

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades  
Departamento de Ciencias Agrícolas

**BIBLIOTECA**  
**DE LA**  
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

RESPUESTA DEL CULTIVO DE LA ARVEJA

(Pisum sativum L.)

A LA APLICACION DE FERTILIZANTES

FRANCISCO ANTONIO COJULUN DIAZ

Guatemala  
1984

BIBLIOTECA  
DE LA  
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

RESPUESTA DEL CULTIVO DE LA ARVEJA

(Pisum sativum L.)

A LA APLICACION DE FERTILIZANTES

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades  
Departamento de Ciencias Agrícolas

RESPUESTA DEL CULTIVO DE LA ARVEJA

(*Pisum sativum* L.)

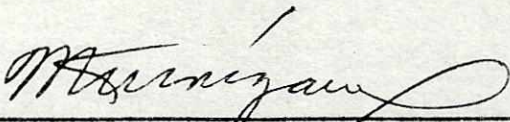
A LA APLICACION DE FERTILIZANTES

FRANCISCO ANTONIO COJULUN DIAZ

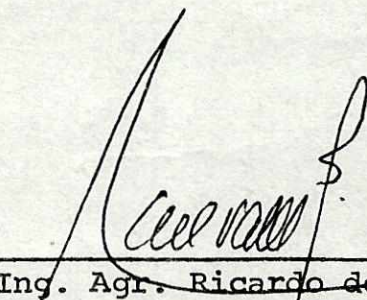
Trabajo de investigación presentado para optar  
el título de Ingeniero Agrónomo en el grado de  
Licenciado en Ciencias Agrícolas

Guatemala  
1984

Vo. Bo. :

(f)   
\_\_\_\_\_  
Ing. Agrónomo Marco Tulio Urizar Montúfar  
Asesor

Tribunal:

(f)   
\_\_\_\_\_  
Ing. Agr. Ricardo del Valle (Ms. Sc.)

(f)   
\_\_\_\_\_  
Ing. Agr. Mario R. Vela (Ms. Sc.)

(f)   
\_\_\_\_\_  
Ing. Agr. J. Manuel del Valle (Ms. Sc.)

Fecha de aprobación: 27 de abril de 1984.

DEDICO ESTE TRABAJO A:

D I O S

La memoria de mi padre: Roque E. Cojulún

Mi madre: Otilia v. de Cojulún

Mis hermanos: Gilberto, Orlando, Marina,  
Rodolfo, Vinicio y sus familias

Mis familiares y amigos.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los siguientes profesionales e instituciones por su valiosa colaboración en el planeamiento y desarrollo del presente trabajo:

- Ing. Agr. Eduardo Arturo Contreras Pacheco
- Ing. Agr. Ricardo del Valle
- Ing. Agr. Marco Tulio Urizar Montúfar
- Ing. Agr. Mario R. Vela
- Ing. Agr. José Manuel del Valle
- Asociación de Graduados de la Escuela Agrícola Panamericana (AGEAP), Capítulo Guatemala
- Alimentos Kern de Guatemala, especialmente a los técnicos del departamento agrícola
- Finca San Joaquín y su personal.

## CONTENIDO

	Páginas
RESUMEN	x
I. INTRODUCCION	1
A. Producción de arveja en Guatemala	2
B. Limitaciones de la investigación	4
C. Objetivos	5
D. Hipótesis	6
II. REVISION DE LITERATURA	7
A. Importancia de la arveja	7
B. Características botánicas de la arveja	11
1. Raíz	11
2. Tallo	12
3. Hojas	12
4. Flores	12
5. Frutos	13
6. Semillas	13
C. Variedades	13
1. Alderman 106	13
2. Alaska 106 F	13
3. Morse's progres WR 103 W	14
4. Melting sugar 105 F	14
D. Paises productores de arveja	14
E. Importancia de los oligoelementos	19
III. MATERIALES Y METODOS	22
A. Localización	22
B. Clima	22
C. Suelos	22
D. Material experimental	23

	Páginas
1. Variedad	23
2. Fertilizantes	23
E. Metodología experimental	27
1. Tratamientos	27
2. Diseño experimental	27
3. Análisis estadístico	27
4. Análisis económico	29
5. Análisis de regresión	29
F. Manejo del experimento	30
1. Preparación de tierra	30
2. Siembra	31
3. Fertilización	31
4. Control de plagas, enfermedades y malezas	32
5. Cosecha	32
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	33
A. Resultados del análisis de porcenta jes relativos	33
B. Resultados del análisis de varianza y de la comparación de medias	35
C. Discusión	40
D. Costos de producción	43
1. Tratamiento de urea más fertili zantes con oligoelementos	43
a. Costos fijos	43
b. Costos variables	45
2. Tratamientos de urea más 15-15- 15	45

	Páginas
a. Costos fijos	45
b. Costos variables	45
E. Análisis de regresión	45
1. Nu-trex	46
2. Fertimins	46
3. Bayfolán Forte	49
4. Urea más 15-15-15	51
V. CONCLUSIONES	54
BIBLIOGRAFIA	58

## LISTA DE CUADROS

CUADRO		Páginas
1.	Composición de las leguminosas más comunmente usadas como verdura fresca	9
2.	Composición de las leguminosas usadas como semilla seca	10
3.	Arvejas tiernas en Inglaterra. Producción en Tm/ha, en 24 años	16
4.	Arvejas secas en Inglaterra. Producción en Tm/ha, en 24 años	17
5.	Rendimiento comparativo de variedades de arveja en dos estados de México, - en Tm/ha	18
6.	Producción de arveja china en Guatemala.	19
7.	Factores que afectan la disponibilidad de los oligoelementos	21
8.	Requerimiento de los elementos para producir 5.68 Tm/ha de plantas de arveja, contenido de elementos en 20 cm de suelo experimental e interpretación del análisis de suelo, expresados en kg/ha	
9.	Contenido de los elementos en los fertilizantes aplicados al cultivo de arveja	25
	a. Fertimins	25
	b. Bayfolán Forte	25
	c. Nu-trex	26

CUADRO		Páginas
10.	Tratamientos evaluados	28
11.	Producción total de grano verde de arveja, y sus porcentajes relativos	34
12.	Análisis de varianza para la producción total de grano verde de arveja	38
13.	Comparación de medias, utilizando - el método de la diferencia mínima - significativa	39
14.	Análisis económico de la producción de grano verde de arveja dulce tipo industrial, variedad Alaska 14-A	41
15.	Costo de producción por hectárea -- del cultivo de arveja, variedad Alaska 14-A, en Santa Lucía Milpas - Altas	44

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Páginas
1.	Producción media de arveja, según tratamientos	36
2.	Rendimientos de arveja según niveles de las fuentes de nutrientes utilizados	37
3.	Rentabilidad del cultivo de arveja ( <u>Pisum sativum</u> L.), variedad Alaska 14-A, según tratamiento	42
4.	Curva de respuesta de la arveja Alaska 14-A, a la aplicación de dosis crecientes de Nu-trex	47
5.	Respuesta lineal del cultivo de la arveja Alaska 14-A, a las dosis evaluadas de Fertimins	48
6.	Curva de respuesta de la arveja Alaska 14-A, a la aplicación de dosis crecientes de Bayfolán Forte	50
7.	Respuesta lineal del cultivo de la arveja Alaska 14-A, a las dosis evaluadas de urea más 15-15-15	52

## RESUMEN

La arveja (Pisum sativum L.) es una leguminosa de importancia nutricional. Debido a que en nuestro país el frijol constituye casi la única fuente protéica usada por la mayoría de la población, la arveja vendría a complementar en parte la dieta de los guatemaltecos. Además, constituye una alternativa para la diversificación de cultivos.

Para incrementar los rendimientos por unidad de área en el cultivo de arveja la principal alternativa es usar una fertilización apropiada. En las zonas productoras de arveja de Guatemala lo más común es usar los fertilizantes nitrógeno, fósforo y potasio, de aquí se origina la importancia de evaluar productos comerciales que contienen oligoelementos, para comprobar si éstos activan o no el rendimiento.

El objetivo fue estudiar el efecto de los fertilizantes completos con adición de oligoelementos en el rendimiento del cultivo de arveja, y comprobar dentro de los productos comerciales cual es el nivel óptimo de los mismos para mejorar dicho rendimiento.

El trabajo de investigación fue realizado en la finca San Joaquín, ubicada en jurisdicción de Santo Tomás Milpas Altas, aldea del municipio de Santa Lucía Milpas Altas, del Departamento de Sacatepéquez, situada a 1980 metros sobre el nivel del mar, con temperatura media anual de 18°C, con precipitación media anual de 1170.5 mm y humedad relativa de 80%. El suelo es de textura franca, con reacción débilmente ácida, con pH de 6.3.

Para el efecto se utilizaron los siguientes fertilizantes: Nu-trex (foliar), Fertimins (aplicable al suelo, granulado) y Bayfolán Forte (foliar), a tres niveles cada uno.

Como testigo se usaron los fertilizantes más comunes en la región, consistiendo en una mezcla de 46-0-0 más 15-15-15 también a tres niveles, en la variedad de arveja tipo industrial Alaska 14-A.

Se usó el diseño de bloques completos al azar. Durante el desarrollo del experimento se realizaron las prácticas culturales requeridas para el cultivo.

El mejor rendimiento de arveja se logró con la aplicación de Nu-trex a dosis de 32.00 kilogramos por hectárea. Las aplicaciones se efectuaron a los 14, 28 y 42 días después de la siembra. El rendimiento fue de 4.13 ton/ha.

