

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMAS ECONOMICAS DE NITROGENO,
FOSFORO Y DENSIDAD DE POBLACION EN EL CULTIVO DE TRIGO
(Triticum vulgare) VARIEDAD BALANYA-80 EN EL DEPARTAMENTO
DE CHIMALTENANGO



TESIS ELABORADA POR

MIKE ROBERTO ESTRADA AJA

PREVIO A OPTAR AL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

GUATEMALA, JUNIO DE 1981

D. B.

2

1/57

3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. Leonel Carrillo Reeves

JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano	Dr. Antonio Sandoval Sagastume
Vocal 1o.	Ing. Agr. Carlos Orlando Arjona
Vocal 2o.	Ing. Agr. Gustavo Méndez
Vocal 3o.	Ing. Agr. Nestor Fernando Vargas
Vocal 4o.	Prof. Carlos Orozco
Vocal 5o.	P. Agr. Roberto Morales
Secretario	Ing. Agr. Negli Gallardo

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

Decano	Dr. Antonio Sandoval Sagastume
Examinador	Ing. Agr. Carlos Aguirre
Examinador	Ing. Agr. Mario Melgar
Examinador	Ing. Agr. Fredy Hernández
Secretario	Ing. Agr. Negli Gallardo

SECTOR PUBLICO AGRICOLA
INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS
Av. Reforma 8-90, Zona 9 - Edificio "Galerías Reforma" 3er. Nivel
Guatemala, C. A.

25 de mayo de 1981


Señor
Decano de la Facultad de Agronomía
Dr. Antonio Sandoval
Su Despacho

Señor Decano:

Por este medio me dirijo a usted en respuesta a la solicitud que se me hiciera por esa Decanatura, para asesorar el trabajo de tesis del universitario Mike Roberto Estrada Ajá, titulado: DETERMINACION DE DOSIS OPTIMAS ECONOMICAS DE NITROGENO, FOSFORO Y DENSIDAD DE POBLACION EN EL CULTIVO DEL TRIGO (*Triticum vulgare*) VARIEDAD BALAN YA-80, EN EL DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO.

Luego de haber concluido el trabajo de campo, efectuados los análisis y revisado el manuscrito del mismo, considero que cumple todos los requisitos, por lo que solicito al Señor Decano su aprobación y efectos consiguientes.

Atentamente,

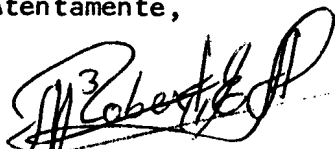

Ing. Agr. Ricardo Gamboa Paniagua
Colegiado No. 280

Guatemala, 25 de mayo de 1981

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador

En cumplimiento de las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, someto a su consideración el trabajo de tesis titulado: DETERMINACION DE DOSIS OPTIMAS ECONOMICAS DE NITROGENO, FOSFORO Y DENSIDAD DE POBLACION EN EL CULTIVO DE TRIGO (Triticum vulgare) VARIEDAD BALANYA-80 EN EL DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO, como requisito a optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Roberto Estrada Ajá". The signature is stylized and includes a large flourish at the end.

Roberto Estrada Ajá

ACTO QUE DEDICO

A DIOS PADRE CELESTIAL

A MI MADRE

ALICIA AJÁ CABRERA

A MI ESPOSA

SANDRA CÓRDOVA DE ESTRADA

A MIS HIJOS

MIKE ROBERTO

MEIBEL ANDREA

A MIS FAMILIARES

TESIS QUE DEDICO

A MI PATRIA GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

AL INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS

A TODOS LOS AGRICULTORES DEL PAIS

MI SINCERO AGRADECIMIENTO

AL INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS (ICTA)

AL ING. AGR. RICARDO DEL VALLE

AL ING. AGR. RICARDO GAMBOA, por su valiosa asesoria,
esfuerzo y tiempo brindado en la realizacion del
presente trabajo.

A LOS SIGUIENTES INTEGRANTES DEL EQUIPO DE PRUEBA DE
TECNOLOGIA, POR SU COLABORACION:

FRANCISCO CHEW

JUAN JOSE GORDON

DAVID ELI FUENTES

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	
I. INTRODUCCION	1
II. HIPOTESIS	2
III. OBJETIVOS	2
IV. REVISION DE LITERATURA	3
1. La producción de trigo a nivel mundial	3
2. Importancia del trigo en Guatemala	4
3. Objetivos del mejoramiento del trigo	6
4. Componentes del rendimiento	6
5. El nitrógeno como nutriente vegetal y su función en la planta	7
6. El fósforo como nutriente vegetal y su función en la planta	8
7. Requerimiento de fertilización	9
8. Reseña de la variedad utilizada	11
9. Resultados de estudios efectuados por ICTA	12
V. MATERIALES Y METODOS	13
1. Localización	13
2. Material experimental	13
3. Metodología experimental	14
4. Análisis	16
5. Selección de tratamientos	16
6. Diseño experimental	16
7. Manejo de los experimentos	17
8. Metodología de interpretación de resultados	18

VI.	RESULTADOS Y DISCUSION	21
1.	De los análisis de suelos	21
2.	De los rendimientos	23
3.	De los análisis de varianza	24
4.	Del efecto m̄nimo significativo	27
5.	Del análisis econ3mico	28
6.	De las dosis 3ptimas econ3micas de capital ilimitado (DOECI) y capital limitado (DOECL)	30
7.	Determinaci3n de la DOECI	31
8.	De la fertilizaci3n del Agricultor	35
9.	Del sistema de siembra	36
VII.	CONCLUSIONES	37
VIII.	RECOMENDACIONES	38
IX.	BIBLIOGRAFIA	39

RESUMEN

En Guatemala, el cultivo del trigo es importante, dada la necesidad de la producción de alimentos y básicamente en el altiplano del país que es donde se concentra su producción. El encarecimiento del petróleo, ha incidido en el alza de los fertilizantes, de donde resulta importante la generación de dosis óptimas económicas. Además que, la recomendación en el cambio de una semilla, necesita hacerse con su densidad de población y niveles de fertilización.

Los factores nitrógeno, fósforo, densidad de población y variedad son limitantes en el rendimiento del trigo, así como también la determinación de dosis óptimas económicas para capital limitado, es decir, la máxima tasa de retorno a capital.

La variedad Balanyá-80, ha sido trabajada por el programa de trigo de ICTA, con sede en Chimaltenango y es considerada como estable y consistente, con ciclo semi-precoz; con un rendimiento de 50 - 60 quintales por manzana. Para el presente año de 1981, salió a la venta al agricultor como semilla comercial.

Se evaluaron seis localidades del departamento, correspondiendo dos a Zaragoza, Patzicía, Balanyá, Tecpán y Patzún. El experimento fue generado mediante el uso de la matriz Plan Puebla I, diseño de bloques al azar, con 16 tratamientos y cuatro repeticiones por ambiente.

Con respecto a los análisis de suelos, se tiene que Potrerillos en Zaragoza, Patzicía y Tecpán tienen un pH ligeramente ácido; La Joya en

Zaragoza, Balanyá y Patzún con pH neutro.

El fósforo se encuentra arriba del nivel crítico, únicamente en las localidades de Potrerillos en Zaragoza, Patzicía y Balanyá. El potasio es abundante en las seis localidades. La relación calcio-magnesio se encuentra aceptable únicamente para los dos ambientes de Zaragoza.

Los rendimientos se vieron afectados por la influencia de las heladas, obteniéndose un promedio de rendimiento entre localidades de 1.65 TM/Ha. a 2.86 TM/Ha.

Al efectuar la técnica de Yates para determinar los efectos mínimos significativos y sus interacciones se tiene que, para el factor fósforo y la interacción nitrógeno-fósforo, resultó no significativo para ningún ambiente. El resto de factores y sus interacciones si tienen significancia.

Al determinar las dosis óptimas económicas, se tiene que los niveles que practica el agricultor se encuentran por arriba de la Dosis Óptima Económica para Capital Ilimitado -DOECI- que viene a representar máximo ingreso neto para el agricultor.

Al utilizar la recomendación del ICTA, de NPD para el cultivo del trigo, el agricultor estaría obteniendo una ganancia de Q.160.85/Ha. como consecuencia de estar disminuyendo su inversión. Incrementa su rendimiento en 0.34 TM/Ha. con un valor de Q.100.98, lo que le da una ganancia adicional de Q.261.83 por hectárea.

De los 16 tratamientos en estudio, el 8 y el 16 tenían los mismos niveles con diferencia en el sistema de siembra que fue en surco y de voleo respectivamente, obteniéndose diferencias en el rendimiento.

INTRODUCCION

El cultivo trigo suministra una cuarta parte de la producción mundial total de cereales y constituye el elemento básico en la dieta alimenticia de un tercio de la población en el mundo CIMMYT (1977).

