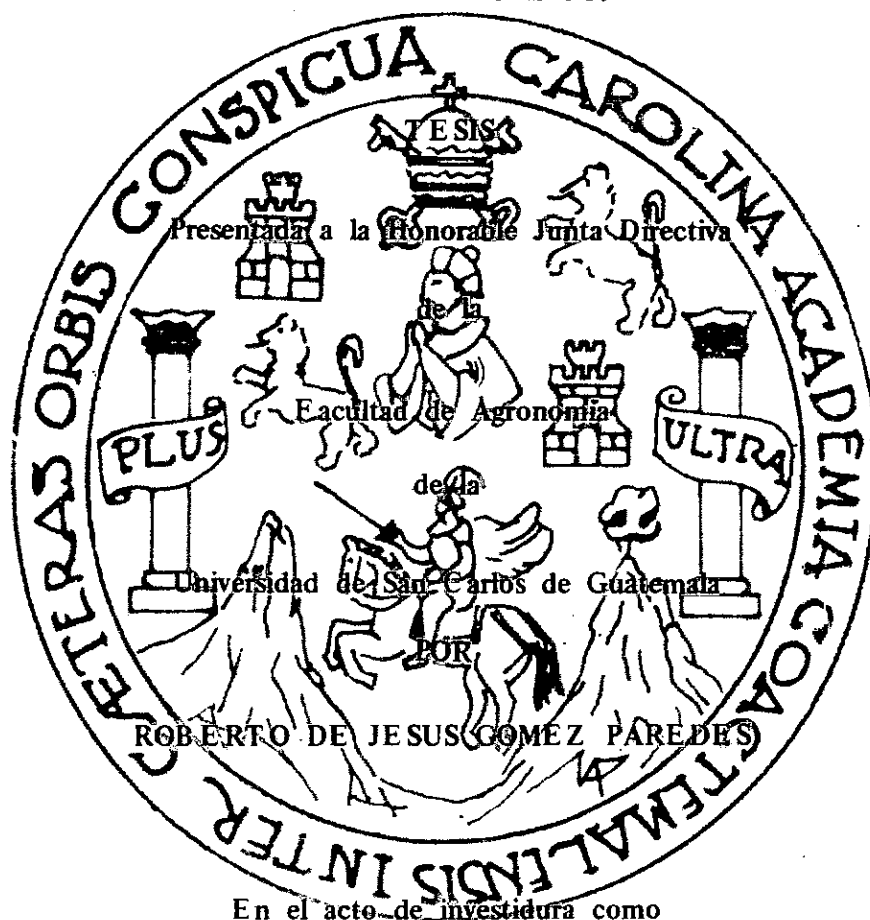


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DE DOSIS OPTIMAS ECONOMICAS DE NITROGENO
FOSFORO Y DENSIDAD DE POBLACION EN EL CULTIVO DE
REPOLLO (Brassica oleracea Var. Capitata.) EN EL DEPARTAMENTO
DE CHIMALTENANGO.



En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, noviembre de 1982

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central
Sección de Tesis

01
T (665)

c 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. EDUARDO MEYER MALDONADO

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano:	Dr. Antonio A. Sandoval S.
Vocal 1o.	Ing. Agr. Oscar René Leiva R.
Vocal 2o.	Ing. Agr. Gustavo Méndez Gómez
Vocal 3o.	Ing. Agr. Fernando Vargas
Vocal 4o.	Prof. Leonel Enríquez Durán
Vocal 5o.	Prof. Francisco Muñoz Navíchoque
Secretario:	Ing. Agr. Carlos Fernández.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

Decano:	Dr. Antonio A. Sandoval S.
Examinador	Ing. Agr. Hugo Tobías
Examinador	Ing. Agr. Carlos Echeverría
Examinador	Ing. Agr. César Cisneros
Secretario a. i.	Ing. Agr. Negli R. Gallardo P.

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

Señor Decano:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, para hacer de su conocimiento, que atendiendo la designación que ese Decanato nos hiciera, hemos brindado la asesoría necesaria al Br. Roberto de Jesús Gómez Paredes para la elaboración de su tesis de grado.

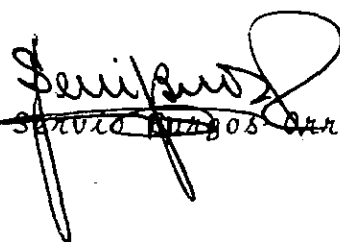
El mencionado trabajo, que el Br. Roberto de J. Gómez someterá ante la consideración de la Honorable Junta Directiva de la Facultad, como requisito final para optar al título de Ingeniero Agrónomo, lleva por título: EVALUACION DE DOSIS OPTIMAS ECONOMICAS DE NITROGENO, FOSFORO Y DENSIDAD DE POBLACION EN EL CULTIVO DE REPOLLO (Brassica olerácea Var. capitata.) EN EL DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO.

Concluida la asesoría del caso, nos permitimos informarle finalmente al Señor Decano, que consideramos el trabajo altamente calificado para merecer la aprobación correspondiente.

Atentamente,



Ing. Agr. Oscar L. Orozco



Ing. Agr. ~~Servicio Arango Arango~~

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Distinguidos Señores:

En cumplimiento de las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, someto a vuestra consideracion el trabajo de Tesis titulado: EVALUACION DE DOSIS OPTIMAS ECONOMICAS DE NITROGENO, FOSFORO Y DENSIDAD DE POBLACION EN EL CULTIVO DE RE POLLO (*Brassica oleracea* Var. capitata.) EN EL DE PARTAMENTO DE CHIMALTENANGO. Como requisito previo para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas

Atentamente,


Roberto de Jesús Gómez Paredes.

DEDICO ESTE ACTO

A DIOS

A MIS PADRES

Demetrio Gómez Avila
Candida Rosa Paredes Córdón

A MI ESPOSA

Olga Araceli Fernández

A MI HIJO

Jorge Roberto

A MIS HERMANOS

María Luisa
Elsa Victoria
José Obdulio

A MI HERMANO POLITICO Marco Antonio Huertas

A MIS SOBRINOS

Velvet Carolina
Christha Denise
Marco Antonio
Leslie Giovani

A MIS PRIMOS

Luis H. Córdón
Luis Días

A MIS ABUELITOS

Tulio O. Paredes QEPD.
Luis A. Córdón Castañeda QEPD.

A MIS AMIGOS
ESPECIALMENTE

Julio Mayen, Raúl del Valle, Carlos España, Mariano Izaguirre, Orlando Acevedo, Rolando Arriola, Sergio Castillo, Mario Rivas, Julio Rivas, Maynor Paz, David Fuentes y Estuardo Enrique Guzmán (Q.E.P.D.).

A MIS COMPAÑEROS DE
PROMOCION EN ESPECIAL

Rolando Tobar, Leonel Enríquez Durán, Edgar Girón, Byron Chicas, Juan Aguilar, Delia Padilla, Mario Roberto Gómez, Aroldo Fajardo.

DEDICO ESTA TESTIS

A mi Patria Guatemala.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala.

A la Facultad de Agronomía.

Al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA).

A todos los Agricultores del País.

AGRADECIMIENTO

Agradezco al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas por haberme permitido realizar el presente estudio, el cual forma parte del Programa de Hortalizas del ICTA en Chimaltenango.

Mis agradecimientos sinceros a los Ingenieros Agrónomos Oscar Leonel Orozco y Sergio Burgos, por su dedicación en la asesoría del presente trabajo.

Mi agradecimiento sincero al Ingeniero Agrónomo Juan Manuel Herrera por su dedicación en la enseñanza del diseño Plan Puebla I.

Agradecimiento especial al Ingeniero Agrónomo Carlos Eladio Trabanino Vargas por su valiosa colaboración presentada durante el transcurso del estudio.

Mi agradecimiento sincero a los Integrantes del Equipo de Prueba de Tecnología de Chimaltenango, por su colaboración.

En Guatemala, el cultivo del repollo ocupa un lugar importante en la diversificación de cultivos en el Altiplano Central y Occidental del país, que es en donde se concentra su producción y que representa una área de 365 manzanas, de las cuales el 33% corresponde al departamento de Chimaltenango. La necesidad de aumentar la producción de alimentos a nivel nacional y mundial, así como, el encarecimiento de los derivados del petróleo, el cual ha incidido en el aumento del precio de los fertilizantes, por lo que resulta interesante la recomendación de dosis óptimas económicas de fertilización y su interacción con densidades de población, tanto para agricultores para capital limitado y capital ilimitado.

Los factores Nitrógeno, Fósforo y Densidad de Población son limitantes en el rendimiento de calidad de repollo, la cual se hace necesaria la determinación de dosis óptimas económicas para capital limitado y obtener una máxima tasa de retorno de capital, para el agricultor que se dedica a este cultivo.

Se estudiaron tres localidades del departamento de Chimaltenango, Patzicla, Tecpán y Zaragoza. El estudio fue diseñado estadísticamente mediante el uso de la Matriz Plan Puebla I, - diseño de bloques al azar, con 16 tratamientos y cuatro repeticiones por localidad. El análisis de suelo por localidad, reporta que Tecpán y Zaragoza tienen un pH ligeramente ácido; -- Patzicla presenta un pH ligeramente alcalino; el fósforo se encuentra por abajo del nivel crítico para las tres localidades; el potasio es abundante en las tres localidades; la relación calcio-magnesio se encuentra por abajo del nivel crítico para las tres localidades.

Los rendimientos medios obtenidos entre localidades oscilan entre 50.55 TM/Ha. utilizando 150 Kg. de N/Ha., 00 Kg. de

P205/Ha. y una densidad de 40,000 plantas/Ha., a 79.48 TM/Ha.- utilizando 200 Kg. de N/Ha. 200 Kg. de P205/Ha. y una densidad de 60,000 plantas/Ha.

La técnica de Yates determinó los efectos mínimos significativos y sus interacciones y se obtiene que: Para Patzicla-- los factores significativos fueron el Nitrógeno, fósforo, densidad y las interacciones fósforo-densidad y nitrógeno-densidad. En Tecpán los factores significativos son el fósforo y la densidad. Para el caso de Zaragoza se presenta la significancia únicamente en el nitrógeno y la interacción nitrógeno--fósforo.

Para el rendimiento medio de las tres localidades en estudio, la dosis óptima económica para capital ilimitado (DOECI)- fue 166.67 Kg. de N/Ha., 200 Kg. de P205/Ha., una densidad de 50,000 plantas/Ha.; para obtener un rendimiento de 80.43 TM/Ha. Para la dosis óptima económica para capital limitado (DOECL) - fue de 134.33 Kg. de N/Ha., 131 Kg. de P205/Ha., una densidad de 40,000 planta/Ha. para obtener un rendimiento de 77.92 TM/HA. de repollo, respectivamente.

Rendimientos de calidad de repollo que estarán aumentando la rentabilidad del cultivo, cuando existan mejores canales de comercialización tanto para su industrialización como para su consumo en fresco.

CONTENIDO

i.	RESUMEN
I	INTRODUCCION
II	HIPOTESIS
III	OBJETIVOS
IV	REVISION DE LITERATURA
V	MATERIALES Y METODOS
	1. Localización
	2. Material experimental
	3. Metodología experimental
	4. Análisis
	5. Selección de tratamientos
	6. Diseño experimental
	7. Manejo del cultivo
	8. Metodología de interpretación de resultados
VI	RESULTADOS Y DISCUSIONES
VII	CONCLUSIONES
VIII	RECOMENDACIONES
IX	BIBLIOGRAFIA.

I INTRODUCCION

Tomando en cuenta la importancia que tiene el cultivo del repollo en la dieta alimenticia, así como el alto índice de incremento de la población mundial conjugado con la limitada superficie de tierra de vocación agrícola y el sin número de factores limitantes de la producción, hacen que el déficit entre demanda y producción de alimentos cada día se acentúe más.

En tal sentido, es motivo de gran preocupación el lo gran aumentar la producción a nivel satisfactorios para alimentar al mundo.

La producción de alimentos ha sido motivo de preocupación de los países desarrollados y subdesarrollados. Por --ello, los científicos de la agronomía han generado metodologías de investigación que involucren el estudio de factores limitan tes de la producción, así como también, se han creado métodos de análisis de los resultados observados y de esta manera po--der utilizar la tecnología de producción, de cultivos que con--templen dosis óptimas económicas de dichos factores. Pero pa--ra lograr esta tecnología, es necesario generar metodologías--de investigación en las cuales se involucren los factores limitan tes (mejoramiento genético, mecanización, insumos, prácticas de cultivos, etc.) (8).