Con el tratamiento de 130.00 kg/ha de Fertimins en una sola aplicación al momento de la siembra, se obtuvo un rendimiento de 4.00 ton/ha.

El incremento obtenido en la producción al haber usado fertilizantes completos con adición de oligoelementos, comparado con el del testigo, resultó estadísticamente significativo.

## I. INTRODUCCION

En las zonas productoras de arveja de Guatemala se usan los fertilizantes nitrógeno, fósforo y potasio, aún cuando se sabe que los cultivos absorben del suelo otros nutrientes que limitan el rendimiento.

Por lo anteriormente expuesto, es de importancia evaluar productos comerciales que contienen microelementos para comprobar si activan o no el rendimiento de los cultivos.

En el presente experimento se investigaron los fertilizantes siguientes: Fertimins, Nu-trex y Bayfolán Forte. Con referéncia a éstos, es de hacer notar que no se encuentra suficiente literatura que muestre los rendimientos que se han alcanzado con estos productos en el cultivo de arveja, por lo que se hace necesario efectuar la presente investigación.

Guatemala es un país en vías de desarrollo, con alto índice de incremento de la población, y conforme transcurren los años tiende a agudizarse más la necesidad de aumentar la producción agrícola por unidad de área. Se hace necesario contribuir con la búsqueda de soluciones que

incrementen la productividad, lo cual se logra por medio de la aplicación de nuevas técnicas en el cultivo de la arveja, por ser ésta excelente fuente de proteínas para la población. En los últimos años ha constituido fuente de ingresos para el país.

#### A. Producción de arveja en Guatemala

Desde la década pasada Alimentos Kern de Guatemala, se ha preocupado por incrementar los rendimientos de arveja dulce, para beneficio de los agricultores y de la industria.

Entre los estudios realizados por Kern's, se puede mencionar la búsqueda de una variedad tipo industrial adaptada a las condiciones climáticas de nuestro país.

La variedad mejor adaptada fue la Alaska 14-A, por tener la cualidad de ser de ciclo vegetativo relativamente corto, lo cual evita que la plantación se exponga más tiempo en el campo, afrontando las enfermedades que se suscitan en la época lluviosa. Su maduración es bastante uniforme, lo que permite realizar un solo corte, ahorrando jornales. Posée las principales características requeridas para el enlatado, siendo la primera, su agradable sabor dulce, la segunda, su color verde claro, lo cual evita que el producto final salga de color muy oscuro y de

sagradable para los consumidores.

Kern's determinó el mejor sistema de siembra, el cual fue en hileras, a una distancia de 25 cm entre surcos y entre matas al chorro. (1)

El cultivo de arveja en Guatemala se circunscribe a regiones de clima templado; la temperatura media óptima anual para su mejor desarrollo está entre los 15 y 18°C, con máxima de 21-24°C, y mínima de 7°C. (3)

Las zonas de mayor producción en Guatemala son los municipios de San José Pinula y San Pedro Sacatepéquez en el Departamento de Guatemala; en el Departamento de Sacatepéquez, los municipios de Santa Lucía Milpas Altas, Santa María de Jesús, Santiago Sacatepéquez, San Lucas Sacatepéquez y San Bartolomé Milpas Altas; en el Departamento de Chimaltenango, los municipios de Chimaltenango, Patzún, Patzicía, Santa Cruz Balanyá y Tecpán Guatemala; en el Departamento de Quezaltenango, los municipios de Almolonga y Zunil. Además hay otros municipios que tienen condiciones apropiadas para el cultivo de arveja, pero aún no poseen importancia económica; estos municipios están situados en los Departamentos antes mencionados y en los Departamentos de Sololá, Quiché, Huehuetenango, San Marcos y Jalapa.

## B. Limitaciones de la investigación

1. Según Contreras (4), toda especie vegetal tiene un potencial genético específico para transformar en materia seca determinada cantidad de nutrientes minerales, energía solar, compuestos de dióxido de carbono y agua.

Agronómicamente el rendimiento de un cultivo puede -- ser relacionado con un amplio rango de factores, y se demuestra con la ecuación dada por Donovan (4) que es la siguiente:

$$\text{Rendimiento} = f (\text{agua} - \text{suelo} - \text{planta} - \text{clima} \dots \\ \text{manejo})$$

Analizando los factores para el rendimiento, en un experimento a nivel de campo no existe un lugar que reúna -- el grado óptimo para cada uno de los factores mencionados, debido a que se puede encontrar un suelo óptimo, no así el clima y viceversa.

Por esa razón, no se puede en un experimento afirmar que los tratamientos de los fertilizantes aplicados fueron los únicos que hicieron variar los rendimientos, su precisión de investigación en laboratorio e invernadero y calibración de resultados en el campo, son necesarios para una recomendación correcta de aplicación de fertilizante

tes.

Observando esta limitación, se llega a la conclusión que un sólo experimento de campo, no es definitivo, sino será necesario para su calibración obtener una serie de familia de respuestas que permitan cuantificar los requerimientos de fertilizantes para las plantas.

2. El presente experimento se realizó en los meses de octubre, noviembre y diciembre, el cultivo estuvo sometido a temperaturas muy bajas, lo que originó demora en el desarrollo inicial del mismo, ocasionándole una merma de producción del 20%, comparando el rendimiento del testigo con el de cosechas anteriores en la región.

### C. Objetivos

Los objetivos del presente trabajo fueron determinar:

1. Si los fertilizantes completos con adición de oligoelementos, tanto de aplicación al suelo como foliares, pueden dar una respuesta estadísticamente significativa de rendimiento en el cultivo de arveja tipo industrial variedad Alaska 14-A.
2. Con qué producto y a qué dosis se obtiene el mayor rendimiento.
3. La relación beneficio-costo, cuando se usen los fertilizantes completos nitrógeno, fósforo y pota

sio, con adición de oligoelementos.

D. Hipótesis

Para ser probada a nivel de campo se planteó la hipótesis siguiente:

1. Se esperan iguales resultados tanto en las plantas tratadas con fertilizantes completos con adición de oligoelementos, como en las plantas tratadas únicamente con fertilizantes completos, nitrógeno, fósforo y potasio.

## II. REVISION DE LITERATURA

### A. Importancia de la arveja

Según Cásseres (3), nunca se ha definido el verdadero centro de origen de la arveja (Pisum sativum L.), pero posiblemente fue en Europa y Asia Occidental. De todas maneras es una hortaliza muy antigua conocida desde el tiempo antes de Cristo. Shoemaker citado por Cásseres (3), opina que se remonta a la edad de piedra y considera a Etiopía como el centro de origen de las variedades usadas como hortaliza.

En América su cultivo está limitado mayormente a variedades antiguas, de baja calidad, cuyo grano rápidamente se vuelve almidonoso o duro. Es una hortaliza que puede mejorarse mediante la introducción de nuevas o mejores variedades y la adopción de tecnología apropiada en mejores sistemas de cultivo y cosecha.

Desafortunadamente, en la mayoría de países de Centroamérica se tiene que depender de la semilla importada de Estados Unidos de América y esto quizás ha contribuido a la lenta difusión de variedades superiores ya existentes. La arveja se considera una hortaliza fina y es fre-

cuenta encontrar que el producto enlatado y de importación es alimento de bastante consumo entre la gente de altos niveles económicos.

Como es una hortaliza de climas moderados, sin demasiaa lluvia, se adapta perfectamente a todas las regiones de Guatemala mencionadas anteriormente.

Desde el punto de vista nutricional, la arveja es rica en nutrientes, tal como se observa en los Cuadros 1 y 2.

Cuadro 1. Composición de las leguminosas más comunmente usadas como verdura fresca

Alimento y su Descripción	Composición por 100 gramos de porción comestible														
	Valor Ener- gético	Hu- me- dad %	Pro- tef- na	Grasa	Carbo- hidratos Totales	Fi- bra	Ce- niza	Ca	P	Fe	Vit. A	Vit. B <sub>1</sub>	Vit. B <sub>2</sub>	Nia- cina	Vit. C
Cal	g	g	g	g	g	g	g	mg	mg	mg	mcg	mg	mg	mg	mg
Guisantes (arveja) ( <u>Pisum sativum</u> )	97	70.2	7.6	0.4	21.0	3.0	0.8	24	124	2.0	125	0.38	0.14	2.2	26
Judias, Variedad ( <u>Phaseolus vulgaris</u> )	150	60.4	9.8	0.3	27.8	2.3	1.7	59	213	3.6	10	0.38	0.12	1.5	7
Judias, en vaina, var ( <u>Phaseolus vulgaris</u> )	36	90.5	2.0	0.2	6.6	1.2	0.7	55	45	1.7	110	0.08	0.11	0.6	18
Haba ( <u>Vicia faba</u> )	118	69.0	9.3	0.4	20.3	3.8	1.0	31	140	2.3	60	0.28	0.17	1.7	28
Gandul ( <u>Cajanus ca- jan</u> )	118	69.4	7.0	0.6	21.7	3.5	1.3	35	124	1.7	20	0.34	0.21	2.3	49
Frijol de ojo negro ( <u>Vigna sesquipedalis</u> )	34	89.0	3.3	0.1	6.9	1.3	0.7	54	68	1.4	235	0.09	0.12	1.1	26

Fuente: Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. (10)

