es sumamente largo necesitando tener permanentemente los nutrimentos necesarios. No se recomienda efectuar mayor número de aplicaciones, debido a que sería sumamente problemático que los agricultores se adaptasen a esta práctica, aún reconociendo que ya 2 aplicaciones están significando un fuerte cambio en las costumbres de los agricultores.

REGIONALIZACIÓN AGRÍCOLA Y LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO



ESCALA Aprox: 1:164,000

GRAFICO N° 1

FUENTE: SCHMOCK (X)

PROMEDIOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN VALLE DE QUETZALTENANGO

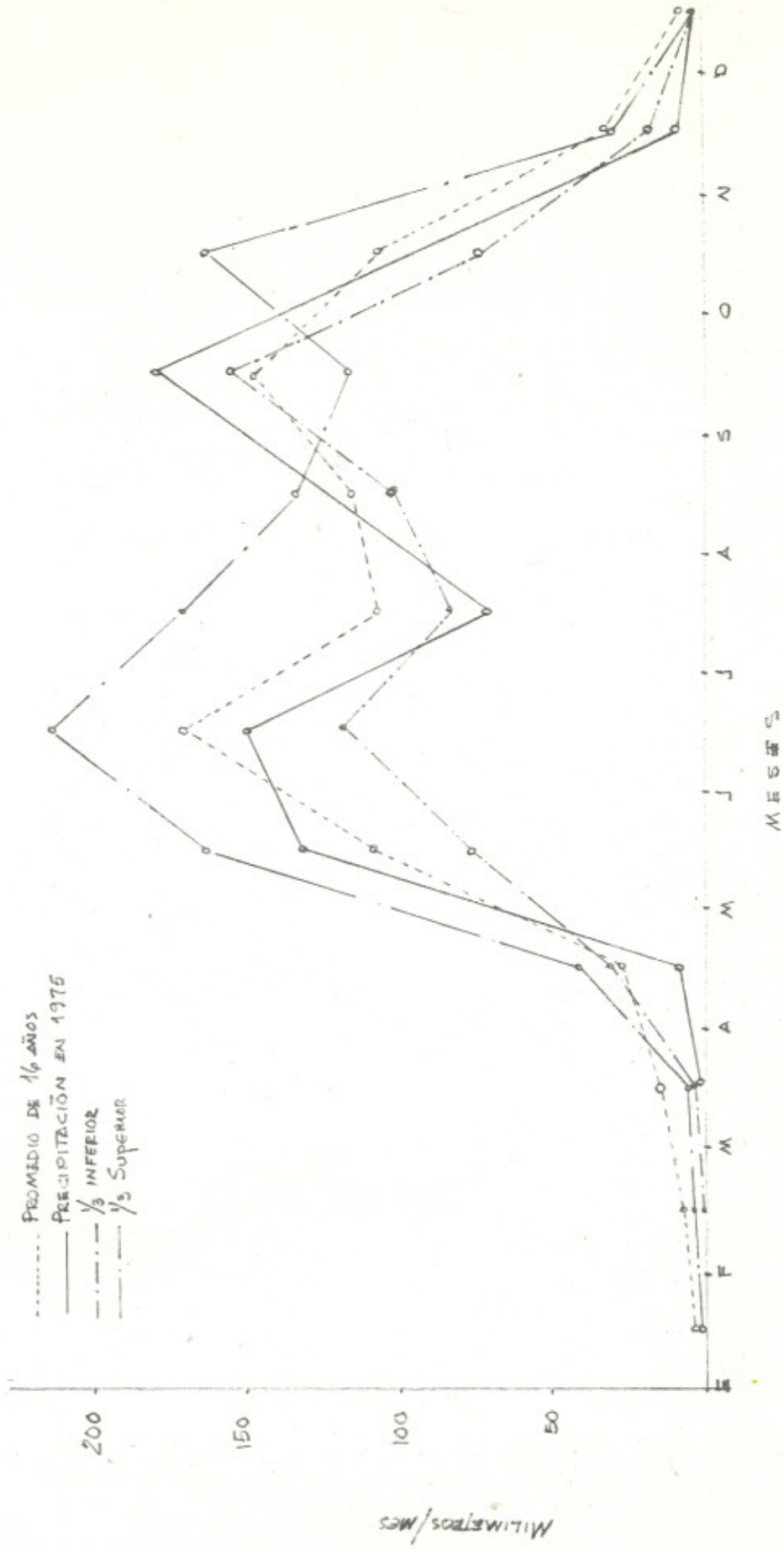


GRAFICO No. 2.

FUENTE:
SCHMOCK (X)

3 REVISION BIBLIOGRAFICA

3.1 LA FUNCION DEL NITROGENO EN LA PLANTA

Con excepción del agua, el nitrógeno es aparentemente el factor más importante para el desarrollo de las plantas (14). Es constituyente de todas las proteínas, las enzimas, muchos compuestos metabólicos intermedios involucrados en la síntesis y transferencia de energía y también de los ácidos nucleicos que forman parte del código genético (12).

Después del carbono, hidrógeno y oxígeno, el nitrógeno es el elemento más abundante en las plantas y forma parte de la estructura de los compuestos biológicamente importantes. En síntesis, el nitrógeno está involucrado en la mayoría, si no en todas las reacciones biológicas que determinan la vida; esto se debe principalmente a que todas las reacciones fisiológicas que ocurren en la célula, están relacionadas con las propiedades físicas y químicas de las proteínas (21, 10).

Las plantas como todos los organismos, requieren nitrógeno para su crecimiento y reproducción, una vez dentro de ellas los compuestos simples del nitrógeno son transformados en sustancias complejas, ácidos nucleicos, clorofila y otros compuestos semejantes (7) concluyendo que el nitrógeno es el elemento que tiene la mayor probabilidad de limitar el crecimiento de cultivos de regiones tropicales (18).

Diversos investigadores han comprobado que los fertilizantes nitrogenados pueden aumentar señaladamente el contenido de proteína de toda la planta de maíz y especialmente del grano, indicándose a su vez que numerosos experimentos efectuados cuidadosamente se ha observado que tanto el tamaño promedio de mazorcas y el número de ellas por planta, se aumentan cuando se aplica nitrógeno en cualquier cultivo de maíz de que se trate (10); a este respecto, (2) indican que en los cereales, una cantidad adecuada de nitrógeno aumenta el volumen del grano y su porcentaje en proteínas, señalando además que en todas las plantas, el nitrógeno es un regulador que gobierna en grado considerable la utilización de fósforo, potasio y otros elementos nutritivos.

Todo lo anterior asevera que cualquier deficiencia de nitrógeno en las plantas acarreará graves trastornos a las mismas, atendiendo al gran número de funciones en que interviene, por lo tanto es de hacer hincapié también en que su exceso resulta perjudicial, al respecto (17) indican que cantidades excesivas de nitrógeno dan hojas con células tan grandes y de pared tan delgada que son fácilmente atacadas por insectos y hongos patógenos y dañadas por condiciones climatológicas desfavorables tales como sequía y heladas. Un exceso de este elemento puede tardar a su vez la maduración del cultivo propiciando un excesivo crecimiento vegetativo (2,16), lo cual da como resultado un debilitamiento de los tallos con el subsecuente acame.

3.2 EL NITROGENO EN EL SUELO

La cantidad de nitrógeno en el suelo es pequeña, mientras la cantidad removida anualmente por las cosechas es comparativamente grande (2); la principal fuente de nitrógeno en los suelos es la Materia Orgánica (24) mientras que por otro lado se afirma que el nitrógeno del suelo está combinado formando parte de la materia orgánica (22), afirmándose además, que casi el 99o/o del nitrógeno del suelo, en algún momento ha estado en forma orgánica; en un suelo normal la cantidad media por hectárea es de 3360 Kg, sin embargo de esta cantidad tan solo unos 33,6Kg se hallan en forma inorgánica (22).

El nitrógeno en la materia orgánica del suelo ha sido y es una fuente importante de abastecimiento de este elemento para la producción agrícola, ya que el nitrógeno del suelo es agotable y disminuye en cantidad ya que abastece con contribuciones netas a los cultivos que crecen en esos suelos (1).

Muchos suelos del trópico se han cultivado durante largos períodos, el nitrógeno orgánico acumulado bajo condiciones vírgenes ha desaparecido, la materia orgánica se ha acercado al equilibrio bajo el manejo corriente y las cantidades netas de nitrógeno orgánico suministrado a los cultivos ha llegado casi a cero; si no se han usado fertilizantes nitrogenados, los rendimientos en los cultivos en estos suelos reflejan precisamente las cantidades de nitrógeno provenientes de las lluvias y los procesos de fijación del nitrógeno del aire (18).

En general las cantidades de nitrógeno orgánico en los suelos tropicales son bajas existiendo algunas excepciones dignas de notarse como los suelos de ceniza volcánica, algunos suelos del altiplano, algunos suelos de selvas tropicales húmedas (18).

Todo el nitrógeno del suelo proviene de la atmósfera, (78o/o de N) a través de los procesos de fijación, que producen la combinación de este elemento con hidrógeno u oxígeno; sin embargo, este nitrógeno no puede ser utilizado directamente por las plantas superiores y requiere de una transformación previa (22).

3.3 LOS MATERIALES ORGANICOS, SU EFECTO SOBRE EL SUELO Y LOS CULTIVOS

En un suelo típico, el contenido de materia orgánica es alrededor del 3 al 5o/o en peso en su capa superficial; su influencia sobre las propiedades del suelo y por lo tanto en el crecimiento de las plantas, es, no obstante, mucho mayor que lo que pudiera hacer creer este pequeño contenido (2).

Diferentes autores (2,24) agrupan a la materia orgánica del suelo en 2 categorías, la primera es un material relativamente estable denominado "Humus" cuya capacidad para almacenar agua e iones nutrientes es mucho mayor que la de la arcilla; la segunda, incluye

aquellos nutrientes materiales orgánicos que están sujetos a una descomposición francamente rápida, materiales que van desde residuos frescos de las cosechas a aquellos que por una cadena de reacciones de descomposición se aproximan a un cierto grado de estabilidad (8), indica que el valor propio de los abonos orgánicos son sobre la estructura física del suelo.

