

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

**Dosis Óptimas - Económicas de Nitrógeno,
Fósforo y Densidad de Población para el
Cultivo del Ajo (Allium sativum L) en
Vertisoles del Valle de Querétaro**

T E S I S

Que para obtener el título de :

I n g e n i e r o A g r ó n o m o

p r e s e n t a :

J. ALFREDO MENDEZ GARCIA

Guadalajara, Jal.

1975

DEDICATORIA

A mis Padres
Ejemplo de rectitud moral.

A Ma . de los Angeles
Con cariño.

A mis Hermanos.

A mis Amigos.

AGRADECIMIENTO.

A la Universidad de Guadalajara
A la Escuela de Agricultura.

A la Secretaría de Recursos Hidráulicos
y en especial a las Direcciones de Agro-
nomía y de Obras de Riego para el de-
sarrollo Rural Región Centro.

A la Residencia de Agrología en
Querétaro.

A los C.C. Ings.

Gaudencio Flores M.
Miguel A. Salgado N.
Francisco Aguirre P.
León Arroyo.
Jesús A. Gutiérrez.

Al C. Ing. M. C. Benjamín V. Peña C.

Al Centro de Estadística y Cálculo del Colegio de Postgraduados de la E.N.A.

A los CC. Ings. Julio Espinoza H., José Mauricio Muñoz y Antonio Alvarez - González. Director y Asesores de Tesis.

A los CC. Ings. J. Jesus Rivas , Julio Chávez R, y demás compañeros de Trabajo.

DOSIS OPTIMAS-ECONOMICAS DE NITROGENO, FOSFORO Y DENSIDAD
-DE POBLACION PARA EL CULTIVO DEL AJO, (Allium sativum L)
EN VERTISOLES DEL VALLE DE QUERETARO.

C O N T E N I D O

Pág.

	I N T R O D U C C I O N .	1
2	REVISION BIBLIOGRAFICA.	3
	2.1 El cultivo del ajo.	3
	2.1.1 Origen y Distribución.	3
	2.1.2 Sistemática.	3
	2.1.3 El medio ambiente y la producción del ajo.	3
	2.1.4 Clasificación comercial.	4
	2.2 Experimentos sobre ajo en México.	5
	2.3 Metodología estadística.	6
3	HIPOTESIS Y SUPUESTOS.	8
	3.1 Hipótesis Experimentales.	8
	3.2 Supuestos.	8
4	MATERIALES Y METODOS.	10
	4.1 Localización y descripción del - sitio experimental.	10
	4.1.1 Suelos.	13
	4.2 Variables utilizadas, tratamien- tos y diseño experimental.	19
	4.3 Instalación y conducción del ex- perimento.	21
	4.4 Análisis estadístico.	23
	4.5 Análisis económico.	24
5	R E S U L T A D O S .	26
	5.1 Rendimientos del ajo en Kgs/Ha.	26
	5.2 Análisis de varianza.	26
	5.3 Análisis de regresión.	29
	5.4 Análisis económico.	34

	<u>Pág.</u>
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .	37
7 RESUMEN .	38
8 BIBLIOGRAFIA .	39

CUADROS.

Pág.

1	Resultados del análisis de varianza del rendimiento de ajo en Kg/Ha.	27
2	Resultados de los análisis de varianza del diámetro promedio de los bulbos de ajo en cms.	28
3	Resultados del análisis de varianza de la regresión para la variable rendimiento.	30
4	Resultados del análisis de varianza de la regresión para la variable diámetro.	32
5	Dosis de Nitrógeno, Fósforo y Densidad de Población de ajo para obtener los valores máximos y óptimo-económico del diámetro y del rendimiento.	34
6	Resultados de los análisis físicos y químicos de las muestras de suelos del sitio experimental.	17
7	Resultados de los análisis físicos y químicos de las muestras de suelos de los diferentes estratos del perfil representativo.	18

FIGURAS.

1A	Croquis de localización de la parcela experimental.	11
2A	Matriz de tratamientos.	20
3A	Croquis del experimento de ajo.	22

I N T R O D U C C I O N

El ajo (Allium sativum L) es una hortaliza importante en la dieta humana. En la alimentación se usan los bulbos frescos o deshidratados en forma de sal, como condimento de numerosos platillos.

Se menciona que el ajo tiene propiedades curativas, interviniendo en la cura de enfermedades tales como Hipertensión, Arterioesclerosis, Reúmas, Diabetes, etc. (Morell Graupera, 1973).

Además de la extensiva utilización del ajo en el país, este cultivo es importante desde el punto de vista de la política económica nacional, dado que es un cultivo de exportación el cual proporciona divisas.

En el País, el Estado de Guanajuato es el principal productor, con una superficie de 2,370 Ha, con una producción total de 7,910 Ton., la cual se destina fundamentalmente para el mercado de exportación (Dirección de Economía Agrícola, S.A.G., 1967).

En el Estado de Querétaro, la superficie destinada a este cultivo es aproximadamente de 100 Ha, la cual no se ha incrementado debido principalmente, al alto costo del cultivo y al desconocimiento de una técnica apropiada de fertilización y manejo, así como riesgos de comercialización.

★ La falta de recomendaciones específicas para este cultivo, en el valle de Querétaro, originó el presente trabajo, mismo que se concreta a estudiar la respuesta a las aplicaciones de nitrógeno y fósforo bajos varias densidades de población. El objetivo es generar recomendaciones óptimas económicas de estos factores para el cultivo del ajo en la zona.

Para derivar dichas recomendaciones en el presente trabajo se planteó un experimento factorial con nitrógeno, fósforo y densidad de plantas del cual se obtuvieron las observaciones, las -

cuales se analizan para concluir sobre los niveles óptimos económicos de estos factores.

2.1 El cultivo del ajo.

2.1.1 Origen y distribución.

El ajo al igual que la cebolla y el puerro se conocen desde hace más de cuatro mil años, se supone que su centro de origen es el Asia Central y el Mediterráneo de donde se han distribuido al resto del mundo (Morell Graupera, 1973).

2.1.2 Sistemática.

El ajo pertenece a la familia Liliaceae, la cual comprende plantas herbáceas plurianuales, raramente arbustivas, sus tallos son generalmente subterráneos en forma de bulbos, rizomas o tubérculos. Cuando tienen tallos epigeos, son anuales, excepto las leñosas como las yucas (Yucca spp) y dragos (Dracaena draco).

El ajo se caracteriza por el bulbo que está compuesto por bulbillos sésiles reunidos en su base por medio de una película delgada, todos juntos forman lo que se llama cabeza de ajos y cada uno por separado diente de ajo; de la base o parte inferior del bulbo nacen las partes fibrosas que se introducen en la tierra (raíces) para alimentar la planta y afianzarla. Sus hojas son radicales, largas, alternas y comprimidas. Del centro de las hojas se destaca el tallo, algo hueco que crece desde 40 a más de 55 cm. Las flores están dispuestas en umbelas y cada flor tiene su corola de 6 pétalos blancos, 6 estambres y un pistilo.

2.1.3 El medio ambiente y la producción de ajo.

La formación del bulbo está influenciada por el número de horas luz, se forman más rápidamente bajo temperaturas templadas que frías. Los bulbos que se someten a bajas temperaturas (0 a -5°C) antes de plantarse, aceleran la subsecuente formación y madurez del bulbo comparados con los que se someten a temperaturas

un poco más elevadas (10 a 15°C). (Mann L. K. y P. A. Minges, citados por Soto Septián, 1963).