En Guatemala, el cultivo del trigo es importante, dada la necesidad de la producción de alimentos y básicamente en el altiplano del país que es en donde se concentra su producción. Por ello, los científicos en agronomía han generado metodologías de investigación que involucren el estudio de los factores de la producción, así como también, se han creado métodos de análisis de los resultados observados y de esta manera poder utilizar la tecnología de producción, de cultivos que contemplen dosis óptimas económicas de dichos factores.

Siendo el trigo uno de los granos básicos de la dieta alimentaria de la población guatemalteca y dadas las condiciones del altiplano occidental, principalmente en el área de Chimaltenango, se ha realizado el presente estudio, debido a que actualmente el encarecimiento del petróleo ha elevado los precios de los fertilizantes químicos, tanto por su materia prima, como por el transporte y otras causas económicas; intensificándose el problema debido a que se desconocen los niveles óptimos económicos de fertilizante a utilizar y el uso de una nueva semilla mejorada que incremente el rendimiento.

El Agricultor de la zona, no efectúa una selección adecuada de su semilla, ésta no es renovada y los niveles de fertilización usados superan el óptimo económico por unidad de área.

Por lo anteriormente expuesto se plantea el presente trabajo de investigación que permita dar una recomendación inmediata a los agricultores de la región de Chimaltenango, en lo referente a las dosis óptimas económicas para capital limitado, de fertilizante y semilla, siendo una variedad mejorada, que se adapta bien al Departamento y con buenos rendimientos, lo cual va a permitir elevar considerable y económicamente el rendimiento actual por unidad de area.

II HIPOTESIS

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

1. Los factores Nitrógeno, Fósforo, Densidad de Población y Variedad son limitantes en el rendimiento del cultivo del trigo.
2. Los rendimientos del trigo variedad Balanyá-80 no estarán influenciados por la localidad.
3. La dosis óptima económica para capital limitado (DOECL), se encuentra dentro de los espacios de exploración estudiados.

III OBJETIVOS

1. Evaluar el efecto limitante sobre el rendimiento del trigo, de niveles crecientes de Nitrógeno, Fósforo y Densidad de Población.
2. Establecer el efecto principal de los factores considerados, el efecto de la interacción entre ellos y en función óptima de capital limitado (DOECL), con la cual se aumenta la rentabilidad del cultivo.

IV REVISION DE LITERATURA

1. LA PRODUCCION DE TRIGO A NIVEL MUNDIAL

El trigo se cultiva prácticamente en todo el mundo, desde las proximidades de las tierras árticas hasta cerca del ecuador, los mejores cultivos se consiguen entre los 30° y 60° de altitud norte y los 27° y 40° de latitud sur. En cuanto a altitud, comienza a nivel del mar hasta 10.000 pies en Kenya y 15.000 en el Tibet. Las variedades cultivadas, que son de muy diferente genealogía al crecer en las más distintas condiciones de suelo y clima producen las características más variadas (21).

Los países más productores de trigo en el mundo son; U.R.S.S., Estados Unidos, China Continental, Canadá, Francia, India, Italia, Turquía, Australia, Rumania y Argentina (1).

Entre los cereales, el trigo es uno de los más importantes, tanto en lo que se refiere a superficie total cultivada y producción total; teniendo-se datos de 38% y 33% respectivamente, los cuales están referidos a la extensión mundial dedicada a cereales, durante el período 1958-9 a 1961-2 (excluida China) (21).

La producción mundial total de trigo de 1965 se estimó en 266 millones de toneladas métricas. En ese año; (1965), el trigo y el arroz se cosecharon en mayor cantidad que ningún otro cereal, correspondiendo al trigo el primer puesto por una pequeña diferencia. Estos dos cereales se han utilizado casi exclusivamente como alimento humano.

Como resultado de varios factores, las cantidades de trigo cosechadas en distintas partes del mundo varían de un año a otro, a menudo muy ampliamente. Así tenemos que, en 1966, la producción mundial de trigo excedió de

300 millones de toneladas métricas, alcanzándose de nuevo un nivel muy elevado (1).

2. IMPORTANCIA DEL TRIGO EN GUATEMALA

Entre los granos básicos debe considerarse la situación del trigo; que en nuestro medio, es uno de los cereales que mayor importancia merece. Es importante señalar que según la Gremial Nacional de Trigueros (14), tanto en el año 1977 como en los anteriores, la producción fue menor al 50% del consumo nacional, lo que hace necesario que se importe; provocando con ello la fuga de divisas.

A la vez, es necesario considerar también, que es un cultivo de gran importancia económica en la región del altiplano occidental del país, que es una zona que se encuentra densamente poblada y que según lo señala el ICTA (16), en Guatemala dependen del trigo una cantidad alrededor de 100,000 pequeños y medianos agricultores, quienes cultivan aproximadamente unas 50,000 manzanas de este cereal.

En Guatemala, el trigo se ha venido cultivando desde hace muchos años remontándose a principios del siglo XVII. Notándose la importancia que tiene dicho cereal y por la necesidad que existe en nuestro país, cada año se ha venido incrementando el área de siembra; así tenemos que en el Informe de la Gremial Nacional de Trigueros (14), la extensión que actualmente se es tá cultivando en el territorio de nuestra república, es de 31,370 hectáreas y cuya producción obtenida en los últimos cinco años, registrados y tabulados, se encuentran en el siguiente cuadro:

CUADRO No. 1

PRODUCCION NACIONAL DE TRIGO EN GUATEMALA

AÑO	TONELADAS
1973	48,847.45
1974	47,016.40
1975	32,550.00
1976	54,879.95
1977	58,416.27

Debido a los bajos rendimientos de producción en el territorio nacional, en la actualidad se están llevando a cabo programas de mejoramiento e incremento de la producción de trigo por unidad de superficie para poder llegar a ser un país autosuficiente en la producción triguera y evitar su importación.

Por otro lado, se hace necesario investigar acerca de la calidad del grano para la molienda; así como también, la posibilidad de aumentar la cantidad de proteína del grano, ya que un gran sector de la población depende del trigo como una fuente propicia para la alimentación, mediante una dieta balanceada.

Según Barriga (2), el trigo es el cereal más importante cultivado en el mundo, ya que por su calidad alimenticia se le ubica como uno de los principales alimentos del hombre. Se tiene conocimiento también que el trigo es utilizado como alimento para el ganado, lo que viene a incidir, en la influencia de investigar más sobre el cultivo de trigo.

3. OBJETIVOS EN EL MEJORAMIENTO DEL TRIGO

Según Poehlman (24), los objetivos que se persiguen en el mejoramiento del trigo no siempre son los mismos, ya que las condiciones ambientales que intervienen en su producción y las adversidades que limitan su rendimiento son diferentes de una zona de producción a otra.

El objetivo final del mejorador del trigo es obtener nuevas variedades que sean mejores en algunas características importantes. Este objetivo sólo puede lograrse por medio de una selección cuidadosamente planeada y procedimientos de hibridación orientados hacia finalidades perfectamente establecidas y definidas claramente.

El mismo autor menciona que hay ciertos objetivos generales que tienen importancia en grandes zonas de producción. Entre ellas, se tienen: a) El rendimiento de grano. b) La precocidad. c) La capacidad de permanecer erectos. d) La resistencia al invierno. e) La resistencia a los insectos. f) La resistencia a las enfermedades y g) La calidad nutritiva.

El fitogenetista necesita saber qué mejoras aumentarán la productividad y calidad de las variedades, haciéndolas útiles y provechosas tanto para el productor como para el industrial.

4. COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

El informe anual del CIMMYT (7), reporta que en cereales los componentes del rendimiento son:

1. Número de plantas por área (densidad)
2. Número de espigas por planta
3. Número de granos por espiga; y
4. El peso mismo del grano

Escamilla (10), indica que el rendimiento en trigo, está en función de:

1. El peso de 1,000 granos
2. Número de espiguillas por espigas
3. Número de flores por espiguilla (que pueden ser expresados como granos por espiga); y
4. Número de espigas por unidad de área

El mismo autor, encontró que dichos componentes del rendimiento, fueron influidos por la variedad, niveles de fertilización, densidad de siembra y repeticiones. También determinó que el número total de espigas, fue estadísticamente significativo entre densidades, entre niveles de fertilización, entre variedades y peso del grano y en la interacción densidad por fertilización; esto último podría sugerir que el número de espigas fue influido por la fertilización foliar.

5. EL NITROGENO COMO NUTRIENTE VEGETAL Y SU FUNCION EN LA PLANTA

En un amplio sentido de la palabra, entendemos como nutrimentos vegetales, todos aquellos minerales o sustancias que son requeridas por la planta para su crecimiento y formación de sustancias orgánicas. Jacob & Uexkull (20), conforme a esta definición, llaman nutrimento vegetal a toda aquella sustancia que después de ser asimilada por la planta, fomenta su desarrollo en cualquiera de sus fases de crecimiento, desde la germinación hasta la completa madurez, mejorando por lo consiguiente el rendimiento de la planta.