La materia orgánica influencia indirectamente la productividad del suelo. Durante su descomposición ejerce una influencia profunda sobre la conglomeración de los agregados del suelo o en la formación de una estructura estable. La materia orgánica bien descompuesta aumenta la cohesión de los suelos arenosos, disminuye la cohesión de los suelos arcillosos. La buena estructura del suelo y la materia orgánica en sí mejoran la aireación, capacidad retentiva del agua y la permeabilidad, así como también la resistencia a la erosión. Por medio del abonamiento orgánico se mejoran poderosamente la cantidad y eficiencia de la actividad biológica (10).

Para que un suelo tenga una productividad óptima, debe de tener una adecuada capacidad de retención de agua, buena aireación y un suministro de materia orgánica que pueda descomponerse, junto con la presencia de minerales que se disuelvan a la velocidad suficiente para cubrir las necesidades del desarrollo normal de la cosecha. Obtener la perfecta combinación de las condiciones anteriores, es el objetivo del agricultor en el cuidado de sus campos (22).

3.3.1 REQUERIMIENTOS DE USO DE MATERIA ORGANICA

Los residuos de las cosechas pueden servir como fuentes adecuadas de materia orgánica si se les incorpora correctamente con el suelo y si se les suplementa con fertilizante nitrogenado (10). Esta materia orgánica del suelo puede incrementarse con aplicaciones de estiércol (2) con el uso de abonos verdes, estiércol artificial y gallinaza (11).

El enriquecimiento del suelo con "Humus" se puede lograr de la mejor manera mediante la estercolación, siempre que se cuente con cantidades suficientes será recomendable aplicar 20 a 50 ton/Ha (2) lo que aportaría de 2 a 5 ton de materia orgánica (24).

Entre los cereales el maíz es el que mejor aprovecha el estiércol como fuente de nutrimentos considerándolo ideal para el mismo, debido a que la mayor demanda de estos se efectúa por la planta en los períodos avanzados de su crecimiento, y el estiércol va suministrando lentamente los elementos nutritivos llegando a tener su mayor acción precisamente en la época que son más necesarios (6).

Señalando algunas comparaciones entre estiércol y los abonos comerciales, (24) afirma que en Rothamsted en un suelo arcilloso, los abonos químicos usados durante 100 años han sido tan efectivos como el estiércol para la producción de trigo continuo. Al respecto Matheu (11) citando a Selke señala que una estercoladura de 200 qq/Ha puede compararse con un abonado

mineral de 30 a 40 Kg nitrógeno puro, 40 a 50 Kg ácido fosfórico puro y 100 a 120 Kg potasio puro. El mismo (11) indica que Gericke afirma que el efecto del nitrógeno fertilizante era un 23o/o más alto con estiércol que sin él, esto lo puede demostrar con los resultados promedio de 500 ensayos con patatas.

3.4 REQUERIMIENTOS DE FERTILIZACION NITROGENADA EN MAIZ

En la estación Experimental "Labor Ovalle" de Quetzaltenango, Guatemala, se incrementó la producción de maíz de 15.88 qqs/Mz con la aplicación de 80-Kg/ha de nitrógeno (11) citando a Del Valle. En tanto en México las recomendaciones de tales tasas de nitrógeno generalizadas para obtener los rendimientos óptimos han aumentado gradualmente de 40 a 50 Kg/ha en la década de 1940 a 80Kgn/Ha en la década de 1950 y de 80 a 175 Kg N/ha en la década de 1960 según afirma Sánchez (18) citando a Colwell et al, Laird y Lizarraga et all Turrente 1970 et al. A su vez el mismo autor (18) citando a Berger, Dageus y CIMMYT informa que muchos experimentos realizados a través de la Región Tropical, indican que el maíz responde positivamente a tasas de nitrógeno entre 60 y 150 Kg/ha, indicando además que en las zonas altas de México y América central existen respuestas consistentes a aplicaciones de nitrógeno.

El mismo (18) reporta casos sin respuesta, citando a varios autores, informa que la ausencia de respuestas al nitrógeno ha sido atribuída a factores limitantes tales como la toxicidad de aluminio o la deficiencia de fósforo, en casos donde los rendimientos fueron bajos y a un alto nivel de nitrógeno nativo cuando los rendimientos fueron altos.

3.5 USOSIMULTANEO DE ABONOS ORGANICOS Y FERTILIZANTES.

Con el propósito de tener mayores elementos de juicio que ayudasen a la interpretación del presente estudio, el autor trató por todos los medios de la obtención de literatura que ayudase en la discusión e interpretación de los resultados experimentales, tropezando con la escasez de la misma; sin embargo se ha logrado algunas citas como la que refiere Matheu (11) consultando a Selke, informa que existen resultados negativos en los que el estiércol ha rebajado sensiblemente el efecto del abonado mineral y da un ejemplo de ello.

Un Kg de N Produjo	en Lauchetedt 1903-1909	En Gross-Lubars 1010-1015
Sin estiércol	Patatas 37.3 Kg	Patatas 45.2 Kg
Con 200 gm/ha de estiércol		
Y abono mineral	2.3 Kg	74.7 Kg

El grupo sin estiércol tuvo en las dos localidades 60 Kg/ha de N: El grupo con 200 gm/ha en Lauchstedt (sobre tierras negras), tuvo 40 Kg/ha de N y en Bross-Lubars (suelo areno ligero) 30 Kg N/ha. Además Selke intenta aclarar estos resultados de la siguiente forma: por un lado la diferencia del efecto nitrogenado del estiércol puede basarse en su propia calidad; mientras que un estiércol rico en materias nitrogenadas con una relación estrecha C: N aporta al suelo cantidades no despreciables de nitrógeno rápidamente asimilables, puede ocurrir que un estiércol pobre y poco fermentado inactivó biológicamente el nitrógeno presente en el suelo; eligiendo el abonado mineral nitrogenado en cantidad adecuada para conseguir cosechas óptimas, el nitrógeno de estiércol puede rebajar su eficacia según las leyes vegetativas.

Sobre aplicación de gallinaza en niveles de 0, 800, 1600 y 2400 kg/ha y aplicación de nitrógeno en los niveles de 0, 20, 40 y 60 kg/ha, bajo condiciones de suelo de alto nivel de fertilidad, exceptuando nitrógeno, Palencia et al (13) encontraron que: el efecto de la gallinaza fue significativamente mayor en presencia de 20 kg N/ha y negativo en presencia de 60 kg/ha de N. El requerimiento mínimo de gallinaza de 800 kg/ha, recomendándose probar dosis más bajas de este material debido a la falta de diferencias significativas con respecto a los otros niveles de aplicación; el efecto del nitrógeno en ausencia de gallinaza se produjo hasta el nivel de 40 kg/ha.

Basado en 47 ensayos de fertilización para superficies no tratadas con estiércol o abono verde leguminosa, Chapman, citado por Grüneberg (6) da en 1954, para maíces híbridos. Las siguientes recomendaciones; se deberán enterrar 336-560 kg/ha de un fertilizante compuesto de fórmula 0-20-20 ó 0-10-10. Al mismo tiempo se recomienda una fertilización inicial de 280-336 kg/ha de nitrato o sulfato de amonio y más tarde una aportación de cobertera de 224 kg/ha de los mismos fertilizantes nitrogenados. Si se aplica estiércol o se entierran leguminosas como abono verde, bastará una aplicación de 224-336 de la fórmula 4-16-16 ó 5-20-20; dosis adicionales de nitrógeno deberán ser suministradas en aquellos casos en donde, sobre suelos pesados se pretenda alcanzar rendimientos de 4230 kg/ha.

Matheu (11) afirma, que una forma burda aunque satisfactoria para compensar por el uso de estiércol en los cultivos de raíces, consiste en usar el mismo tipo de compuesto que se usaba cuando no se utilizaba estiércol, pero aplicando solamente la mitad o las 2/3 partes de la cantidad normal usada.

3.6 ARREGLO TOPOLOGICO.

Es la forma de distribución de las plantas en el campo. Al respecto, se agotó los medios posibles de obtención de literatura sin conseguirla, por lo cual únicamente se hace alusión a comunicaciones personales con técnicos que pudieran proporcionar información.

Para el caso específico de los cultivares del occidente, es notorio y muy marcado el uso de distanciamientos muy grandes, aún existiendo una densidad adecuada de plantas/Hectárea.

Definitivamente una distribución mas lógica de las plantas en el campo, se ha de reflejar en producciones mas convenientes.

Se sabe que distribuir en el campo una planta por postura es muy adecuado, sin embargo tomando en cuenta la idiosincracia de los pobladores de la región, se ha enfocado el caso de tal forma pueda ser accesible al cambio, puesto que no se introduce bruscamente la práctica. Los espacios estudiados, se ha considerado los mas convenientes a una introducción gradual del cambio en la mentalidad del agricultor.

4. MATERIALES Y METODOS

4.1 Material experimental

1.1 Localización de sitios.

Fué utilizado un mapa 1:50,000 para localizar el área de trabajo, la cual fue recorrida para tener panorama acerca de las variaciones de suelo, clima y manejo general de la región. Seguidamente se procedió a entrevistar agricultores para el préstamo de los terrenos donde se establecerían los experimentos. El requisito buscado fue que en los distintos probables sitios, se usara diferente fuente de materia orgánica pero en cada caso, el tipo de materia orgánica usada, correspondiera a la generalidad de la subregión, a fin de muestrear variabilidad en este aspecto. Los sitios se localizan en el gráfico 1.

1.2 Factores estudiados.

Atendiendo al conocimiento de la región, se consideraron como factores limitantes de la producción, el nitrógeno, uso de materia orgánica y arreglo topológico y para proporcionarle a los agricultores tecnología mas realista, se decidió asociar al maíz en los experimentos, con lo mas usual en cada sitio, así.

06 Maíz x Haba x Arveja

10 Maíz x Haba

68 Maíz x Frijol

69 Maíz x Frijol x Haba

Se consideró que para el factor nitrógeno su tratamiento óptimo económico (TOE) se encontraría dentro de 0 a 90 Kg de nitrógeno por Hectárea, siempre y cuando fuera suplementado con una dosis de materia orgánica que se estimó debería estar entre las 3 a 12 toneladas por hectárea y se decidió hacer variar el arreglo topológico de 6 a 3 plantas por postura, manteniendo una densidad de población constante de 50,000 plantas por hectárea que es considerada óptima, de acuerdo a experimentos en la región.