Las temperaturas óptimas para su desarrollo vegetativo son de 13 a 25°C y la temperatura óptima para el desarrollo del bulbo es de 27°C, con una humedad relativa alta. La humedad del suelo no debe ser excesiva porque pueden ocurrir pudriciones de raíces y bulbos. (Knott J. E. citados por Soto Septián 1963).

El ajo requiere de climas templados con temperaturas más frescas durante la primera parte de su ciclo, más tarde cuando se inicia la formación del bulbo, necesita temperaturas más altas y fotoperíodo largo. (Medina J., 1959).

En México, para la región del Bajío la fecha de siembra más apropiada está comprendida entre los meses de agosto a octubre, (Heredia Z. y López López, 1968).

La clase, cantidad y oportunidad de aplicación de fertilizantes es de importancia en la cantidad y calidad de la cosecha. En la región del Bajío el agricultor acostumbra aplicar 25 Kg. de Nitrógeno y 50 Kgs. de Fósforo por Ha., al momento de la siembra y otros 25 Kg. de Nitrógeno seis semanas después. No se aconseja la aplicación de fertilizantes cuando el bulbo se está desarrollando porque no hay respuesta favorable. Cuando los suelos son muy arenosos es necesario agregar 25 Kg. de Potasio en la primera aplicación de fertilizante. (Medina J. 1959).

2.1.4 Clasificación Comercial.

La clasificación comercial del ajo se hace de acuerdo con el tamaño, número de dientes y color, siendo el color morado el de mayor aceptación en el mercado. Estas propiedades cambian con las condiciones ambientales bajo las que se produce y la variedad utilizada.

En la región del Bajío existen principalmente las siguien-

tes variedades:

Chileno: Se caracteriza por tener el menor número de dientes, generalmente menor de nueve, de color morado, es el ajo de mejor calidad y su producción se destina casi en su totalidad a la exportación.

Criollo: Generalmente tiene alrededor de 25 dientes y es de color morado, su producción se destina al mercado nacional.

Blanco SY: Tiene aproximadamente 20 dientes, de color blanco, se destina al mercado nacional.

Ixmiquilpan: Tiene aproximadamente 20 dientes de color blanco, se destina al mercado nacional.

2.2 Experimentación sobre ajo en México.

Soto Septián, 1963, condujo un experimento con ajo en el campo experimental de Apodaca, N. L., las variables que manejó fueron: 1) Variedades, 2) Densidad de población, 3) tamaño de la "semilla" y 4) Fecha de siembra. El autor concluye lo siguiente: a) La fecha de siembra temprana fue la de mayores rendimientos, (la. quincena de octubre), b) Cuando se utilizaron dientes grandes o medianos para la siembra, se obtuvo un porcentaje mayor de bulbos de primera calidad, c) se encontró diferencia significativa al 5% de probabilidades para distancia de siembra e interacción tamaño de dientes x distancia de siembra.

López López, 1968, llevó a cabo un experimento de productividad en los terrenos del CIAB (Centro de Investigaciones Agrícolas del Bajío) en Roque, Gto., utilizó como variable la densidad de siembra para asociarla con el rendimiento y calidad del ajo, las principales conclusiones de este trabajo fueron las siguientes: a) Las distancias entre surcos y entre plantas, así como el método de siembra de una o dos hileras de plantas por surco, in-

fluyen en forma significativa sobre el rendimiento y tamaño de los bulbos, b) El sistema de siembra de hilera sencilla resulta mejor en comparación de 0.45 M entre surcos por una hilera de plantas, c) la distancia entre plantas de 0.09 M, es una buena separación, el rendimiento es inferior al obtenido con 0.07 pero se cosechan más bulbos de calidad comercial alta.

2.3 Metodología Estadística.

Estimación de la función de producción. La agronomía se encuentra en su fase empírica, para el estudio de algunos de sus fenómenos, se miden las relaciones que se observan entre una comunidad de plantas y su ambiente. Debido al propio empirismo, la ley natural que rige estas relaciones se desconoce, así como su estructura matemática. Para describir cuantitativamente estas relaciones, se usan modelos matemáticos aproximativos a la ley natural.

Las expresiones matemáticas que describan de una manera consistente a la producción de los cultivos como un proceso de transformación de diferentes insumos en producto, permiten el análisis económico y una mejor planeación para la distribución de los recursos.

Los modelos más usados para aproximar la relación insumo-producto con el Cobb - Douglas, Mitscherlich y el polinomial de diverso grado. De estos, el modelo más usado para aproximar funciones de producción en agronomía, es la familia de polinomios debido a la facilidad de manejo y cálculo de los coeficientes, ya que permiten la inclusión de varios términos de interacción a partir del modelo aproximativo y con la técnica de regresión, se obtiene una ecuación empírica.

En el presente trabajo se utilizó el polinomio de segundo grado (cuadrático) para describir la respuesta del cultivo a la aplicación de estímulos, la ecuación de regresión obtenida a par

tir de este modelo, tendría la siguiente forma:

$$Y = A_0 + A_1N + A_2P + A_3D + A_4N^2 + A_5P^2 + A_6D^2 + A_7NP + A_8ND + A_9PD$$

Donde Y es rendimiento o el diámetro calculado del ajo A_0 es la ordenada al origen, A_{1-9} son coeficientes, N, P y D son Nitrógeno, Fósforo y Densidad de Plantas, respectivamente.

Esta ecuación es la base para el análisis económico, la -
cual se discutirá en mayor detalle en los capítulos de Materia -
les y Métodos, y de Resultados.

3 HIPOTESIS Y SUPUESTOS EXPERIMENTALES.

3.1 Hipótesis Experimentales.

En el presente trabajo se plantearon dos hipótesis experimentales, las cuales serán sometidas a prueba. Son las siguientes:

- a) Existe una combinación óptima económica diferente de ce ro de Nitrógeno, Fósforo y Densidad de Población, para la producción del ajo en el Valle de Querétaro.
- b) La densidad de población y la fertilización del ajo - - afectan la cantidad y calidad comercial de la cosecha.

3.2 Supuestos.

En el desarrollo de la metodología para probar las hipótesis experimentales planteadas anteriormente, se utilizaron los siguientes supuestos:

- a) La fecha de siembra utilizada para el ajo es adecuada.
- b) La variedad Chileno es apropiada para la región.
- c) La deficiencia de Nitrógeno se corrige con aplicaciones superiores a 30 Kg/Ha.
- d) No hay respuesta significativa a la aplicación de Potasio.
- e) El espacio de exploración múltiple de Nitrógeno, Fósforo y Densidad de Población, comprende la región de la función con máxima respuesta económica.
- f) El análisis matemático y económico efectuados son rea listas y funcionales.
- g) Las fuentes de fertilizantes y oportunidad de aplica -