El elemento Nitrógeno, es constituyente del plasma funcional y de gran número de compuestos de importancia fisiológica en el metabolismo vegetal, tales como la clorofila, enzimas, proteínas, nucleótidos, alcaloides, hormonas y vitaminas (7, 20 y 4).

Por la serie de funciones en que toma parte este elemento, su deficiencia ejerce un marcado efecto en los rendimientos de la planta. Así la falta de clorofila derivada de la deficiencia de nitrógeno, causa la inhibición de la capacidad de asimilación y formación de carbohidratos (20).

Buchman & Brady (5), indican que una deficiencia de nitrógeno disminuye el volumen del grano y su porcentaje de proteína.

Varios autores (7, 20 y 22), opinan que así como la deficiencia de nitrógeno causa trastornos en la planta, el sobreabastecimiento del mismo trae efectos contrarios al desarrollo normal de ésta. Ello produce en general plantas más susceptibles a las inclemencias climáticas y a las enfermedades foliares.

Es tan perjudicial el exceso de nitrógeno que Russell y Russell (26) 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 climáticas desfavorables, tales como, sequía y heladas. Además, un exceso de este elemento puede retardar la maduración del cultivo, propiciando un excesivo crecimiento vegetativo, lo cual da como resultado un debilitamiento de los tallos con el subsecuente acause (20, 5 y 26), y una disminución considerable en la relación grano: paja (26).

6. EL FOSFORO COMO NUTRIENTE VEGETAL Y SU FUNCION EN LA PLANTA

El fósforo, se menciona como un elemento cuyo papel más importante es el de ser un energético del metabolismo de las plantas, encargado de la transferencia de la energía en los diferentes procesos. Promueve el crecimiento del sistema radicular, teniendo importantes repercusiones sobre el comportamiento del desarrollo general de la planta. Es parte constituyente de enzimas

y de otros compuestos. Su deficiencia se observa en toda la planta afectando gran parte del desarrollo de frutos y semillas (7 y 20). Es sabido que, en la determinación de los rendimientos, el fósforo tiene efectos diferentes a los del nitrógeno; su acción sobre la productividad del grano es más marcada que sobre el peso de los órganos vegetativos (9).

7. REQUERIMIENTOS DE FERTILIZACION

De acuerdo con Fassbender (12), no debe confundirse el concepto de cantidad y relación de nutrimentos requeridos por la planta para su crecimiento óptimo, con el de cantidad por aplicarse a un suelo como fertilizante para que pueda cubrir las necesidades de la planta.

Con respecto a ello, Palencia (23) señala que mientras el primer concepto está ligado más directamente al patrón genético de la planta, el segundo lo está más a las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo. El mismo autor (23), dice que los requerimientos de fertilización no pueden ser definidos simplemente con obtener la diferencia entre la cantidad de nutrimentos requeridos por la planta para un nivel de rendimiento dado y el contenido natural de éstos en el suelo, sino considerando, además, la dinámica en el suelo de los elementos que habrán de aplicarse para incluir las pérdidas que ocurran por efecto de lixiviación, volatilización, fijación, etc.

Bartholomew (3), indica que hasta cuando ocurrió el advenimiento de los fertilizantes químicos, la agriculturista dependía solamente de los procesos naturales de abastecimiento para la producción de cultivos. El mismo autor, señala que estos procesos incluían la mineralización del nitrógeno de la materia orgánica del suelo, la fijación del nitrógeno atmosférico principalmente a través de procesos biológicos, el nitrógeno añadido por medio de las lluvias

y otras formas de precipitación y alguna liberación de nitrógeno a través de la meteorización de minerales primarios del suelo.

Según Fox (13), el cultivo continuo disminuye el contenido de nitrógeno del suelo a causa del consumo por el cultivo y por filtración y llega el momento en que es necesario agregar nitrógeno para mantener elevados rendimientos.

Cooke (8), recomienda que para lograr el uso más económico del fertilizante se debe escoger la cantidad óptima de fertilizante adecuado y la aplicación de éste en el lugar preciso y el tiempo oportuno. El mismo autor (8), indica que la forma usual para encontrar la dosificación de fertilizantes para un cultivo se basa en los experimentos de campo donde se prueban diferentes cantidades de fertilizante, y midiendo los resultados que dan éstos, se pueden hacer las debidas recomendaciones.

Reconocida la importancia de este concepto, en Guatemala han sido conducidos algunos estudios, a nivel de campo, tendientes a definir requerimientos de fertilización en el cultivo del trigo.

El informe del Instituto Agropecuario Nacional de 1948 - 49, citado por Ramírez (25), señala que los primeros ensayos formales de fertilización al trigo fueron realizados en Tecpán, Chimaltenango, en 1948 y donde se obtuvo respuesta significativa y de efecto lineal a la aplicación de nitrógeno, de fósforo y a la interacción nitrógeno y fósforo (N-P).

El programa de Nutrición Vegetal del ICTA (15), al evaluar la respuesta de trigo a la fertilización con NPK en varias localidades del altiplano, encontró efectos estadísticamente significativos únicamente a la aplicación de nitrógeno. La tasa de respuesta observada fue en promedio de 13.6 Kg de tri

go producido/Kg. de N aplicado, en un rango de rendimiento que varió de 923 Kg/Ha. en el nivel cero de aplicación a un rendimiento máximo estable de 1,892 Kg./Ha. que se alcanzó con la aplicación de 71 Kg./Ha. de nitrógeno.

8. RESEÑA DE LA VARIEDAD UTILIZADA

Carranza (6), en estudio efectuado en siembras de primera (mayo), evaluó la variedad de trigo Balanyá-80, identificada con el nombre de Chimaltenango-25, la cual era una línea, seleccionada por el programa de trigo del ICTA en el Centro de Producción e Investigación Agrícola de Chimaltenango. También indica que, en base al análisis de los parámetros de estabilidad se identifican 10 genotipos en los nueve ambientes evaluados, dentro del cual aparecen un grupo de líneas y variedades significativamente superiores en rendimiento a cinco de estas; en las cuales aparece Chimaltenango-25 (Balanyá-80), la que expresó la mejor media de rendimiento con 3,149 Kg/Ha. y superó a la variedad testigo en 701 Kg/Ha., manifestándose además, como un material estable y consistente, pero con la desventaja de ser semi-precoz.

8.1 CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LA VARIEDAD BALANYA

a)	Altura de planta	100 a 105 cms.
b)	Días a floración	75 días
c)	Madurez fisiológica	145 a 155 días
d)	Días a cosecha	160 a 165 días
e)	Granos por espiguilla	Cuatro
f)	Espiguillas por espiga	Veinte
g)	Color del grano	Rojo
h)	Tipo de grano	Bueno
i)	Acame	Cero %
j)	Desgrane	Cero %
k)	Amacollo	<u>Bueno</u> (7-10 hijos)
l)	Rendimiento	50 a 60 qq/mz
m)	Peso Bushell (Kls/Hls)	78.74

Fuente: (19)

9. RESULTADOS DE ESTUDIOS EFECTUADOS POR ICTA

De acuerdo a los resultados obtenidos en los ensayos de finca evaluados en el departamento de Chimaltenango por el Equipo de Prueba de Tecnología de ICTA (17), durante el año de 1979 indican que, para los municipios de Patzún, Patzicía y Tecpán se tienen los siguientes resultados:

a) Dosis óptima económica para capital ilimitado

DOECI =	93	N	}	Kgs./Ha.	Para un rendimiento esperado de 2.9 TM/Ha.
	25.75	P ₂ O ₅			
	117.5	D			

b) Dosis óptima económica para capital limitado

DOECL =	75	N	}	Kgs./Ha.	Para un rendimiento esperado de 2.31 TM/Ha.
	0	P ₂ O ₅			
	90	D			

Para los municipios de San Martín Jilotepeque y Zaragoza:

a) Dosis óptima económica para capital ilimitado y limitado:

DOECI=DOECL:75		N	}	Kgs./Ha.	Para un rendimiento esperado de 2.88 TM/Ha.
	0	P ₂ O ₅			
	90	D			

V MATERIALES Y METODOS

1. LOCALIZACION

Los municipios de Patzún, Zaragoza, Patzicía, Santa Cruz Balanyá y Tecpán, pertenecen al departamento de Chimaltenango. De acuerdo con la Regionalización del Sector Público Agrícola, el área de estudio pertenece a la región 5 y a la Subregión 4. Geográficamente queda ubicada entre los 14°07' y los 14°26' latitud norte y entre los 90°23' y los 91°96' longitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich.