1.3 Matriz Experimental.

Atendiendo a que la mayor parte de unidades de explotación son de tipo familiar y que tienen muy poca área, (4) se consideró necesario elegir una matriz experimental que tuviera pocos tratamientos y que permitiera estudiar mas de un factor a la vez, por lo cual se eligió como Matriz experimental en este estudio, a la Plan Puebla I (23), la cual es adecuada por el

tamaño de explotación prevaleciente en la región, además de su rápida y eficaz interpretación gráfica (sus autores la diseñaron con tal finalidad) permitiendo encontrar las recomendaciones óptimas económicas con razonable precisión. Otra ventaja que brinda es el hecho de poderse determinar la interacción de factores disminuyendo el riesgo al ser estudiadas en conjunto, lo cual no es posible con el método Baconiano (un factor a la vez) (23), que se estaba usando anteriormente en experimentación sobre fertilizantes en la región (13).

En el Cuadro (1) se muestra la lista de tratamientos para las diferentes combinaciones de factores estudiados y en la gráfica (3), la representación gráfica de la matriz Plan Puebla I para los tres factores involucrados en el presente estudio.

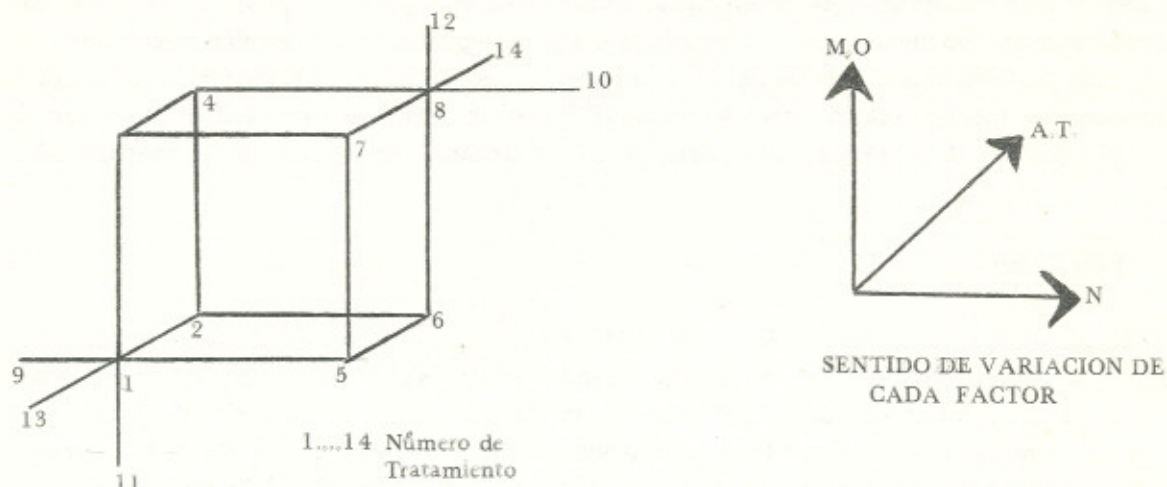
CUADRO 1

Tratamiento Número	Nitrógeno (Kg/Ha)	Materia Orgánica (Ton/Ha)	Arreglo Topológico) (Plantas/Postura)
1	30	6	5
2	30	6	4
3	30	9	5
4	30	9	4
5	60	6	5
6	60	6	4
7	60	9	5
8	60	9	4
9	0	6	5
10	90	9	4
11	30	3	5
12	60	12	4
13	60	6	6
14	60	9	3

El Nitrógeno se hizo variar de 30 en 30 Kg, la Materia orgánica se varió de 3 en 3 toneladas y el arreglo topológico de 1 en 1 planta por postura, considerando que esto daría una razonable precisión para el uso de los factores a estudiar.

GRAFICA No. 3

Representación Gráfica de la matriz experimental "Plan Puebla I", (Cubo con aristas prolongadas).



1.4 Diseño Experimental.

Fue utilizado el diseño de Bloques al azar, replicados 3 veces los tratamientos. El tamaño de unidad experimental de 2 surcos de 10 metros de largo, separados 1 metro entre sí.

1.5 Preparación del terreno

Los agricultores lo preparan inmediatamente después de la cosecha del año anterior para conservar la humedad; en el caso de los sitios de los ensayos, esto ocurrió entre Diciembre de 1974 y Febrero de 1975 y fue efectuada con azadón, picado aproximadamente a 30-40 centímetros de profundidad.

1.6 Insumos Utilizados.

Se usó la variedad mejorada de polinización libre de maíz "San Marceño", de gran adaptabilidad en el medio; como fuente de Nitrógeno se utilizó Urea (46-0-0); como fuentes de materia orgánica en el experimento 06 esta consistió fundamentalmente de broza de bosque latifolio, en el 10 de estiércol de bovinos y equinos con Rastrojos de maíz, en el 68 de estiércol de bovinos y equinos con rastrojo de maíz bien descompuesto y en el 69 estiércol de bovinos y residuos de cosechas de maíz y trigo. Para el control de plagas del suelo se utilizó Volatón en polvo.

4.2 Metodología experimental.

2.1 Siembra

Los experimentos fueron sembrados del 10 de Marzo al 1 de Abril de 1975, efectuando tales siembras con azadón, removiendo la capa de suelo superficial seco hasta encontrar la humedad residual; se aplicó volatón en cada postura (35 a 50 kg/Ha), luego la materia orgánica, cubriendo con una pequeña capa de tierra húmeda y se depositaron las semillas necesarias más una en cada postura. Las distancias de siembra fueron de acuerdo a cada tratamiento así: para 3 plantas por postura: 0.6 metros, para 4 plantas: 0.8 metros, para 5 plantas: 1.0 metros y para 6 plantas por postura: 1.2 metros entre posturas, con la distancia constante de 1.0 metros entre surcos.

2.2 Fertilización

El fertilizante nitrogenado fue distribuido en 2 épocas. El 50% de la dosis total de nitrógeno se aplicó al inicio de las lluvias, cuando existió suficiente humedad en el suelo, aprovechándose la labor de raspado o primera limpia entre los 45 y 60 días después de la siembra. La otra mitad de la dosis total de nitrógeno se aplicó 8 a 15 días antes de la floración coincidiendo con la segunda limpia o aporque que se dá al cultivo entre los 80 y 100 días después de la siembra, cubriéndose el fertilizante después de ambas aplicaciones.

El fertilizante fue aplicado por mata, observando cuidadosamente que esta aplicación se efectuase en la parte interna de los surcos componentes de la parcela experimental (vease gráfico), a fin de evitar los efectos de borde con el establecimiento de calles entre parcelas.

PLANTAS → X X X X X ← FERTILIZACION
 PLANTAS → X X X X X ← FERTILIZACION

2.3 Resiembra

Entre los 15 a 20 días de sembrados los experimentos, se procedió a la resiembra, la cual fue necesaria debido a ataque fuerte de gusano alambre (*Agrotis sp.*), lo cual ocurre al atrasarse las lluvias y existir una sequía de cierta prolongación, lo que aconteció en 1975. Es de hacer notar que el Volatón aplicado no logra control eficaz si las condiciones de humedad son inadecuadas.

2.4 Entresaque

Fue efectuado en el momento de proceder a la aplicación de la primera dosis de nitrógeno, con lo cual se logró hacer la labor de entresaque y primera fertilización simultáneamente; Este entresaque se hizo, eliminando las plantas menos vigorosas existentes en el campo.

2.5 Cosecha.

Previo a cosechar el experimento se escogieron las plantas con competencia completa, efectuándose conteo de plantas y matas a cosechar y plantas estériles. En la cosecha se tomaron datos sobre mazorcas perdidas, daño por insectos, pájaros y fallas en la polinización. Se tomaron muestras por tratamiento de la humedad del grano y se determinó un factor de desgranado general para cada experimento.

4.3 Análisis Estadístico

3.1 Análisis de Varianza.

Se transformaron los rendimientos por parcela a Kilogramos por Hectárea, ajustándolos a 150/o de humedad. Con estos rendimientos se procedió a efectuar análisis de varianza para conocer los efectos de los tratamientos y las repeticiones.

3.2 Análisis de Regresión.

Para seleccionar el mejor modelo aproximativo que definiera las funciones de respuesta, se graficó para cada factor estudiado, la respuesta en cada uno de los experimentos, observando las formas de las funciones de respuesta con cuya observación se decidió utilizar el modelo cuadrático en todos los experimentos, como el único que aproximara la función de respuesta, expresado para los 3 factores en estudio, así:

$$\hat{Y}_i = \hat{\beta}_{0i} + \hat{\beta}_{1i} N + \hat{\beta}_{2i} MO-3 + \hat{\beta}_{3i} AT-3 + \hat{\beta}_{4i} N^2 + \hat{\beta}_{5i} (MO-3)^2 + \hat{\beta}_{6i} (AT-3)^2 + \hat{\beta}_{7i} N(MO-3) + \hat{\beta}_{8i} N(AT-3) + \hat{\beta}_{9i} (MO-3)(AT-3)$$

$$i = 1 \dots 4 \text{ (EXPERIMENTOS)}$$

Como se puede ver, todas las variables fueron expresadas en el punto más bajo de su espacio de exploración, así el rendimiento β_0 representa el rendimiento en el punto más bajo de los factores estudiados. Luego se procedió a determinar el número de términos que fuera posible dejar para cada ecuación y que fueran altamente significativos, para lo cual se usó la técnica de Regresión Progresiva Modificada (R.P.M.) (Stepwise) (20) con una presión de selección $f_1 = 100/o$, $f_2 = 100/o$.

4.4 ANALISIS ECONOMICO

Para este análisis se procedió de tres formas distintas, a fin de encontrar el procedimiento más apropiado al tipo de investigación que se efectúa. La razón de usar estas tres técnicas de análisis económicos es con el propósito de observar las diferencias existentes entre las recomendaciones determinadas en cada uno de ellos y constatar las consistencias de cada método.