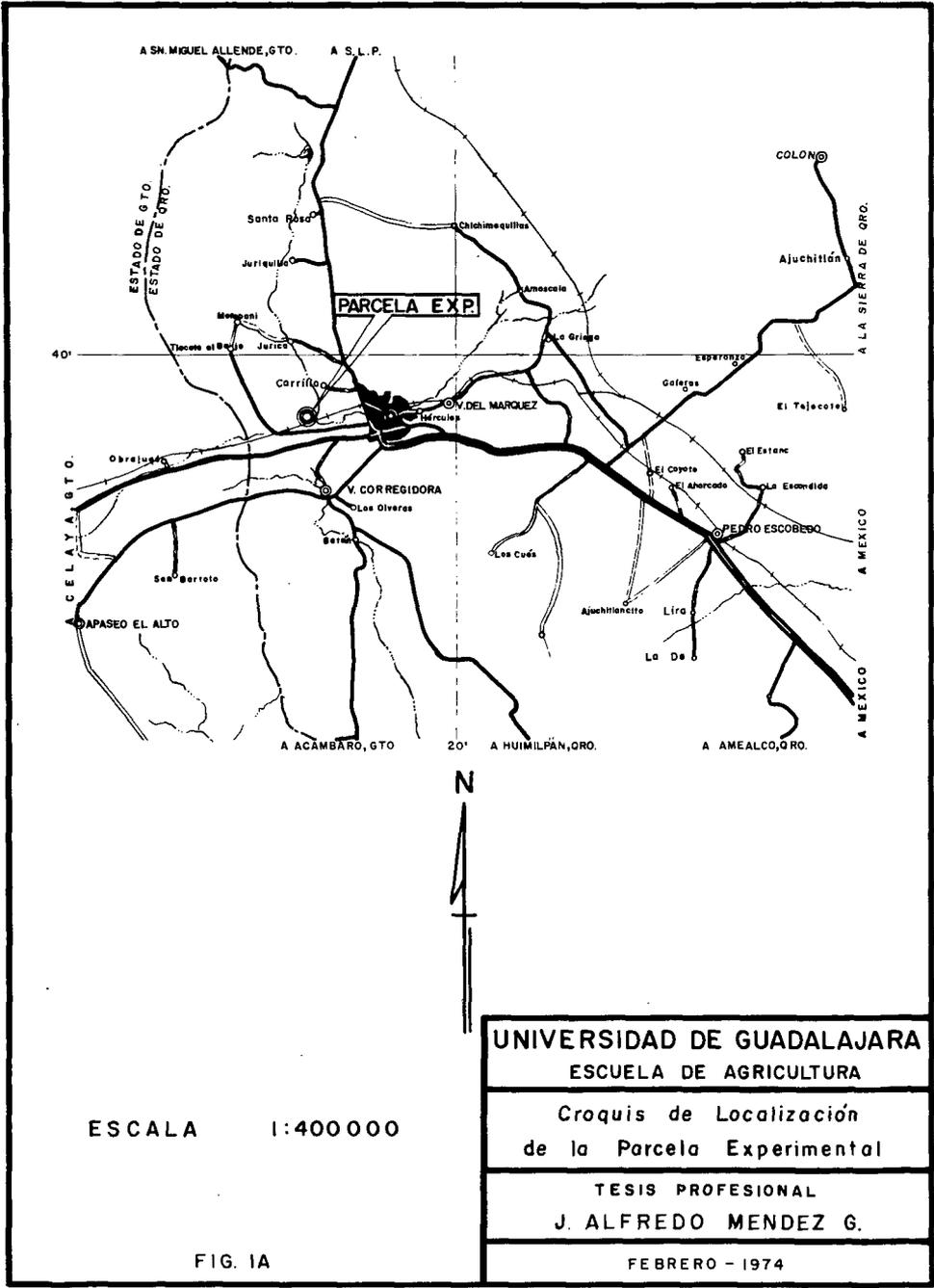
ción, la distancia entre surcos e hileras, el número y la forma de riego, etc., permiten demostrar las hipótesis planteadas.

4 MATERIALES Y METODOS.

4.1 Localización y Descripción del Sitio Experimental.

El experimento se localizó en la parcela del Sr. J. Luz - Hernández y en las coordenadas 20°23' Lat. N. y 100°23' Long. - W.G., con una altura de 1813 msnm, en el ejido Santa María, Mpio. del Centro, Estado de Querétaro.

Geomorficamente la región en la que se efectuó el experimento es una llanura constituida primordialmente por un sedimento margoso caracterizado por coloraciones claras, estratificación en capas delgadas, poca resistencia y alta porosidad; intercaladas con estos sedimentos se encuentran capas de diatomitas y mezclados con ellos detritus de pómez, vidrio, cenizas volcánicas y arenas cuarzosas finas. Limitando esta llanura y cortándola en diversas partes se levantan cerros riolíticos muy erosionados que representan los restos de una fase volcánica que interrumpió el drenaje, integrando una antigua cuenca que posteriormente fue incorporada por captura al sistema Río Lerma. Esta descripción hecha para la región queda apoyada por las conclusiones de Walts y Ordoñez citadas por Díaz, quienes encontraron que la cuenca del Río Lerma se formó por una serie de capturas sucesivas de antiguos vasos lacustres originada por obstrucción volcánica. (AEROFOTO S.A. 1969).



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
 ESCUELA DE AGRICULTURA

Croquis de Localización
 de la Parcela Experimental

TESIS PROFESIONAL
 J. ALFREDO MENDEZ G.

FEBRERO - 1974

ESCALA 1:400 000

FIG. 1A

El área se localiza en la Altiplanicie Meridional caracterizada por presentar valles y elevaciones de mediana altura (Tammayo L. 1973).

La geoforma local es una planicie que forma parte de otra más extensa conocida como la región del Valle de Querétaro la cual se considera dentro de la región del Bajío.

La topografía es uniforme con relieve plano y se considera sensiblemente plano ya que su pendiente promedio es de .8%.

La zona está constituida por tierras cultivadas desde hace muchos años, donde la vegetación nativa ha sido eliminada. Se observa en las parcelas que se encuentran en descanso una vegetación invasora, consistente en especie herbáceas entre las que dominan pastos, principalmente del género hiliaria y varios géneros y especies compuestas tales como el shoto o shotol (*Heliantus* spp). En lomas y cerros cercanos a la parcela dominan varios géneros y especies de cactáceas, el género opuntia es el más frecuente y sus especies dominantes son: O. Leucotricha, O. Robusta y O. Streptocantha.

Para el estudio del clima se dispuso de los datos de la estación climatológica de Querétaro, localizada en las coordenadas 20°36' Lat. N. y 100° Long. W.G., y a una altura de 1,813 msnm; los datos abarcan de 1877 a 1964.

DATOS METEOROLOGICOS.

Temperatura Media Anual	18.4°C
Temperatura Máxima Media	25.9°C
Temperatura Mínima Media	10.0°C
Precipitación Media	552.0 mm
Precipitación año más seco (1895)	252.7 mm
Precipitación año más húmedo (1958)	732.5 mm
Promedio de Heladas	5.7 días.

ANALISIS DE DATOS

Temperatura: La temperatura media anual es de 18.4°C teniendo una variación de 6°C ya que la media más alta es de 21.7°C en el mes de mayo, y la media más baja es de 14.7°C en el mes de enero.

Precipitación Pluvial. Para esta zona se definen dos períodos: uno seco que comprende ocho meses, octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril y mayo; el período húmedo que abarca los meses de junio a septiembre.

<u>PERIODO</u>	<u>MESES</u>	<u>mm</u>	<u>%</u>
HUMEDO	4	413.1	74.80
SECO	8	138.9	25.20
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> 12	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> 552.0 mm	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> 100.00 %

Heladas: Las heladas se presentan en los meses de noviembre, diciembre y enero con un promedio de 1 a 1.8 heladas por mes, pueden presentarse heladas en el mes de febrero y muy raras veces en los meses de octubre a marzo.

Clasificación del Clima: La clasificación del clima se hizo de acuerdo al sistema del Dr. C.W. Thornthwaite resultando ser: C₁ d B₂' a, lo que significa semiseco, pequeño o nulo excedente de humedad, templado frío, con baja concentración térmica en el verano.