El sistema de clasificación del clima elaborado por Thorntwhite, clasifica a la región en estudio como de clima templado húmedo, con un invierno benigno y con una vegetación natural característica de bosque.

En base a la clasificación de zonas de vida de Guatemala, realizada por Holdrige estos municipios se clasifican de la manera siguiente:

- Bosque muy húmedo montano bajo sub-tropical
- Precipitación total anual de 2065 a 3900 mm. (promedio de 2730 mm)
- Con biotemperaturas que van de 12.5°C a 18.6°C
- Topografía generalmente accidentada
- Elevaciones que van desde 1800 - 2000 m.s.n.m.
- Cultivos principales: Maíz, frijol, trigo, papa, haba, verduras, frutales, deciduos, aguacate, otros.

2. MATERIAL EXPERIMENTAL

a. Semilla de trigo, Balanyá-80

b. Fertilizantes:

Como fuente de nitrógeno se utilizó urea al 46%

Como fuente de fósforo se usó triple superfosfato al 46%

- c. Herbicida. Se usó 2-4, D amina, en una dosis de 125 cc. por bomba de 4 galones.

3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

- a. Matriz experimental: Plan Puebla I
 b. Diseño experimental: Bloques al azar
 c. Espacios de exploración

Factores	Niveles Usados (Kg/Ha.)
N	50 - 75 - 100 - 125
P_2O_5	0 - 25 - 50 - 75
DS	70 - 90 - 110 - 130

- d. No. de tratamientos: 16
 e. No. de repeticiones: 4
 f. No. de experimentos: 6
 g. Sistema de siembra en surcos al chorro ralo y al voleo
 h. Epoca de siembra: segunda quincena de agosto
 i. Sistema de fertilización: 100% del P_2O_5 con la siembra y 50% del N con la siembra, luego 8 días después de la aplicación del herbicida, el 50% restante del N.
 j. Tamaño de parcela total 9 surcos distanciados a 0.20 m y de 6 metros de largo. Calles de 1.0 m de ancho entre repeticiones.
 k. Parcela neta: 5 surcos de 5 m. de largo (5 mts²).

CUADRO 2: TRATAMIENTOS SELECCIONADOS CORRESPONDIENTES A LA MATRIZ
PLAN PUEBLA I.

No.	Tratamientos Kg/Ha			APLICACIONES			
				1a. Aplic. Kg/Ha*		2a. Apl. Kg/Ha**	
	N	P ₂ O ₅	D.S.	N	P ₂ O ₅	DS	
1	75	25	90	37.5	25	90	37.5
2	75	25	110	37.5	25	110	37.5
3	75	50	90	37.5	50	90	37.5
4	75	50	110	37.5	50	110	37.5
5	100	25	90	50.0	25	90	50.0
6	100	25	110	50.0	25	110	50.0
7	100	50	90	50.0	50	90	50.0
8	100	50	110	50.0	50	110	50.0
9	50	25	90	25.0	25	90	25.0
10	125	50	110	62.5	50	110	62.5
11	75	0	90	37.5	0	90	37.5
12	100	75	110	50.0	75	110	50.0
13	75	25	70	37.5	25	70	37.5
14	100	50	130	50.0	50	130	50.0
15	Testigo del agricultor						
16	100	50	110*	50.0	50	110	50.0

Nota: Del tratamiento 1 al 15 siembra en surcos, el 16 es al voleo.

* Momento de la siembra

** Ocho días después de aplicar el herbicida

4. ANALISIS

- a. ANDEVA para 8, 14 y 16 tratamientos
- b. Método automático de Yates
- c. Análisis económico
- d. Método gráfico-estadístico

Dentro de los componentes del rendimiento, el único que se evaluó es el del peso del grano.

5. SELECCION DE TRATAMIENTOS

Los tratamientos seleccionados provienen de la matriz experimental Plan Puebla I mostrados en el cuadro 1.

Estos se determinaron siguiendo la fórmula $2^k + 2k$ en donde k = número de factores que se estudian quedando en el presente estudio de la siguiente manera:

$2^3 + 2 \times 3 = 14$ tratamientos en total. Se introdujo un testigo de fertilización del agricultor, y un tratamiento contraste el cual se realizó con la siembra al voleo y en niveles correspondientes al tratamiento 8.

6. DISEÑO EXPERIMENTAL

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

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

M = media

R = repeticiones

T = tratamientos

i = 1, 2, 3

j = 1, 2, 3...16

$\sum ij$ = error experimental

La unidad experimental fue de 9 surcos distanciados a 0,20 m y de 6 metros de largo (10.8 m^2 de parcela bruta). Se cosechó una parcela neta de 5 surcos de 5 m de largo (5 mts.^2).

7. MANEJO DE LOS EXPERIMENTOS

La preparación del terreno fue picado con azadón y arado jalado por bueyes. Luego se hicieron las mediciones dentro de los terrenos, para delimitar los bloques y calles de cada sitio experimental. Después se realizó el surqueado a 0.20 mts., con un surqueador de madera, jalado por una persona.

Teniendo surqueado el terreno, se delimitaron las parcelas y se llevó a cabo la siembra y la fertilización, aplicando el 100% del P_2O_5 y 50% del N.

Luego al llegar las plantas al amacollamiento, de 32 a 38 días se aplicó el herbicida 2-4, D amina y a los ocho días, se suministró el 50% del N. restante.

Los riesgos al cultivo se efectuaron de acuerdo al sistema del agricultor y tomando en cuenta la precipitación pluvial del lugar.

La cosecha se efectuó a mano, con hoz para su corte, amarrando los manojos y etiquetados para identificar la parcela neta a que pertenecen dentro de cada repetición y localidad. Luego estos manojos fueron trillados en forma individual, se procedió a limpiar el grano, se pesó y se le determinó el porcentaje de humedad, a la cantidad de grano de cada parcela neta. Luego se corrigió la humedad al 14% y se hicieron las conversiones a toneladas métricas por hectárea; se tabularon y se procedió al análisis estadístico.

8. METODOLOGIA DE INTERPRETACION DE RESULTADOS

Los resultados del presente estudio se analizaron siguiendo el método gráfico-estadístico descrito por Estrada (11), que en forma resumida, consiste en los siguientes pasos:

1. En el análisis correspondiente se toma en cuenta los rendimientos por localidad de los tratamientos reportados en el cuadro 4 con los que se elaboran las gráficas correspondientes para cada uno de los factores.
2. El análisis de varianza al que se someten los resultados que muestra el cuadro 2, se dividen en 3: uno para los tratamientos del 1 al 8 y otro para los tratamientos 1 al 14 y 1 al 16 respectivamente. La razón de la subdivisión del análisis de varianza, es debido a que de acuerdo al método gráfico estadístico, el cuadrado medio del error (CME) de los tratamientos del 1 al 8 son usados para determinar la significancia de los efectos factoriales medios de los factores estudiados y el cuadrado medio del error del análisis de varianza de los tratamientos del 1 al 14 y/o 1 al 16 respectivamente son usados para determinar la significancia entre tratamiento de efecto factorial significativo (2^k) en donde k = número de factores en evaluación y las prolongaciones ($2K$) respectivas, a través de una DMS (Diferencia mínima significativa) al 10% de probabilidad de cometer error de tipo I.
3. Los rendimientos totales de los tratamientos que conforman el 2^k de la matriz Plan Puebla I o sea los numerados del 1 al 8 en el cuadro 2, se someten a la técnica de Yates (11) para determinar

la significancia de los efectos factoriales medios (EFM) de los factores y de sus interacciones a un nivel de probabilidad de cometer error tipo I de 10%.

4. Los resultados de la técnica de Yates (11), definen el o los factores que deben ser considerados para la determinación de la Dosis Optima Económica de Capital Ilimitado en forma gráfica. En función a la significancia de los EFM, los 8 tratamientos considerados se reducen a un número de tratamientos definido por el número de factores cuyo EFM fue significativo, correspondiéndole un rendimiento constituido por el promedio de los rendimientos de los factores cuyos EFM fueron no significativos.
5. Con los tratamientos reducidos, y auxiliándose de los tratamientos de la fracción 2K de la matriz Plan Puebla I, se hacen nuevas gráficas y la curva donde se determinará la DOECI será definida por el tratamiento reducido que presente el máximo ingreso neto. Para ello debe conocerse el triángulo de relación insumo-producto cuya hipotenusa se proyecta a la curva de máximo ingreso neto y en el punto donde sean tangentes, se define la DOECI para cada factor.
6. Usando una DMS al 10% se comparan las prolongaciones de los factores cuyos EFM fueron no significativos, para definir si esta situación permanece en todo el espacio de exploración y conocer de esta manera si éstos deben aparecer en la DOECI final.
7. Con la misma DMS se comparan los tratamientos reducidos con sus

respectivas prolongaciones, para definir si estas últimas deben ser consideradas para el análisis económico para determinar la DOECL, situación que se resuelve mediante la significancia de las prolongaciones, puesto que si éstas son no significativas será una indicación de que no deben ser incluidas.