Cuadro 2. Composición de las leguminosas usadas como semilla seca

Alimento y su Descripción	Composición por 100 gramos de porción comestible														
	Valor Ener- gético Cal	Hu- me- dad %	Pro- teí- na g	Grasa g	Carbo- hidratos Totales g	Fi- bra g	Ce- niza g	Ca mg	P mg	Fe mg	Vit. A mcg	Vit. B <sub>1</sub> mg	Vit. B <sub>2</sub> mg	Nia- cina mg	Vit. C mg
Guisantes (arveja) ( <u>Pisum sativum</u> )	343	12.0	22.5	2.0	61.0	4.7	2.5	80	290	5.8	25	0.57	0.17	3.0	1
Judías, variedad ( <u>Phaseolus vulgaris</u> )	337	12.0	22.0	1.6	60.8	4.3	3.6	86	247	7.6	5	0.54	0.19	2.1	3
Haba ( <u>Vicia faba</u> )	339	12.6	24.0	2.2	58.2	5.9	3.0	77	374	6.3	30	0.53	0.30	2.5	6
Gandul ( <u>Calianus ca- lian</u> )	337	12.2	19.2	1.5	63.3	8.1	3.8	137	322	5.0	20	0.72	0.17	2.6	0
Frijol de ojo negro ( <u>Vigna spp</u> )	341	10.6	24.1	1.2	60.7	4.9	3.4	77	420	7.2	10	0.87	0.23	1.9	3
Soja ( <u>Glycine max</u> )	398	9.2	33.4	16.4	35.5	5.7	5.5	222	730	11.5	--	0.88	0.27	2.2	-
Lenteja ( <u>Lens spp</u> )	340	12.2	23.7	1.3	60.7	3.2	2.1	68	353	7.0	10	0.46	0.33	2.4	5

Fuente: Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. (10)

B. Características botánicas de la arveja

La arveja es una planta anual, clasificada de la siguiente manera:

Reino	-	Vegetal
División XIII	-	<u>Embryophyta</u>
Subdivisión II	-	<u>Diploidalia</u>
Parte II	-	<u>Spermatophyta</u> ( <u>phanerogamae</u> )
II	-	<u>Angiospermae</u> ( <u>metaspermae</u> )
Clase Ia	-	<u>Dicotyledoneae</u>
Subclase Ia.	-	<u>Archichlamydeae</u>
	-	<u>Choripetalae</u>
Orden	-	<u>Rosidae</u>
Familia	-	<u>Leguminosae</u> ( <u>Papilionaceae</u> )
Subfamilia	-	<u>Papilionoideae</u>
Género	-	<u>Pisum</u>
Especie	-	<u>sativum</u>
Nombres comunes	-	Según Edmond, Senn y Andrews (5), arveja guisante, chícharo, alverja.

Nombres en otros idiomas: en italiano: pisello; en francés: Petit pois; en alemán: erbse; en inglés: pea.

1. Raíz. Según Edmond, Senn y Andrews (5), la arveja -- consta de una raíz pivotante y extensas ramificaciones -- que pueden prolongarse horizontalmente a una distancia de

30 a 100 cm, dependiendo de la variedad.

Igual que otras leguminosas, las arvejas tienen raíces que dan sustento al crecimiento y desarrollo de las bacterias fijadoras de nitrógeno pertenecientes al género Rhizobium. Estas bacterias tienen la habilidad de usar nitrógeno atmosférico. Este nitrógeno se combina con los hidratos de carbono por la acción de las bacterias para formar aminoácidos o proteínas, los cuales son usados por las bacterias y por la planta leguminosa. Hay una cepa de Rhizobium específica para varias leguminosas. (9)

2. Tallo. Según Támara (18), es trepador, anguloso y está vacío por dentro. Puede alcanzar alturas desde 50 a 150 cm, dependiendo de la variedad.

3. Hojas. Son compuestas de dos a tres pares de folíolos, son pues pinnaticompuestas, terminadas en zarcillos ahorquillados. En la base de las hojas hay dos grandes estípulas acorazonadas, que tienen el borde dentado.

4. Flores. Son grandes, con corola papilionácea y blanca, se insertan por medio de un largo pedúnculo, para cada una o dos en la axila de las hojas.

Según Edmond (5), el pétalo superior grande recibe el nombre de estandarte, los dos pétalos laterales se llaman alas y los dos pétalos inferiores forman la quilla. La -

quilla encierra diez estambres y un solo pistilo.

5. Frutos. Son en forma de vaina o legumbre subcilíndrica, algo comprimida y terminada en una pequeña curva.

6. Semillas. Constituyen la parte comestible, son más o menos de 0.7 centímetros de diámetro, forma casi esférica, algunas arrugadas y otras lisas cuando están secas. Están formadas en su mayor parte por dos hojas seminales o cotiledones bien desarrollados y son altamente nutritivas.

### C. Variedades

Según Gudiel (8), las variedades más importantes en Guatemala son las siguientes:

#### 1. Alderman 106

Variedad conocida como arveja, guisante o arvejón. De hábito enredador, alcanza alturas de 150 a 175 cm, --- con vainas de 10 cm de largo, redondas y puntiagudas, con 8 a 10 granos o semillas cada una. Apta para transporte y consumo fresco. Se cosecha a los 75 días después de la siembra. En el cultivo hay que colocar tutores.

#### 2. Alaska 106 F

Es una variedad especial para el enlatado y consumo fresco. Plantas de 75 cm de altura. No necesita tutores. Produce vainas de 6 cm de largo con 8 granos en ca-

da una. Es resistente a la enfermedad causada por el hongo Fusarium. Se cosecha a los 70 días.

### 3. Morse's progres WR 103 W

Es muy popular para consumo fresco, buena para transporte. Las plantas son de 40 a 60 cm de altura. No necesita tutores. Produce vainas de 10 cm de largo con 8 a 10 granos en cada una. Se cosecha a los 75 días después de la siembra.

### 4. Melting sugar 105 F

Esta es una variedad de vainas comestibles, conocida como snow peas o arveja china. Las plantas son compactas de 130 a 150 cm de altura. Produce vainas anchas y aplastadas de 10 cm de largo con 8 a 10 granos cada una. Se cosecha a los 70 días después de la siembra. Necesita tutores.

### D. Países productores de arveja

En Europa: Inglaterra, Alemania, Holanda, Italia, -- Francia y España; En América: Estados Unidos, México, Perú, Puerto Rico, Costa Rica y Guatemala. También es producida en la India y en otras partes de Asia. Rusia es el mayor productor. (3, 5, 9, 12 y 18)

A continuación se dan algunos registros de producciones de arveja por hectárea en Inglaterra, México y Guate-

mala durante varios años. Ver Cuadros 3, 4, 5 y 6.

## Cuadro 3. Arvejas tiernas en Inglaterra.

Producción en Tm/ha en 24 años

Año	Tm/ha	Año	Tm/ha
1936-39	1.51	1957-58	3.49
1946-47	1.79	1958-59	2.49
1947-48	1.43	1959-60	4.05
1948-49	1.88	1960-61	3.84
1949-50	2.15	1961-62	4.07
1950-51	2.84	1962-63	4.50
1951-52	3.31	1963-64	4.08
1952-53	2.84	1964-65	4.67
1953-54	3.04	1965-66	4.09
1954-55	2.88	1966-67	4.88
1955-56	4.22	1967-68	4.93
1956-57	3.20		

Fuente: Humes y Secrett (9)

## Cuadro 4. Arvejas secas en Inglaterra.

Producción en Tm/ha en 24 años

Año	Tm/ha	Año	Tm/ha
1936-39	1.69 <sup>A/</sup>	1957-58	1.76
1946-47	1.48 <sup>A/</sup>	1958-59	0.86
1947-48	1.00 <sup>A/</sup>	1959-60	2.30
1948-49	1.19 <sup>A/</sup>	1960-61	1.66
1949-50	1.84 <sup>A/</sup>	1961-62	2.05
1950-51	1.48 <sup>A/</sup>	1962-63	2.88
1951-52	1.46 <sup>A/</sup>	1963-64	2.51
1952-53	1.79	1964-65	2.81
1953-54	1.39	1965-66	3.01
1954-55	0.74	1966-67	2.84
1955-56	2.34	1967-68	2.94
1956-57	1.19		

<sup>A/</sup> Incluidas las pérdidas industriales

Fuente: Humes y Secrett (9)

Cuadro 5. Rendimiento comparativo de variedades de arveja  
en dos estados de México, en Tm/ha

Variedad	Toluca, estado de México		Ciudad Obregón, Sonora	
	1,956	1,959	1,957	1,957-58
Alaska	8.7	2.4	4.3	----
Laxton's Progress	7.0	---	6.1	----
Shasta	7.3	3.1	8.6	14.5
Thomas Laxton	6.7	2.2	---	----
Alderman	2.3	1.2	9.4	10.0
Criolla	2.3	---	---	----
Miracle	3.1	1.5	8.3	10.9
Giant Stride	---	---	10.8	9.7
Loyalty	6.3	---	7.2	7.6
Rondo	---	---	9.2	13.7
Santa Elena 626	---	3.5	---	----
DMS 5%	1.3	1.5		

Fuente: Cásseres (3)

Cuadro 6. Producción de arveja china en Guatemala

Año	Peso de vainas en kg	Hectáreas	Rendimiento kg/ha
1975	16,364.00	12.60	1,298.70
1976	68,181.00	-----	-----
1977	136,364.00	28.00	4,870.10

Fuente: Beltranena. (2)

Según Kern's (1), con la variedad tipo industrial Alaska 14-A, en el año 1979 se produjeron 230,000.00 kg de -- grano fresco en una extensión de 120.00 hectáreas.

#### E. Importancia de los oligoelementos

Por experiencias logradas en investigaciones hechas -- anteriormente, se ha comprobado que los oligoelementos -- son de la naturaleza, esenciales para el crecimiento de -- las plantas. Las necesidades de estos microelementos va-- rían de acuerdo con el cultivo, condiciones del suelo y -- el manejo de la finca.