4.1.1 Suelos.

Los suelos son de coloraciones oscuras a negras, los cuales descansan sobre un sedimento margoso no consolidado de coloraciones claras, generalmente a más de dos metros de profundidad éste representa la plena fase de sedimentación lacustre; así mismo la capa de suelo propiamente dicha (capa de coloraciones obs-

curas) representa la fase de sedimentación sublacustre formada - por la acumulación de materiales aluviales y orgánicos. Estos de pósitos han sufrido procesos edáficos a través de los cuales la materia orgánica ha sufrido una intensa mineralización (AEROFOTO S.A. 1969).

El lote experimental se encuentra en los suelos pertene - cientes a la serie Santa María, cuyas características son las si guientes: generalmente presentan un drenaje superficial eficiente y ligeramente lento a través del perfil, no se encontró manto freático ni indicios de que se presente.

Los suelos se han formado a partir de material fino deposi tado por sedimentación ya que antiguamente la zona era una cuenca lacustre, se han originado de rocas ígneas extrusivas y sedi mentarias, como riolitas, brechas y basaltos.

Son suelos de profundidad variable, de texturas medias a - través del perfil, presentan superficies de deslizamiento y se - encuentran libres de pedregosidad superficial y a través del per fil, son suelos recientes que no presentan horizontes caracterís ticos de diagnóstico por lo que se identificó estrato Ap, debido a la labranza y estratos C₁₁ y C₁₂.

Estos suelos se agrietan cuando les falta humedad y el sue lo superficial penetra por las grietas que se forman habiendo un proceso de volteo, caracterizados también por el tipo de arcilla 2:1 (Montmorillonita).

De acuerdo a la nomenclatura de la FAO/UNESCO, para denomi nar grandes grupos de suelos, éstos pertenecen a los VERTISOLES. La descripción del perfil representativo se presenta a continua ción:

DESCRIPCION DEL PERFIL REPRESENTATIVO

LOCALIZACION: Parcela del Sr. Pedro Hernández, 200 M
al Noreste del lote experimental.

HORIZONTE	PROF. EN CM.	DESCRIPCION
Ap	0 - 18	Arcilla de color en seco negro <u>cafe</u> <u>sá</u> ceo (7.5 YR 3/1), en húmedo negro cafesáceo (5 YR 3/1), estructura <u>la</u> <u>br</u> ada, consistencia en seco dura, - en húmedo friable, saturado es <u>plás</u> <u>ti</u> co y adherente, permeable <u>drena</u> <u>je</u> eficiente, poroso; nula reacción al HCL, raíces abundantes y <u>delga</u> <u>da</u> s.
C ₁₁	18 - 85	Arcilla de color en seco gris cafe- sáceo (10 YR 4/1), en húmedo negro cafesáceo (5 YR 3/1), estructura en bloques, consistencia en seco muy - dura, en húmeda firme, saturado es plástico y adherente, permeabilidad ligeramente lenta, poco porosa nula reacción al HCl, excepto en las po- cas concreciones de CaCO ₃ , raíces - abundantes y delgadas.
C ₁₂	85 - 200	Arcilla de color en seco gris cafe- sáceo (7.5 YR 4/1), en húmedo gris rojizo oscuro (2.5 YR 3/1), estruc- <u>tu</u> ra tendiente a bloques, <u>consisten</u> <u>ci</u> a en seco dura, en húmedo muy - friable, saturado es plástico y muy adherente, permeable, drenaje, efi- ciente, poroso, reacción nula al - HCl, excepto en las pequeñas y ais- ladas concreciones de CaCO ₃ , no <u>pre</u> <u>se</u> nta raíces.



Fotografía del Perfil Representativo de suelos de la región del valle de Querétaro. Obsérvese la tendencia del suelo a agrietarse, su estructura en bloques su profundidad y la diferenciación entre estratos.

CUADRO. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DE LAS
MUESTRAS DE SUELOS DEL SITIO EXPERIMENTAL.

<u>MUESTRA</u>	<u>REP. I</u>	<u>REP. II</u>	<u>REP. III</u>	<u>REP. IV</u>	<u>METODO</u>
Prof. Cms.	0-30	0-30	0-30	0-30	
DETERMINACIONES FISICAS.					
Arena %	16.86	16.50	16.50	16.50	Bouyoucos
Limo %	21.42	17.22	17.22	17.22	"
Arcilla %	61.72	66.28	66.28	66.28	"
Textura	Arcilla	Arcilla	Arcilla	Arcilla	
DETERMINACIONES QUIMICAS.					
Mat. Orgánica %	1.52	1.67	1.67	1.82	Combustión hú- meda de Walke- ly y Black.
Nitrógeno Tot. %	0.0704	0.07530	0.06448	0.06678	Kjeldahl.
Fósforo Asim. Kg/Ha	24.0	25.0	23.0	30.0	Bray P ₁
Pot. Disp. Ks/Ha	487	448	468	485	Flamómetro
Calcio Asim. "	19700	19500	20500	21000	Tit. con Verse- nato.
Magnesio Asim.Ks/Ha	744	1191	1030	1021	Tit. con Verse- nato.
pH (1:2)	8.70	7.90	7.85	7.80	Potenciómetro.
C.I.C. Meq/100 g.	47.65	49.69	48.69	48.69	Saturación con NH ₄ O Ac y Méto- do Kjeldahl.
EXTRACTO DE SATURACION.					
pH	8.10	8.10	8.20	8.20	Potenciómetro.
C.E. x 10 ³ a 25°C					
en pasta saturada	0.60	0.53	0.49	0.51	Puente de Con- ductividad.
P.S.I.	5.20	4.80	4.80	4.80	Calculado

NOTA: En las determinaciones de Calcio, Potasio y Magnesio se utilizó solu-
ción extractora de acetato de amonio.

CUADRO. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DE LAS MUESTRAS DE LOS DIFERENTES EXTRACTOS DEL PERFIL RE - REPRESENTATIVO.

MUESTRA	Ap	C ₁₁	C ₁₂	M E T O D O
Prof. Cms.	0-18	18-85	85.200	
DETERMINACIONES FISICAS.				
Arena %	14.70	9.62	9.62	Bouyoucos
Limo %	20.00	25.08	25.08	"
Arcilla %	65.30	65.30	65.30	"
Textura	Arcilla	Arcilla	Arcilla	
DETERMINACIONES QUIMICAS.				
Mat. Orgánica %	1.35	1.12	0.67	Combustión Húmeda de <u>Wal</u> - kely y Black.
Nit. Total %	0.0767	0.055	0.029	Kjeldahl.
Fósforo Asim.				
Kg/Ha	25.0	17.0	15.0	Bray P ₁
Potasio Disp.				
Kg/Ha	2242	1345	1121	Flamómetro.
Calcio Asim.				
Kg/Ha	1800	18500	17500	Titulación con Versenato.
Magnesio Asim.	1143	1060	1285	Titulación con Versenato.
Kg. /Ha				
pH (1:2)	7.0	7.8	7.8	Potenciómetro.
EXTRACTO DE SATURACION.				
pH	7.8	7.9	8.0	Potenciómetro.
C.E. x 10 ³ a 25°C	0.52	0.70	0.60	Puente de Conductividad.
P.S.I.	3.60	6.50	9.00	
Clasificación	Libre	Libre	Libre	

NOTA: En las determinaciones de Potasio, Calcio y Magnesio se utilizó solución extractora de NH₄O Ac.