Siendo el repollo una de las hortalizas de la dieta alimenticia de la población guatemalteca y dadas las condiciones climáticas del altiplano central y occidental del país pa--ra su explotación, siendo el departamento de Chimaltenango, un área de producción de esta hortaliza se hace necesario el pre--sente estudio, debido al incremento en los precios de los fer--tilizantes químicos y el desconocimiento de niveles óptimos e--conómicos de fertilizantes a utilizar, su interacción con densidades de población en el incremento del rendimiento.

Por lo anteriormente expuesto se plantea el presente trabajo de investigación que permita dar una recomendación inmediata para los agricultores del área, en lo referente a -- las dosis óptimas económicas para capital limitado, de fertilizantes y densidad con un material genético que se adapta bien a la región y buenos rendimientos, lo que va a permitir elevar considerablemente y económicamente los rendimientos obtenidos por el agricultor del área.

II HIPOTESIS

- a) Los factores, Nitrógeno, Fósforo y Densidad de Población son limitantes en el rendimiento del cultivo del repollo.
- b) Los rendimientos medios de repollo no presentarán diferencia estadísticamente significativa al evaluar--- los distintos niveles de N, P205 y Densidad, así como sus interacciones tanto por localidad como entre - localidad.
- c) La dosis óptima económica para capital limitado (DO--ECL), se encuentra dentro de los espacios de exploración estudiados.

III OBJETIVOS

- a) Obtener una recomendación óptima de fertilización con N., P205 y Densidad de Población para el cultivo del repollo.
- b) Determinar el efecto principal de los factores considerados, interacción entre ellos y su función óptima- de capital limitado (DOECL), con la cual se incrementará la rentabilidad del cultivo.

IV REVISION DE LITERATURA

ORIGEN Y DISTRIBUCION A NIVEL MUNDIAL:

El repollo, llamado en algunos países, la coliflor y el--brócoli, son tres hortalizas destacadas de la familia de las--Crucíferas cuyos requerimientos son parecidos. De las tres, - el repollo es la más importante por su antigüedad, amplia difu--sion y relativa facilidad de producción.

Las hortalizas antes indicadas tienen un ancestro común - en una planta silvestre que quizás llegó del Mediterráneo o --del Asia Menor a las peñas calcáreas de Inglaterra, a las Cos--tas de Dinamarca, así como también a Francia y España. Su ori--gen es muy antiguo pues hay referencias históricas sobre su --cultivo antes de la Era Cristiana.

En Dinamarca y Holanda el repollo ha tenido gran importan--cia desde hace más de mil años y la Col hoy se encuentra en to--do el mundo. (2)

ZONA DE PRODUCCION A NIVEL NACIONAL:

DEPARTAMENTO	SUPERFICIE COSECHA Mz. (11)
<u>Zona Central:</u>	
Guatemala	96.1022
Sacatepéquez	68.5497
Chimaltenango	119.7200
<u>Zona Occidental:</u>	
Sololá	20.3814
Totonicapán	0.0900
Quezaltenango	29.1249
San Marcos	8.8298
Quiché	6.3748
Huehuetenango	14.5471
<u>Zona Oriental:</u>	
Zacapa	0.1800
Chiquimula	8.4375
Jalapa	111.2738
Jutiapa	5.5932

DEPARTAMENTO	SUPERFICIE COSECHADA Mz. (11)
<u>Zona Norte:</u>	
Baja Verapaz	4.9998
Alta Verapaz	3.2186
Petén	3.9825
<u>Zona Sur:</u>	
Escuintla	0.1600
Santa Rosa	1.6250

GENERALIDADES DEL CULTIVO:

El grupo de las coles incluye el repollo, la Col de Bruselas, la coliflor, el brécol ó brócoli verde, la berza, la col de hojas rizadas y el colirábano. (6)

Clasificación Botánica:

- Reino Vegetal
- División: Magnoliophyta
- Clase : Magnoliopsida
- Subclase: Dilleniidae
- Orden : Capparales
- Familia : Crucíferas
- Especie : Brassica oleracea Var. Capitata L.

Se caracteriza por tener hojas más ó menos lisas, que partiendo del tronco, forman una cabeza grande y apretada que protege a la yema terminal. A medida que la planta se va desarrollando, estas hojas se van abriendo para dejar paso al tallofloral. Las flores son amarillas u están dispuestas en racimos apanojados. (17)

Durante el primer año las plantas desarrollan la porcióncomestible, un órgano de almacenamiento distintivo, y durante el segundo año desarrollan tallos florales, flores, frutos y semillas. Las plantas del grupo de las coles están estrechamente relacionadas entre sí y tienen caracteres comunes y caracteres diferenciales.

Sistema Radicular: Las plantas desarrollan un sistema radicular abundantemente ramificado. Por ejemplo, ciertas investigaciones han demostrado que las raíces de las plantas de repollo a medio desarrollo se extienden lateralmente a distancias de 60 cm. a 1.20 m. Estas raíces estaban muy ramificadas, especialmente en los 10 cm. superiores del suelo. En consecuencia, el cultivo profundo del repollo durante las etapas finales de crecimiento ocasiona que se corten las raíces alimentadoras que se encuentran en la capa superior del suelo.

Tallo y Hojas: Los tallos vegetativos son relativamente cortos y hojas son simples, grandes, bien desarrolladas y succulentas. Las que forman el órgano de almacenamiento contienen grandes cantidades de almidón que gradualmente se convierten en azúcar. Los tallos florales nacen de las axilas de las hojas de los órganos de almacenamiento y tienen una altura de 60 cm. a 1.20 metro.

Flores, Frutos y Semilla: La inflorescencia es un racimo terminal. Las flores individuales son perfectas y regulares con cuatro sépalos, cuatro pétalos blancos o amarillos pálido, seis estambres y un pistilo con dos cavidades. Las flores son en su mayoría polinizadas por los insectos, y las variedades de cada grupo se cruzan fácilmente. El fruto es una vaina larga y angosta llamada silícula. Las semillas son bastante semejantes en su aspecto, y germinan fácilmente en condiciones favorables.

Disposición de los carbohidratos: Según se dijo antes, el repollo se cultiva por su yema terminal notablemente agrandada. Como en otras plantas cultivadas que forman una estructura de almacenamiento. Durante el período inicial de crecimiento el repollo forma un gran número de hojas verdes, y algún tiempo después las hojas nuevas forman una masa compacta que se desarrolla del interior y no tiene clorofila. Estas--

hojas son suculentas y se encuentran llenas de almidones y azúcares. En consecuencia, la utilización es dominante sobre la acumulación durante las primeras etapas de crecimiento. A medida que la planta forme el número requerido de hojas elaboradoras de alimento, la acumulación se hace gradualmente dominante, permitiendo el almacenamiento de los carbohidratos. Por lo tanto, las condiciones de desarrollo durante el primer período deben ser tales que favorezcan la producción de tallos y hojas mientras que en el período final deben favorecer el desarrollo del órgano de almacenamiento y la acumulación de carbohidratos. (7)

Cultivares: En el comercio se encuentran clasificados en precoces, intermedios y tardos, así mismo estas se clasifican de acuerdo a su estación: primavera, principios de primavera, verano, fines de verano y otoño.

DESCRIPCION DE CULTIVARES

Cultivares	Días	Estación	Cabeza	Peso en Kilos
<u>PRECOCES:</u>				
11624 EARLY JERSEY WAKEFIELD	62	Primavera	Grande	0.9 - 1.4
11619 GOLDEN ACRE	65	Primavera	Redonda	1.4 - ---
11667 GREAT DANE V.R. (HIBRIDO)	76	Verano Otoño	Casi re donda	2.0 - 3.0
11643 KING COLE (HIBRIDO)	66	Primavera Verano	Casi Re donda	2.0 - 2.7
11675 RESISTANT GOLDEN ACRE V. R.	63	Primavera	Redonda	1.2 - 1.8

V.R. = Resistente al Fusarium v. conglutinens.

DESCRIPCION DE CULTIVARES

CULTIVARES	DÍAS	ESTACION	CABEZA	PESO EN KILOS
<u>PRECOCES:</u>				
11610 ROUNDUP (Híbrido)	76	Verano Otoño	Ligeramente Achatada	1.0 - 3.0
11659 SUJERETTE (Híbrido)	66	Primavera Verano	Casi redon da.	1.3 - 2.3
<u>INTERMEDIOS:</u>				
11607 BADGER MARKET V.R.	70	Primavera Verano	Pequeña Redonda	1.1 - 1.4
11633 FERRY'S ROUD DUTCH	71	Primavera	Redonda	2.0 - 2.3
11639 GLORY OF ENKHUIZEN	76	Verano Otoño	Globular Firme	3.0 - 3.2
11645 GRENBAC V.R.	74	Primavera Verano Otoño	Casi redon da.	2.3 - 2.5
11613 LITTLE ROCK (Híbrido)	84	Verano Otoño	Redonda	1.4 - 2.7
11651 MARION MARKET V.R.	72	Verano	Redonda	1.8 - 2.7
11618 SAVOY CHIEFTAIN	88	Verano	Globo Acha tada	2.3 -
11684 STEIN'S FLAT DUTCH	95	Otoño	Achatada	3.6 - 4.5
11687 SUCCESSION	84	Verano Otoño	Grande	3.9
11690 WISCONSIN ALL SEA SONS V.R.	90	Verano Otoño	Grande	4.2 - 4.5
<u>TARDIOS:</u>				
11648 MAMMOTH ROCK RED	90	Otoño Invierno	Globo Achatada	3.2 - 3.6
11658 OAKVIEW BALLHEAD	110	Otoño	Redonda	2.8 - 3.6
1162 PENN STATE BALLHEAD	100	Verano Otoño	Muy firme	3.2 - 3.6
11693 WISCONSIN BALLHEAD IMPROVED V.R.	100	Otoño	Globo Acha tada.	3.4 - 3.6

V. R. = Resistente al Fusarium v. Conglutinans. (6).

La composición del análisis Bromatológico de las hojas--
(en 100 gramos) es la siguiente (15).

Agua.....	85.0	Gramos
Proteína.....	3.3	"
Grasa.....	0.7	"
Azúcar Total.....	2.0	"
Carbohidratos.....	0.4	"

VITAMINAS:

A.....	5800.	U. I.
Tiamina.....	0.11	Miligramos
Riboflavina.....	0.13	"
Niacina.....	1.00	"
C.....	120.00	"

MINERALES:

Calcio.....	135.00	"
Hierro.....	1.70	"
Magnesio.....	3.40	"
Fósforo.....	56.00	"
Potasio.....	400.00	"
Sodio.....	40.00	"

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO:

Clima: Seda en una diversidad de climas, calido, templado y frío, a alturas comprendidas entre los 1,500 a 9,000-pies sobre el nivel del mar, con temperaturas que oscilan entre 15-23 grados centígrados. Es moderadamente resistente a -- las heladas. (19)

Según J.E. Knott (19), son cultivos de vegetación fría por ser tolerantes a heladas. Sus semillas germinan a menor-temperatura de suelo que otras hortalizas.

Las temperaturas mensuales para el crecimiento son:

	J.E. Knott	M. Nieuwhof
OPTIMA	15.6-18.3 C°	15.0-20.0 C°
MAXIMA	23.9 C°	25.0 C°
MINIMA	4.4 C°	0.0 C°

Suelos: Se puede cultivar en distintos tipos de suelos; los livianos son ideales para cultivares precoces y los pesados para los tardíos, ya que en ellos las plantas crecen más lentamente y, como consecuencia, mejorará la calidad y la resistencia al frío.

Son plantas moderadamente resistentes a la salinidad aunque en suelos salinos resulta difícil el enraizamiento post-trasplante. Por lo tanto, en ellos se recomienda la siembra directa pero no en pleno verano.

El repollo no crece bien en suelos extremadamente ácidos. A pH ácido existe deficiencia de molibdeno y aumenta la posibilidad de ataque de Plasmodiophora brassicae.

Los suelos para el cultivo del repollo son desde: francos, francos arcillosos, arcillosos francos, ricos en materia orgánica, con pH que van de 6.0 a 7.0 (18).

Fertilización: La planta de repollo extrae mucho N y K menos cantidad de Ca, P y en menor grado Mg. La máxima asimilación de nutrientes tiene lugar durante la formación de la cabeza.