8. Con los tratamientos reducidos y las prolongaciones a incluir y utilizando el rendimiento del tratamiento testigo, se estima el incremento en rendimiento (ΔY), dado por la diferencia del rendimiento del tratamiento y del testigo. Luego se estima el incremento en ingreso neto (ΔIN), dado por la función $IN = y \Delta Y - CV$ en donde $y =$ costo real de 1 kg de maíz; CV corresponde a costos variables estimados por la función $CV = nN + pP + dDP$ en donde $n =$ costo real de un kilogramo de N, $N =$ kg de N del tratamiento, $p =$ costo real de un kilogramo de $P_{25}O_5$, $P =$ kg de $P_{25}O_5$ del tratamiento; $d =$ costo real de 1000 plts, $DP =$ miles/Ha de plantas/tratamiento. Finalmente se obtiene la tasa de retorno a capital ($\Delta IN/CV$) de cada tratamiento y el que presente la máxima definirá la dosis óptima económica de capital limitado (DOECL).

VI RESULTADOS Y DISCUSION

1. DE LOS ANALISIS DE SUELOS

Con el objeto de conocer el estado de fertilidad de los suelos de cada una de las localidades en donde se condujeron los ensayos, se efectuó un muestreo a dos profundidades, de 0 a 20 y 20 a 40 centímetros, enviándolos al laboratorio de suelos de ICTA para su análisis correspondiente.

Estos resultados y otras características de las localidades se presentan en el Cuadro 3, en el cual se observa que las localidades seleccionadas son representativas de la zona triguera del altiplano central. En lo que respecta a la fecha de siembra corresponde a la época intermedia que ICTA está recomendando (segunda quincena de agosto).

Según (18), con la reacción que mostraron las localidades 2, 3 y 5 se les puede catalogar como ligeramente ácidas y las localidades 1, 4 y 6 con pH Neutro. El estado de fertilidad que muestran las localidades es variable, encontrándose para las localidades 2, 5 y 6 niveles bajos de Fósforo, ya que se encuentra por abajo del nivel crítico, que es de 7 mgr/ml. El Potasio es abundante en las 6 localidades, encontrándose por arriba del nivel crítico que es de 60 mgr/ml. La relación calcio-magnesio, se encuentra aceptable para las 2 localidades de Zaragoza, no así los cuatro ambientes restantes en donde el resultado obtenido se encuentra abajo del nivel crítico, que para Guatemala se considera aceptable la proporción 6.75: 1; para calcio: magnesio respectivamente (meq/100 gr.) (18).

CUADRO 3: CARACTERISTICAS DE LAS LOCALIDADES

Localidad	Agricultor	Fecha de Siembra	Profundidad (cms)	pH	mgr./ml.		meq/100 gr.		Altura M.S.N.M.	Cultivo Anterior
					P	K	Ca	Mg.		
1. La Joya Zaragoza	Alberto Argueta	27/8/80	0 - 20 20 - 40	6.9 6.9	13.75 10.75	190 175	9.20 10.90	0.72 0.90	1,833	frijol
2. Potrerillos Zaragoza	Fidencio Meléndez	25/8/80	0 - 20 20 - 40	6.2 6.3	5.25 3.25	355 265	7.50 8.60	0.80 0.92	1,849	frijol
3. Patzicía	Fermín Ajquejay	28/8/80	0 - 20 20 - 40	6.5 6.4	13.75 6.75	184 169	5.50 8.50	0.83 1.60	2,130	maíz
4. Sta. Cruz Balanyá	Francisco Salazar	1/9/80	0 - 20 20 - 40	6.11 6.55	16.5 3.0	230 166	7.30 8.70	1.52 1.97	2,060	frijol
5. Tecpán	Gerónimo Ordoñez	13/8/80	0 - 20 20 - 40	6.5 6.5	6.50 5.50	320 260	11.80 9.80	1.80 1.45	2,286	maíz
6. Patzún	Andrés Ixén	25/8/80	0 - 20 20 - 40	6.7 6.9	3.00 1.75	380 450	11.00 11.40	1.90 2.10	2,035	maíz

2. DE LOS RENDIMIENTOS

En el Cuadro 4 se presentan los rendimientos de grano de trigo al 14% de humedad en TM/Ha. por tratamiento estudiado. Asimismo, se anota la media de rendimiento por localidad y la media de rendimiento por tratamiento en las seis localidades y los coeficientes de variación obtenidos en cada localidad. Se observa que, el promedio de rendimiento entre localidades varía de 1.65 TM/Ha a 2.86 TM/Ha., con una diferencia de 1.21 TM/Ha.

Los rendimientos en general son bajos, a excepción de la localidad 2, 3 y 4, en donde las heladas no tuvieron influencia negativa.

El promedio de tratamientos por localidades varió de 1.99 TM/Ha. a 2.35 TM/Ha. con una diferencia de 0.36 TM/Ha. y que corresponde a los tratamientos 100-50-110 y 75-25-110 de N-P-D respectivamente; siendo el primero, sembrado al voleo.

Los coeficientes de variación varían de 9.4% para la localidad número 1, a 17.1% para la localidad 3. El promedio de coeficientes de variación es de 13.93% para las seis localidades en estudio, los que se encuentran dentro del rango establecido como permisible para este tipo de trabajos.

CUADRO 4: RESUMEN DE LAS SEIS LOCALIDADES, RENDIMIENTO DE TRIGO AL 14% DE HUMEDAD, EXPRESADO EN TM/Ha.

Trat. No.	TRATAMIENTOS Kg/Ha.			LOCALIDADES TM/Ha.						Σ	\bar{x}
	N	P ₂ O ₅	D	1	2	3	4	5	6		
1	75	25	90	1.53	2.51	2.5	2.11	1.63	1.83	12.11	2.01
2	75	25	110	1.70	2.74	3.10	2.56	1.97	2.05	14.12	2.35
3	75	50	90	1.66	2.91	3.38	2.09	1.90	1.74	13.68	2.28
4	75	50	110	1.67	1.9	3.00	2.65	1.73	2.04	12.99	2.16
5	100	25	90	1.70	2.1	2.84	2.48	1.71	1.56	12.39	2.06
6	100	25	110	1.86	2.2	3.03	2.45	2.00	2.08	13.62	2.27
7	100	50	90	1.55	2.53	3.47	2.41	1.81	1.49	13.26	2.21
8	100	50	110	1.80	2.71	2.63	2.08	1.96	1.97	13.15	2.19
9	50	25	90	1.49	3.12	2.62	2.46	1.70	1.64	13.03	2.17
10	125	50	110	1.75	2.25	2.28	2.28	1.90	1.66	12.12	2.02
11	75	0	90	1.25	1.97	3.08	2.65	1.68	1.47	12.10	2.02
12	100	75	110	1.81	2.56	2.56	2.29	1.78	1.56	12.56	2.09
13	75	25	70	1.46	2.67	3.27	2.44	2.07	1.98	13.89	2.32
14	100	50	130	2.01	2.95	2.72	1.99	2.11	1.82	13.60	2.27
15	Testigo Agricultor			1.72	2.51	2.71	2.09	1.97	1.77	12.77	2.13
16	100	50	110	1.40	1.93	2.55	2.32	2.06	1.68	11.94	1.99
\bar{x}				1.65	2.86	2.85	2.34	1.87	1.77		
Coeficiente de Variación %				9.4	14.0	17.1	17.0	11.5	14.6		

3. DE LOS ANALISIS DE VARIANZA

Según se explicó en la metodología de interpretación de resultados (página 18), se analizaron por aparte los tratamientos del 1 al 8, del 1 al 14 y del 1 al 16 para las seis localidades.

En los datos que se expresan en el Cuadro 5, se observa que en dos localidades se obtuvo significancia al 1% entre repeticiones para las localidades Balanyá y Tecpán, lo que nos indica que el diseño experimental utilizado permitió controlar la heterogeneidad que existe en estos suelos. Para el resto de localidades fue no significativo.

Entre tratamientos existe significancia al 1% en las localidades la Joya Zaragoza, Potrerillos Zaragoza y Patzún; en las localidades Patzicía y Tecpán, significancia al 5%, lo que indica que si son limitantes los factores evaluados en la producción del trigo. Únicamente la localidad de Balanyá fue no significativo.