4.2 Variables Utilizadas, Tratamiento y Diseño Experimental.

Las variables que se utilizaron fueron: la fertilización - nitrogenada y fosfatada, y densidad de plantas de ajo. El espacio de exploración múltiple utilizado fue el siguiente: 30 - 150 Kgs. de Nitrógeno/Ha, 0 - 90 Kgs. de Fósforo/Ha y 190 - 420 mil plantas/Ha.

Los niveles y combinaciones (tratamientos) de los factores se obtuvieron a partir del diseño experimental de cubo con aristas prolongadas, con este diseño se generaron 14 tratamientos - además se incluyó un tratamiento. La relación de tratamientos se presenta a continuación.

T R A T A M I E N T O S

NUM.	NITROGENO	FOSFORO	DENSIDAD DE PLANTAS
1	30	30	230
2	70	00,	230
3	70	30	190
4	70	30	230
5	70	30	300
6	70	60	230
7	70	60	300
8	110	30	230
9	110	30	300
10	110	60	230
11	110	60	300
12	110	60	420
13	110	90	300
14	150	60	300
15	30	00	230

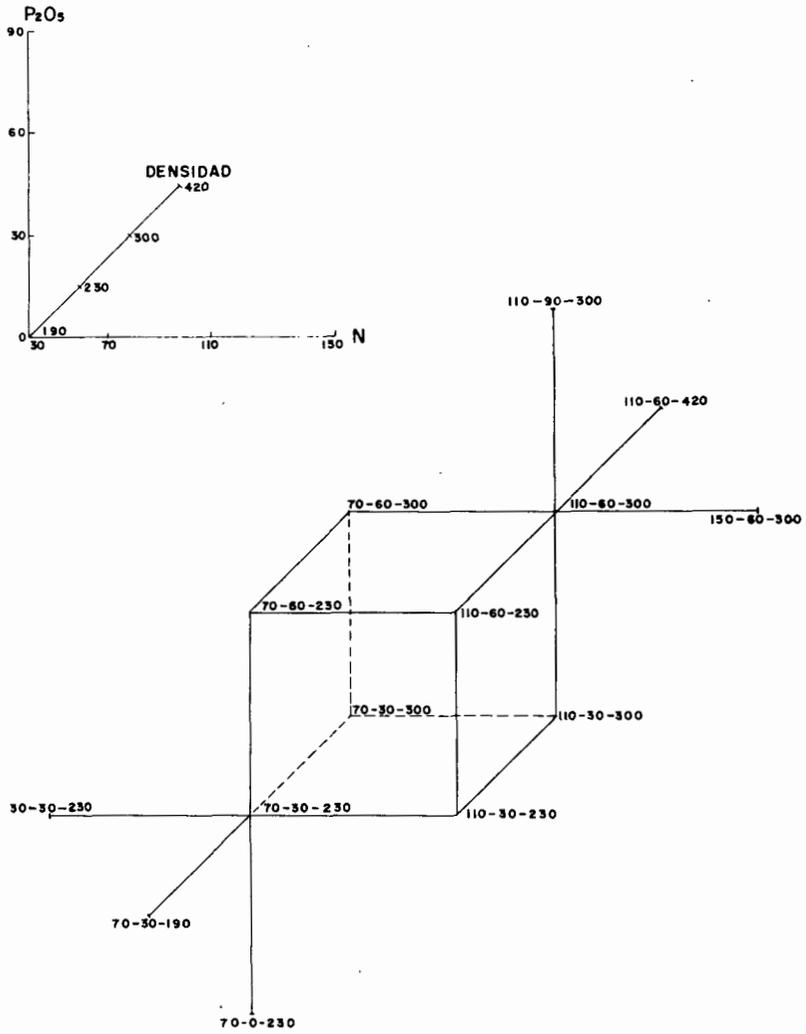


FIG. 2A Matriz de tratamiento de cubo con aristas prolongadas.

4.3 Instalación y Conducción del Experimento.

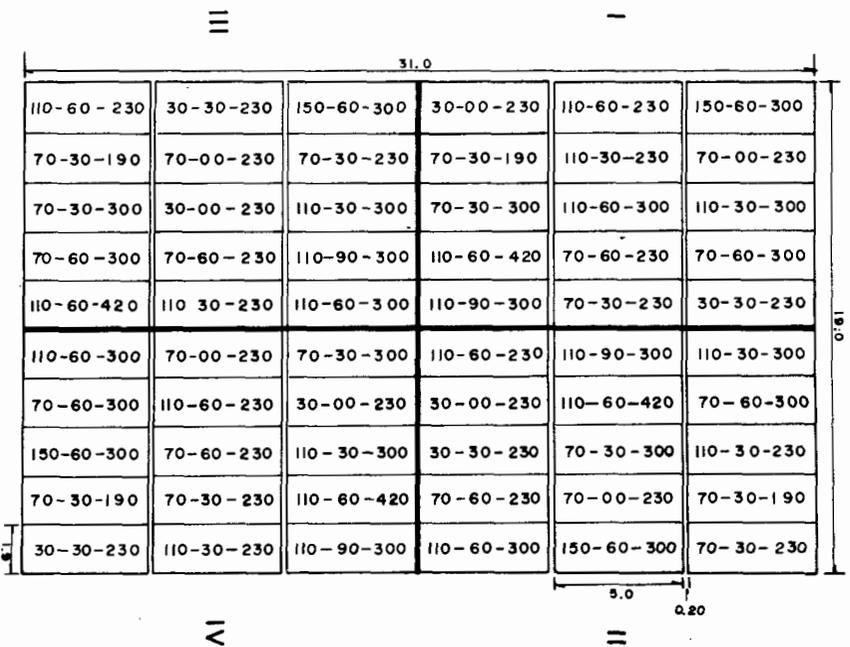
La distribución de los tratamientos en el campo se hizo en forma de bloques al azar con cuatro repeticiones. El tamaño de la parcela fue de dos surcos de 0.95 M de ancho con dos hileras de plantas y 5 M de largo, lo que nos dió una superficie de 9.5 M² por unidad experimental.

Como fuentes fertilizantes se utilizaron, el sulfato de amonio y el superfosfato de calcio simple con 20.5 y 19.5% de Nitrógeno y Fósforo respectivamente. Se hicieron las mezclas y se pesó la cantidad correspondiente a cada dos surcos por separado.

Las principales observaciones y la secuencia de instalación y conducción del experimento se mencionan a continuación:

- 18 de Septiembre. Preparación del suelo con dos barbechos y dos rastreos.
- 10 y 11 de Octubre. Surcado a 0.95 M y siembra a mano con el fin de observar las distancias que se probaron - habiéndose aplicado el fertilizante en el centro del surco y a una profundidad de 5-10 cms.; la siembra se hizo en doble hilera.
- 12 y 13 de Octubre. Lluvias moderadas que mojaron superficialmente.
- 18 de Octubre. Primer riego.
- 24 de Noviembre. Escarda, procediéndose luego a destapar las plantas que quedaron enterradas, predominaron las malas hierbas, como el Nabo silvestre (Sinapsis arvensis), Enredadera (Convolvulus arvensis).
- 20 de Noviembre. Segunda fertilización.
- 29 de Noviembre. Observación de la presencia de Chinche Arlequín (Murgantia histriónica) sobre el nabo -

FIG. 3A CROQUIS DEL EXPERIMENTO DE AJO



NOTA: Los números dentro de las parcelas indican el tratamiento aplicado

Escala 1:200

Aclaraciones en Metros

silvestre (Hospedera).

30 de Noviembre. Segundo riego.