Riego: Cuando más favorables sean las condiciones de crecimiento tales como temperaturas, luz, abonado, mayor será el efecto del riego. El máximo crecimiento y rendimiento se logra sólo cuando se provee a la planta de una buena cantidad de agua a lo largo del ciclo reproductivo, recordando que si se dan condiciones de sequía durante la formación de la cabeza, ello provocará las mayores reducciones en los rendimientos. [18]

PRACTICAS PARA OBTENER MAXIMOS RENDIMIENTOS:

Se propone como guía la siguiente lista de buenas prácticas administrativas: (19)

1. Preparación de un buen plan agrícola.
2. Rectifique la acidez o la alcalinidad del suelo.
3. Conserve una alta fertilidad en el suelo.
4. Conserve el suelo en buenas condiciones físicas.
5. Disponga de sistemas adecuados de drenaje.
6. Prepare una buena cama para la semilla.
7. Seleccione semilla de la mejor calidad.
8. Siembre hileras completas.
9. Combata las malezas, los insectos y enfermedades.
10. Coseche eficientemente y en la época precisa.
11. Maneje y almacene sus productos cuidadosamente.
12. Aproveche sus productos o vendalos inteligentemente.

Distancia de siembra, se trasplanta en hileras con separación de 90 cm. y un espaciamiento entre plantas de 30 cm., - con un espaciamiento mayor se pueden obtener cabezas más grandes, aunque se tienen perdidas en los rendimientos por Ha. y probabilidad de que las hojas se separen.

La col responde bien a una solución nutritiva para iniciar el crecimiento, después de trasplantada. El nitrógeno es el elemento más importante, aunque en excesos puede ocasionar quebrantamientos internos. También puede aumentar el número de cabezas reventadas, a menos que se hayan sembrado más cerca de 20 a 25 cms. (19).

EL NITROGENO COMO NUTRIENTE Y SU FUNCION EN LA PLANTA:

El nitrógeno fue descubierto en 1792 y 80 años después se demostró que era esencial para las plantas (23).

En un amplio sentido de la palabra, entendemos como nutrientes vegetales, todos aquellos minerales o sustancias que son requeridos por la planta para su crecimiento y formación de sustancias orgánicas. Jacob & Uexkull (16), con--

forme a esta definición, llaman nutrimento vegetal a toda aquella substancia 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, mejorado por lo consiguiente el rendimiento de la planta.

Por ser el nitrógeno elemental el principal constituyente del aire (un 79% en volúmen), cabría esperar en correspondencia una abundancia de compuestos nitrogenados en la superficie de la tierra, pero este no es el caso. Es evidente que el nitrógeno del suelo (uno de los más importantes nutrientes para la planta) ocupa una posición singular muy diferente a la del Fósforo ó del Potasio, que siempre existen en el suelo en forma mineralizada. (22).

Un elemento se considera esencial, si a causa de una deficiencia del mismo, la planta no puede completar su ciclo de vida; esa deficiencia es específica del elemento que se trata y sólo puede evitarse ó corregirse mediante el suministro de ese elemento; por su parte el elemento determina de manera directa la nutrición de la planta, independientemente de los efectos posibles en la corrección de algún estado microbiano-ó químico desfavorable del suelo ó otro medio de cultivo. (23)

El nitrógeno, en la forma de proteína, se halla presente en el protoplasma de cada célula. Además, se encuentra en muchos otros compuestos que son de gran importancia fisiológica en el metabolismo, como la clorofila, los nucleótidos, fosfátidos y alcaloides; así como en muchas enzimas, hormonas y vitaminas. Por tanto, la deficiencia de nitrógeno ejerce un efecto notorio sobre el rendimiento del cultivo.

El nitrógeno hace las plantas de color verde oscuro y más succulentas, también hace que las células sean más grandes con paredes celulares más delgadas. Además, el nitrógeno aumenta la proporción de agua y reduce el porcentaje de calcio en los tejidos de la planta. El nitrógeno fomenta el desarrollo vegetativo e impulsa la formación de follaje de buena calidad--facilitando la producción de carbohidratos y ayudando a la succulencia.

Una Investigación reciente en Arkansas (Estados Unidos) ha demostrado que muchos cultivos, cuando se fertilizan con nitrógeno, tienen una mayor capacidad para absorber, no sólo más nitrógeno sino también más fósforo, potasio y calcio. La fertilización con nitrógeno incrementa la capacidad de intercambio de cationes de las raíces de la planta y, por consiguiente, hace que sean más eficaces para la absorción de otros iones nutrientes. Existen casi 12 libras de nitrógeno encima de cada pie cuadrado de la superficie de la tierra y, sin embargo, es uno de los elementos más decisivos para el desarrollo de la planta. La razón es que las plantas no utilizan el nitrógeno como un gas: Primero, ha de combinarse en forma estable.

Las plantas absorben nitrógeno como iones, bien de amonio, bien de nitratos. Los iones de amonio pueden retenerse en forma intercambiable y obtenible en las superficies de los cristales de la arcilla y del humus, pero las bacterias cambian pronto el amonio en nitratos que son lixiviables con facilidad. No existe un buen almacén para las formas obtenibles de nitrógeno. El único almacén de cualquier tipo para el nitrógeno es la materia orgánica del suelo.

EL FOSFORO COMO NUTRIENTE Y SU FUNCION EN LA PLANTA:

El fósforo elemental (P) no se encuentra en estado libre en la naturaleza, porque su elevada facilidad de oxidación no lo permite. Con todo, son muy comunes los compuestos de fósforo, por ejemplo, los fosfatos, que se encuentran en numerosos minerales.

Puesto que los fosfatos son uno de los nutrimentos vegetales esenciales, es necesario comprender perfectamente bien su comportamiento en el suelo, porque sin ello no es posible ningún tratamiento adecuado de éste con miras a la óptima asimilación del fósforo por las plantas (22).

Fósforo: El fósforo se encuentra en toda célula viva y es esencial en la nutrición, tanto vegetal como animal. Ocupa una posición clave en el metabolismo. El metabolismo de los carbohidratos sólo tiene lugar en forma normal cuando los compuestos orgánicos se esterifican con ácido fosfórico. El fósforo desempeña un papel importante en las transformaciones de energía y participa en el metabolismo de la grasa y la proteína. Es un constitutivo esencial de muchos compuestos vitales como los nucleótidos, las lecitinas y la mayor parte de las enzimas. Los efectos sobre el desarrollo de la planta son los siguientes:

1. El efecto más evidente del fósforo se efectúa sobre el sistema de raíces de las plantas. Fomenta la formación de raíces laterales y fibrosas, lo que aumenta la superficie de absorción de nutrimentos. Las plantas hambrientas de fósforo tienen un sistema de raíces enanas y mal desarrollado que reduce su zona de alimentación.
2. El fósforo aumenta el número de renuevos en los cereales y, por tanto, crece el número de vástagos que, por último, generan espigas o mazorcas y grano.
3. El fósforo apresura la maduración de las plantas. En presencia de fósforo disponible suficiente, la formación de semillas comienza antes y los cultivos maduran varios días más pronto que cuando el fósforo es deficiente. Es esencial para la formación de semillas.
4. Los cultivos de forraje desarrollados en suelos deficientes en fósforo, contienen cantidades reducidas de este elemento y, por consiguiente, son de valor inferior cuando se administran al ganado.
5. El fósforo da fortaleza a la paja y ayuda a evitarla acamada.
6. El fósforo aumenta la proporción de grano con la paja en los cereales y aumenta, así, el rendimiento de grano.

7. El fósforo hace mayor la resistencia a las enfermedades de las plantas, a causa, es de suponer, del desarrollo normal de la célula, y al crecimiento vigoroso resultante.
8. Los cultivos leguminosos desarrollados en condiciones de deficiencia de fosfato pueden padecer también de deficiencia de nitrógeno, ya que las bacterias del nódulo sólo actúan de manera normal cuando las plantas están abastecidas del fósforo adecuado.

Uno de los problemas difíciles a los que se enfrenta el investigador de la nutrición, es convencer al agricultor y al público de que, con mucha frecuencia, una deficiencia de fósforo no llega a ser evidente a través de una disminución en los rendimientos de las plantas, sino que puede manifestarse a través de la reducción del contenido de fósforo de la planta, que en definitiva, causa una nutrición defectuosa de los animales y de los hombres que se alimentan con ellas.

La nutrición de fósforo es, por consiguiente, decisiva. La existencia total de fósforo en la mayoría de los suelos, de ordinario, baja su obtenibilidad relativa es también baja. Las plantas absorben fósforo de la solución del suelo, en su mayor parte en forma de iones de H_2PO_4 .

El fósforo total en un suelo arable medio es, más o menos, del 0.1 por ciento, del cual sólo una fracción diminuta es obtenible por la planta en un momento especial. En condiciones ideales, a medida que las plantas toman iones de H_2PO_4 de la solución del suelo, lo sustituyen otros iones de compuestos de solución lenta del suelo. Los coloides solo retienen pequeñas cantidades de aniones intercambiables de fosfato.

En los suelos muy ácidos, la obtenibilidad de fósforo es baja debido a la formación de fosfatos de hierro y de aluminio, de los cuales el fósforo es obtenible con mucha lentitud. En los suelos calcáreos, se forma con rapidez fosfato tricálcico $Ca_3(PO_4)_2$, con lo cual se reduce la obtenibilidad de fósforo del suelo. (23).

Potasio: El potasio es un elemento mineral sumamente importante; la planta necesita la mayor cantidad posible de potasio. En forma principal, se presenta en estado de solución de sales inorgánicas y orgánicas. Hasta hace pocos años se creía que todo el potasio de la planta se hallaba en forma móvil. Sin embargo, las técnicas del potasio radiactivo han de mostrado que parte del potasio de la planta está fijado en las proteínas de la misma.

Cuando hay deficiencia de potasio, la síntesis neta de carbohidratos complejos, proteínas o ácidos nucleicos se reduce y aumenta la síntesis de azúcares simples, aminoácidos y nucleótidos. La investigación reciente indica que, probablemente, tanto el proceso de síntesis como la hidrólisis, son modificados por el potasio.

La cantidad de potasio total en todos los suelos es suficiente para que dure para siempre; sin embargo, el dínero gastado en fertilizantes de potasio aumenta de manera constante. Una explicación de esta contradicción aparente radica en el hecho de que la mayor parte del potasio forma parte de los silicatos que sólo se descomponen con mucha lentitud. Los suelos pueden contener del uno al dos por ciento de potasio total, del cual sólo un quincuagésimo ó un centésimo se encuentra en cualquier momento en forma obtenible con facilidad (intercambiable). No obstante durante la temporada de desarrollo, más o menos la mitad del potasio, absorbido por la planta, puede provenir de la forma intercambiable y la otra mitad, tanto de minerales relativamente insolubles como del potasio no intercambiable (fijo. (23)

DETERMINACION DE LAS NECESIDADES DE FERTILIZANTE:

La cuestión crucial que ha de ser contestada cada vez que se plantea el empleo de fertilizantes es la siguiente; iQué tipo de fertilizante ha de ser empleado y en qué proporción ha de ser aplicado para que se obtenga el mayor beneficio de un determinado cultivo en una determinada parcela bajo las condiciones de crecimiento de la plantación?

Esta pregunta no tiene una respuesta exacta, pero existen muchos métodos para determinar que elementos fertilizantes deben ser añadidos y cuales son las dosis más económicas a que han de ser aplicados. Un método o la combinación de varios de ellos permite realizar una determinación suficientemente precisa. (3).

MÉTODOS DE DIAGNOSTICO DE DEFICIENCIA:

El análisis químico de muestras de suelo puede ser útil para determinar los elementos necesarios a incorporar a la tierra en situaciones en las que ensayos previos realizados en el campo han proporcionado ya unos datos que pueden ser utilizados en correlación con los resultados del análisis químico.

Los análisis realizados para fijar los niveles óptimos de aplicación de fertilizantes se diferencian de los que se emplean para diagnosticar las deficiencias de elementos nutritivos en que aquellos se refieren solamente a uno o dos nutrientes, pero se llevan a cabo con una amplia gama de proporciones relativas en cuanto a los elementos incorporados.

La interpretación de los resultados lleva implícito, normalmente, el análisis estadístico y económico de las curvas de respuesta obtenidas a partir de los datos finales obtenidos (3).

De acuerdo con Fassbender, 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 subirlas necesidades de la planta. (9)

Con respecto a ello, Palencia 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, dice que los requerimientos de fertilización no pueden ser definidos simplemente con obtener la diferencia entre la canti-

dad 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. (20)

Bartholomew, indica que hasta cuando ocurrió el advenimiento de los fertilizantes químicos, la agricultura 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. (1)

Según Fox, 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. (10)

Cooke, 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, indica que la forma usual para encontrar la dosificación de fertilizantes para un cultivo se base en los experimentos de campo donde se prueban diferentes cantidades de fertilizantes, y midiendo los resultados que dan éstos, se pueden hacer las debidas recomendaciones. (4)

DISTANCIA DE SIEMBRA:

Uno de los factores que la determinan es la variedad a cultivar, el destino de la producción y el tercer factor que

fluye, y posiblemente el más importante, es el método de cultivo.