Para todos los cultivos los oligoelementos son esen-- ciales, tanto como los elementos mayores para lograr un -- buen rendimiento en la producción. Debido a que las plan-- tas necesitan pequeñas cantidades de oligoelementos y al-- tas cantidades de elementos mayores, la única diferencia

es la cantidad requerida.

En la actualidad se usan con frecuencia los oligoelementos en forma de quelatos. La función de un quelato, es combinar químicamente la carga positiva del catión, -- con la carga negativa del agente orgánico quelatante.

La molécula orgánica rodea al metal de carga positiva. Con esa nueva forma del catión, se evita que éste se ligue químicamente al suelo o al tanque fertilizador, de tal manera que se facilita la asimilación por la planta.

(16)

Para que los oligoelementos estén disponibles para la planta, deben de estar bien balanceados en el suelo. Ya que la deficiencia de éstos generalmente se debe a un des balance o carencia de ellos. Ver Cuadro 7.

Cuadro 7. Factores que afectan la disponibilidad de los oligoelementos

Deficiencia observada S Ca Mg Mn Fe B Cu Zn Mo	Causas de la deficiencia (desbalance de nutrientes)
x x x x x	alto nitrógeno
x x x x	alto fósforo
x	bajo potasio
x	bajo calcio
x x	alto hierro
x	alto magnesio
x x x	alto manganeso
x x	alto hierro
x x x	alto cobre
x	bajo zinc
x x x	alto zinc
x x x x x x	bajo pH
x x x x x x	alto pH
x	alto azufre
x x x	alto sodio
x	alto bicarbonato
x	hierro, cobre, manganeso desbalance

Fuente: Stoller Chemical Company (16)

### III. MATERIALES Y METODOS

#### A. Localización

El ensayo se realizó entre la segunda semana de octubre y la segunda quincena de diciembre de 1982, en la finca San Joaquín, ubicada en la aldea Santo Tomás Milpas Altas, del municipio de Santa Lucía Milpas Altas, del Departamento de Sacatepéquez. La finca tiene una elevación de 1,980.00 m sobre el nivel del mar, con una latitud norte de 14°11'10" y una longitud oeste de 90°40'09".

#### B. Clima

El promedio de temperatura máxima y mínima anual presentada en el área durante los tres años anteriores, fue 20.4°C y de 11.3°C. Con las siguientes temperaturas absolutas, máxima de 31.0°C y mínima de 2.0°C.

En esos mismos años, la precipitación media anual fue de 1220.0 mm en 90 días de lluvia. Para calcular la humedad relativa media se tomaron los datos de tres años y -- fue de 80%, según el Instituto de Sismología, Vulcanografía, Meteorología e Hidrología de Guatemala que tiene una estación meteorológica en la finca San Joaquín.

#### C. Suelos

Según Simmons, Tárano y Pinto (14), los suelos de la zona son de textura franca, bien sueltos y drenados. Este suelo es de material madre compuesto de ceniza volcánica pomacea, color claro; de pendiente fuerte, de ondulado a quebrado, drenaje interno rápido. El suelo superficial tiene las siguientes características: color pardo muy oscuro, textura arenosa o franca de consistencia franca friable, profundidad efectiva aproximada de 20-40 cm. El sub-suelo es de color pardo amarillento oscuro, consistencia friable, textura franco arcillosa y con un espesor de 60-75 cm.

La reacción del suelo es débilmente ácida, con un pH de 6.3 según el análisis de laboratorio. El contenido de nutrientes en el suelo de las parcelas experimentales se presenta en el Cuadro 8. El autor clasifica el suelo de la finca dentro de la clase agrológica II; no así los de la zona en general. (17)

#### D. Material experimental

1. Variedad. Para el presente estudio se utilizó la variedad de arveja dulce tipo industrial Alaska 14-A.
2. Fertilizantes. Se aplicaron fertilizantes completos con adición de oligoelementos, sus formulaciones o contenido de elementos se muestra en el Cuadro 9.

Cuadro 8. Requerimiento de elementos para producir 5.68 Tm/ha de plantas de arveja, contenido de elementos en 20 cm de suelo experimental e interpretación del análisis de suelo, expresado en kg/ha.

Elemento	N	P <sub>205</sub>	K <sub>20</sub>	Mn	Fe	Zn	Cu	B	Mg	S	Ca	Cl
Contenido <sup>1/</sup>	10.03	84.75	1387.70	8.38	33.25	4.26	3.32	----	473.13	-----	4511.36	---
Requerimiento <sup>2/</sup>	136.36	35.25	137.50	0.05	0.68	0.02	0.07	0.05	17.04	13.64	198.86	9.09
Interpretación <sup>3/</sup>	muy bajo	muy alto	muy alto	mediano	alto	mediano	mediano	----	muy alto	-----	alto	---

<sup>1/</sup> Fuente: Laboratorio de suelos de ANACAFE

<sup>2/</sup> Fuente: Stoller Chemical Company

<sup>3/</sup> Fuente: Escala de interpretación de análisis de suelos, INTECAP

Cuadro 9. Contenido de elementos en los fertilizantes aplicados al cultivo de arveja.

a. Fertimins

Elemento	Cantidad	Elemento	Cantidad
Zinc (Zn)	2.0%	Boro (B)	1.0%
Manganeso (Mn)	1.0%	Azufre (S)	9.0%
Hierro (Fe)	1.0%	Fósforo (P <sub>2</sub> O)	5.0%
Magnesio (Mg)	3.5%	Nitrógeno (N)	10.0%
Cobre (Cu)	1.0%		

b. Bayfolán Forte

Elemento	Cantidad	Elemento	Cantidad
Azufre (S)	2.30 g/lt	Molibdeno (Mo)	0.05 g/lt
Boro (B)	0.40 g/lt	Zinc (Zn)	0.80 g/lt
Calcio (Ca)	0.25 g/lt	Nitrógeno (N)	110.00 g/lt
Cobre (Cu)	0.40 g/lt	Fósforo (P)	80.00 g/lt
Cobalto (Co)	0.02 g/lt	Potasio (K)	60.00 g/lt
Hierro (Fe)	0.50 g/lt	Agente de penetración	5.00 g/lt
Magnesio (Mg)	0.25 g/lt	Clorhidrato de tiamina	0.04 g/lt
Manganeso (Mn)	0.40 g/lt	Fito-hormona	0.03 g/lt

c. Nu-trex

Cantidad			Cantidad		
Nitrógeno	(N)	20.00% <sup>A/</sup>	Boro	(B)	0.020% <sup>B/</sup>
Fósforo	(P <sub>2</sub> O)	20.00% <sup>A/</sup>	Molibdeno	(Mo)	0.001% <sup>B/</sup>
Potasio	(K <sub>2</sub> O)	20.00% <sup>A/</sup>	Cobalto	(Co)	0.020% <sup>B/</sup>
Manganeso	(Mn)	0.025% <sup>B/</sup>	Magnesio Soluble	(Mg)	0.100% <sup>B/</sup>
Hierro	(Fe)	0.020% <sup>B/</sup>	Magnesio Total	(Mg)	0.100% <sup>B/</sup>
Zinc	(Zn)	0.030% <sup>B/</sup>	Azufre Combinado	(s)	1.000% <sup>B/</sup>
Cobre	(Cu)	0.020% <sup>B/</sup>			

A/ Derivado de elementos principales: Fósforo monoamónico, fosfato diamónico, urea, nitrato de potasio, fosfato monocalcico.

B/ Derivado de elementos secundarios: Manganeso EDTA (ácido etilendiaminotetraacético, usado como agente quelatante), cobre EDTA, zinc EDTA, hierro EDTA, molibdeno sulfato, sulfato de cobalto, sulfato de magnesio, fosfato monocalcico, boro.

Los niveles o dosis usadas y las épocas de aplicación de los fertilizantes se muestran en el Cuadro 10.

E. Metodología experimental

1. Tratamientos. Para evaluar la respuesta del cultivo de arveja a la aplicación de fertilizantes completos con adición de oligoelementos se sometieron a comparación -- los 12 tratamientos que se presentan en el Cuadro 10.

2. Diseño experimental. El experimento fue establecido mediante un diseño de bloques completos al azar, con 12 - tratamientos y 4 repeticiones. En total se evaluaron 48 parcelas experimentales de 2 m por 4 m cada una. La distancia entre cada parcela fue de 0.50 m, y entre bloques, de 1.00 m.

En total fueron 560.50 m cuadrados (29.50 m por 19.00 m) de terreno experimental, de los cuales 384.00 m cuadrados fueron destinados para el área del experimento y el resto a las calles.