10 de Diciembre. Observación de la presencia de Trips (Trips tabaci) sobre la planta de ajo.

18 de Diciembre. Se observó más ligero el ataque de Trips.

20 de Diciembre. Aplicación de 1 Kg. de Trioxil + 1 Lt. de Paratión 50 en 200 Lts. de agua.

23 de Diciembre. Disminución de trips, pero sin quedar bien controlados.

24 de Diciembre. Cultivada (con tracción animal).

10 de Enero. Aplicación de Trioxil (15. Kgs) + 1 Lt. de Paratión 50 en 200 Lts. de agua.

12 de Enero. Tercer riego.

18 de Enero. Observación del exterminio del Trips.

27 de Enero. Ligera lluvia que mojó superficialmente.

23 de Febrero. Escarda y deshierbe predominando la mal hierba conocida como nabo silvestre.

7 de Marzo. Cuarto riego.

18 de Marzo. Moderada lluvia.

15 y 16 de Abril. Cosecha de la parcela útil (2 hileras centrales).

4.4 Análisis Estadístico.

Con los datos obtenidos del experimento se calculó el rendimiento en Kg/Ha con esta variable y el diámetro promedio por parcela se calcularon los análisis de varianza y regresión.

Los análisis de varianza se efectuaron para determinar la precisión obtenida en el ensayo y los análisis de regresión para determinar la relación de los factores manejados como variables

con el rendimiento y el diámetro.

Para los análisis de regresión se utilizó el siguiente modelo matemático:

$$Y = B_0 + B_1N + B_2P + B_3D + B_{11}N^2 + B_{22}P^2 + B_{33}D^2 + B_{12}NP + B_{13}ND + B_{23}PD$$

Donde Y es la variable dependiente que puede ser rendimiento o diámetro, B son los coeficientes que estiman a los parámetros y N, P y D representan al Nitrógeno, Fósforo y Densidad de Población.

4.5 Análisis Económico.

Con las ecuaciones empíricas obtenidas de la regresión se calculó el volumen máximo físico y el óptimo económico por medio de derivadas parciales de la ecuación, las cuales se igualaron a cero cuando se buscó el máximo o, a la relación inversa de precios cuando se buscó el óptimo económico, como se ejemplifica a continuación.

$$\frac{DY}{DN} = B_1 + 2B_{11}N + B_{12}P + B_{13}D = 0 \text{ ó, a R.I.P. N/Ajo.}$$

$$\frac{DY}{DP} = B_2 + B_{12}N + 2B_{22}P + B_{23}D = 0 \text{ ó, a R.I.P. P/Ajo.}$$

$$\frac{DY}{DD} = B_3 + B_{13}N + B_{23}P + 2B_{33}D = 0 \text{ ó, a R.I.P. D/Ajo.}$$

Estas ecuaciones se resuelven simultáneamente.

Las relaciones inversas de precios se resuelven o calculan de la siguiente forma:

Considerando que los precios por tonelada de sulfato de amonio y superfosfato de calcio simple son \$ 768.00 y \$ 744.00 toneladas con 20.5 y 19.5% de nitrógeno y fósforo, respectivamente

te, tenemos un precio de \$ 3.75 y \$ 3.81 por kilo de nitrógeno y fósforo respectivamente.*

A partir de encuestas con agricultores se dedujo que el costo de aplicación de cada kilo de Nitrógeno y Fósforo va de \$ 1.00 y que el importe de cada kilo de nutriente por concepto de transporte a la parcela más seguro agrícola, intereses sobre el crédito, etc., suma un total de \$ 0.50. Esto da un costo total de aplicación de \$ 5.25 para el Nitrógeno y \$ 5.31 para el fósforo.

Se necesitan tres kilogramos de "semilla" para tener 1,000 plantas de ajo, con un costo de \$ 15.00 por cada 1,000 plantas de ajo que se siembran en cuanto a "semilla".

El precio del kilogramo de ajo para exportación es de \$ 3.00 y de ahí (se deduce) hay que descontarle los costos asociados con la producción de un kilo extra de ajo (cosecha, acarreo, descabece, etc.) que suman \$ 0.60, lo que da por resultado un precio por kilogramo de ajo de \$ 2.50.

Todas estas consideraciones se hicieron con el fin de calcular la relación inversa de precios que sirvieron a un análisis económico realista, de ahí tenemos que las relaciones inversas de precios son las siguientes:

$$\text{Nitrógeno:} \quad \frac{PN}{PA} = \frac{5.25}{2.50} = 2.10$$

$$\text{Fósforo:} \quad \frac{PP}{PA} = \frac{5.31}{2.50} = 2.52$$

$$\text{Densidad de Plantas:} \quad \frac{PD}{PA} = \frac{15.00}{2.50} = 6.00$$

Con estas relaciones a las cuales se igualaron las derivadas parciales para calcular las dosis óptimas económicas de los factores, el sistema de tres ecuaciones se resolvió simultáneamente, solamente para el caso del rendimiento se utilizó la relación inversa de precios.

5 RESULTADOS.

5.1 Rendimiento del Ajo en Kg/Ha.

A partir de los pesos de campo de ajo por unidad experimental (parcela) se calcularon los rendimientos en Kg/Ha. Estos rendimientos son los que se presentan a nivel de parcela a continuación:

TRAT.	I		II		III		IV	
	PESO	DIAM.	PESO	DIAM.	PESO	DIAM.	PESO	DIAM.
1	4103.4	3.8	4252.9	3.6	4158.2	3.9	4726.6	3.8
2	4688.7	4.0	4914.0	3.9	4943.5	3.8	4442.4	4.0
3	3920.2	4.0	4789.8	4.2	3735.0	4.1	3987.6	4.3
4	5093.0	4.0	4743.5	4.1	5048.8	4.0	4688.7	4.1
5	5560.4	4.2	7078.4	4.1	6821.5	3.8	5396.1	4.0
6	5385.6	4.0	4956.1	4.1	5326.7	4.1	4806.6	4.0
7	6385.7	4.0	6015.1	4.2	6579.4	4.1	6926.8	4.1
8	6128.8	4.0	5758.3	4.4	4589.8	3.7	4686.6	4.5
9	6514.1	3.9	7328.9	4.3	6402.5	3.9	6457.3	4.2
10	5269.8	4.1	5124.5	4.1	5783.5	4.1	5263.5	4.0
11	7021.5	4.1	6728.9	4.4	6474.1	4.0	7048.9	4.1
12	8830.1	4.1	9040.6	4.1	8202.7	3.5	8320.6	3.7
13	6743.6	4.2	6823.6	4.2	6922.6	4.1	6737.3	4.1
14	6232.0	4.0	6752.0	4.1	7368.9	4.6	7291.0	4.0

Se tuvo una media general de 5772.15 Kg/Ha con un mínimo de 4103.15 y un máximo de 9040 Kg/Ha.

5.2 Análisis de varianza.

Con las observaciones del experimento, Kg/Ha de ajo y diámetro promedio del bulbo, se calcularon los análisis de varianza los cuales se presentan en los cuadros 1 y 2.

CUADRO No. 1. RESULTADO DEL ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DEL AJO.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada
Tratamientos	14	91312271	6522305.07	33.90 **
Repeticiones	3	614703	204901.15	1.06 N.S.
Error	42	8080535	192393.70	
Total	59	100007510		

C.V. = 7.60
D.M.S. = 836.82 al 1 % y 625.91 al 5%.
** = Significativo al 1% de probabilidades.
N.S. = No significativo.