En la elección del espaciamiento, se debe tomar en cuenta que a menores distancias cada cabeza tendrá menor peso pero obtendrá mayor rendimiento por hectárea. Se pueden obtener cabezas más grandes utilizando espaciamientos mayores, pero eso resulta en una disminución del rendimiento por hectárea y en un aumento del número de cabezas que se abren o se--
rajan [18]

V MATERIALES Y METODOS

1. LOCALIZACION:

El área de estudio se localiza en el Departamento de Chi maltenango y de acuerdo con la regionalización del Sector Público Agrícola, pertenece a la Sub-Región V-4.

En el Cuadro 1 se muestra la posición de cada sitio experimental, en terminos de localidad, altura sobre el nivel-- del mar y coordenadas geográficas, con lo cual se tratá de -- muestrear diferentes condiciones agroecológicas para el estudio:

CUADRO: 1 CARACTERISTICAS DE LOS SITIOS EXPERIMENTALES:

LOCALIDAD	ALTURA M.S.N.M.	COORDENADAS LATITUD	GEOGRAFICAS LONGITUD
TECPAN	2,286.64	14° - 45' - 42"	90° - 59' - 36"
PATZICIA	2,130.94	14° - 37' - 54"	90° - 55' - 30"
ZARAGOZA	1,849.00	14° - 39' - 00"	90° - 53' - 26"

Fuente (14)

CLIMA:

De acuerdo con Thornthwaite (13) el área de estudio se clasifica como;

- Carácter del Clima:
- Templado Humedo
 - Con invierno Benigno

Con una vegetación natural; característica de bosque.

El tipo de distribución de la lluvia, con carácter del - clima esta enmarcado con invierno seco.

Sus zonas de vida vegetal se encuentran enmarcadas dentro de la zona montano bajo humeda.

Respecto a las condiciones de lluvia y temperatura, pre valeciente en la región por localidad, el Cuadro 2 muestran los datos obtenidos por las estaciones metereológicas más cercanas a los sitios experimentales. (14)

CUADRO: 2 Temperaturas promedio anual, precipitación---
anual para las localidades donde se realizó -
el diseño experimental.

LOCALIDAD	TEMPERATURA		PRECIPITACION TOTAL	ANUAL EN mm. DÍAS
	$\bar{X}$ ANUAL °C	MAX. MIN.		
TECPAN	19.9	10-8	1,263.8	132
PATZICIA	22.8	8.4	1,185.0	65
ZARAGOZA	23.7	12.1	1,587.7	90

Génesis de los Suelos:

Son suelos desarrollados sobre cenizas volcánicas a elevaciones altas.

El relieve es muy variable, presentando planicies ondulantes, valles rellenos, barrancos con paredes casi verticales y montañas muy quebradas. Extensas áreas han sido intensamente deforestadas, causando muy severas erosiones. Los suelos son de color café, pseudo alpinos, de textura franco a franco arcilloso, para los suelos superficiales, siendo ligeramente ácidos y de un espesor que varía de 25 - 50 cms. (13)

Series de los suelos está comprendida:

En base a la clasificación de reconocimiento de los suelos de Guatemala, realizado por Simmons et al (21), los suelos de los sitios experimentales pertenecen al grupo de suelos de la altiplanicie central.

Son suelos profundos desarrollados sobre ceniza volcánica de color claro. Dentro de este tipo de suelo se encuentran enmarcadas las series que pertenecen al área de estudio:

Suelos Cauque (cq): El suelo superficial tiene un relieve fuertemente ondulado, con un drenaje bueno, de color café -- muy oscuro, de textura y consistencia franca, friable, con un espesor aproximado de 20 - 40 cms. El subsuelo de color café-amarillento oscuro, de consistencia friable, textura franco-arcillosa, de un espesor de 60 - 75 cms.

Suelos Tecpán (Tc): El suelo superficial tiene un relieve casi plano a ondulado, con un drenaje interno bueno, de color café oscuro, textura y consistencia franco arenosa, friable; espesor aproximado de 30 - 50 cms. El subsuelo de color café amarillento, de consistencia friable, textura franco arcillosa y de un espesor de 50 - 100 cms.

Suelos Tolimán (Tn): El suelo superficial tiene un relieve fuertemente ondulado a inclinado, con un drenaje interno bueno, de color café oscuro, textura franco arenosa y consistencia friable, espesor aproximado de 20 - 30 cms. El subsuelo de color café amarillento a café rojizo, consistencia friable, textura franco arcillosa arenosa a franco arenosa, y de un espesor de 60 - 80 cms.

2. MATERIAL EXPERIMENTAL:

- a. Como material experimental se utilizó semilla de repollo (Híbrido) Green Boy, cuyas características genéticas son las siguientes: (24)

DESCRIPCION

HIBRIDOS	DIAS	ESTACION	CABEZA	TIPO PLANTA	RESISTENCIA ENFERMEDADES
Green Boy	82	Primavera Verano	Acorazonada corta- redonda	constitución gran- de color verde gris ho- jas de a brigo ex- celentes.	Buena ó Favorable, resistente a la mancha negra de la hoja.

b. Fertilizantes:

- Como fuente de nitrógeno (N), se utilizó Urea al 46% de N.
- Como fuente de Fósforo (P₂O₅), se utilizó triple superfosfato al 46 %.

c. Control de Plagas:

- Furadan 42.86 lbs./Há. al momento del trasplante.

- Tamarón 1.4 Lit/Ha.
- Folidol 1.4 Lit/Ha. con una frecuencia de 8 días.
- Aplicados con adherentes: Triton 0.57 Lit/Ha.
- d. Control de enfermedades:
 - Antracol, Dithane M-45 Kg./Ha.

3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL:

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

CUADRO: 3 ESPACIOS DE EXPLORACION

FACTPRES	NIVELES USADOS (Kg./Ha.)
N	100 - 150 - 200 - 250
P205	00 - 150 - 200 - 250
DP	30 - 40 - 50 - 60

- d. Número de tratamientos: 16
- e. Número de repeticiones: 4
- f. Número de experimentos: 3
- g. Sistema de siembra: Trasplante a los 30 días, después del semillero.
- h. Epoca de siembra Invierno.
- i. Sistema de fertilización: El 67% del N. a los 10 días. después del trasplante, luego 30 días después el 33% de Nitrógeno.
100% del P205 se aplica a los 10 días después del trasplante.
- j. Tamaño de parcela: 4 surcos de 4 metros de largo y 0.50 mts. entre surcos, constante para todos los tratamientos.

CUADRO: 4

DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS SEGUN MATRIZ
PLAN PUEBLA I

NUMERO	T R A T A M I E N T O S Kg. / Ha.		D. DE POBLACION
	N	P205	
1	150	150	40,000
2	150	150	50,000
3	150	200	40,000
4	150	200	50,000
5	200	150	40,000
6	200	150	50,000
7	200	200	40,000
8	200	200	50,000
9	100	150	40,000
10	250	200	50,000
11	150	000	40,000
12	200	250	50,000
13	150	150	30,000
14	200	200	60,000
15	T e s t i g o *		
16	200	200	50,000 + Furadan

* Ver Cuadros 12, 13 y 14

4. ANALISIS:

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

5. SELECCION DE TRATAMIENTOS:

Los tratamientos seleccionados provienen de la matriz experimental Plan Puebla I mostrados en el Cuadro 3.

Estos se determinan siguiendo la fórmula $2^k + 2K$ en donde:

K = número de factores que se estudian, un testigo y un tratamiento contraste.

6. DISEÑO EXPERIMENTAL:

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

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

M = media

R = Repeticiones

T = Tratamientos

i = 1, 2, 3, 4.

j = 1, 2, 3, ... 16

ij = Error experimental.

7. MANEJO DEL CULTIVO:

Preparación del Suelo: Arado del suelo a una profundidad de 25 cms., luego se pasó una rastra para dejar el suelo bien mullido.

Siembra: El trasplante se realizó a los 30 días después de germinado el semillero. La distancia de siembra entre surcos 0.50 mts. y la distancia entre plantas varía de acuerdo a la densidad de población.

Fertilización: La primera fertilización se realizó a los 10 días después del trasplante, se aplicó el 67% de N. en cada uno de los tratamientos y el 33 % de N. a los 30 días después de la primera fertilización.

El fósforo se aplicó el 100% en la primera fertilización en forma de P205, en cada uno de los tratamientos.

Control de Plagas y Enfermedades:

Plagas: Furacán el momento de la siembra. Para el control de plagas del follaje se utilizaron los siguientes insecticidas: Folídol, Tamarón y Metasystox intercalados cada 8 días.

Enfermedades: Para el control de enfermedades causadas por hongos se utilizaron los siguientes fungicidas: di--thane M-45, Antracol, acompañadas las esparciones con un adherente dispersante.

Control de Malezas: Se utilizó el control mecánico, rea--lizando una limpia manual a los 45 días después del tras--plante.

8. METODOLOGIA:

Los resultados del presente estudio se analizaron si---guiendo el método gráfico-estadístico descrito por Estr--ada (8), 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 repor--tados en el Cuadro 6 con los que se elaboran las grá--ficas correspondientes para cada uno de los factores.
2. El análisis de varianza al que se someten los resul--tados que muestra el Cuadro 4, se dividen en 3: uno para los tratamientos del 1 al 8 y otro para los tra--tamientos 1 al 14 y 1 al 16 respectivamente. La ra--zón de la subdivisión del análisis de varianza, es --debido a que de acuerdo al método gráfico estadísti--co, el cuadrado medio del error (CME) de los tratamien--tos del 1 al 8 son usados para determinar significan--cia de los efectos factoriales medios de los facto--res estudiados y el cuadrado medio del error del aná--lisis de varianza de los tratamientos del 1 al 14 --y/o 1 al 16 respectivamente son usados para determi--nar la significancia entre tratamientos de efecto fac--torial significativo (2^k) en donde K = número de fac--tores en evaluación y las prolongaciones ($2K$) respec--tivamente, a través de un EMS (Efecto Mínimo Signi--ficativo) al 10% de probabilidad de cometer error de

de tipo. 1.-

3. Los rendimientos totales de los tratamientos que conforman el 2^k de la matriz Plan Puebla I ó sea los números del 1 al 8 en el cuadro 5, se someten a la técnica de Yates [8] 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 1 de 10%.
4. Los resultados de la técnica de Yates [8], definen el ó los factores que deben ser considerados para la determinación de la Dosis Óptimas Económicas 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 definidos 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 in sumo producto y 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 un DMS al 5% 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 costos variables (ΔCV), dado por la diferencia de los costos variables del tratamiento y del testigo. Luego se estima el incremento en ingreso neto (ΔIN), dado por la diferencia del ingreso neto del tratamiento y del testigo. Finalmente se obtiene la tasa de retorno a capital ($\Delta IN / \Delta CV$), de cada tratamiento y el que presente la máxima Tasa Marginal de Retorno a capital (TMRC), definirá la dosis óptima económica de capital limitado (DOECL). Por último se determinó la rentabilidad, con el fin de estimar la dosis más indicada a recomendar con respecto al testigo por localidad.
9. El concepto de Rentabilidad se interpreta como el incremento ó beneficio obtenido por cada quetzal invertido; se considera que una rentabilidad arriba de 0.75 es aceptable en agricultura. El concepto de Tasa Marginal de Retorno al Capital (T.M.R.C.) se interpreta como el incremento obtenido por cada quetzal extra invertido respecto a la tecnología tradicional. Ambos conceptos expresan un tipo diferente de compara

ración, siendo el de T.M.R.C. más dramático en expresar el beneficio por el cambio de tecnología. Para una mejor comprensión del concepto teórico de T.M.R.C., se presenta a continuación la figura: (12).

FIGURA: 1 CONCEPTO TEORICO DE LA T. M. R. C.

	DOECL		DOECI	
IN =	$\frac{+\Delta IN}{-\Delta CT} = -$		$\frac{+\Delta IN}{+\Delta CT} = +$	
	$\frac{-\Delta IN}{+\Delta CT} = -$	0	$\frac{-\Delta IN}{+\Delta CT} = -$	
	CT			

Aquí el agricultor representado por el punto central es nuestro marco de referencia y del cual separamos el espacio en cuatro cuadrantes. Cualquier punto en el cuadrante que tenga un mayor ingreso neto y costo total que el agricultor, nos indica que la tecnología es adecuada para agricultores que tengan disponibilidad de capital.