CUADRO 5: RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE VARIANZA EXPRESADOS EN TERMINOS DE CUADRADOS MEDIOS

Fuentes de Variación	G.L.	L O C A L I D A D E S					
		La Joya Zaragoza	Potrerosillos Zaragoza	Patzicía	Balanyá	Tecpán	Patzún
TRAT. 1-8							
Total	31						
Repeticiones	3	0.007 **	0.054 NS	0.417 NS	2.642 **	0.140 NS	0.008 NS
Tratamientos	7	0.049 NS	0.047 NS	0.455 NS	0.204 NS	0.078 NS	0.208 *
Error	21	0.024	0.027	0.350	0.158	0.056	0.069
TRAT. 1-14							
Total	55						
Repeticiones	3	0.017 NS	0.042 NS	0.466 NS	5.154 **	0.190 *	0.063 NS
Tratamientos	13	0.148 **	0.074 NS	0.503 NS	0.184 NS	0.095 NS	0.188 **
Error	39	0.025	0.037	0.265	0.138	0.048	0.064
TRAT. 1-16							
Total	63						
Repeticiones	3	0.023 NS	0.033 NS	0.653 NS	6.101 **	0.268 **	0.046 NS
Tratamientos	15	0.146 **	0.766 **	0.421 *	0.176 NS	0.095 *	0.166 **
Error	45	0.024	0.038	0.238	0.158	0.046	0.066

4. DEL EFECTO MINIMO SIGNIFICATIVO

En el Cuadro 6 se consignan los resultados de la aplicación de la técnica de Yates (11), para determinar la significancia de los efectos mínimos significativos y sus interacciones estudiadas. Así vemos que el factor DENSIDAD es significativo en tres localidades, lo que hace un 50.0% de significancia; el factor FOSFORO no es significativo en ninguna localidad, pero al interaccionar con la DENSIDAD resulta significativo para dos localidades a un nivel de 33.33% de significancia. El FOSFORO al interaccionar con el NITROGENO, resulta No significativo en las seis localidades. El NITROGENO ES NO significativo en los seis ambientes. El NITROGENO al interaccionar con la DENSIDAD resulta significativo para dos localidades a un nivel de 33.33% de significancia. La interacción NPD únicamente fue significativo en la localidad número dos, para un nivel de significancia de 16.66%.

CUADRO 6: RESULTADOS DE LA APLICACION DE LA TECNICA DE YATES (11) A LOS TRATAMIENTOS QUE CONFORMAN EL 2^k DE LA MATRIZ PLAN PUEBLA I PARA DETERMINAR SIGNIFICANCIA DEL EFECTO MINIMO SIGNIFICATIVO

Factor	LOCALIDADES						Significancia %
	1	2	3	4	5	6	
d	*	NS	NS	NS	*	*	50.0
p	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0
pd	NS	NS	*	NS	*	NS	33.33
n	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0
nd	NS	*	NS	*	NS	NS	33.33
np	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0
npd	NS	*	NS	NS	NS	NS	16.66

EMS = Significancia al 10% para la prueba de Yates

DMS = Significancia al 5% para prolongaciones

5. DEL ANALISIS ECONOMICO

Para poder establecer el costo de cada tratamiento se tomaron los siguientes precios de fertilizante:

- 50 Kgs. de Urea Q 14.53
- 50 Kgs. de triple Super Fosfato Q 17.44
- 45.45 Kgs. de Semilla de Trigo Q 25.00
- Jornal/8 horas Q 2.00
- Valor de la producción 45.45 Kgs. Q 13.50 = Q 297.00 TM.

Para los costos variables únicamente se tomó en cuenta: valor de 1 Ki logramo de Nitrógeno, 1 kilogramo de P_2O_5 , 1 kilogramo de semilla y el valor de esa explicación por hectárea. Se consideró que 2 hombres en un día siembran una cuerda de trigo ($40 \times 40 \text{ vs}^2$) con las siguientes actividades: surqueado, tirado de semilla y fertilizante, tapado con azadón; para los tratamientos que se sembraron en surcos (del 1 al 15); tomándose como referencia para el análisis, el testigo del Agricultor =

4.43 ~~qq.~~ de semilla/Ha.

7.97 ~~qq.~~ de 20-20-0/Ha.

3.88 ~~qq.~~ de Urea/Ha.

El tratamiento 16 - contraste - se sembró al voleo, considerándose que un hombre siembra una cuerda (40×40 varas) al día, con las siguientes actividades: tirado de semilla y fertilizante y tapado de los mismos.

1. Costo N, P, D y Producción

Costo Densidad

1 Kg Semilla = Q. 0.550

Aplicación 1 Kg = Q. 0.176

CD = Q. 0.726

Costo Nitrógeno

$$\begin{aligned}
 1 \text{ Kg. N} &= \text{Q. } 0.632 \\
 \text{Aplicación 1 Kg} &= \underline{\text{Q. } 0.242} \qquad \text{CN} = \text{Q. } 0.874
 \end{aligned}$$

Costo Fósforo

$$\begin{aligned}
 1 \text{ Kg } P_2O_5 &= \text{Q. } 0.758 \\
 \text{Aplicación 1 Kg} &= \underline{\text{Q. } 0.205} \qquad \text{CP} = \text{Q. } 0.963
 \end{aligned}$$

Costo Producción

$$\begin{aligned}
 45.45 \text{ Kgs.} &= \text{Q. } 13.50 \\
 1000 \text{ Kgs.} &= \underline{\text{Q. } 297.00} \qquad \text{CY} = \text{Q. } 297.00
 \end{aligned}$$

2. Valor de los tratamientos

Trat. No.	Kgs/Ha.						Costo Variable
	N	P ₂ O ₅	D	N	P	D	
1	75	25	90	65.55	24.08	65.34	Q. 154.97
2	75	25	110	65.55	24.08	79.86	Q. 169.49
3	75	50	90	65.55	48.15	65.34	Q. 179.04
4	75	50	110	65.55	48.15	79.86	Q. 193.56
5	100	25	90	87.40	24.08	65.34	Q. 176.82
6	100	25	110	87.40	24.08	79.86	Q. 191.34
7	100	50	90	87.40	48.15	65.34	Q. 200.89
8	100	50	110	87.40	48.15	79.86	Q. 215.41
9	50	25	90	43.70	24.08	65.34	Q. 133.12
10	125	50	110	109.25	48.15	79.86	Q. 237.26
11	75	0	90	65.55	0.0	65.34	Q. 130.89
12	100	75	110	87.40	72.23	79.86	Q. 239.49
13	75	25	70	65.55	24.08	50.82	Q. 140.45
14	100	50	130	87.40	48.15	94.36	Q. 229.91
15	132.2	72	201.36	115.54	69.34	146.18	Q. 331.06
*16	100	50	100	70.8	39.85	61.71	Q. 172.36

Al tratamiento 16 y al 8 le corresponden los niveles de NPD evaluados, con la diferencia del sistema de siembra en surco y al voleo respectivamente, con una diferencia en costo de Q43.05 por hectárea, a favor del sistema al voleo.

6. DE LAS DOSIS OPTIMAS ECONOMICAS DE CAPITAL ILIMITADO (DOECI) Y CAPITAL LIMITADO (DOECL)

En el Cuadro 7 se anotan las DOECI determinadas gráficamente de acuerdo al método gráfico estadístico (11). La DOECL se determina de acuerdo al tratamiento que represente la mayor tasa marginal de retorno a capital.

Al determinar la DOECI, se tiene que todos los valores de - N P D - obtenidos en las seis localidades se encuentran por abajo de los niveles que usa el agricultor, correspondiendo a una media de 83.3 - 33.3 - 90 Kgs/Ha. de nitrógeno, fósforo y densidad de semilla con una media de rendimiento de 2.46 TM/Ha.; contra el tratamiento del agricultor de 132.2 - 72 - 201.36 Kgs/Ha. de N P D para un rendimiento promedio de 2.12 TM/Ha.

Con los niveles obtenidos, se tiene que se logra disminuir los niveles que usa el agricultor en 48.9 - 38.7 - 11.36 Kgs/Ha. de N P D y se incrementa el rendimiento en 0.34 TM/Ha.

El cálculo de la DOECL se consideró innecesario debido a que, los niveles obtenidos con la DOECI se encuentran inferiores al nivel de fertilización y densidad de población que practica el agricultor.

Cabe mencionar que, el término DOECI se diferencia de DOECL, en el sentido de que para este estudio el primero de los mencionados representa máximo ingreso neto para el agricultor, mientras que el segundo, se refiere a la máxima tasa de retorno a capital (11).