CUADRO No. 2. RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA DEL DIAMETRO -
 PROMEDIO DE LOS BULBOS DEL AJO EN CMS.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculada
Tratamientos	14	4.59857333	0.32846952	9.55 **
Repeticiones	3	0.30052	0.10017333	2.91 *
Error	42	1.44408	0.03438385	
Total	59			
C.V.	= 4.62			
D.M.S.	= 0.354 al 1% y 0.265 al 5%.			
*	= Significativo al 5%.			
**	= Significativo al 1%.			

De los cuadros 1 y 2 se observa que la F calculada para -
tratamientos es significativa al 1% de probabilidades, esto quie -
re decir que algunos tratamientos produjeron diferentes rendi -
mientos y/o diámetros de bulbos en forma significativa. También
se observa que los coeficientes de variación son relativamente -
bajos (7.60 y 4.62), así como sus diferencias mínimas significa -
tivas. *Por lo tanto, no existen limitaciones por falta de exac -
titud del experimento, para continuar adelante con el trabajo.

5.3 Análisis de regresión.

A partir del modelo matemático mencionado en el capítulo -
de materiales y métodos, y por medio de la técnica de mínimos -
cuadrados se calcularon las ecuaciones empíricas de regresión pa -
ra las variables de rendimiento en Kg-Ha de ajo y del diámetro -
promedio de bulbos en cms. En el cálculo de estas regresiones só -
lo se consideraron los 14 tratamientos de la matriz.

Los resultados de análisis de varianza de la regresión pa -
ra la variable rendimiento se presenta en el Cuadro No. 3.

* Peña O.B.-Profesor-Investigador del Colegio de Postgraduados -
Chapingo, Mex.-Comunicación Personal.

CUADRO No. 3. RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA DE LA REGRESION PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO (KG).

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F Calculada
Regresión	9	81329126.04	9036569.56	49.99 **
Error	46	8315287.89	180767.13	
Total	55	89644413.93		

C.V. = 7.22 %

R^2 = 0.907

** = Altamente significativo.

La ecuación empírica que resulta de esa regresión es la siguiente:

$$\text{Rendimiento} = 3178.8952 + 20.4915N + 11.7498P + 20.1613D - 0.0899N^2 - 0.0600P^2 - 0.0351D^2 - 0.0929NP + 0.0473ND + 0.0496PD$$

Esta ecuación está referida a (Nitrógeno-30), (Fósforo-0), (D-190).

Significado de la ecuación:

- a) Se tuvo un efecto positivo para las aplicaciones de Nitrógeno, Fósforo y Densidad de Plantas, sobre el rendimiento, por ejemplo: para Nitrógeno se tiene que cada Kg. aplicado después de los 30 Kg. iniciales, aumenta a 20.49 Kg. de ajo el rendimiento de 3178.89 Kg.
- b) Los efectos cuadráticos de los tres factores son negativos, ésto quiere decir que los incrementos en el rendimiento son decrecientes a medida que se aumenta los niveles de los factores hasta llegar a un máximo para después disminuir el rendimiento.
- c) Tenemos que la interacción Nitrógeno x Fósforo es negativa, Nitrógeno x Densidad positiva y Fósforo x Densidad positiva, ésto indica la forma como se afecta la respuesta a la aplicación conjunta de dos factores a la vez.

CUADRO No. 4. RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA DE LA REGRESION PARA LA VARIABLE DIAMETRO.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calculada
Regresión	9	0.68901	0.07655	2.256
Error Exp.	46	1.56058	0.03392	
Total	55	2.2496		
C.V.	= 4.514 %			
R^2	= 0.3062			
*	= Significativo al 5%			

La ecuación que resulta de la regresión para la variable - diámetro es la siguiente:

$$\text{Diámetro} = 3.8259 + 0.00865N + 0.00367P - 0.00188D - 0.000049N^2 - 0.000094P^2 - 0.000018D^2 - 0.0000058NP + 0.0000031ND + 0.0000854PD.$$

Esta ecuación está referida a (Nitrógeno-30), (Fósforo-0), (Densidad-190).

Significado de la Ecuación:

- a) Se tiene un efecto positivo para las aplicaciones de Nitrógeno y Fósforo sobre el diámetro del bulbo, por ejemplo: para nitrógeno se tiene que con cada kg. aplicado después de los 30 kgs. iniciales aumenta en 0.008 cms. el diámetro. El efecto para densidad de plantas es negativo.
- b) Los efectos cuadráticos de los tres factores son negativos, ésto quiere decir que los incrementos en el diámetro son decrecientes a medida que se aumenta los niveles de los factores hasta llegar a un máximo para después disminuir.
- c) Tenemos que la interacción Nitrógeno x Fósforo es negativa, Nitrógeno x Densidad positiva y Fósforo x Densidad positiva, ésto indica la forma como se afecta la respuesta a la aplicación conjunta de dos factores a la vez.

Los niveles de significancia de la regresión, la magnitud de R^2 y lo bajo de los coeficientes de variación, son evidencia de que no existe limitación por exactitud y bondad del modelo - utilizado; y dado que el desarrollo de la función presenta incrementos decrecientes hasta un máximo (cuadrados negativos), se continuó con el cálculo matemático de los análisis económicos.

5.4 Análisis Económicos.

Las ecuaciones anteriores son las que se derivan parcialmente y se igualan a cero para obtener los niveles de Nitrógeno, Fósforo y Densidad de Plantas, que hagan máximo el rendimiento o el diámetro, según la ecuación; o bien, para el caso del rendimiento, las derivadas parciales se igualan a la relación inversa de precios para calcular los niveles de Nitrógeno, Fósforo y Densidad de Plantas y dosis óptimas-económicas. Los resultados de estos análisis se presentan en el cuadro No. 5.

CUADRO No. 5. DOSIS DE NITROGENO, FOSFORO Y DENSIDAD DE PLANTAS DE AJO, PARA OBTENER LOS VALORES MAXIMO Y OPTIMO ECONOMICOS DEL DIAMETRO Y RENDIMIENTO.

	Valores Estimados				
	Nitrógeno	Fósforo	D.P.	Rendimiento Kgs/Ha	Diam. cms.
Dosis para rendimiento máximo	179.37	201.40	720.14	11242.35	4.06
Dosis para diámetro máximo	116.65	61.27	288.49	6630.10	4.23
Dosis Óptima Económicas	158.62	92.77	474.13	9730.11	3.98

Del cuadro anterior se observa que los niveles calculados para obtener un rendimiento máximo son bastante altos y poco realistas, ésto se debe fundamentalmente a que se salen muy por encima del espacio de exploración estudiado, lo que significa que estos valores tienen una varianza muy grande y por lo tanto son poco confiables. Esto se presenta sólo de referencia, ya que el objetivo del trabajo no fue encontrar los niveles de los factores que hicieran máximo el rendimiento.

En el mismo renglón se observa que el rendimiento máximo posible, manejando los factores Nitrógeno, Fósforo y Densidad de Plantas que se puede obtener del ajo es de 11242.35 Kg/Ha y le corresponde un diámetro de 4.06 cms., el cual es el diámetro promedio de los bulbos que se obtendrían al aplicar los niveles de los factores que se indican.

En cuanto a los niveles que hay que tener de los factores en estudio para lograr un diámetro máximo, caen dentro del espacio de exploración, o sea son precisos. Se observa que el diámetro máximo que se puede obtener manejando los factores estudiados y con la variedad usada, es de 4.23 cm. Al aplicar los niveles que se indican, se obtendrá un rendimiento de 6630.10 Kg/Ha, el cual es considerablemente menor al máximo y óptimo-económico.