El segundo caso a considerar es cuando se obtiene mayor ingreso neto que el agricultor, pero se reducen los costos; esto nos da la posibilidad de producir una tecnología para el agricultor de recursos escasos.

Los otros dos casos en los cuales se obtiene un menor ingreso neto, no interesan, por cuanto el agricultor, cualquiera que sea, no estará interesado en adoptar algo que la produzca menos y en esta forma al considerar la T.M.R.C. de esta manera, estamos garantizando una tecnología rentable, con posibilidades de aceptación

VI RESULTADOS Y DISCUSION

De los Análisis del Suelo: La fertilidad de los suelos de cada una de las localidades del sitio experimental, se efectuó un muestreo a dos profundidades de 0 a 20 y 20 a 40 centímetros, analizados en el laboratorio de suelos de ICTA, Cuadro 5 en el cual se observa que las localidades seleccionadas son representativas de la zona del altiplano central.

Al promediar los resultados por profundidad, reportados por el laboratorio para las 3 localidades y para las características químicas es de hacer notar lo siguiente:

Según Lerena (17), con la reacción que mostraron las localidades en estudio, se pueden catalogar como ligeramente ácidos, pero que aún están dentro de los límites adecuados para el cultivo del repollo.

El estado de fertilidad que muestran las localidades es muy variable, encontrando para las tres localidades niveles bajos de fósforo, ya que se encuentran por abajo del nivel crítico, que es de 7 mgr/ml. El potasio es abundante en las 3 localidades, encontrándose por arriba del nivel crítico que es de 60 mgr/ml. La relación calcio-magnesio, se encuentra por abajo del nivel crítico para las 3 localidades, y que para Guatemala se considera aceptable la proporción 6.75:1; para calcio: magnesio (mg/100 grs.).

En el Cuadro 6, se presentan los rendimientos medios del repollo para las tres localidades en TM/Ha. por tratamiento estudiado: La media por ensayo y los coeficientes de variación obtenidos en cada localidad. Se observa que, el promedio de rendimiento entre tratamientos varía de 50.55 TM/Ha. a 79.48 TM/Ha., con una diferencia de 28.93 TM/Ha y que corresponde a los tratamientos 150-00-40,000 plantas/Ha. y 200-200-60,000 Plantas/Ha, de N - P - DP respectivamente.

Los rendimientos en general varían de acuerdo a su localidad y a su tratamiento, obteniéndose los mejores rendimientos en Tecpán y Zaragoza, no así en Patzicía en donde el factor limitante, que incidió en la producción, fue el pH del suelo, el cual se encontraba ligeramente alcalino, es decir por arriba del pH óptimo para el cultivo.

El promedio de los tratamientos por localidad varía de 39.05 TM/Ha. a 97.77 TM/Ha. con una diferencia de 58.72 TM/Ha.

Los coeficientes de variación varía para cada una de las localidades, como se observa en el cuadro 6, los cuales se encuentran dentro del rango establecido como permisible para este tipo de trabajos.

CUADRO: 5 CARACTERISTICAS QUIMICAS POR PROFUNDIDAD DE LOS SUELOS EN ESTUDIO:

LOCALIDAD	PROFUNDIDAD	pH	mgr/ml.		meg/100 grs	
			P	K	Ca.	Mg.
PATZICIA	0 - 20	7.2	3.5	370	9.06	1.92
	20 - 40	6.8	4.25	370	8.94	1.88
TECPAN	0 - 20	6.1	4.25	268	10.00	1.50
	20 - 40	6.1	3.00	345	7.80	0.80
ZARAGOZA	0 - 20	6.1	5.50	166	6.40	1.30
	20 - 40	6.2	3.00	136	6.90	1.75

CUADRO: 6 RESUMEN DE LAS 3 LOCALIDADES, RENDIMIENTOS MEDIOS DE REPOLLO. EXPRESADOS EN TM/Ha.

TRAT.	TRATAMIENTOS				LOCALI DADES			
	Kg./Ha.				TM/Ha.		TOTAL	X
No.	N	P205	DP (miles)	PATZI CIA	TECPAN	ZARA GOZA		
1	150	150	40	33.92	80.67	49.26	163.85	54.62
2	150	150	50	36.04	100.80	65.97	202.81	67.60
3	150	200	40	34.58	108.82	67.60	211.00	70.33
4	150	200	50	51.47	104.93	71.30	227.70	75.90
5	200	150	40	42.73	80.21	84.59	207.53	69.18
6	200	150	50	33.05	94.63	72.02	199.70	66.57
7	200	200	40	37.90	88.48	64.33	190.71	63.57
8	200	200	50	51.25	100.44	72.88	224.57	74.86
9	100	150	40	38.58	91.17	61.48	191.23	63.74
10	250	200	50	37.10	112.55	83.05	232.70	77.57
11	150	000	40	29.01	75.36	47.29	151.66	50.55
12	200	250	50	48.82	114.28	71.84	234.94	78.31
13	150	150	30	29.57	91.99	46.89	168.45	56.15
14	200	200	60	47.04	108.78	82.62	238.44	79.48
15	T E S T I G O A.			37.10	112.71	34.94	184.75	61.58
16	200	200	50	36.71	98.46	70.77	205.94	68.66
			X	39.05	97.77	65.43		
Coeficiente de Variación. %				16.51	15.85	21.30		

CUADRO: 7 RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE VARIANZA EXPRESADOS EN TERMINOS DE CUADRADOS MEDIOS.

FUENTE DE VARIACION	GL.	LOCALIDADES		
		PATZICIA	TECPAN	ZARAGOZA
TRATAMIENTOS 1 - 8				
TOTAL	31			
TRATAMIENTOS	7	228.6791	468.0893	395.9983
REPETICIONES	3	376.9459	1085.6695	84.6738
ERROR	21	23.9747	281.4533	203.4136
TRATAMIENTOS 1 -14				
TOTAL	55			
TRATAMIENTOS	13	234.4234	633.9692	633.4438
REPETICIONES	3	642.8445	1783.7991	250.0443
ERROR	39	42.2838	249.2890	194.7682
TRATAMIENTOS 1 -16				
TOTAL	63			
TRATAMIENTOS	15	205.9992	613.7657	816.5299
REPETICIONES	3	723.5547	1795.8595	271.1557
ERROR	45	41.6001	239.9750	194.1624

En el Cuadro 8. Efecto Mínimo Significativo se consig_unan los resultados de la aplicación de la técnica de Vates (8), para determinar la significancia de los efectos míni_umos significativos y sus interacciones estudiadas. Se obser_uva que el factor Densidad es significativo para las localida_udes de Patzicla y Tecpán lo cual hace un 66.67% de signifi_ucancia; el factor fósforo es significativo para las localida_udes de Patzicla y Tecpán lo que hace un 66.67% de significan_uci; así mismo, se presenta en la localidad de Patzicla, in-

teracción entre el fósforo y la densidad lo que da un 33.33% de significancia para las tres localidades. El Nitrógeno resulta significativo únicamente para Zaragoza con un 33.33% de significancia. Luego el Nitrógeno al interaccionarse con la Densidad resulta significativo sólo para Patzicla, a un nivel de 33.33% de significancia. Cuando el Nitrógeno se interacciona con el Fósforo resulta significancia NPD, no se presenta significancia para ninguna de las localidades.

CUADRO: 8 RESULTADOS DE LA APLICACION DE LA TECNICA DE YATES (8) A LOS TRATAMIENTOS QUE CONFORMAN EL 2K-- DE LA MATRIZ PLAN PUEBLA I PARA DETERMINAR SIGNIFICANCIA DEL EFECTO MINIMO SIGNIFICATIVO.

FACTOR	LOCALIDADES			%
	PATZICIA	TECPAN	ZARAGOZA	
d	*	*	NS	66.67
p	*	*	NS	66.67
pd	*	NS	NS	33.33
n	NS	NS	*	33.33
nd	*	NS	NS	33.33
np	NS	NS	*	33.33
npd	NS	NS	NS	00.00
EMS	47.669	163.33	138.85	

* EMS = Significancia al 10 % para la prueba de Yates.

** DMS = Significancia al 5 % para el chequeo de prolongaciones.

Para establecer el análisis económico se determinó costo de cada tratamiento, tomando los siguientes precios de fertilizante:

- 45.45 Kgs. de Urea al 46 % Q. 16.00
- 45.45 Kgs. de Triple Super-
fosfato al 46 % Q. 19.00
- 0.455 Kgs. de semilla de -
Repollo. Q. 75.00
- Jornal 1/8 horas Q. 2.50
- Valor de la producción 45.45
Kgs. (de 18 a 23 cabezas de-
Repollo) Q. 1.50

Para los costos variables únicamente se tomó en cuenta: valor de 1 Kilógramo de Nitrógeno, 1 Kilógramo de P205, costo real de 1,000 plantas sobre 30,000 plantas/hectáreas.

1. Costo de N. P, D y Producción

Costo Nitrógeno:

1 Kg. de N. Q. 0.77
Aplicación 1 Kg. Q. 0.12 CN= Q. 0.00.89

Costo Fósforo:

1 Kg. de P205 Q. 0.939
Aplicación 1 Kg. Q. 0.12 CP= Q. 1.059

Costo Densidad:

1,000 Plantas/30,000
Plantas/Ha. Q. 2.292 CD= Q. 2.292

Costo Producción:

1 Kg. de Producción Q. 0.033
1,000 Kg. Producto Q. 33.00 CV= Q. 33.00

CUADRO: 9 TECNICA DE YATES PARA DETERMINAR EL EFECTO FACTORIAL MEDIO SIGNIFICATIVO, OBTENIDOS MEDIANTE EL ALGORITMO DE YATES PARA EL FACTORIAL 23, PARA LA LOCALIDAD DE PATZICIA

TRATAMIENTO	CODIGO	y	1	2	3	SIGNIFICANCIA
1	(1)	135.697	279.875	624.049	1283.741	
2	d	144.178	344.174	659.692	90.743	*
3	p	138.310	303.088	76.035	117.815	*
4	pd	205.864	356.604	14.708	151.221	*
5	n	170.904	8.481	64.299	35.643	NS
6	nd	132.184	67.554	53.516	-61.327	*
7	np	151.588	-38.720	59.073	-10.783	NS
8	npd	205.016	53.428	92.148	33.075	NS

CUADRO:10 TECNICA DE YATES PARA DETERMINAR EL EFECTO FACTORIAL MEDIO SIGNIFICATIVO, OBTENIDOS MEDIANTE EL ALGORITMO DE YATES PARA EL FACTORIAL 23, PARA LA LOCALIDAD DE TECPAN.

TRATAMIENTO	CODIGO	y	1	2	3	SIGNIFICANCIA
1	(1)	322.684	725.882	1580.851	3035.880	
2	d	403.198	854.969	1455.029	170.440	*
3	p	435.269	699.359	64.945	185.398	*
4	pd	419.700	755.670	105.495	-105.934	NS
5	n	320.843	80.514	129.087	-125.822	NS
6	nd	378.516	-15.569	56.311	40.550	NS
7	np	353.924	57.673	-96.083	-72.776	NS
8	npd	401.746	47.822	-9.851	86.232	NS

CUADRO: 11 TECNICA DE YATES PARA DETERMINAR EL EFECTO FACTORIAL MEDIO SIGNIFICATIVO, OBTENIDOS MEDIANTE EL ALGORITMO DE YATES PARA EL FACTORIAL 23, PARA LA LOCALIDAD DE ZARAGOZA.