3. Análisis estadístico. A los resultados experimentales que se obtuvieron para cada tratamiento y repetición, en cuanto al rendimiento en peso de los granos en su estado verde, se les aplicó el análisis de varianza para probar las hipótesis planteadas y se compararon las medias - de cada tratamiento por el método de la diferencia mínima

Cuadro 10. Tratamientos evaluados

Fertilizante	Dosis en Kg o lt/ha	Epocas de aplicación
Fertimins	65.00 Kg	siembra
Fertimins	98.00 Kg	siembra
Fertimins	130.00 Kg	siembra
Nu-trex	19.00 Kg	14, 28 y 42 días
Nu-trex	32.00 Kg	14, 28 y 42 días
Nu-trex	45.00 Kg	14, 28 y 42 días
Bayfolán Forte	4.20 lt	14, 28 y 42 días
Bayfolán Forte	8.40 lt	14, 28 y 42 días
Bayfolán Forte	12.60 lt	14, 28 y 42 días
Fórmula 46-0-0 + 15-15-15	65.00 + 130.00 Kg	siembra
Testigo <sup>A/</sup>	130.00 + 260.00 Kg	siembra
Fórmula 46-0-0 + 15-15-15	195.00 + 390.00 Kg	siembra

A/ Testigo = 46-0-0 + 15-15-15

significativa, D.M.S., (11 y 13) mediante la fórmula siguiente:

$$D.M.S. = t (\alpha (0.05), G.L.E.) \sqrt{\frac{2 \text{ C.M.E.}}{N^{\circ} \text{ de repeticiones}}}$$

Con las medias de los tratamientos también se obtuvieron los porcentajes relativos en relación al testigo y en relación al rendimiento por medio de las fórmulas siguientes:

$$\% \text{ relativo testigo} = \frac{\text{producción tratamiento}}{\text{Producción testigo}} \times 100$$

$$\% \text{ relativo rendimiento} = \frac{\text{producción tratamiento}}{\text{producción trat. inferior}} \times 100$$

4. Análisis económico. Para determinar que tratamiento fue el más eficiente en cuanto a obtención de beneficios económicos, se calculó el ingreso neto para cada tratamiento por hectárea, mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Ingreso neto} = \text{Ingreso bruto} - \text{Costo de producción}$$

También se obtuvo y comparó la rentabilidad proporcionada por cada tratamiento, utilizando para ello la fórmula siguiente:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Ingreso Neto}}{\text{Costo de producción}} \times 100$$

5. Análisis de regresión. Se tomó cada fertilizante experimental por separado y usando como base la media de cada dosis o tratamiento, se les aplicó el análisis de regresión

sión.

Dado el comportamiento de las dosis de Nu-trex y Bayfolán Forte, se ajustaron los datos a una curva cuadrática o de segundo grado, utilizando como ecuación base.....

$\hat{Y} = a + bx + cx^2$  y las fórmulas siguientes:

$$\begin{aligned} an + b\sum x + c\sum x^2 &= \sum Y \\ a\sum x + b\sum x^2 + c\sum x^3 &= \sum XY \\ a\sum x^2 + b\sum x^3 + c\sum x^4 &= \sum X^2Y \end{aligned}$$

Luego se halló el óptimo fisiológico de cada uno de estos dos fertilizantes, igualando a cero la primera derivada, con lo cual quedó la fórmula siguiente:

$$x = \frac{bx}{cx^2 \times 2}$$

Por el comportamiento de las dosis de Fertimins y urea más 15-15-15, los datos se ajustaron a una línea recta, utilizando como ecuación base  $\hat{Y} = a + bx$  y las fórmulas siguientes:

$$\begin{aligned} an + b\sum x &= \sum Y \\ a\sum x + b\sum x^2 &= \sum XY \end{aligned}$$

#### F. Manejo del experimento

1. Preparación de la tierra. Se aró el área del experimento con un arado de tres discos, y a continuación se dieron dos pasadas de rastra. En la última pasada de rastra se aplicó al voleo el insecticida Volatón granulado -

2.5% a razón de 100 kg/ha para incorporarlo al suelo.

Se trazaron surcos a una distancia de 25 cm entre hileras, dando un total de 8 hileras por tratamiento.

2. Siembra. La semilla se plantó a razón de 259 kg/ha a chorro corrido.

3. Fertilización. A nueve de los tratamientos estudiados o sea el uso de Fertimins, Nu-trex y Bayfolán Forte, se les agregó 126 kg/ha de nitrógeno, debido a que éste fue el único elemento que hizo falta para completar los macroelementos que necesita el cultivo de arveja, tal como se observa en el Cuadro 8 anterior.

Entre los tres tratamientos restantes se incluyó al testigo, para éstos se usó una combinación de urea más 15-15-15, siendo la dosis del testigo la más usual en la región de Santa Lucía Milpas Altas, tal como se observa en el Cuadro 10 anterior.

El Fertimins que es granulado se aplicó al momento de la siembra, junto con los 126 kg de nitrógeno, a una distancia de 10 cm por debajo de la semilla y 5 cm al lado de ésta.

Los fertilizantes foliares se aplicaron a los 14, 28 y 42 días después de la siembra, de acuerdo con las dosis recomendadas por el fabricante y distribuida en 3 aplica-

ciones según se muestra en el Cuadro 10.

4. Control de plagas, enfermedades y malezas. Durante el desarrollo de la plantación, se realizaron los controles fitosanitarios comunmente usados en la región, los cuales consistieron en 6 asperciones durante los 70 días que duró el cultivo. Se usaron para el efecto los insecticidas Tamarón, Folidol y Thiodán, todos a dosis de 1.5 lt/ha; los fungicidas Dithane y Antracol a dosis de 3.00 kg/ha.

Generalmente se usa la mezcla de un insecticida con fungicida de los antes mencionados, como forma preventiva. Cuando se presentó ataque severo, se aplicaron los mismos productos a dosis más altas, o algún otro producto específico para la plaga o enfermedad.

Para la eliminación de malezas, se hicieron dos controles manuales a los 10 y a los 25 días después de la siembra. Pocos son los agricultores que usan 2.00 kg/ha del herbicida Afalón, por controlar únicamente gramíneas.

#### 5. Cosecha

A los 70 días después de la siembra se cosecharon parcelas netas de 3 m cuadrados, y luego se procedió a la obtención del peso en gramos de los granos en su estado verde.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

El parámetro utilizado para evaluar los resultados -- del presente trabajo y determinar con qué producto se obtuvo el mejor rendimiento y la dosis adecuada, fue el peso de los granos en su estado verde, expresado en kilogramos por parcela neta experimental y luego convertido a toneladas métricas por hectárea.

##### A. Resultados del análisis de porcentajes relativos

El mejor rendimiento se obtuvo cuando se usaron 32.00 kg/ha de Nu-trex, distribuido en tres aplicaciones foliares, a los 14, 28 y 42 días después de la siembra, obteniéndose un rendimiento de 4.13 Tm/ha. Con el rendimiento de este tratamiento se obtuvo un porcentaje en relación al testigo de 196.67%, y en relación al tratamiento de menor rendimiento, de 216.23%, tal como se observa en el Cuadro 11.

Con la aplicación de 130.00 kg/ha de Fertimins en una sola aplicación al momento de la siembra, se obtuvieron 4.00 Tm/ha. El porcentaje relativo del rendimiento en relación al testigo fue de 190.48% y en relación al del tra

Cuadro 11. Producción total de grano verde de arveja y -  
sus porcentajes relativos.

Tratamientos	Tm/ha	% Relativo Testigo	% Relativo Rendimiento
32.00 kg/ha Nu-trex	4.13	196.67	216.23
130.00 kg/ha Fertimins	4.00	190.48	209.42
8.40 lt/ha Bayfolán Forte	3.50	166.67	183.25
98.00 kg/ha Fertimins	3.29	156.67	172.25
45.00 kg/ha Nu-trex	3.08	146.67	161.26
12.60 lt/ha Bayfolán Forte	3.05	145.24	159.68
65.00 kg/ha Fertimins	2.88	137.14	150.78
585.00 kg/ha Fertilizante completo <sup>A/</sup> 46-0-0 + 15-15-15	2.65	126.19	138.74
4.20 lt/ha Bayfolán Forte	2.48	118.10	129.84
19.00 kg/ha Nu-trex	2.16	102.86	113.09
Testigo <sup>A/</sup>	2.10	100.00	109.95
195.00 kg/ha fertilizante completo <sup>A/</sup> 46-0-0 + 15-15-15	1.91	90.95	100.00

<sup>A/</sup> Cantidades mezcladas de 46-0-0 + 15-15-15, ver Cuadro 10

tamiento de menor rendimiento fue de 209.42%.

Con el uso de 8.40 lt/ha de Bayfolán Forte, aplicado foliarmente a los 14, 28 y 42 días después de la siembra, se obtuvieron 3.50 Tm/ha.

Los porcentajes relativos, para los tratamientos, en relación al testigo y al tratamiento que obtuvo el menor rendimiento, se observan en el Cuadro 11 y los rendimientos por tratamiento en las Figuras 1 y 2.

#### B. Resultados del análisis de varianza y de la comparación de medias.

Al efectuar el análisis de varianza, Cuadro 12, que representa la producción total por tratamiento estudiado, se presenta diferencia estadística altamente significativa entre los diferentes tratamientos.

El coeficiente de variación obtenido, mostró un porcentaje de 12.86, el cual es aceptable dentro de los parámetros de investigación para cultivos de temporada y hortalizas.

De acuerdo a los resultados anteriores, que mostraron diferencia significativa entre medias de tratamientos, se procedió a efectuar la comparación de medias por medio de la diferencia mínima significativa, D.M.S., según se muestra en el Cuadro 13.