4.1 Tratamientos Optimos Económicos con Beneficios Netos.

Se procedió de acuerdo a la técnica de obtención de beneficios netos de cada tratamiento y selección del tratamiento óptimo económico, suponiendo una determinada tasa de retorno al capital (5). Vease Apéndice.

1. Obtención de un rendimiento ajustado: se procedió multiplicando el rendimiento experimental por el factor 0.8.
2. Este rendimiento ajustado se multiplicó por el factor 0.127 (Valor de 1 Kilogramo de maíz comercial en 1975) para obtener beneficio bruto.
3. Se determinaron los costos variables para cada tratamiento, (Cuadro 2) constituidos por el valor de los factores nitrógeno, materia orgánica y arreglo topológico. En los cuadros 3 y 4 se detallan los valores deducidos.
4. Con el beneficio bruto menos costos variables se dedujo el beneficio neto para cada tratamiento y para cada experimento.

CUADRO 2.

COSTOS VARIABLES PARA LOS INSUMOS UTILIZADOS EN CADA TRATAMIENTO Y PARA LOS CUATRO EXPERIMENTOS.

Tratamiento número	Tratamiento N-MO-AT	Total costos variables
1	30- 6-5	152.38 Hectárea
2	30- 6-4	167.96 Hectárea
3	30- 9-5	182.38 Hectárea
4	30- 9-4	197.96 Hectárea
5	60- 6-5	182.23 Hectárea
6	60- 6-4	197.81 Hectárea
7	60- 9-5	212.23 Hectárea
8	60- 9-4	227.81 Hectárea
9	0- 6-5	122.53 Hectárea
10	90- 9-4	257.66 Hectárea
11	30- 3-5	122.38 Hectárea
12	60-12-4	257.81 Hectárea
13	60- 6-6	166.62 Hectárea
14	60- 9-3	253.54 Hectárea

COSTO DE APLICACION DE MATERIA ORGANICA, SE INCLUYE SU VALOR Y SE RELACIONA CON EL NUMERO DE PLANTAS/POSTURAS.

Cantidad (toneladas)	Costo de mateira Orgánica	Plantas por postura	Costo de aplicación
3	Q. 30.00	6	Q. 15.64/Hectárea
6	60.00	5	20.38/Hectárea
9	90.00	4	25.99/Hectárea
12	120.00	3	31.28/Hectárea

CUADRO 4.

COSTO DE SIEMBRA POR HECTAREA, ATENDIENDO AL NUMERO DE PLANTAS POR POSTURA (ARREGLO TOPOLOGICO).

Plantas por postura	Costo de siembra
6	31.28/Hectárea
5	41.70/Hectárea
4	52.12/Hectárea
3	62.56/Hectárea

En lo que respecta a Nitrógeno, se dedujo un valor constante de aplicación de Q.0.995/Hectárea para todos los tratamientos, en vista de que se consideró que no existe diferencia en costo al aplicar 30 kilogramos o 90 kilogramos en una Hectárea, o no aplicarlo.

5. Se hizo un análisis de dominancia atendiendo al beneficio neto en cada tratamiento, para cada experimento.
6. Se efectuó un análisis marginal de los tratamientos, en base al beneficio neto y a los costos variables, eliminándose aquellos tratamientos en que se observaba un beneficio neto menor y un costo variable mayor al tratamiento inmediatamente superior.

7. Se dedujo análisis marginal en costo variable y en beneficio neto de los tratamientos seleccionados y considerando los valores de cada tratamiento con su inmediato.
8. Se calculó tasa marginal de retorno al capital y se dedujo la tasa de retorno al capital expresando en Porcentaje.
9. Finalmente se seleccionó el Tratamiento Optimo económico en base a una tasa de retorno al capital de determinado porcentaje.

4.2 Análisis Gráfico.

Turrent (23) indica el procedimiento a seguir para el análisis gráfico de las matrices "Plan Puebla", así.

1. Para cada uno de los factores se seleccionaron los puntos de la matriz en donde solamente varió el factor específico manteniendo los otros dos constantes para cada una de las curvas identificadas por tres puntos en el gráfico y para sus puntos intermedios.
2. Se determinó el valor de la pendiente de la Relación inversa de precios.
3. Se trazó una línea paralela a la pendiente determinada anteriormente y donde esta fue tangente a la curva, o las pendientes fueron iguales dentro de los espacios de exploración estudiados, se determinó el óptimo económico para cada uno de los factores. Vease Apéndice.

4.3 Análisis Matemático.

1. En este análisis se enfocó la ecuación de Regresión Progresiva Modificada (R.P.M.) en cada experimento.
2. A esta ecuación se le deduce la primera derivada respecto a cada factor concurrente que produjo respuesta.
3. Se igualó esta primera derivada a la Relación Inversa de Precios.
4. Se dedujo el tratamiento óptimo económico de cada variable incidente en cada experimento.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 De los rendimientos.

No se presentan rendimientos para los cultivos que se asociaron al maíz: Frijol, haba y arveja, debido a que no son confiables los datos obtenidos para indicar la producción real de estos cultivos.

Los agricultores, por necesidad o por falta de información y en algunos casos por incidencia de ataques severos de aves en sus plantaciones, cosecharon parte de los productos alterándose los datos del cultivo(s) asociados(s) al maíz.

Del maíz, los resultados por medias de tratamientos se presentan en el Cuadro 5. La media general de los 4 experimentos fue de 3846 kg/Ha. El experimento que rindió menos fue el número 69 con 2449 kg/ha; el de más rendimiento (experimento 10) con 5688 kg/ha, dando una diferencia de cerca de las 3.2 toneladas por hectárea, lo cual indica que con estos experimentos fueron muestreadas diferencias apreciables en cuanto a variación en fuente de materia orgánica, clima, suelo y manejo.

Observando las medias generales de la matriz de tratamientos en sus extremos para nitrógeno, puede apreciarse que al pasar de 0 a 90 kg/ha de nitrógeno, tratamientos 9 y 10 (0-6-5 y 90-9-4), se incrementaron los rendimientos aproximadamente 2.2 ton/ha. Es de hacer notar que además de incrementarse 90 kg de nitrógeno, se incrementaron 3 ton/ha de materia orgánica y se reduce en una planta por postura al pasar del tratamiento 9 al 10, por lo cual el incremento en grano no se debe únicamente a los 90 kg/ha de nitrógeno.

La respuesta a materia orgánica se hace notar observando los extremos de la matriz para este factor, tratamientos 11 y 12 (30-3-5 y 60-12-4); aunque se incrementa en 9 ton/ha la materia orgánica y se reduce una planta por postura, se observa un incremento de 1.25 ton/ha debido en parte a la materia orgánica y a los 30 kg de nitrógeno aumentados.

Para el arreglo topológico en los extremos, tratamientos 13 y 14 (60-6-6 y 60-9-3), se observa un incremento de 0.138 ton/Ha al pasar de 6 a 3 plantas por postura y aumentar 3 ton/ha la materia orgánica; aunque el 50o/o de los experimentos indica un decremento mínimo en la producción (0.195 ton/ha); el incremento general es debido a pasar de 6 a 9 toneladas por hectárea la materia orgánica.

Respecto al rendimiento observado en el experimento 68, tratamiento 4 (30-9-4), es superior en 0.021 toneladas por hectárea al tratamiento 10 (90-9-4), lo cual es atribuible a factores de sitio propiamente. En el experimento 69, el tratamiento 5 (60-6-5) es superior al tratamiento 10 (90-9-4) en 0.062 toneladas por hectárea, atribuible igualmente a factores de sitio.

CUADRO 5.

RESPUESTA DEL MAIZ EN GRANO COMERCIAL CON 15o/o DE HUMEDAD A LA APLICACION DE NITROGENO, MATERIA ORGANICA Y ARREGLO TOPOLOGICO.

RENDIMIENTO MEDIO PARA LOS 4 EXPERIMENTO ESTABLECIDOS.

Tratamiento	E x p e r i m e n t o				Media
	06	10	68	69	
1	1569.6	3915.2	4205.3	1970.3	2915.1
2	2156.8	5492.6	4416.8	1894.5	3490.18
3	2749.3	5408.1	3367.9	2575.0	3525.08
4	1778.8	5192.4	5849.1	1898.1	3679.6
5	2343.1	5771.5	3439.8	3170.7	3906.28
6	2693.1	5245.3	4741.9	2710.0	3847.58
7	4286.6	5339.6	4708.3	2232.8	4141.83
8	3010.5	6085.0	4221.9	2854.5	4042.98
9	2343.6	4526.5	3391.2	1767.0	3007.08
10	3466.6	7552.2	5827.9	3138.3	5221.25
11	1436.8	5692.4	3505.0	1643.1	3069.33
12	3635.11	6354.4	4839.5	2466.4	4323.85
13	3431.9	5805.3	4600.9	2876.7	4178.7
14	3138.5	7256.5	4506.0	3089.7	4497.43
Media	2781.5	5688.4	4465.8	2449.1	3846.2

En síntesis puede decirse que se efectuó un muestreo sensible de los factores de la producción (clima, suelo y manejo) y que existe respuesta a los factores estudiados, aunque esta respuesta podría deberse a la variación de uno(s) de estos factores: fuente de materia orgánica, manejo del sitio, etc.

5.2 Del Análisis de Varianza.

Este análisis nos indica que en el 75o/o de los experimentos existió efecto de tratamientos con una probabilidad del 5o/o y en el 25o/o restante no existió efecto de tratamientos. En el 75o/o de los experimentos la distribución de las repeticiones para reducir el error experimental fue eficaz con una probabilidad del 5o/o y en el 25o/o restante la distribución de las repeticiones no contribuyó grandemente a reducir el error experimental.

CUADRO 6.