TRATAMIENTO	CODIGO	y	1	2	3	SIGNIFICANCIA
1	(1)	197.043	460.930	1016.511	2191.830	
2	d	263.887	555.581	1175.319	65.546	NS
3	p	270.401	626.450	81.623	17.070	NS
4	pd	285.180	548.869	-16.077	32.390	NS
5	n	338.358	66.844	94.651	158.808	*
6	nd	288.092	14.779	-77.581	-97.700	NS
7	np	257.340	-50.266	-52.065	-172.232	*
8	npd	291.529	34.189	84.455	136.520	NS

P A T Z I C I A

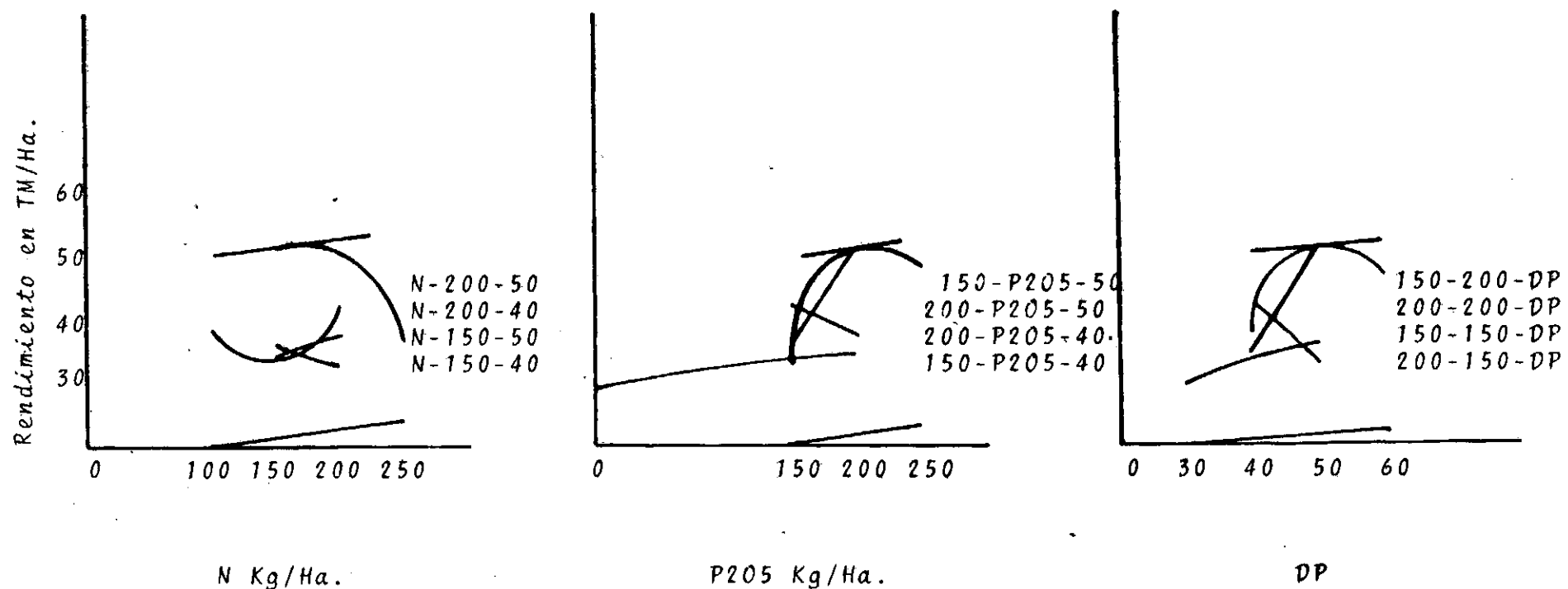


FIGURA: 2 Determinación de dosis óptimas económicas de los factores N, P205 y DP para capital ilimitado, mediante el método gráfico estadístico.

T E C P A N

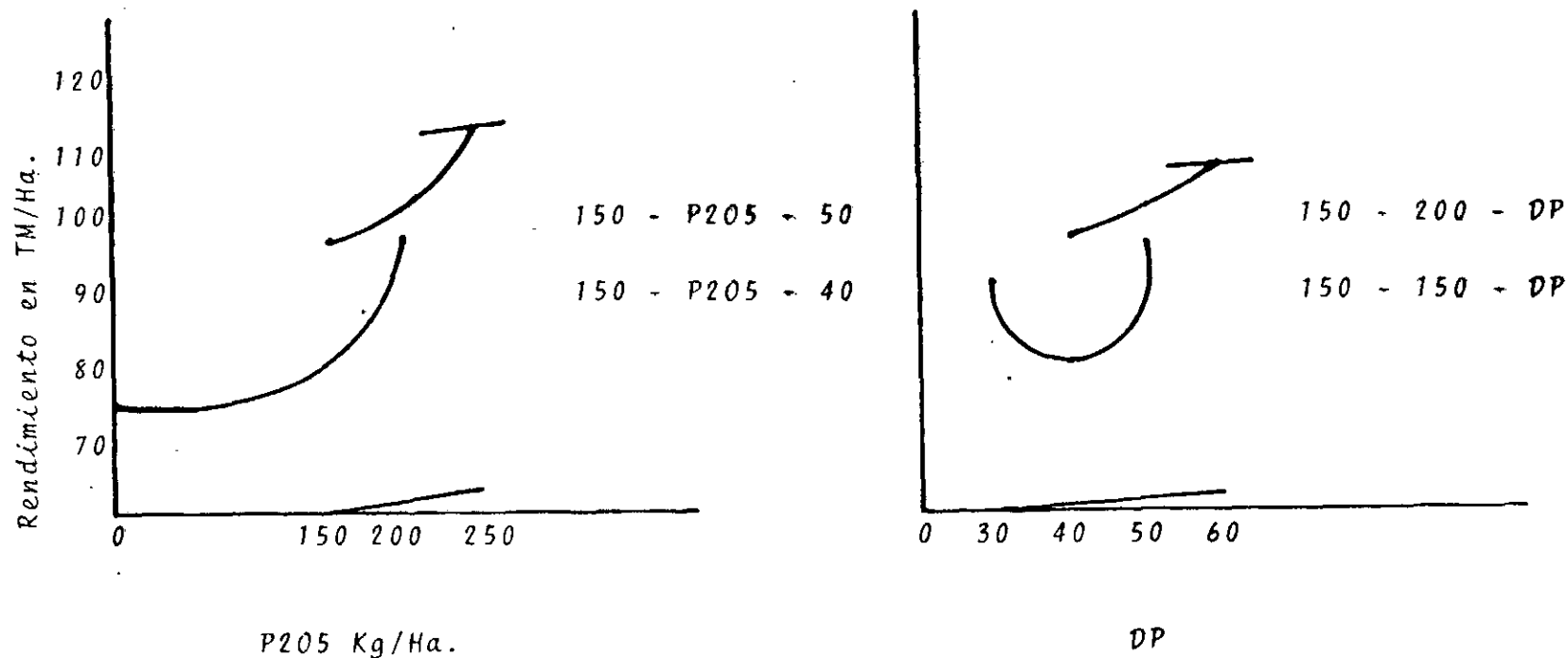


FIGURA: 3 Determinación de dosis óptimas económicas de los factores P205 y DP para capital ilimitado, mediante el método gráfico estadístico.

Z A R A G O Z A

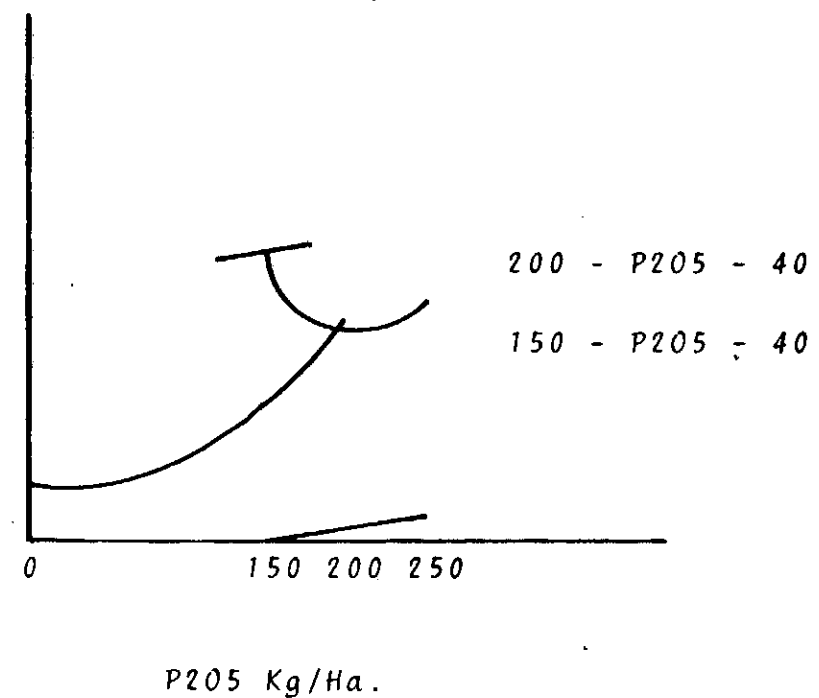
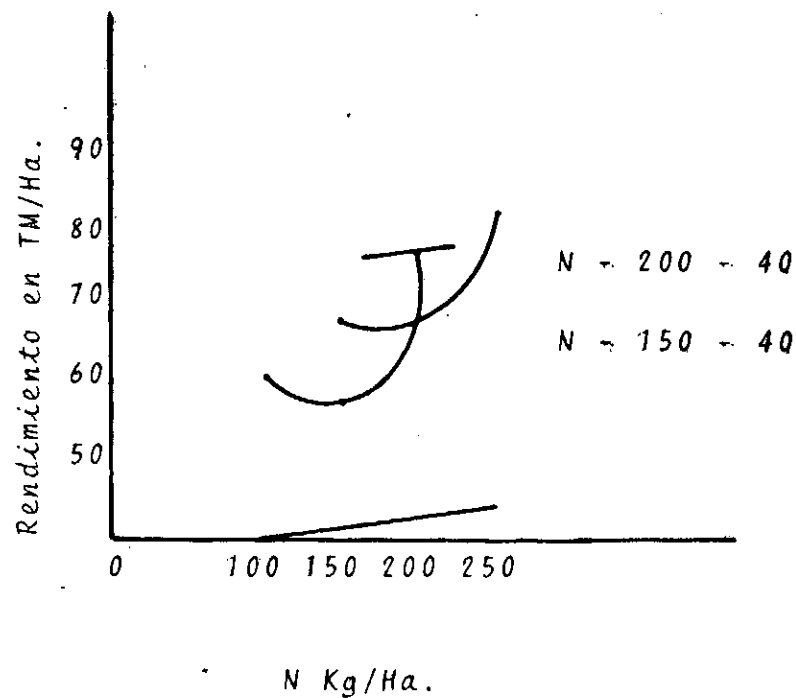


FIGURA : 4 Determinación de dosis óptimas económicas de los factores N y P205 para capital ilimitado, mediante el método gráfico estadístico.

En el análisis para Capital Ilimitado (DOECT) Cuadro 6 y que resume los resultados de los efectos factoriales medios sobre el rendimiento del cultivo, señaló la necesidad de buscar en las "Prolongaciones" evaluadas para los factores en estudio, alguna posibilidad de encontrar sobre ellos la DOECT.

Con ese propósito, fueron trazadas las curvas por factor estudiado que se muestran en la Figura No. 2, 3 y 4. Luego siguiendo la técnica propuesta por Estrada (8).

En el Cuadro 15 de Figuras 2, 3 y 4 se observa que en las localidades de Patzicla y Tecpán, 150 Kg. de N/Ha. fue el óptimo y 200 Kg. de N/Ha. para Zaragoza, en cambio el fósforo varió su óptimo en las 3 localidades: Patzicla 200 Kg/Ha. y Zaragoza 150 Kg/Ha.

La Densidad de Población óptima varió de 50,000 plantas/Ha. para Patzicla, 60,000 Plantas/Ha. Tecpán y 40,000 Plantas/Ha. en Zaragoza.

En el Cuadro 15 también se observa una marcada diferencia en rendimientos esperados por localidad, para el caso de Tecpán donde el rendimiento fue de 111.50 TM/Ha., los factores que incidieron en su alto rendimiento fueron el Fósforo y su alta Densidad de Población en comparación con las otras dos localidades.

Para Zaragoza los factores que incidieron en su rendimiento fueron los niveles de Nitrógeno y Fósforo empleados, para una Densidad de Población baja comparada con las otras dos localidades.

Para Patzicla, que es donde se obtuvo el menor rendimiento y en donde los tres factores en estudio fueron significativos, su rendimiento bajo coincide debido a condiciones propias del lugar, ya que al observarse sus análisis químicos en el Cuadro 5, se observa que el pH a la profundidad de 0 -- 20 cm. es ligeramente alcalino, que por condiciones de cultivo no respondió a este tipo de suelo.

Siguiendo la metodología propuesta por Estrada [8], para Capital Limitado (DOECL), el análisis económico por localidad Cuadros 12, 13 y 14 se observa que en dos de las localidades (Patzicla y Zaragoza) siempre hubo un tratamiento dentro de la matriz evaluada que tuvo un menor costo variable que el testigo, no así en Tecpán en donde el testigo resultó tener el menor costo variable con respecto a los costos variables de los tratamientos de la matriz en estudio. Sin embargo, al calcularse el incremento de los costos variables para las localidades en estudio, se observa que estas varían en cuanto a su signo (+ o -), es decir que cuando se observa en el análisis económico que el incremento de los costos variables ($-\Delta CV$) tiene signo negativo (-) nos indica que estamos operando con costos variables menores que los propuestos por la tecnología tradicional (todo lo contrario sucede cuando los ΔCV resultan con signo positivo). Al observarse que el incremento del ingreso neto, con respecto al testigo es positivo (+), nos indica que estamos operando ingresos netos mayores que los obtenidos por la tecnología tradicional. Todo lo contrario sucede cuando el ingreso neto es negativo (-), con lo cual se interpreta que estamos operando por abajo de la tecnología tradicional como se observa en la figura 1, sobre el concepto de la Tasa Marginal de Retorno al Capital.