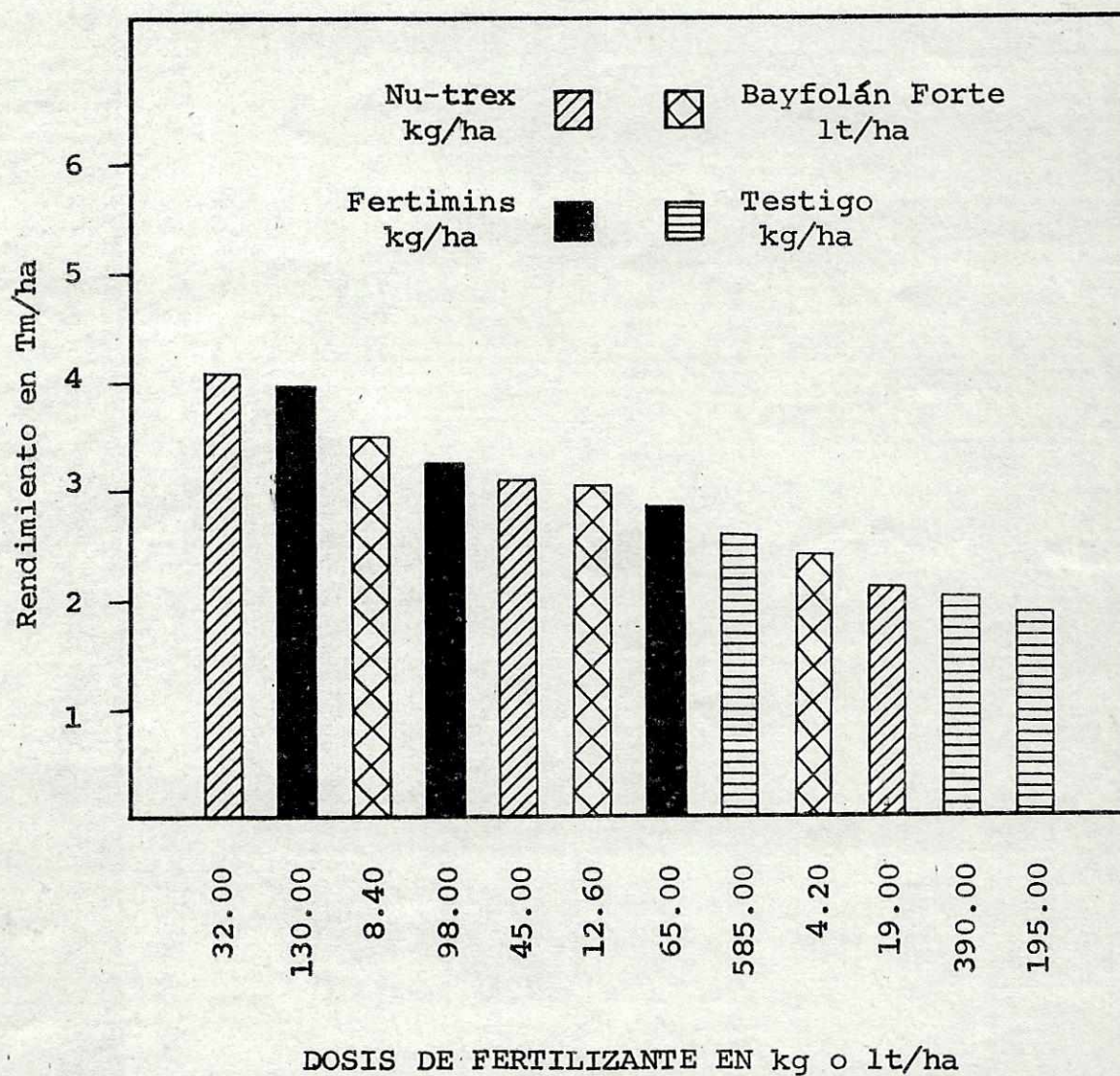


Figura 1. Producción media de arveja, según tratamientos.

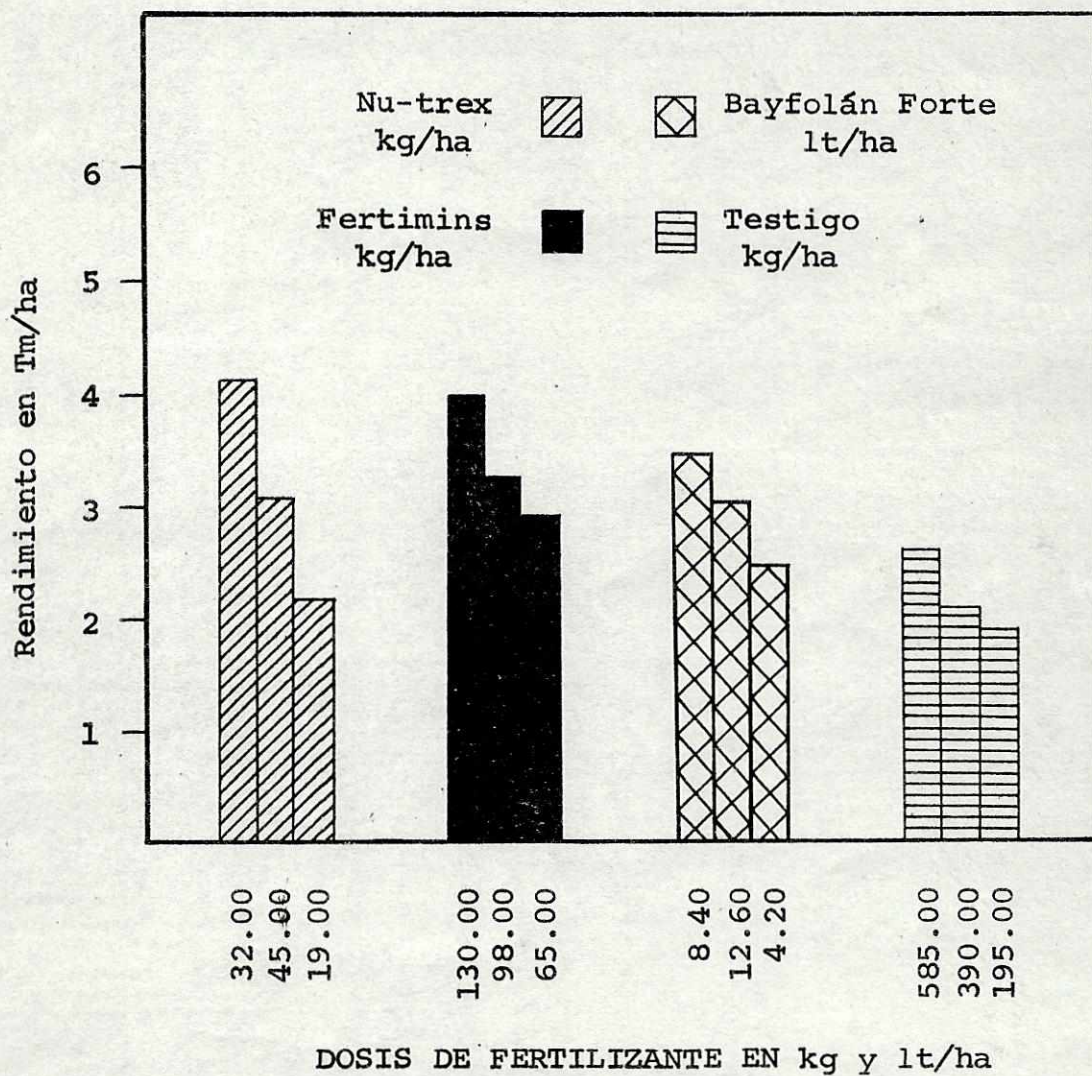


Figura 2. Rendimientos de arveja según niveles de las fuentes de nutrientes utilizados.

Cuadro 12. Análisis de varianza para la producción total  
de grano verde de arveja

Causas de Variación	G.L.	SC	CM	FC	$\frac{FT}{0.05}$	$\frac{FT}{0.01}$
Bloques	3	1.878958	0.6263193	4.39*	2.89	4.44
Tratamientos	11	22.721325	2.0655750	14.46**	2.09	2.84
Error	33	4.712567	0.1428051			
Total	47	29.312850				

CV = 12.86%

Cuadro 13. Comparación de medias, utilizando el método de la diferencia mínima significativa

Tratamientos	$\bar{X}$ Tm/ha	Significancia <sup>1/</sup>
32.00 kg/ha Nu-trex	4.13	a
130.00 kg/ha Fertimins	4.00	ab
8.40 lt/ha Bayfolán Forte	3.50	bc
98.00 kg/ha Fertimins	3.29	cd
45.00 kg/ha Nu-trex	3.08	cde
12.60 lt/ha Bayfolán Forte	3.05	cdef
65.00 kg/ha Fertimins	2.88	defg
195.00 kg/ha urea + 390.00 kg/ha triple 15	2.65	efgh
4.20 lt/ha Bayfolán Forte	2.48	ghi
19.00 kg/ha Nu-trex	2.16	hij
Testigo	2.10	ij
65.00 kg/ha urea + 130.00 kg/ha triple 15	1.91	j

DMS 5% = 0.544 Tm/ha

<sup>1/</sup> Literales iguales indican diferencias no significativas

### C. Discusión

De acuerdo con los resultados obtenidos, Cuadro 12 anterior, existe diferencia estadística altamente significativa entre la aplicación de fertilizantes comunmente usados en la región, y los fertilizantes completos con adición de oligoelementos, lo cual permitió rechazar la hipótesis planteada.

El Cuadro 14, así como la Figura 3, muestran el hecho de que los tratamientos analizados económicamente, son más rentables, cuando se aplican los macroelementos que necesita el suelo para el cultivo de arveja. En el presente estudio, la aplicación de 126.00 kg/ha de nitrógeno en forma de urea, más fertilizantes completos con adición de oligoelementos, alcanzó la mejor rentabilidad cuando se aplicaron 32.00 kg/ha de Nutrex, seguida por la aplicación de 130.00 kg/ha de Fertimins, luego por 8.40 lt/ha de Bayfolán Forte. Las rentabilidades de los demás tratamientos se muestra en el cuadro y figuras antes mencionados.

De acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes de los fertilizantes completos, con adición de oligoelementos, se obtiene mayor rendimiento cuando son aplicados como un complemento de la fertilización que se hace con e

Cuadro 14. Análisis económico de la producción de grano verde de arveja dulce tipo industrial variedad Alaska 14-A

tratamientos	Rendimiento Tm/ha	Precio Tonelada Q	Costo por hectárea [a]	Ingreso neto por hectárea	Renta- bilidad %
32.00 kg/ha Nu-trex	4.13	572.00	1111.28	1251.08	112.58
130.00 kg/ha Fertimins	4.00	572.00	1115.38	1172.62	105.13
8.40 lt/ha Bayfolán Forte	3.50	572.00	1027.60	974.40	94.82
98.00 kg/ha Fertimins	3.29	572.00	1043.87	838.01	80.28
12.60 lt/ha Bayfolán Forte	3.05	572.00	1010.10	734.50	72.72
45.00 kg/ha Nu-trex	3.08	572.00	1062.15	699.61	65.87
65.00 kg/ha Fertimins	2.88	572.00	993.44	653.92	65.82
4.20 lt/ha Bayfolán Forte	2.48	572.00	938.70	479.86	51.11
195.00 kg/ha urea + 390.00 kg/ha 15-15-15	2.65	572.00	1025.60	490.20	47.80
19.00 kg/ha Nu-trex	2.16	572.00	939.91	295.61	31.45
Testigo	2.10	572.00	929.54	271.66	29.22
65.00 kg/ha urea + 130.00 kg/ha 15-15-15	1.91	572.00	859.77	232.75	27.07

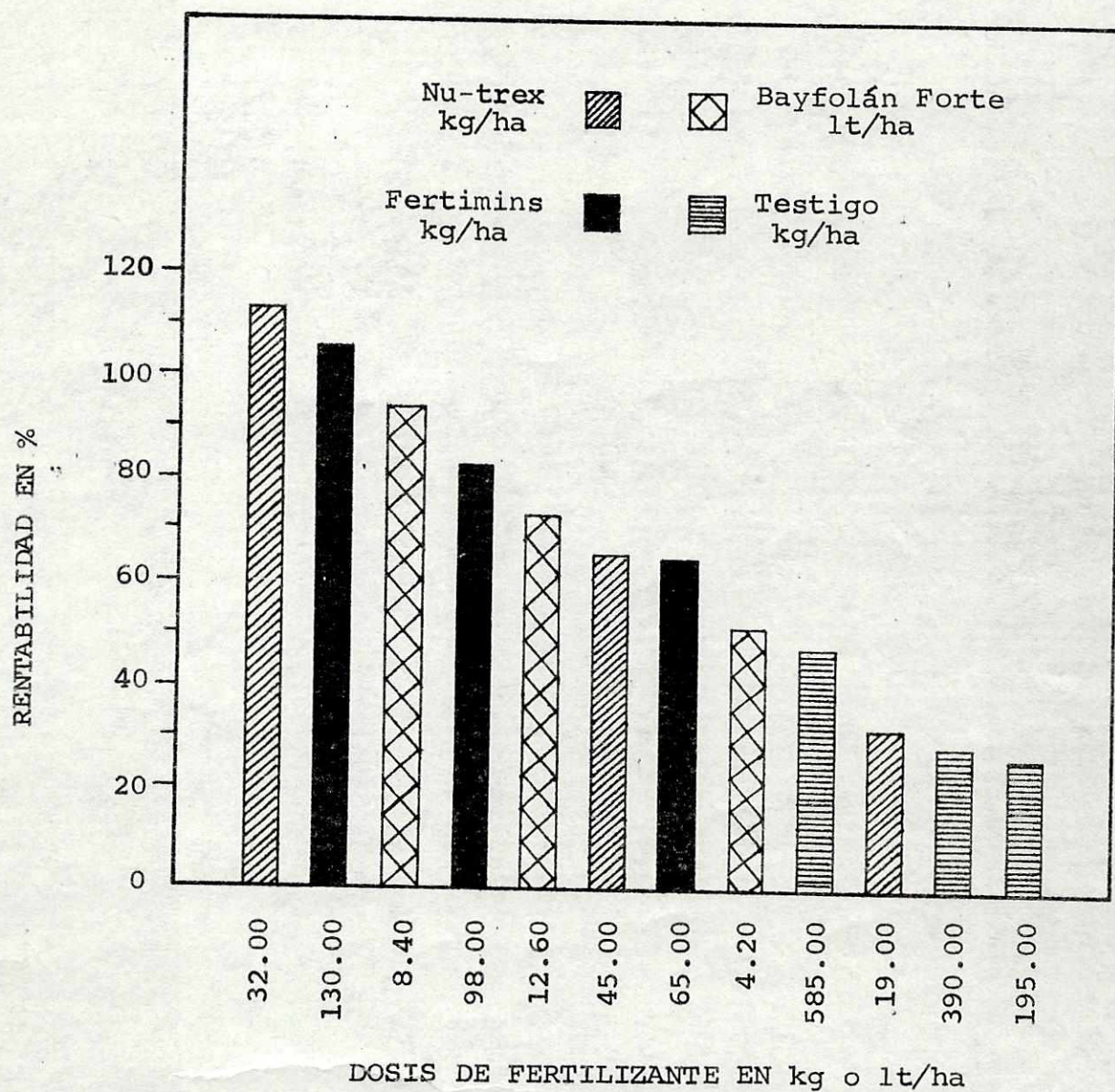


Figura 3. Rentabilidad del cultivo de arveja (Pisum sativum L.), variedad Alaska 14-A, según tratamiento.

lamentos mayores.

En el caso de los tratamientos en estudio, Cuadro 11 y Figura 1, el rendimiento total de la arveja, representa un incremento del 196.67% en relación con el testigo.

El fertilizante testigo, o sea el de mayor uso en la región de Santa Lucía Milpas Altas fue de 390.00 kg/ha de fertilizante completo, específicamente 260.00 kg/ha de 15-15-15 más 130.00 kg/ha de urea. Según Cuadro 11, con este tratamiento se obtuvo un rendimiento de 2.10 Tm/ha de grano verde de arveja, el cual ocupó el penúltimo lugar entre los 12 tratamientos. El último fue de 1.91 Tm/ha con la aplicación de 65.00 kg/ha de urea, más 130.00 de 15-15-15.

#### D. Costos de producción

Para una mejor idea de los costos de producción del cultivo de la arveja dulce tipo industrial, variedad Alaska 14-A, se muestra su costo de producción en el Cuadro 15.

Los datos utilizados para determinar el costo de producción de grano verde de arveja, fueron los siguientes:

1. Tratamiento de urea más fertilizantes con oligoelementos

- a. Costos fijos

Cuadro 15. Costo de producción por hectárea del cultivo de arveja, variedad Alaska 14-A, en Santa Lucía Milpas Altas.

Conceptos	Costo Q
1) Arrendamiento de tierra	60.00
2) Preparación de tierra	60.00
- aradura	
- rastreo	
- nivelación	
3) Siembra	32.00
- surqueo, 10 Jr.	
- aplic. fertilizantes, 3 Jr.	
- aplic. semilla, 3 Jr.	
4) Prácticas culturales	64.00
- limpias, 2 x 10 = 20 Jr.	
- control plag. y enfs., 6 x 2 = 12 Jr.	
5) Insumos	
- semilla, 5.7 <del>qq</del> x Q.40.00	228.00
- urea, 6 <del>qq</del> x Q.13.00	78.00 <sup>A/</sup>
- insecticidas, 9 lt. + 2.2 <del>qq</del> Volatón	140.00
- fungicidas, 15 kg.	80.00
6) Corte y transporte <sup>1/</sup>	
- Corte por camión de 140 <del>qq</del> Q20.00	
- Transporte por camión..... Q50.00	
<b>Total sin incluir cosecha</b>	<b>Q742.00</b>

<sup>A/</sup> El costo corresponde a 126.00 kg/ha de nitrógeno que se aplicaron a los 9 tratamientos con oligoelementos.

<sup>1/</sup> Los costos de corte y transporte se hicieron de acuerdo al sistema que se usa en la industria, lo cual consiste en cortar las matas completas, se llenan los camiones agranel y en las fábricas se desgranar con combinada. Relación peso matas/peso granos verdes = 7:1.

- Arrendamiento de tierra, preparación de tierra, mano de obra, insumos.	Q742.00
- 32.00 kg/ha Nu-trex	68.88

b. Costos variables

Cosecha: una camionada = Q20.00 x 4.32  
camio. 86.40

Transporte: camionada = 50.00 x 4.32  
camio. 216.00  
Total: Q1111.28

2. Tratamientos de urea más 15-15-15

a. Costos fijos

- Arrendamiento de tierra, preparación de tierra, mano de obra, insumos.	Q664.00
- 390.00 kg/ha de urea más 15-15-15	111.54

b. Costos variables

Cosecha: una camionada = Q20.00 x 2.20  
camio. 44.00  
Transporte: camionada = 50.00 x 2.20  
camio. 110.00  
Total Q929.54

[a] = Total costos fijos + costos variables.

Depreciación de equipo, seguro social, adminis--  
tración y pago de impuestos, no están considera--  
dos, por lo que ésto reduce la utilidad.

E. Análisis de regresión

Para conocer la tendencia de respuesta del cultivo de arveja a la aplicación de fertilizantes comerciales y obtener la función matemática estimada, se efectuó el análisis de regresión para cada uno de los cuatro fertilizant--

tes estudiados, con los resultados siguientes:

### 1. Nu-trex

Se ajustaron los datos a una regresión cuadrática, debido a que conforme se aumentó la dosis, también aumentaron los rendimientos, hasta que llegó un punto en el cual a mayor dosis de fertilizante, decrecieron los rendimientos.