CUADRO 7: DOSIS OPTIMA ECONOMICA PARA CAPITAL LIMITADO

LOCALIDADES	N	P ₂ O ₅ Kgs/Ha.	D	Y TM/Ha.
1	100	50	110	2.01
2	100	25	90	2.77
3	75	50	90	3.42
4	75	25	110	2.56
5	75	25	70	2.07
6	75	25	70	1.98
X	83.3	33.3	90	2.46
TESTIGO	132.2	72.0	201.36	2.12
DIFERENCIA	48.9	38.7	111.36	0.34

7. DETERMINACION DE LA DOECI

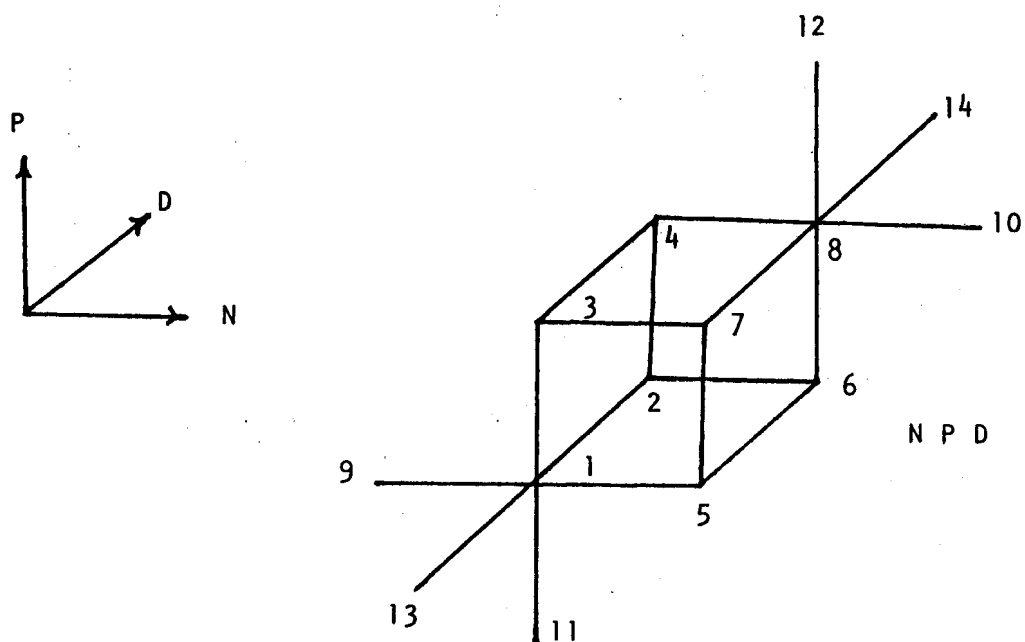
La DOECI, fue determinada mediante el método gráfico estadístico para las seis localidades. Con el único objetivo de demostrar su procedimiento en el análisis, se desarrollará la localidad de Potrerillos, Zaragoza, en la que se encontró la interacción N P D como significativa, mediante la técnica de Yates (11); para lo cual se deben efectuar tres gráficas para N P D respectivamente. Si únicamente se encuentra significancia para 1 ó 2 factores, éstos se grafican y el o los factores restantes se chequean en pro longaciones del cubo que genera la matriz.

7. 1. ANALISIS ECONOMICO LOCALIDAD POTRERILLOS, ZARAGOZA

Trat.	D P D Kgs/Ha.	Media TM/Ha.	Ingreso Bruto	Costo Va riable	Ingreso Neto
1	75-25- 90	2.44	Q 724.68	Q 154.97	Q 569.71
2	75-25-110	2.68	Q 795.96	Q 169.49	Q 626.47
3	75-50- 90	2.63	Q 781.11	Q 179.04	Q 602.07
4	75-50-110	2.53	Q 751.41	Q 193.56	Q 557.85
5	100-25- 90	2.77	Q 822.69	Q 176.82	Q 645.87
6	100-25-110	2.53	Q 751.41	Q 191.34	Q 560.07
7	100-50- 90	2.35	Q 697.95	Q 200.89	Q 497.06
8	100-50-110	2.64	Q 784.08	Q 215.41	Q 568.67

DOE= 100-25-90
N-25-90
100- P-90
100-25- D

7.2. DETERMINACION DE LOS PUNTOS Y NOMBRE DE LAS GRAFICAS



Factor	Puntos de la Gráfica	Nombre de la Gráfica
N	9 - 1 - 5	N - 25 - 90
	2 - 6	N - 25 - 110
	3 - 7	N - 50 - 90
	4 - 8 - 10	N - 50 - 110
P	11 - 1 - 3	75 - P - 90
	2 - 4	75 - P - 110
	5 - 7	100 - P - 90
	6 - 8 - 12	100 - P - 110
D	13 - 1 - 2	75 - 25 - D
	3 - 4	75 - 50 - D
	5 - 6	100 - 25 - D
	7 - 8 - 14	100 - 50 - D

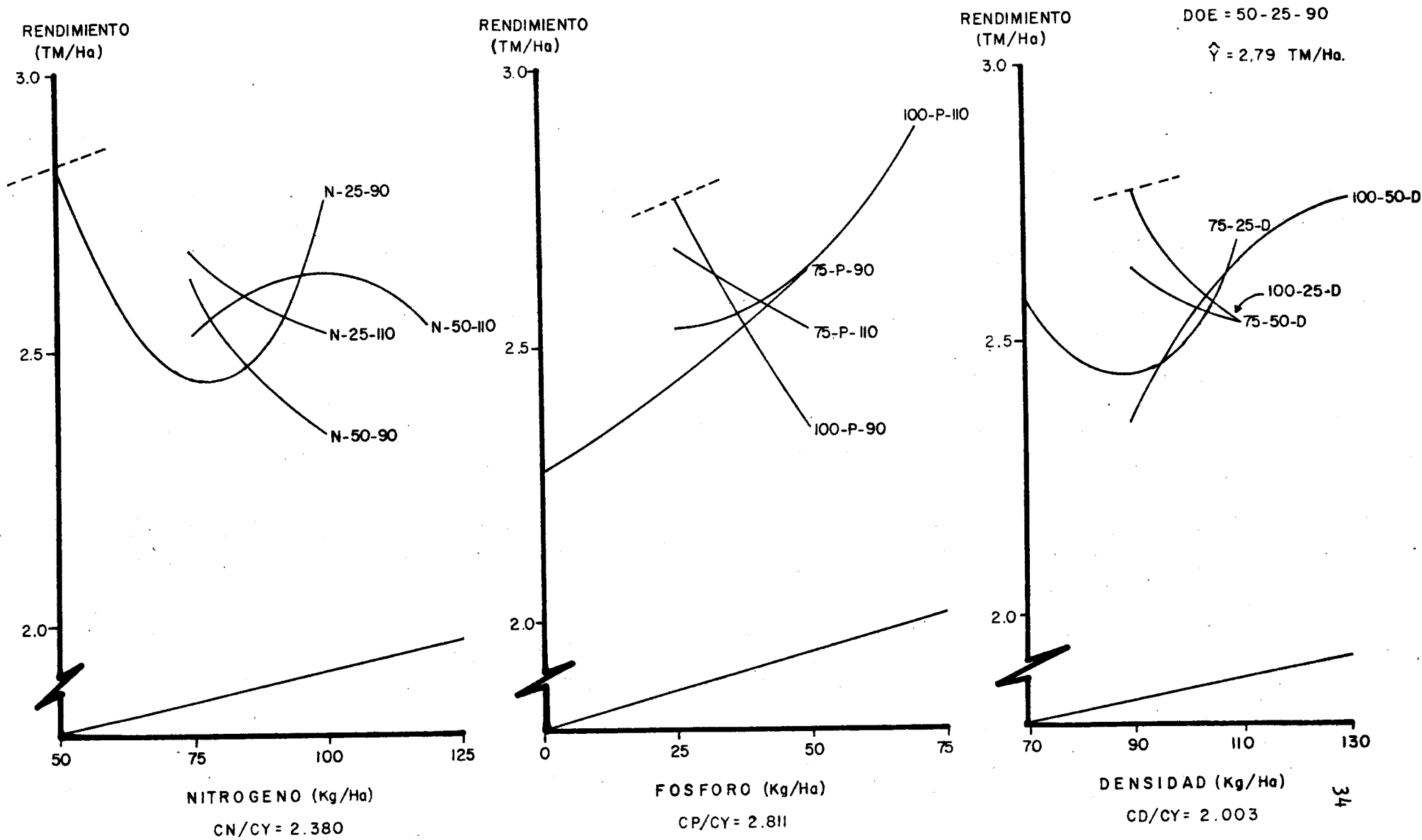


FIGURA No.1 DOECI PARA LOS FACTORES N. P. D. EN LA LOCALIDAD 2.-

8. DE LA FERTILIZACION DEL AGRICULTOR

Para el análisis se consideró una media de fertilización de los niveles que practica el agricultor en el área de Chimaltenango de 132.2 - 72 - 201.36 Kgs/Ha. de N - P₂O₅ - D, respectivamente; con lo que se puede decir que los niveles que está practicando el agricultor se encuentran arriba de las dosis óptimas económicas.