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO EN GRANO DE MAIZ EN
4 EXPERIMENTOS

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE Y GRANO DE MAIZ AL 15o/o DE HUMEDAD

EXPERIMENTO: 06

FUENTE	G.L	SUMA DE CUADROS	CUADROS MEDIOS	F.CALC.
Repeticiones	2	6021736.3	3010868.15	6.58 *
Tratamientos	13	20993046.9	1614849.76	3.53 *
Error	26	11896717.4	457566.05	
Total corregido	41	38911500.6	949060.99	

EXPERIMENTO: 10

Repeticiones	2	2057843.1	1028921.57	1.30 N.S.
Tratamientos	13	24389237.4	1876095.18	2.37 *
Error	26	20546637.7	790255.30	
Total corregido	41	46993718.2	1146188.25	

EXPERIMENTO: 68

Repeticiones	2	10057377.3	5028688.66	5.01 *
Tratamientos	13	27126007.4	2086615.95	2.08 N.S.
Error	26	26071061.1	1002733.12	
Total corregido	41	63254445.8	1542791.36	

EXPERIMENTO: 69

Repeticiones	2	8498838.5	4249419.25	7.64 **
Tratamientos	13	26290700.6	2022361.59	3.63 **
Error	26	14458204.0	556084.77	
Total corregido	41	49247743.2	1201164.47	

5.3 DEL ANALISIS DE REGRESION

Del análisis de varianza se concluye que en el 75o/o de los experimentos ha existido un efecto de tratamientos y para conocer a cual factor (N-MO-AT) fué debido se involucró el análisis de regresión con un modelo cuadrático completo. Se siguió un procedimiento adicional para reducir este modelo completo: La regresión progresiva modificada (R.P.M.) al $f_1 = 100\%$ o $f_2 = 100\%$. Estos procedimientos se aplicaron sobre las medias de los tratamientos.

En el Cuadro 7 se presentan los coeficientes para la matriz experimental "Plan Puebla I", donde β_0 es el rendimiento estimado para el tratamiento más bajo (0 kg/ha N - 3 Ton/ha M.O. - 6 plantas/postura); el efecto lineal de nitrógeno β_1 fue seleccionado en 1 de los 4 experimentos y el efecto cuadrático en 2 de ellos. En el experimento en que no se seleccionó el lineal ni el efecto cuadrático de nitrógeno, se seleccionó la interacción Nitrógeno X materia Orgánica, lo cual indica respuestas consistente a las aplicaciones de nitrógeno.

En relación al arreglo topológico, se seleccionó su efecto línea en un experimento y su efecto cuadrático también en un experimento, evidenciándose la respuesta de su efecto aunque no consistentemente. Referente a la materia orgánica, esta no parece tener importancia puesto que no presenta efecto lineal ni cuadrático y solamente en 1 de 4 casos presenta respuesta positiva interaccionando con nitrógeno, debido probablemente al uso permanente que de estos materiales se hace en el valle. MODELO CUADRATICO COMPLETO:

$$\hat{Y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 N + \hat{\beta}_2 MO-3 + \hat{\beta}_3 AT-3 + \hat{\beta}_4 N^2 + \hat{\beta}_5 (MO-3)^2 + \hat{\beta}_6 (AT-3)^2 + \hat{\beta}_7 N(MO-3) + \hat{\beta}_8 N(AT-3) + \hat{\beta}_9 (MO-3)(AT-3)$$

CUADRO 7.

RESPUESTAS OBTENIDAS PARA LOS CUATRO EXPERIMENTOS AL ANALISIS DE REGRESION CON UN MODELO CUADRATICO COMPLETO QUE SOMETIDO AL PROCEDIMIENTO ADICIONAL DE REGRESION PROGRESIVA MODIFICADA, SELECCIONO LOS FACTORES QUE SE OBSERVAN EN EL CUADRO (8).

COEFICIENTE	E X P E R I M E N T O			
	06	10	68	69
β_0	5163.73	6170.49	4138.43	-1287.25
β_1	9.23	-12.28	-52.94	69.70
β_2	-986.88	-198.24	629.38	562.71
β_3	-2405.63	-776.98	-55.80	232.42
β_4	0.40	0.35	0.55	0.23
β_5	57.74	28.38	-5.06	-13.52
β_6	510.89	196.20	-417.15	388.52
β_7	-0.37	0.41	-6.20	-6.93
β_8	-10.99	2.13	39.18	-22.95
β_9	379.34	-43.17	-222.22	-80.23

CUADRO 8.

COEFICIENTES DE REGRESION PARA LA MATRIZ "PLAN PUEBLA I"
SELECCIONADOS POR EL PROCEDIMIENTO DE REGRESION PROGRESIVA
MODIFICADA (R.P.M.) $f_1 = 10\%$; $f_2 = 10\%$

COEFICIENTE	MODELO REDUCIDO R.P.M.			
	E X P E R I M E N T O			
	06	10	68	69
B_0	1242.10	5432.12	3805.59	1529.95
B_1				19.26
B_2				
B_3		- 354.58		
B_4		0.30	0.23	
B_5				
B_6	144.90			
B_7	4.94			
B_8				
B_9				

Al observar el cuadro anterior, es notorio el hecho que en todos los casos ha sido seleccionado el factor nitrógeno. En el experimento 06 interaccionando con materia orgánica, en el experimento 10 en forma cuadrática, al igual que en el experimento 68, mientras que en el experimento 69 aparece en forma lineal lo que pone en evidencia que existe respuesta consistente a las aplicaciones de nitrógeno. Además se observa que en el experimento 06 existió respuesta cuadrática a arreglo topológico y en el 10 existió una respuesta lineal negativa a este factor, lo cual hace ver que la incidencia de este factor aún tendrá que ser motivo de estudio para llegar a formarse un juicio real de su efecto.

Al respecto de la materia orgánica unicamente en uno de los casos ha sido seleccionada interaccionando con nitrógeno, (experimento 06) lo cual evidencia que por el constante uso que de este material se hace en el valle, no se evidencia respuesta a sus niveles de aplicación.

5.4 Del Análisis Economico.

En los tres tipos de análisis efectuado se llega a concluir con el tratamiento optimo económico (TOE), con lo cual se consigue establecer un índice de comparación en cuanto a su efectividad para llegar a determinar más adecuadamente el mismo para esta matriz experimental.

4.1 De la Obtención de beneficios netos. Vease Anexo.

En el Cuadro 9 de resultados de tratamientos óptimos económicos de este análisis se detalla el resultado específico para cada experimento a partir de lo cual se concluye en una recomendación.

CUADRO 9.

T r a t a m i e n t o O p t i m o E c o n ó m i c o

Experimento	N	MO	AT
06	60	6	6
10	60	9	3
68	30	9	4
69	60	6	6

El criterio de la moda se toma como base para los factores Nitrógeno y arreglo topológico y el promedio para el caso de la materia orgánica en todos los análisis efectuados; para esta técnica, el tratamiento óptimo económico deducido es:

Nitrógeno: 60 kilogramos por hectárea

Materia orgánica: 7.5 toneladas por hectárea

Arreglo topológico: 6 plantas por postura.

Se considera que la recomendación para nitrógeno se presenta un tanto abajo de los niveles preconsiderados óptimos, pero puede observarse consistencia en esta recomendación. En cuanto a la materia orgánica el promedio deducido está obedeciendo a una respuesta bien definida a este factor. El arreglo topológico a su vez permite observar que este factor no llega a manifestar ninguna consistencia en los cuatro experimentos, pero atendiendo al criterio de la Moda se llega a una recomendación que en este caso es lo que el agricultor efectúa en sus campos de producción.

4.2 Del Análisis Gráfico.

Los resultados obtenidos en este análisis. (Ver Gráficas del Apéndice), se presentan en el Cuadro 10.

CUADRO 10.

Experimento	Tratamiento Optimo Económico		
	No.	N	M.O.
06	90	9	6
10	90	7.5	3
68	90	9	6
69	60	7.5	6

Con los mismos criterios para los tres factores, la recomendación deducida del Tratamiento Optimo Económico, se define así:

Nitrógeno: 90 kilogramos por hectárea,
 Materia orgánica: 8.1 toneladas por hectárea y
 Arreglo topológico: 6 plantas por postura.

Para nitrógeno se observa consistencia en la respuesta ya que en 3 de los 4 experimentos aparece el nivel recomendado. El mismo fenómeno puede afirmarse de la materia orgánica en que de los 4 ensayos se deduce un promedio muy consistente. El arreglo topológico presenta 3 de los 4 valores posibles para 6 plantas por postura, constituyendo una recomendación bastante sólida para este valor.

4.3 Del Análisis Matemático.

CUADRO 11.

Experimento	Tratamiento Optimo Económico		
	No.	N	M.O.
06	90	12	6
10	90	0	3
68	90	0	6
69	90	0	6

Para este análisis, la recomendación que surge es,

Nitrógeno: 90 kilogramos por hectárea
 Materia Orgánica: 3 toneladas por hectárea y
 Arreglo Topológico: 6 plantas por postura.

Tomando en consideración lo que expone el modelo reducido R.P.M. y observando el Cuadro correspondiente, es muy comprensible el hecho de existir una recomendación para

materia orgánica unicamente para el experimento 06, ya que unicamente en éste fue seleccionado por R.P.M. interaccionando con Nitrógeno; esto está influenciando enormemente para un factor con nivel excesivamente bajo en su T.O.E.

En cuanto al Arreglo Topológico, existe selección en forma cuadrática en el experimento 06 para este factor positivamente en su curva de respuesta, lo cual determina indistintamente un nivel mínimo o un nivel máximo de plantas por postura, en este caso se ha definido el Mínimo de el factor ya que el máximo estaría constituido por 3 plantas por postura lo que aumenta los costos de producción. Tomando el criterio de la moda y no existiendo selección en los 3 experimentos restantes, se concluye en 6 plantas por postura como el optimo económico.

Las respuestas a nitrógeno en forma cuadrática en los experimentos 10 y 68 nos presentan el mismo fenómeno pero a su vez, siendo una curva positiva en ambos casos, el resultado fué el máximo de los niveles de nitrógeno estudiados. Los otros casos evidenciados son respuesta líneal a nitrógeno en el experimento 68 y respuesta líneal en interacción con Materia orgánica determinando de esta manera su nivel máximo.

En el Cuadro 12, se presentan el resumen de las 3 recomendaciones obtenidas por medio de los distintos análisis a que fueron sometidos los experimentos.

CUADRO 12.