Para el caso de Patzicla, Tecpán y Zaragoza el signo de los ΔCV , varían de acuerdo al costo variable (CV) del testigo, Cuadros 12, 13 y 14. En cuanto al ΔIN por localidad respecto al análisis económico de Patzicla y Zaragoza tienen signo positivo, no así Tecpán que presenta signo negativo en todos los tratamientos que resultaron significativos dentro del cubo. Significando ello que la tasa marginal de retorno al capital para la localidad de Patzicla, la tecnología propuesta es de 200 Kg. de N/Ha., 150 Kg. de P205/Ha. y una Den

sidad de 40,000 plantas/Ha. y para Zaragoza se determina con los niveles de 200 Kg. de N/Ha. 150 Kg. de P205/Ha. y una Densidad de 40,000 plantas/Ha., aunque dentro del análisis económico se presenta otro tratamiento de menor riesgo que podría ser recomendado para esta localidad, sin embargo se recomienda el tratamiento que presenta la mayor (TMRC) y se optó por recomendar el tratamiento que presenta un menor riesgo con respecto al testigo y que su TMRC es -11.93.

Para el caso de Tecpán donde los incrementos del ingreso neto con respecto al testigo fueron negativos, con esto se determina que la tecnología propuesta está por debajo de la tecnología tradicional, en cuyo caso para capital limitado, el agricultor debe continuar utilizando su tecnología (93 Kg. de N/Ha., 93 Kg. de P205/Ha. y una densidad de 30,000 plantas/Ha.) y donde se obtuvieron repollos de mayor volumen y peso/unidad.

A nivel de promedios para las tres localidades la diferencia de rendimiento entre capital ilimitado y limitado, es de 2.51 TM/Ha. (Cuadro 15); sin embargo con la tecnología propuesta para capital ilimitado se hace un gasto adicional de Q.124.78/Ha. por concepto de aumento en N; P205 y DP/Ha.; donde el ingreso neto es de Q.2,179.45.

En cuanto al ingreso neto promedio para la DOECL, este es del orden de los Q.2,221.40/Ha. ó sea Q.41.95/Ha. de ingreso adicional que con la dosis óptima económica determinadas para capital ilimitado, utilizando niveles bajos de fertilización y población, lo que resulta una tecnología atractiva y económica (bajo riesgo) para los agricultores que deseen optar esta tecnología.

CUADRO:12 ANALISIS ECONOMICO PARA LA DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMA ECONOMICA PARA CAPITAL ILIMITADO Y LIMITADO MEDIANTE EL MAXIMO INGRESO NETO, RENTABILIDAD Y TASA MARGINAL DE RETORNO AL CAPITAL. PATZICIA.

TRATA MIENTO No.	N Kg/Ha.	-P205 - Kg/Ha.	DS cm	Y TM/Ha.	IB Q/Ha	CV Q/Ha	ΔCV Q/Ha	IN Q/Ha	ΔIN Q/Ha	RENTABI LIDAD	TMRC $\Delta IN / \Delta CV$
1	150	150	50	33.92	1119.36	384.03		735.33		1.91	
2	150	150	40	36.04	1189.32	406.95	-52.63	782.37	+ 14.29	1.92	-0.27
3	150	200	50	34.58	1141.14	436.98		704.16		1.61	
4	150	200	40	51.47	1698.51	459.90	+ 0.32	1238.61	+ 470.53	2.69	+1470.40
5	200	150	50	42.73	1410.09	428.53	-31.05	981.56	+ 213.48	2.29	- 6.88
6	200	150	40	33.05	1090.65	451.45	- 8.13	639.20		1.42	
7	200	200	50	37.90	1250.70	481.48	+21.90	769.22	+ 1.14	1.60	+ 0.05
8	200	200	40	51.25	1691.25	504.40	+44.82	1186.85	+ 418.77	2.35	+ 9.34
10	250	200	40	37.10	1224.30	548.90		675.40		1.23	
Testigo	245	156	60	37.10	1224.30	459.58		768.08		1.68	

CUADRO:13 ANALISIS ECONOMICO PARA LA DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMA ECONOMICA PARA CAPITAL ILIMITADO Y LIMITADO MEDIANTE EL MAXIMO INGRESO NETO, RENTABILIDAD Y TASA MARGINAL DE RETORNO AL CAPITAL. TECPAN.

TRATA MIENTO No.	N Kg/Ha	-P205 Kg/Ha	-DS cm	Y TM/Ha	IB Q/Ha	CV Q/Ha	ΔCV Q/Ha	IN Q/Ha	ΔIN Q/Ha	RENTABI LIDAD	TMRC $\Delta IN / \Delta CV$
1-5	150	150	50	80.44	2654.52	384.03	+126.45	2270.49	-1191.36	5.91	
2-6	150	150	40	97.72	3224.76	406.95	+149.37	2817.81	- 644.04	6.92	
3-7	150	200	50	98.65	3255.45	436.98	+179.40	2818.47	- 643.38	6.45	
4-8	150	200	40	102.69	3388.77	459.90	+202.32	2928.87	- 532.98	6.37	
Testigo	93	93	60	112.71	3719.43	257.58		3461.85		13.44	

CUADR: 14 ANALISIS ECONOMICO PARA LA DETERMINACION DE LA DOSIS OPTIMA ECONOMICA PARA CAPITAL ILIMITADO Y LIMITADO MEDIANTE EL MAXIMO INGRESO NETO, RENTABILIDAD Y TASA MARGINAL DE RETORNO--AL CAPITAL. ZARAGOZA.

TRATA MIENTO No.	N Kg/Ha	P205 Kg/Ha	DS cm	Y TM/Ha	IB Q/Ha	CV Q/Ha	ΔCV Q/Ha	IN Q/Ha	ΔIN Q/Ha	RENTABI LIDAD	TMRC $\Delta IN / \Delta CV$
1-2	150	150	50	57.62	1901.46	384.03	-175.41	1517.43	+ 923.85	3.95	- 5.267
3-4	150	200	50	69.45	2291.85	436.98	-122.46	1854.87	+1261.29	4.24	-10.299
5-6	200	150	50	78.31	2584.23	428.53	-130.91	2155.70	+1562.12	5.03	-11.933
7-8	200	200	50	68.61	2264.13	481.48	- 77.96	1782.65	+1189.07	3.70	-15.252
Testigo	240	240	50	34.94	1153.02	559.44		593.58		1.06	

CUADRO: 15 DOSIS OPTIMAS ECONOMICAS DE N, P2O5, DP Y RENDI--
MIENTOS ESPERADOS, PARA CAPITAL ILIMITADO Y LIMI--
TADO, DETERMINADOS MEDIANTE EL METODO GRAFICO-ES--
TADISTICO..

F A C T O R	L O C A L I D A D E S			
	PATZICIA	TECPAN	ZARAGOZA	$\bar{X}$
<u>DOECI</u>				
N (Kg/Ha)	150.00	150.00	200.00	166.67**
P2O5 (Kg/Ha)	200.00	250.00	150.00	200.00
DP (Plantas/Ha)	50,000	60,000	40,000	50,000
$\bar{Y}^*$ en TM/Ha.	51.47	111.50	78.31	80.43
<u>DOECL</u>				
N (Kg/Ha)	200.00	93.00	200.00	134.33 ***
P2O5 (Kg/Ha)	150.00	93.00	150.00	131.00
DP (Plantas/Ha)	40,000	30,000	40,000	40,000
$\bar{Y}^*$ en TM/Ha.	42.73	112.71	78.31	77.92

* $\bar{Y}$ = Rendimiento Esperado

** DOECI

*** DOECL

CUADRO: 16 COSTOS DE PRODUCCION DE REPOLLO POR MANZANA CON
TECNOLOGIA PROPUESTA PARA DOECI, PERIODO MAYO--
1981 - MAYO 1982.

		No.				
COSTOS DIRECTOS	UNIDAD	UNIDADES	COSTO/UNIDAD	COSTO/	PARCIAL	
LABORES:						
Arado	Mz.	1	Q. 40.00	Q. 40.00		
Rastra	Mz.	1	Q. 20.00	Q. 20.00		
Rayado	Jornal	2.5	Q. 2.00	Q. 5.00		
MANO DE OBRA:						
Preparación, siembra y mantenimiento semillero	Jornal	8	Q. 2.00	Q. 16.00		
Transporte						
Planilla	Viaje	1	Q. 6.00	Q. 6.00		
Trasplante	Jornal	26	Q. 2.00	Q. 52.00		
1a.Fertilización	Jornal	6	Q. 2.00	Q. 12.00		
2a.Fertilización	Jornal	3	Q. 2.00	Q. 6.00		
Control de Plagas y enfermedades	Jornal	15	Q. 2.00	Q. 30.00		
Control Malezas	Jornal	18	Q. 2.00	Q. 36.00		
Cosecha y clasificado	Jornal	11	Q. 2.00	Q. 22.00		
Transporte						
Cosecha	Viaje	1	Q. 15.00	Q. 15.00	Q.260.00	
INSUMOS:						
Semilla	Onzas	10	Q. 5.50	Q. 55.00		
Fertilizante						
N	Kg/Mz.	116.7	Q. 0.89	Q.103.86		
P205	Kg/Mz.	140.0	Q. 1.059	Q.148.26	Q.307.12	
INSECTICIDAS:						
Al suelo	Libras	30	Q. 1.20	Q. 36.00		
Al follaje	Litros	4	Q. 10.50	Q. 42.00	Q. 78.00	
FUNGICIDAS:						
Al suelo	Libras	3.5	Q. 2.00	Q. 7.00		
Al follaje	Libras	10	Q. 2.70	Q. 27.00		
Adherentes	Litro	1	Q. 4.80	Q. 4.80	Q. 38.80	
TOTAL COSTOS DIRECTOS:					Q.683.92	
COSTOS INDIRECTOS:						
Arrendamiento	Mz	1	Q. 90.00	Q. 90.00		
Gastos Administrativos	%	10	Q. 773.92	Q. 77.39		
Interés S.C.I.	%	5	Q. 851.31	Q. 42.57	Q.209.96	
COSTO TOTAL:					Q.893.88	
Producción	1238.62 qq/Mz					
Ingreso Bruto:			Q.1857.93			
Ingreso Neto:			Q. 964.05			

CUADRO: 17 COSTOS DE PRODUCCION DE REPOLLO POR MANZANA CON TEC
NOLOGIA PROPUESTA PARA DOECL, PERIODO MAYO 1981 ---
MAYO 1982.-

		No.		
COSTOS DIRECTOS	UNIDAD	UNIDADES	COSTO/UNIDAD	COSTO/PARCIAL
LABORES:				
Arado	Mz.	1	Q. 40.00	Q. 40.00
Rastra	Mz	1	Q. 20.00	Q. 20.00
Rayado	Jornal	2.5	Q. 2.00	Q. 5.00
MANO DE OBRA:				
Preparación, siembra y man tenimiento se millero.	Jornal	8	Q. 2.00	Q. 16.00
Transporte plantilla	Viaje	1	Q. 6.00	Q. 6.00
Trasplante	Jornal	26	Q. 2.00	Q. 52.00
1a. Fertiliza ción	Jornal	6	Q. 2.00	Q. 12.00
2a. Fertiliz ación	Jornal	3	Q. 2.00	Q. 6.00
Control de Pla gas y enfermeda des	Jornal	15	Q. 2.00	Q. 30.00
Control malezas	Jornal	18	Q. 2.00	Q. 36.00
Cosecha y clasi ficado	Jornal	11	Q. 2.00	Q. 22.00
Transporte cose cha	Viaje	1	Q. 15.00	Q. 15.00
				<u>Q. 260.00</u>
INSUMOS:				
Semilla	Onzas	10	Q. 5.50	Q. 55.00
Fertilizante				
N	Kg/Mz.	94	Q. 0.89	Q. 83.66
P205	Kg/Mz.	91.7	Q. 1.059	Q. 97.11
				<u>Q. 235.77</u>
INSECTICIDAS:				
Al suelo	Libra	30	Q. 1.20	Q. 36.00
Al follaje	Litros	4	Q. 10.50	Q. 42.00
				<u>Q. 78.00</u>
FUNGICIDAS:				
Al suelo	Libras	3.5	Q. 2.00	Q. 7.00
Al follaje	Libras	10	Q. 2.70	Q. 27.00
Adherentes	Litro	1	Q. 4.80	Q. 4.80
				<u>Q. 38.80</u>
TOTAL COSTOS DIRECTOS				<u>Q. 612.57</u>
COSTOS INDIRECTOS:				
Arrendamiento	Mz.	1	Q. 90.00	Q. 90.00
Administrati vos SCD.	%	10	Q. 702.57	Q. 70.26
Interés SCI.	%	5	Q. 772.83	Q. 38.64
				<u>Q. 198.90</u>
COSTO TOTAL:				<u>Q. 811.47</u>
Producción	1199.97 qq/Mz,			
Ingreso Bruto:			Q. 1799.96	
Ingreso Neto:			Q. 988.49	