ANALISIS ECONOMICO DE LAS DOSIS DE FERTILIZACION

VARIABLES	N I V E L E S			C O S T O			Costo Total
	N	P	D	N	P	D	
Tratamiento ICTA	83.3	33.3	90	72.80	32.07	65.34	170.21
Tratamiento Agricultor	132.2	72	201.36	115.54	69.34	146.18	331.06
DIFERENCIA							160.85

ANALISIS ECONOMICO DEL RENDIMIENTO ESPERADO

VARIABLES	Rendimiento Esperado TM/Ha.	Valor TM de Grano	Ingreso
Tratamiento ICTA	2.46	Q. 297.00	730.62
Tratamiento Agricultor	2.12	Q. 297.00	629.64
DIFERENCIA			100.98

Al utilizar la recomendación del ICTA, de NPD para el cultivo del trigo, el agricultor estaría obteniendo una ganancia de Q.160.85/Ha. al usar los ni-

veles generados; como consecuencia de estar disminuyendo su inversión en el uso de insumos. Incrementa su rendimiento en 0.34 TM/Ha. con un valor de Q.100.98; lo que le viene a dar una ganancia adicional de Q.261.83 por hectárea.

9. DEL SISTEMA DE SIEMBRA

LOCALIDADES	TRAT. 8 SURCO TM/Ha.	TRAT. 16 VOLEO TM/Ha.	DIFERENCIA	DMS
ZARAGOZA 1	1.80	1.40	0.40	0.22 *
ZARAGOZA 2	2.64	2.27	0.37	0.28 *
PATZICIA 3	2.62	2.55	0.07	0.70 NS
BALANYA 4	2.08	2.32	-0.24	0.57 NS
TECPAN 5	1.96	2.06	-0.10	0.12 NS
PATZUN 6	1.97	1.68	0.29	0.37 NS

A cada ensayo se le obtuvo su DMS.

Se calculó una relación existente entre sistemas de siembra, encontrándose diferencias que van desde valores de -0.24 a 0.40 TM/Ha. diferencias que son mas o menos con respecto al sistema usado: tratamiento 8 sembrado en surco y tratamiento 16 sembrado al voleo, ambos con niveles de 100 - 50 - 110 Kgs/Ha. de N - P - D.

Se determinó un coeficiente de determinación o de correlación de 0.82, con el cual se podrían corregir los resultados, lo que no se hizo, considerando que unas localidades subirían su rendimiento y otras las disminuirían, con lo que habría tendencia a mantener la relación existente.

VII CONCLUSIONES

1. Los factores Nitrógeno, Fósforo y Densidad de población son limitantes en el rendimiento del trigo por no ser utilizados en niveles económicos.
2. Los rendimientos de la variedad Balanyá-80 variaron entre localidades, siendo influenciados por el fenómeno natural de las heladas.
3. La Dosis Óptima Económica para Capital Limitado (DOECL) y la Dosis Óptima Económica para Capital Ilimitado (DOECI) se encuentran dentro de los espacios de exploración estudiados.
4. El cálculo de la DOECL fue innecesario, ya que al determinar la DOECI, se encuentra por abajo de los niveles que practica el agricultor.
5. El sistema de siembra utilizado -en surcos y al voleo- tienen influencia sobre el rendimiento.
6. Los niveles de N y P_2O_5 obtenidos fueron de 83.3 y 33.3 Kgs/Ha. respectivamente, de donde el nitrógeno se debe aplicar la mitad al momento de la siembra más el total de P_2O_5 y la otra mitad de nitrógeno se debe aplicar de los 33 a 38 días de sembrado.

VIII RECOMENDACIONES

1. Promocionar la recomendación obtenida de los niveles de nitrógeno, fósforo y densidad de semilla, mediante las dos alternativas siguientes:

Primera alternativa: Libras/manzana

- a) Siembra y la. fertilización = 140 libras de semilla
366 libras de 20 - 20 - 0
más 39 libras de urea
- b) 2a. fertilización = 200 libras de urea
(8 días después herbicida)

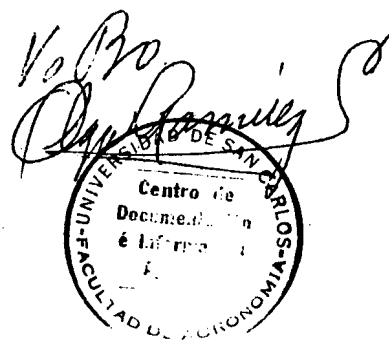
Segunda alternativa: Libras/manzana

- a) Siembra y la. fertilización = 140 libras de semilla
366 libras de 16 - 20 - 0
más 71 libras de urea
 - b) 2a. fertilización = 200 libras de urea
2. En experimentos de trigo en que se esté evaluando tecnología que esté por salir al agricultor, efectuar la siembra en el sistema al voleo, que es la forma como él lo practica.
 3. Difundir el uso de la semilla de trigo variedad Balanyá-80 para siembras intermedias (15 al 30 de agosto) en el departamento de Chimaltango.

XI BIBLIOGRAFIA

1. AYKROYD, W. R. y J. Doughty. El trigo en la alimentación humana. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1970. pp. 42-46.
2. BARRIGA, P. Contenido de nitrógeno, lisina y potasio en función de época de siembra y cultivar. Costa Rica, Turrialba, 1976. pp. 260-263.
3. BARTHOLOMEW, W. V. Soil nitrogen. International Soil Fertility Evaluation and Improvement Program. Raleigh, North Carolina State University. Technical Bulletin No. 6. 1972. p. 78.
4. BHATIA, C. R. Bioenergetic consideration in cereal breeding of protein improvement. Science 194. 1976. pp. 1418-1420.
5. BUCKMAN, H. O. y N. C. Brady. Naturaleza y propiedades de los suelos. Trad. por R. Solaud. Barcelona, Montaner y Simmon, 1970. 814 p.
6. CARRANZA, B., H. E. Evaluación de genotipos precoces y semi-precoces de trigo en siembra de primera en el altiplano medio de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 1980. 57 p.
7. CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO. Informe anual 1968-1969. México, 1969. p. 122.
8. COOKE, G. W. Fertilizantes y sus usos. 2a ed. Trad. Alonso Blackaller Valdez. México, Editorial Continental, 1965. p. 180.
9. DIEHL, R. y J. M. Mateo. Fitotecnia general. Madrid, Ediciones Mundo-prensa, 1973. p. 814.
10. ESCAMILLA, E. Greenhouse studies on the effect of foliar spray of nutrient solutions during the grain filling on spring wheat (triticum aestivum L.) and black field bean (Phaseolus vulgaris L.) varieties. Thesis (Dr. of Philosophy). Iowa, State University, 1977. p. 129.
11. ESTRADA LIGORRIA, L. A. Metodología de investigación utilizada para la obtención y análisis de resultados sobre prácticas mejoradas para la producción de cultivos. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), 1978. p. 34 (mimeo.).
12. FASSBENDER, H. W. La fertilización del frijol. Turrialba, 17(1):46-52. 1967.
13. FOX, R. H. Fertilización con nitrógeno en los trópicos húmedos. México, Centro Regional de Ayuda Técnica (AID), 1974. p. 16.

14. GUATEMALA. GREMIAL NACIONAL DE TRIGUEROS. Memoria anual 1976. Guatemala, 1977. pp. 38-39.
15. _____ . INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. Informe anual 1973 del Programa de Nutrición Vegetal. Guatemala, 1974. p. 71.
16. _____ . Informe anual del Programa de Trigo de 1976. Guatemala, 1977. p. 78 (mimeo.).
17. _____ . Informe anual del Programa de Trigo de 1979. Memoria del año 1979. 18 p.
18. _____ . Laboratorio de suelos, Guatemala, Consulta Personal, 1981.
19. _____ . Programa de trigo, Chimaltenango. Informe técnico, 1980. p. 13.
20. JACOB, A. y H. Von Uexkull. Fertilización; nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Trad. por López Martínez de Alva. Alemania, Hannover Verlagsgesells Chaft Fer Axkerbau mbH. 1966. p. 626.
21. KENT, N. L. Tecnología de los cereales. España, Acribia, 1971. pp. 1-83.
22. MILLER, E. R. Fisiología vegetal. Trad. por F. La Torre. México, Uthea, 1967. 344 p.
23. PALENCIA O., J. A. Algunos aspectos sobre la fertilización del maíz en Guatemala. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, 1974. p. 11 (mimeo.).
24. POEHLMAN, J. M. Mejoramiento genético de las cosechas. México, Limusa, 1979. pp. 132-145.
25. RAMIREZ, A. y H. Carlos. Exploración de la respuesta del trigo a la fertilización en suelos de las series Quezaltenango y Tecpán. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 1970. 40 p.
26. RUSSELL, E. J. y E. W. Russell. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. 3a ed. Trad. por Gaspar González y González. Madrid, Aguilar, 1964. p. 771.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

"IMPRIMASE"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA



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