	R e c o m e n d a c i ó n		
	N	M.O.	A.T.
Técnica			
Obtención de Beneficios netos	60	7.5	6
Análisis Gráfico	90	8.1	6
Análisis Matemático	90	3.0	6

Observando los resultados se aprecia que en cuanto a nitrógeno, el análisis gráfico y el matemático están definiendo un valor bien establecido. En cuanto a materia orgánica, el nivel obtenido con la técnica de Beneficios Netos resulta el intermedio pero no constituye un nivel bien definido debido a que está muy cerca al nivel obtenido gráficamente y muy alejado del nivel matemáticamente deducido. En el arreglo topológico en los tres casos se está definiendo un mismo valor lo que destaca en una respuesta muy sólida, siendo necesario observar que su selección ha obedecido al criterio de la moda lo cual puede influenciar esa consistencia.

6. CONCLUSIONES

En base a los análisis y discusión de resultados obtenidos bajo las condiciones en que se llevó a cabo el presente estudio, se presentan las siguientes conclusiones:

1. Los niveles crecientes de nitrógeno y materia orgánica aplicados evidenciaron un efecto significativo al incrementar los rendimientos de maíz.
2. Las fuentes de materia orgánica utilizadas en estos experimentos no son suficientes para sacar una conclusión definitiva que sirva para formular una recomendación para la región, de este recurso tan ampliamente utilizado, debido precisamente a que no se muestreó con la intensidad debida la diversidad de materiales orgánicos existentes.
3. Para el arreglo topológico, en términos generales no hubo respuesta consistente en el presente estudio.
4. El análisis gráfico ha evidenciado en términos generales ser el más consistente para la obtención de Tratamientos Optimos Económicos para la matriz experimental Plan Puebla I utilizada en este trabajo.
5. El análisis gráfico ha denotado ser el más practico para analizar los resultados obtenidos, sin necesitar de equipo especial de computación ni un cálculo exhaustivo de los costos de producción.

7. RECOMENDACIONES

1. Se debe continuar la investigación de las variables utilizadas en este estudio, tomando en consideración que el presente constituye una primera incursión en la cual se han definido las directrices para continuar con los estudios.
2. Para la región del Valle de Quetzaltenango, como una primera aproximación se recomienda la aplicación de 90 kilogramos de nitrógeno y 7 a 8 toneladas de materia orgánica por hectárea para el cultivo de maíz.
3. Debe ampliarse el espacio de exploración de nitrógeno partiendo de un nivel de 30 kilogramos por hectárea.
4. Debe ampliarse el espacio de exploración de materia orgánica principiando en 6 toneladas por hectárea, para observar el comportamiento de los rendimientos a aplicaciones mas altas.
5. En lo que a materia orgánica se refiere, se recomienda estudiar diferentes épocas de aplicación como también su forma de aplicación (sobre o debajo de la semilla).
6. Las fuentes de materia orgánica propias del medio deben ser más intensamente muestreadas en los estudios subsiguientes para obtener representatividad de este recurso que conduzca a una recomendación más real del mismo.
7. Debe enfocarse con mayor detenimiento el factor arreglo topológico a fin de tener mayores evidencias respecto de la conveniencia o inconveniencia de su modificación.

8. BIBLIOGRAFIA

1. BARTHOLOMEW, W.V. El Nitrógeno del Suelo. Procesos de Abastecimiento y Requerimientos de los Cultivos. International Soil Fertility Evaluation And Improvement Program. Raleigh, North Carolina State University. (Boletín Técnico No. 6. Oct. 1972). 97 p.
2. BUCKMAN Y BRADY. Naturaleza y Propiedades de los Suelos. Trad. R. Salord Barcelo. España, Montaner y Simon, 1966. 590 p.
3. CENTRO DE DESARROLLO REGIONAL DE OCCIDENTE. Diagnóstico Económico Preliminar para la Región Occidente Altiplano. Guatemala, Quezaltenango, 1975.
4. CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO. El Plan Puebla: Siete Años de Experiencia: 1967-1973. El Batán, México. 1974.
5. CIMMYT, FROM AGRONOMIC DATA TO FARMER RECOMENDATIONS. An Economic Training Manual. México 6 D.F. 1975. 15 p.
6. GRUNEBERG, F.H. Nutrición del Maíz. Informes Sobre Fertilización. Hannover, Alemania 1959. 46 p. (Boletín Verde, 9).
7. HERNANDEZ CAMPOLLO, CARLOS. Asociación de Maíz-Frijol-Papa con Diferentes Poblaciones de Papa y Tres Niveles de Fertilización Nitrogenada al Maíz-Frijol, en el Valle de Quezaltenango. Guatemala. Tesis. Universidad de San Carlos, 1976. 32 p.
8. HOLDRIDGE, L.R. Mapa de Zonificación Ecológica de Guatemala Según sus Formaciones Vegetales. Guatemala, Ministerio de Agricultura, SCIDA 1958. 19 p.
9. INFORMES SOBRE FERTILIZACION. Tubérculos Tropicales. Trad. por Dr. Leopoldo López Martínez de Alva. México, 1967. 34 p. (Boletín Verde, 19).
10. MAIZ SU PRODUCCION Y ABONAMIENTO. Agricultura de las Américas. Kansas City, E.U.A. 205 p. (Biblioteca de Ciencias Agrícolas).
11. MATHEUS CASTELLANOS, RAUL ARNOLDO. Efectos de la Materia Orgánica en el Aprovechamiento de Fertilización con NPK en el Rendimiento del Cultivo del Maíz. Parcelamiento "La Máquina", Guatemala. Cuyotenango, Suchitepéquez. Tesis. Universidad de San Carlos. 1,975. 42. p.
12. ORTIZ DARDON, HELIO RAMIRO. Evaluación de la Respuesta del Trigo *Triticum aestivum* L/em. Thell a la Fertilización Nitrogenada Usando Dos Fuentes, Tres Niveles y Trece Formas de Aplicación. Guatemala. Quezaltenango. Tesis Universidad de San Carlos, 1974. 32 p.

13. PALENCIA ORTIZ, ANIBAL; Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, Informe Anual 1974. Programa de Nutrición Vegetal. Guatemala. Sector Público Agrícola. 1975. 123 p.
14. PRIANISCHNICOV, DEMETRI. El Nitrógeno en la Vida de las Plantas. Trad. D. Ibarra. México, Unión de Ingenieros Agrónomos al Servicio de la Industria de Fertilizantes. 1954. 171 p.
15. RECURSOS NATURALES RENOVABLES. Estudio Agrológico Semidetallado de Suelos para Riego del Proyecto Quezaltenango. Guatemala, Ministerio de Agricultura. División de Suelos, Departamento de Estudios de Suelos. 1971.
16. RIVERO, R. GUILLERMO. Funciones del Nitrógeno en la Planta. El Uso del Nitrógeno en el Trópico. Medellín, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. 1972. pp. 9-11.
17. RUSSELL, E.J. Y RUSSELL E.W. Las Condiciones del Suelo y el Desarrollo de las Plantas. Trad. por Gaspar Gonzales y Gonzales. 3a. Ed. Madrid. Aguilar S.A. 1964. 771 p.
18. SANCHEZ P.A. Un Resumen de las Investigaciones Edafológicas en la América Latina Tropical. Sanchez P.A. Ed. Soil Science Department North Carolina State University. North Carolina, Agricultural Experiment Station. (Technical Bulletin 219. 1973). 215 p.
19. SIMMONS, C.S., TARANO J.M. Y PINTO J.H. Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala. Guatemala, Editorial José de Pineda Ibarra. 1959. 100 p.
20. SCHMOOCK PIVARAL, WERNER JORGE. Algunos Métodos para el Diseño y la Evaluación de Agrosistemas de Maíz y Trigo en el Valle de Quezaltenango, Guatemala. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo México. 1976. 156 p.
21. SUELOS ECUATORIALES. El Uso del Nitrógeno en el Trópico. Segundo Coloquio de Suelos. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Volumen IV No. 1, Julio 1972. 424 p.
22. THOMPSON, L.M. El Suelo y su Fertilidad. Barcelona. 3a. Ed. Editorial Reverté S.A. 1965. 409 p.
23. TURRENT FERNANDEZ, ANTONIO, REGIE J. LAIRD. Matrices Plan Puebla. Escritos Sobre la Metodología de la Investigación en Productividad de Suelos. Rama de Suelos. Chapingo, México. Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura. 1975.

24. TYSDALE, J.M. Y NELSON W.L. **Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes.** Trad. J. Balasch y C. Piña. Barcelona, Montaner y Simon. 1970. 760 p.

(f) Vo. Bo.

Directora de la Biblioteca de la
Universidad de San Carlos.

9. APENDICE.

Para deducir los costos de insumos utilizados y que sirvieron en la deducción del Tratamiento Optimo económico se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

Para Nitrógeno, el costo de 1 kg se dedujo de:

- 1 tonelada de Urea al 46o/o de nitrógeno
- 1 tonelada nitrógeno con esta fuente
- 1 tonelada transportada al lugar
- 1 tonelada aplicada

$$\begin{array}{r} \text{Total} \quad \text{Q.} \quad + \\ \text{Intereses } 8\text{o/o} \\ \text{en } 10 \text{ meses} \\ \text{Total costo 1 ton N} \div 1000 = \text{Costo 1 Kg N.} \end{array}$$

Para materia orgánica

- 1 tonelada de materia orgánica
- 1 tonelada transportada al lugar
- 1 tonelada aplicada

$$\begin{array}{r} \text{Total Q.} \quad \div 1000 = \text{Costo de} \\ \text{1 kg M.O.} \end{array}$$

Para Costo de 1 kg de grano de maíz:

- Precio de garantía de Q.140.00 tonelada en 1975, menos:
- Costo de cosecha
- Costo de desgrane
- Costo de encostalado
- Costo de acarreo

$$\text{Costo de 1 tonelada de maíz} \div 1000 = \text{Costo de 1 kg maíz.}$$

En resumen estos valores utilizados fueron los siguientes:

Nitrógeno:	0. 995 el kilogramo
Materia Orgánica:	0.0126 el kilogramo
Maíz:	0. 127 el kilogramo.

Para disminuir una planta/postura en una hectárea el costo establecido fue de Q.10.42.