CUADRO: 18 COSTOS DE PRODUCCION DE REPOLLO POR MANZANA CON TECNOLOGIA TRADICIONAL, PARA EL PERIODO MAYO 1981 ---- MAYO, 1982.-

		No.				
COSTOS DIRECTOS		UNIDAD	UNIDADES	COSTO/UNIDAD	COSTO/PARCIAL	
LABORES:						
Arado	Mz.	1	Q.	40.00	Q.	40.00
Rastra	Mz.	1	Q.	20.00	Q.	20.00
Rayado	Jornal	2.5	Q.	2.00	Q.	5.00
MANO DE OBRA:						
Preparación, siembra y mantenimiento semillero.	Jornal	8	Q.	2.00	Q.	16.00
Transporte						
Planilla	Viaje	1	Q.	6.00	Q.	6.00
Trasplante	Jornal	26	Q.	2.00	Q.	52.00
1a. Fertilización	Jornal	6	Q.	2.00	Q.	12.00
2a. Fertilización	Jornal	3	Q.	2.00	Q.	6.00
Control de Plagas y Enfermedades	Jornal	15	Q.	2.00	Q.	30.00
Control maleza	Jornal	18	Q.	2.00	Q.	36.00
Cosecha y clasificado	Jornal	11	Q.	2.00	Q.	22.00
Transporte cosecha	Viaje	1	Q.	15.00	Q.	15.00
					Q.	260.00
INSUMOS:						
Semilla	Onzas	10	Q.	5.00	Q.	55.00
Fertilizante						
N	Kg/Mz.	134.89	Q.	0.89	Q.	120.05
P205	Kg/Mz.	114.10	Q.	1.059	Q.	120.83
					Q.	295.88
INSECTICIDAS:						
Al suelo	Libras	30	Q.	1.20	Q.	36.00
Al follaje	Litros	4	Q.	10.50	Q.	42.00
					Q.	78.00
FUNGICIDAS:						
Al suelo	Libras	3.5	Q.	2.00	Q.	7.00
Al follaje	Libras	10	Q.	2.70	Q.	27.00
Adherentes	Litro	1	Q.	4.80	Q.	4.80
					Q.	38.80
TOTAL COSTOS DIRECTOS:					Q. 672.68	
COSTOS INDIRECTOS:						
Arrendamiento	Mz.	1	Q.	90.00	Q.	90.00
Administrativo						
SCD	%	10	Q.	762.68	Q.	76.27
Interés SCI	%	5	Q.	838.95	Q.	41.95
					Q.	208.22
COSTO TOTAL:					Q. 880.90	
Producción	948.42 qq/Mz.					
Ingreso Bruto:				Q.	1422.63	
Ingreso Neto:				Q.	541.73	

CUADRO: 19 INGRESOS NETOS OBTENIDOS POR TRATAMIENTO Y PARA EL PROMEDIO DE LAS 3 LOCALIDADES.

TRAT.				RENDI-	INGRESO	COSTOS	INGRESO
No.	N	P205	DS	MIENTO MEDIO TM/Ha	BRUTO Q/Ha	VARIA- BLES Q/Ha	NETO* Q/Ha
1	150	150	50	54.62	1802.46	384.03	1418.43
2	150	150	40	67.60	2230.80	406.95	1823.85
3	150	200	50	70.33	2320.89	436.98	1883.91
4	150	200	40	75.90	2504.70	459.90	2044.80
5	200	150	50	69.18	2282.94	428.53	1854.41
6	200	150	40	66.57	2196.81	451.45	1745.36
7	200	200	50	63.57	2097.81	481.48	1616.33
8	200	200	40	74.86	2470.38	504.40	1965.98
9	100	150	50	63.74	2103.42	339.53	1763.89
10	250	200	40	77.57	2559.81	548.90	2010.91
11	150	000	50	50.55	1668.15	225.18	1442.97
12	200	250	40	78.31	2584.23	557.35	2026.88
13	150	150	60	56.15	1852.95	361.11	1491.84
14	200	200	30	79.48	2622.84	527.32	2095.52
15	192.7	163	56	61.58	2032.14	425.56	1606.58
16	200	200	40	68.66	2265.78	504.40	1761.38

* Ingreso neto obtenido únicamente al restar al ingreso bruto los costos variables.

VII CONCLUSIONES

1. Los factores Nitrógeno, Fósforo y Densidad de Población son limitantes en el rendimiento del repollo al no ser utilizados en niveles económicos en los municipios de Patzicía, Tecpán y Zaragoza.
2. La dosis óptima económica determinada para capital ilimitado sobre los factores en estudio (N, P205 y DP), para el promedio de las tres localidades resultó ser: 166.67 Kg. N/Ha., 200 Kg. P205/Ha y una Densidad de 50,000 Plantas/Ha. con lo cual se obtiene un rendimiento de 80.43 TM/Ha. y un ingreso neto de Q.2,179.45. Siendo los factores óptimos económicos distintos por localidad.
3. El N resultó ser igual en Patzicía y Tecpán, no así en Zaragoza, los factores Fósforo y Densidad de Población se comportaron indistintamente en las localidades en estudio para DOECI.
4. La dosis óptima económica para capital limitado para los factores en estudio fue de 134.33 Kg. de N/Ha., 131.00 Kg. P205/Ha. y una Densidad de Población de 40,000 plantas/Ha. y con lo cual se obtiene un rendimiento de 77.92 TM/Ha. para un ingreso neto de Q.2,221.40, lo cual da una diferencia de Q.41.95 sobre la dosis óptima económica para capital ilimitado.
5. El N resultó ser igual en Patzicía y Zaragoza, no así en Tecpán, los factores Fósforo y Densidad de Población resultaron iguales para las localidades de Patzicía y Zaragoza, no así en Tecpán, para DOECI.
6. El análisis económico practicado para capital limitado, para el caso de Tecpán, el testigo resultó ser el ópti-

mo económico de 93 Kg. N/Ha. 93 Kg. de P205/Ha. y una Densidad de 30,000 Plantas/Ha., con lo cual permite a probar la tercera hipótesis planteada y decir que la tecnología que actualmente utilizan los agricultores de esa región es bastante acertada y de bajo riesgo. Para el caso de las otras dos localidades la DOECL si se encontró dentro de los espacios de exploración es estudiados con respecto al testigo.

7. Para el caso de Patzicla que es donde se obtienen los rendimientos más bajos por localidad, se debe a que el pH del sitio experimental es ligeramente alcalino, el cual está incidiendo en el mejor desarrollo del cultivo.

VIII RECOMENDACIONES

1. Para agricultores de las localidades en estudio se recomienda 134.33 Kg. de N/Ha., 135.00 Kg. de P2O5/Ha, y densidad de 40,000 Plantas/Ha. para obtener un rendimiento de 77.92 TM/Ha. en las tres localidades y una máxima rentabilidad del cultivo en menor riesgo.
2. En el municipio de Tecpán, Guatemala, se recomienda la tecnología del agricultora cuando se requieren repollos de mayor volumen y peso (industrial); no así cuando se requieren repollos para el mercado local ó de exportación, el cual requiere repollos medianos.
3. Se recomiendan las distancias de siembra de 0.50 X 0.50 Mts. y 0.50 x 0.40 mts. para obtener las densidades óptimas, del cultivo/área.
4. Efectuar investigaciones utilizando niveles bajos de fertilización y alta densidad de población, con el fin de minimizar los costos respecto a la tecnología tradicional y obtener así un mayor ingreso neto para la producción de repollo.
5. Efectuar estudios de fertilidad y su interacción con pH del suelo en Patzicía.

IX BIBLIOGRAFIA

1. BARTHOLOMEW, W. V. *Soil nitrogen, internacional soil fertility evaluation and improvement program*. Raleigh, North Carolina State University, Technical Bulletin No. 6, 1972. 78 p.
2. CASSERES, E. *Producción de hortalizas*. San José Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1980, 387 p.
3. COOKE, C. N. *Fertilizantes y sus usos*. Trad. Alonso Blackaller Valdez. 2a. ed. México, Continental, 1965. 180 p.
4. CROFTS, F. C. *et al.* *Los vegetales y sus cosechas; fundamentos de agricultura moderna*. Trad. Rafael Morán. Barcelona, España, AEDOS, 1971. 245 p.
5. CRONQUIST, A. *The Evolution and clasificación of flowering Plants*. New York, New York Botanic Garden, s.f.
6. DESCRIPCIONES de variedades de hortalizas. Mountain View, California, Ferry Morse Seed Company, s.f., 55 p.
7. EDMOND, J. B., SENN, T. L., ANDREWS, F. S. *Principios de horticultura*. Trad. Federico Garza Flores, 3a. ed. México, Continental, 1981. 540 p.
8. ESTRADA LIGORRIA, L. A. *Metodología de investigación utilizada para la obtención y análisis de resultados sobre prácticas mejoradas para la producción de cultivos*. Guatemala, ICTA, 1978. 34 p. (mimeo).
9. FASSBENDER, H. W. *La fertilización del frijol*. Turrialba, 17 (1): 46 - 52. 1967.
10. FOX, R. H. *Fertilización con nitrógeno en los trópicos húmedos*. México, Centro Regional de Ayuda Técnica (A. I. D.), 1974. 16 p.

11. GUATEMALA, DIRECTOR GENERAL DE ESTADISTICA. III Censo Agropecuario. Guatemala, 1979. s.p.
12. _____. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLA. *Guía técnica para investigación agrícola*. Guatemala, 1981. 31 p.
13. _____. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. *Altas hidro*
lógico. Guatemala, 1976. 19 p.
14. _____. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOL
OGIA, METEOROLOGIA e HIDROLOGIA. SECCION DE CLIMATO
LOGIA. *Resumen climatológico*. Guatemala, 1964.
296 p.
15. _____. MINISTERIO DE AGRICULTURA. *Proyecto para*
el fomento de hortalizas. Guatemala, 1967. 210 p.
16. JACOB, A. y Uexkull, H. Von. *Fertilización, nutrición*
y abonado de los cultivos tropicales y subtropica--
les. Trad. López Martínez de Alva. Alemania, Han
nover Verlagsgesells Chaftfer Axkerbau mbh., 1966.
626 p.
17. LERENA GABARRET, A. *Enciclopedia de la huerta*. 5a. ed.
Buenos Aires, Argentina, Mundo Técnico, 1978. 361 p.
18. LIMONGELLI, J. C. H. *El repollo y otras crucíferas de*
importancia en la huerta comercial. Buenos Aires,
Argentina, Hemisferio Sur, 1979. 144 p.
19. NATIONAL PLANT FOOD INSTITUTE. USA. *Manual de fertili*
zantes. Trad. Modesto Rodríguez de la torre. 2a. ed.
México, Limusa, 1974. 292 p.
20. PALENCIA O. J. A. *Algunos aspectos sobre la fertiliza*
ción del maíz en Guatemala. Guatemala, Instituto
de Ciencia y Tecnología Agrícola, 1974. 11 p. (mimeo).

21. SIMMONS, C., TARANO, J. M. y PINTO, J. H. Clasificación de reconocimientos de los suelos de la República de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.
22. TAMHANE, R. V. et al. Suelos, su química y fertilidad zonas tropicales. México, Diana, 1979. 483 p.
23. TEUSCHER, H. et al. El suelo y su fertilidad. Trad. Rodolfo Vera y Zapata, México, Continental, 1980. 510 p.
24. VEGETABLE DESCRIPTIVE LIST. Vetable división gil roy. California, Northrup King co., s.f., 14 p.

Vo Bo
Agua Ramirez S

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

"IMPRIMASE"

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