Las dosis que se encontraron como óptimo-económicas están un poco por encima de los niveles máximos estudiados, sin embargo, éstos aún pueden tomarse sin mayores reservas para dar recomendaciones, pues se considera que su precisión es buena. Con estos niveles se obtendrían 9730.11 Kg/Ha de ajo, con un diámetro promedio de 3.98 cms.

Del cuadro anterior se observa que los diámetros, en los casos, se encuentran dentro de la primera categoría comercial, o sea que para los niveles de los factores que se recomiendan, de los tres calculados, no tendrán problemas en cuanto a tamaño de diámetro se refiere.

Como información adicional, se calculó la ganancia que se obtendría al sembrar ajo utilizando la recomendación, lo cual - queda como sigue:

Ganancia Bruta	=	\$ 24,325.27
Costo del Nitrógeno	=	830.13
Costo del Fósforo	=	503.23
Costo de la D.P.	=	7,111.95
Costos fijos	=	4,500.00
		<hr/>
		\$ 12,945.31

Ganancia Neta = Ganancia Bruta - Costo Total.

GN = 24,325.27 - 12,945.31 = 11,379.96 Pesos/Ha.

Esta ganancia es considerable, pero requiere de una gran - inversión (\$ 12,945.31). Este es el resultado de aplicar las dosis óptimas-económicas, pero se puede calcular alternativas cuando haya restricciones de capital, este punto no se tratará en este trabajo por haber cumplido los objetivos planeados, ésto se - deberá tratar posteriormente.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

A continuación se presentan las conclusiones del presente trabajo en base a las hipótesis planteadas y los resultados experimentales.

- 1.- El valle de Querétaro reúne las condiciones ecológicas necesarias para la producción del ajo.
- 2.- Se encontró una respuesta a Nitrógeno y Fósforo diferente a 0.
- 3.- Los factores de la producción: Nitrógeno, Fósforo y Densidad de Plantas, afectan significativamente la cantidad y calidad de la producción de ajo.
- 4.- Para la variedad Chileno se recomienda aplicar 159 Kg. de Nitrógeno, 95 Kg. de Fósforo con 474,130 plantas/Ha (5 cm. entre plantas en surcos a 95 cms. con doble hilera de plantas). Esta recomendación es la que hace máxima la ganancia (11,379.96 pesos/Ha.) y una producción de primera clase (Bulbos de 4 cm. de diámetro en promedio).
- 5.- El máximo tamaño de Bulbos (4.23 cm. en promedio) se obtiene con la aplicación de 117 Kg. de Nitrógeno, 62 Kg. de Fósforo con 288 490 plantas/Ha. Estos niveles dan rendimientos moderadamente bajos.
- 6.- Es recomendable continuar adelante con este tipo de trabajo en una forma más extensiva e intensiva (en especie y ecológicas) y manejando un mayor número de factores de la producción.

7 R E S U M E N .

El presente trabajo se desarrolló en terrenos del Ejido de Santa María Magdalena, Mpio. del Centro, Edo. de Querétaro, se planteó un experimento factorial para determinar los niveles óptimo-económicos de Nitrógeno, Fósforo y Densidad de Plantas, en los suelos predominantes del Valle de Querétaro.

Se probaron 15 tratamientos incluyendo el testigo, con cuatro niveles que variaron de 30, 70, 110 y 150 Kgs. de Nitrógeno; 0, 30, 60 y 90 Kgs. de Fósforo y 190, 230, 300 y 420 mil plantas/Ha que equivalen a una distancia entre plantas de 11, 9, 7 y 5 cms. respectivamente.

Se analizaron estadísticamente los resultados de rendimiento y diámetro de bulbos.

Los resultados que se obtuvieron nos indican que para obtener la dosis óptima-económica es necesario aplicar 159 Kgs. de Nitrógeno, 95 Kgs. de Fósforo con 474,130 plantas/Ha, lo que equivale a 5 cms. entre plantas, en surcos de 95 cms. con doble hilera de plantas.

Para obtener el tamaño máximo de bulbos (4.23 cms. en promedio) es necesario agregar 117.0 Kgs. de Nitrógeno, 61.0 Kgs. de Fósforo con 288,490 plantas/Ha.

8 B I B L I O G R A F I A

- Aerofoto S.A. 1969. Estudio Agrológico Detallado proyecto El Pueblito, Mpio. Villa Co rregidora, Qro.
- A Jacob y H. Von Uexkull, 1973. Fertilización. Ediciones Euroame-ricanas.
- Berardo D'Amico A. 1972. Estudio Empírico de la Contribu - ción de algunos modelos y matri - ces experimentales sobre el sesgo al aproximar superficies de reg - puesta con dos factores. Tesis de Maestro de Ciencias C.P., E.N.A. Chapingo, Mex.
- Dirección General de Eco- nomía Agrícola, 1967. Resumen de boletín mensual de la Dirección General de Economía - - Agrícola, S. A. G.
- Duncan B.D. 1955. Multiple Range And Multiple "F. - Test", Biometrics March, Vol. II.
- FAO/UNESCO, 1973. Definiciones de las unidades de - suelos para el mapa de suelos del mundo, S.R.H., Dirección de Agro- logía, México, D. F.
- Flores M.G. y Otros 1971. Tipos de Vegetación de la Repúbli ca Mexicana, S. R. H., Dirección de Agrología, México, D. F.

- Granville, Smith y Longley 1968. Cálculo Diferencial e Integral. - Editorial Uteha.
- Guajardo Martínez A., 1970. Efectos de la distancia entre surcos sobre el rendimiento y tamaño comercial de la cebolla (Allium cepa L), Tesis U.N.L., Monterrey, N.L.
- G. Gola, G. Neri y C. Cappelletti, 1961. Tratado de Botánica, Editorial Labor, S. A.
- Heredia A. C. 1971. Novedades Hortícolas, Volumen 16, Núms. del 1 al 4. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, S.A.G., México.
- López López F., 1968. Efectos de la Densidad de Siembra sobre el rendimiento y la calidad del ajo. (Allium sativum L) en la región del Bajío. Tesis E.N.A., - Chapingo, Mex.
- Medina B. J., 1960. Efecto de variedades y selección de semilla en el rendimiento de - ajo. Agric. Tec. en México No. 10
- Metcalf y Flint, W. P., 1972. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y su control. Editorial C.E.C.S.A.
- Mora V.M. y F.L. López, 1964. Estudio del efecto de cinco distancias entre plantas sobre el - rendimiento y calidad del ajo. - C.I.A.B. Roque, Gto.

- Morrel Graupera, 1973. Hay dinero y Salud en el Ajo. Editorial Sintés, Barcelona.
- Plan Lerma Asistencia Técnica, 1966. Boletín Meteorológico No. 1.
- Purcell E.J., 1973. Cálculo y Geometría Análítica. - Editorial Norma, Cali, Col.
- Snedecor S. W., 1966. Métodos Estadísticos. Cía. Editorial Continental, S. A. México, - Primera Parte.
- Soto S. A., 1963. Adaptación de cuatro variedades - de ajo. (Allium sativum L) y tamaño de dientes combinados con diferentes distancias de siembra en la variedad más comercial. Tesis I.T.E.S., Monterrey, N. L.
- Tamaro D. Dr., 1968. Manuel de Horticultura, Gustavo - Gili. Barcelona.
- Tamayo L. J. 1970. Geografía Moderna de México. Editorial F. Trillas.