ANALISIS ECONOMICO. TECNICA DE OBTENCION DE BENEFICIOS NETOS SOLUCION PARA EL EXPERIMENTO PROMEDIO

	T R A T A M I E N T O N U M E R O													
Concepto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Rendimiento Ajustado	2332.0	2792.14	2820.06	2943.68	3125.02	3078.06	3313.46	3234.38	2405.66	4177.00	2455.46	3459.08	3342.96	3597.94
Beneficio Bruto	296.17	354.60	358.15	373.85	396.88	390.91	420.81	410.77	305.52	530.48	311.84	439.3	424.56	456.94
Total Costos Variables	152.38	167.96	182.38	197.96	182.23	197.81	212.23	227.81	122.53	257.66	122.38	257.81	166.62	243.54
Beneficio Neto	143.79	186.64	157.77	175.89	214.65	193.10	208.58	182.96	182.91	272.81	189.47	181.49	257.94	213.4

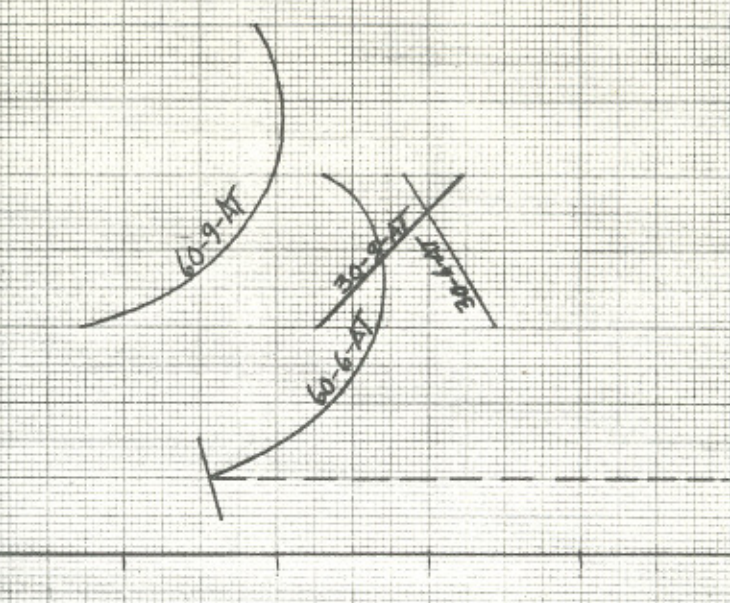
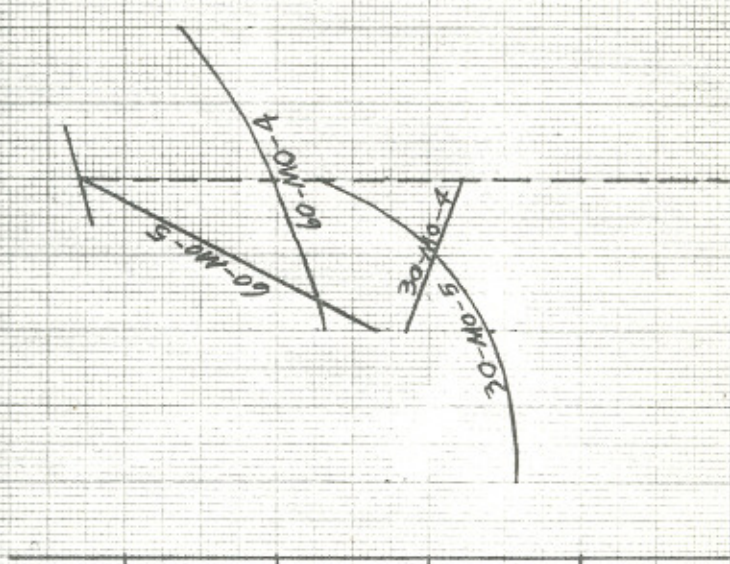
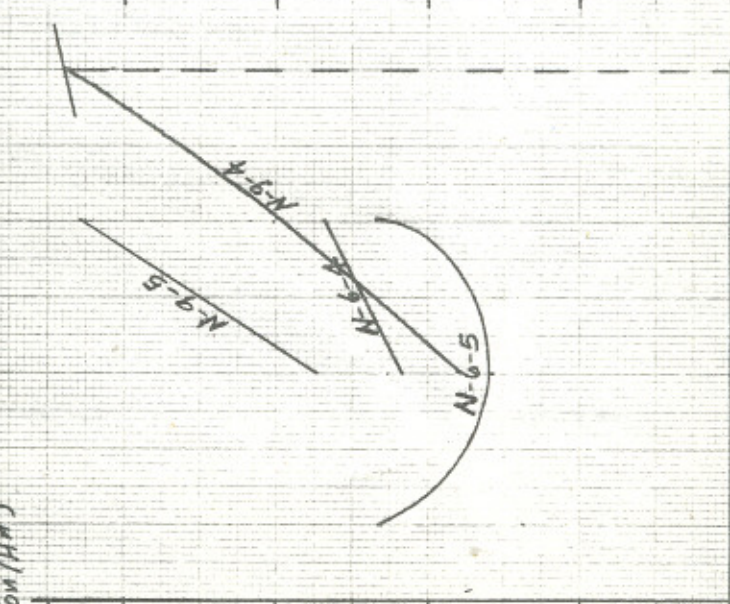
235

277

123

y
(Ton/ha)

4
3
2
1



0

30

60

90

3

6

9

12

6

5

4

3

N (kg/ha)

M (Ton/ha)

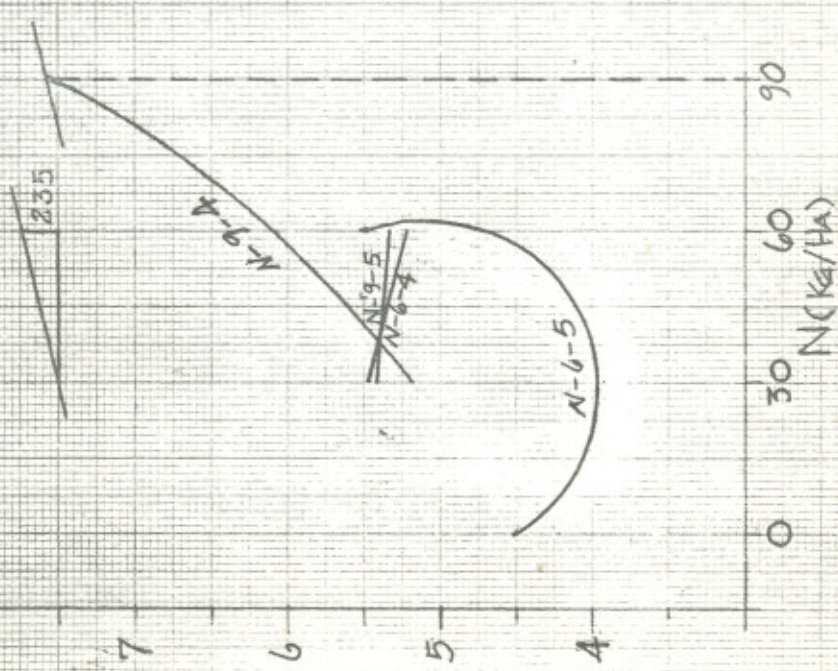
AT (Plumas/Respora)

EXPERIMENTO 06

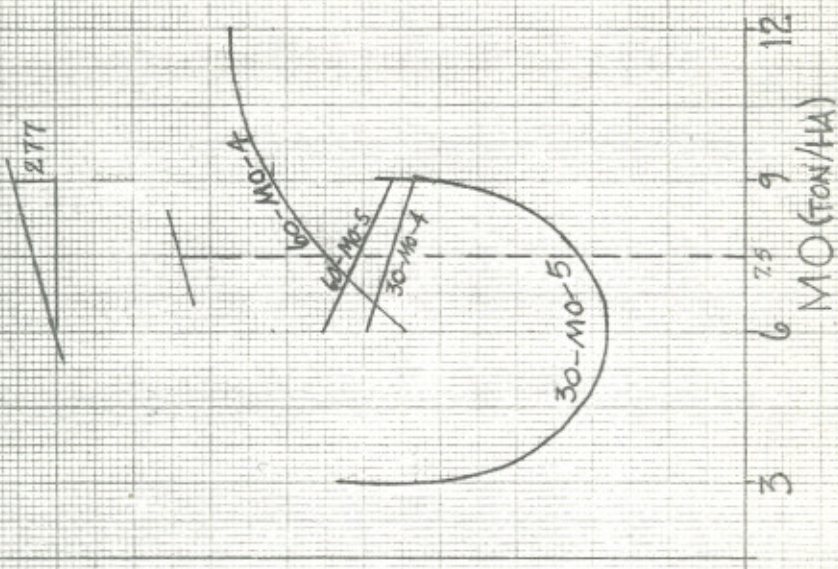
VALORES OBSERVADOS
Y RENDIMIENTO OBTENIDO

25

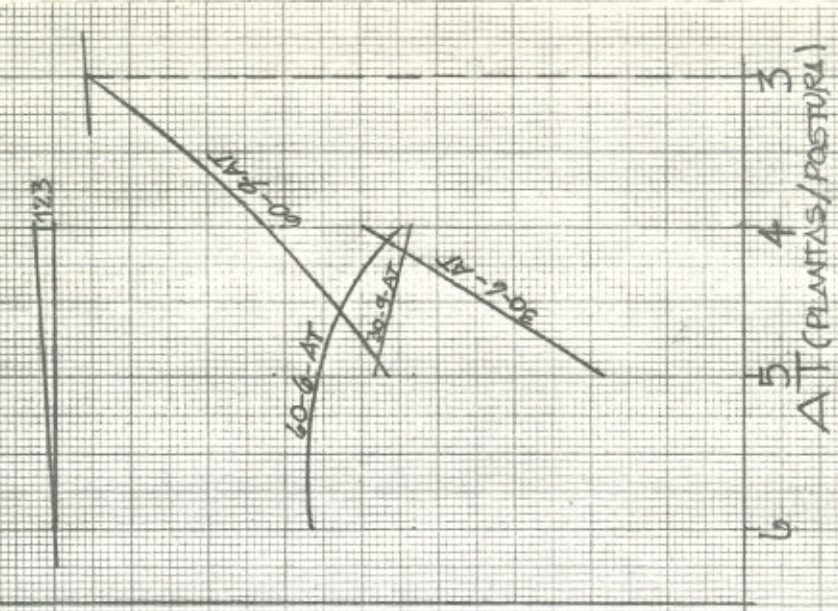
Y (TON/HA)



VALORES OBSERVADOS
 Y RENDIMIENTO OBTENIDO



EXPERIMENTO 10



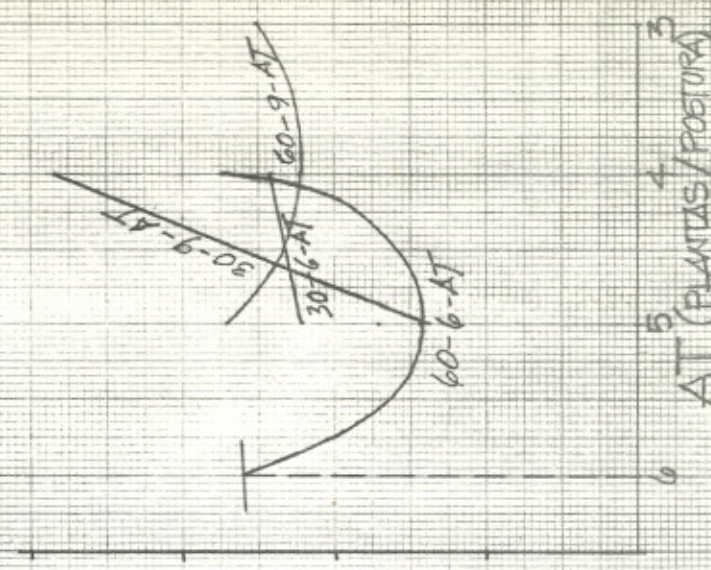
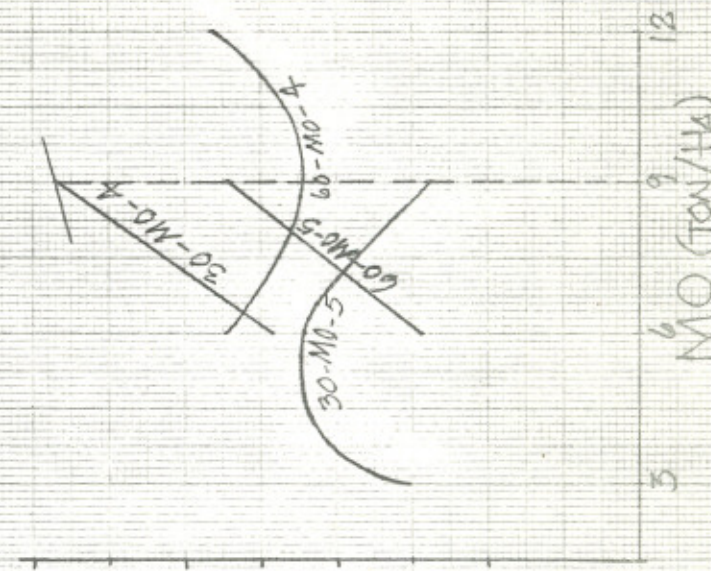
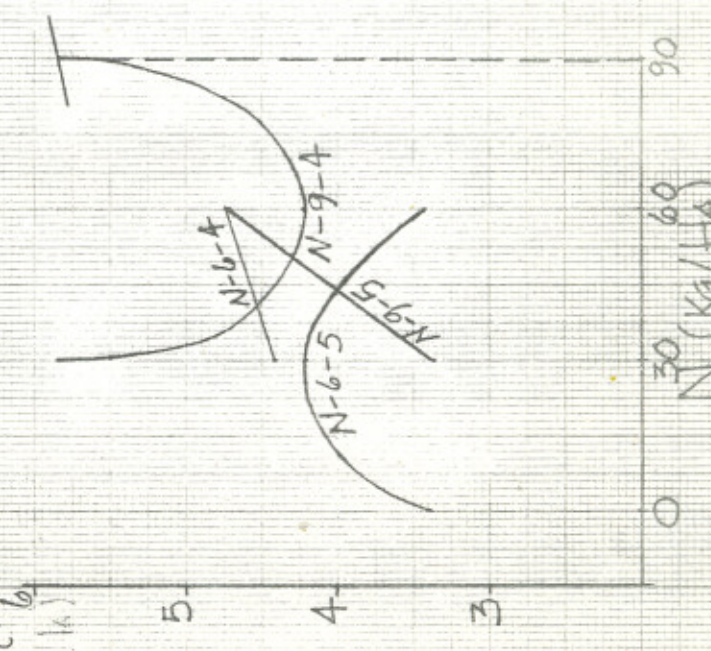
EXPERIMENTO 10

Y (Ton/Ha)

235

277

123



Valores Observados
y Rendimiento Obtenido

EXPERIMENTO 68

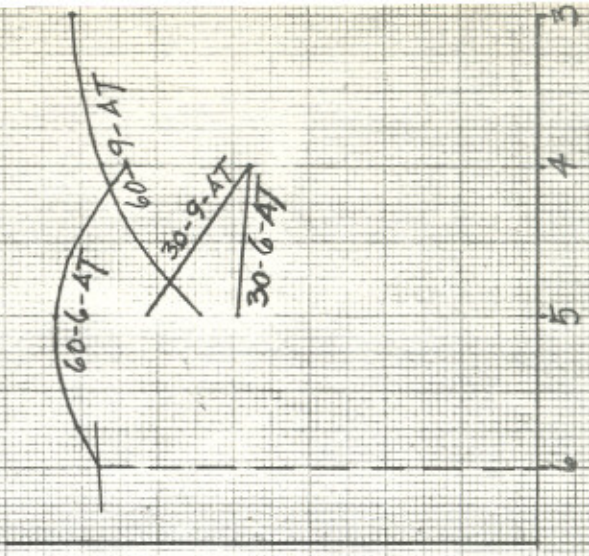
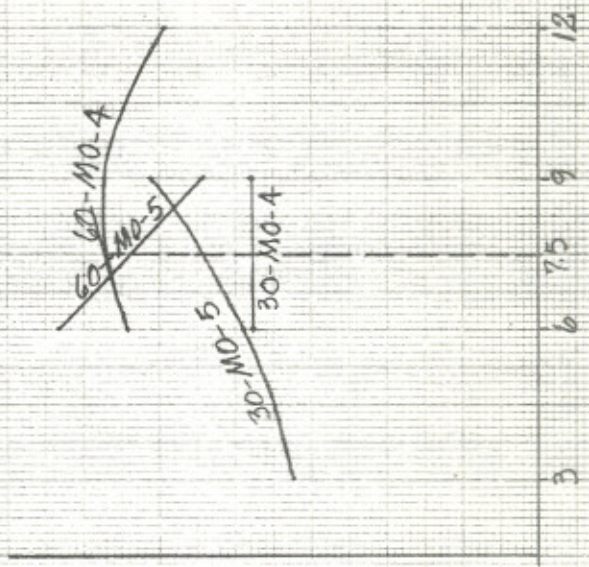
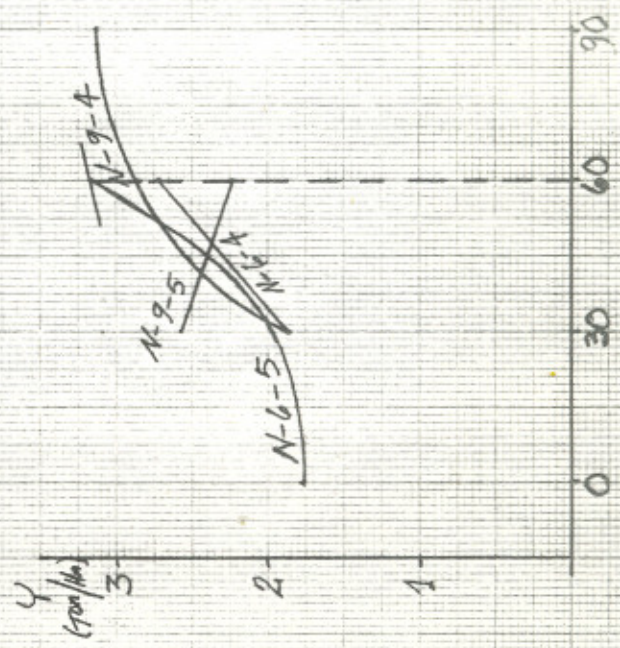
AT (PLANTAS/POSTURA)

Gráfica No. 6

235

277

123



— VALORES OBTENIDOS
Y RENDIMIENTO OBTENIDO

EXPERIMENTO 69

ANALISIS DE DOMINANCIA DE LOS TRATAMIENTOS

TRATAMIENTO NUMERO	BENEFICIO NETO	TRATAMIENTO			COSTO VARIABLE
		N	MO	AT	
10	272.81	90	9	4	257.66
13	257.94	60	6	6	166.62
5	214.65	60	6	5	214.65
14	213.40	60	9	3	243.54
7	208.58	60	9	5	212.23
6	193.10	60	6	4	197.81
11	189.47	30	3	5	122.38
2	186.64	30	6	4	167.96
9	183.99	0	6	5	122.53
8	182.96	60	9	4	227.81
12	181.49	60	12	4	257.81
4	175.89	30	9	4	197.96
3	175.77	30	9	5	182.38
1	143.79	30	6	5	152.38

DEPOSITO LEGAL
PROYECTO DE PRESTAMO EXTERNO

ANALISIS MARGINAL DE LOS TRATAMIENTOS

Beneficio Neto	TRATAMIENTO			Costo Variable	Incremento Marginal en costo Variable	Incremento Marginal en Beneficio Neto.	Tasa Marginal de Retorno al Capital.	Tasa de Retorno Al Capital
	N	MO	AT					
272.81	90	9	4	257.66	91.04	14.87	16.33	
257.94	60	6	6	166.62	44.24	68.47	154.77	610/o
189.47	30	3	5	122.38	---	---	---	---

TRATAMIENTO OPTIMO ECONOMICO

N MO AT
60 6 6