El comportamiento del Nu-trex en el cultivo de arveja, se muestra en la Figura 4, mediante la curva que se obtuvo por medio de la ecuación siguiente:

$$\hat{Y} = -6.43 + 0.62588x - 0.00924x^2$$

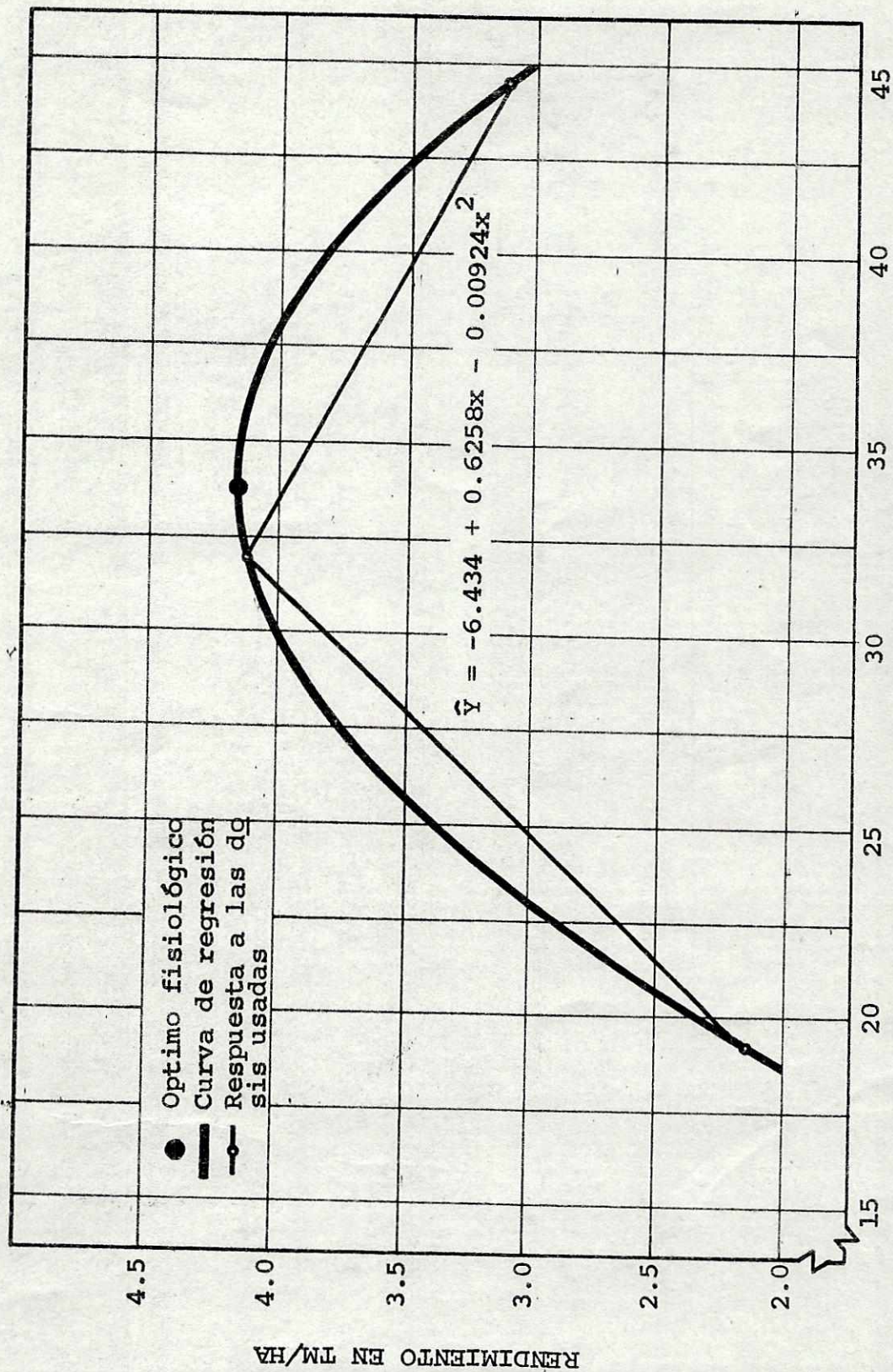
Esta ecuación es valedera únicamente para las dosis intermedias, que están comprendidas entre la dosis más baja y la más alta estudiadas en el presente trabajo.

El óptimo fisiológico se logró con la aplicación de 33.87 kg/ha, con los cuales el rendimiento de producción de arveja llega a 4.165 toneladas métricas por hectárea.

### 2. Fertimins

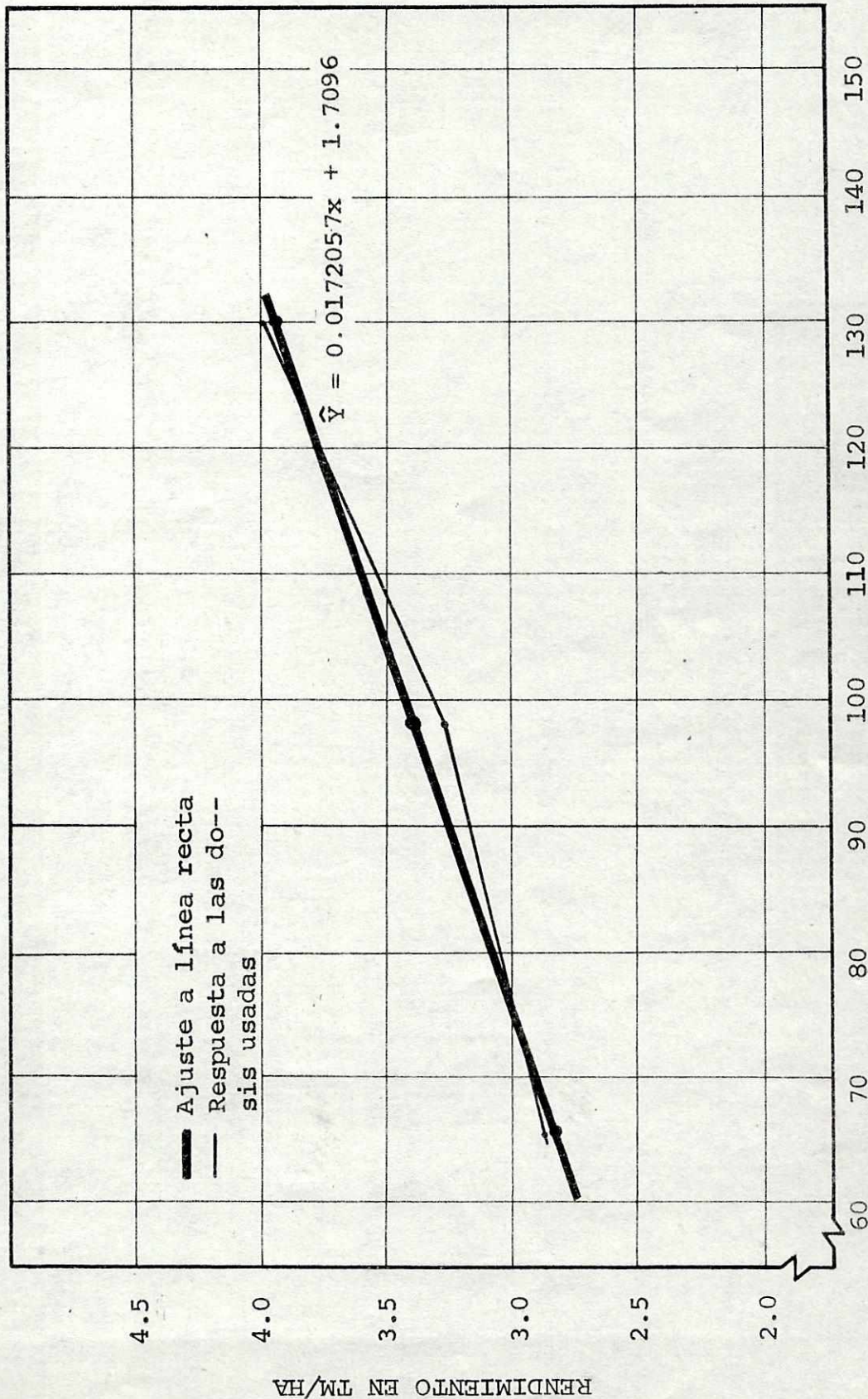
Se ajustó a la regresión lineal, pues, según los datos observados el rendimiento en el cultivo de arveja, siempre se incrementó de acuerdo a los aumentos de las dosis de fertilizantes aplicados.

La ecuación para hallar los puntos de la recta, es la



DOSIS DE NU-TREX EN KG/HA

Figura 4. Curva de respuesta de la arveja Alaska 14-A, a la aplicación de dosis crecientes de Nu-trex



DOSIS DE FERTILIZANTES EN KG/HA

Figura 5. Respuesta lineal del cultivo de la arveja Alaska 14-A, a las dosis evaluadas de Fertilizantes

siguiente:

$$\hat{Y} = 1.7096 + 0.0172057x$$

El comportamiento del Fertimins y el ajuste a la línea recta, se muestran en la Figura 5.

Para el caso de esta segunda regresión no fue posible calcular el óptimo fisiológico, por lo que es recomendable probar dosis más altas que las usadas en la presente investigación, para observar cual es el punto en el que comienza a decrecer la producción.

### 3. Bayfolán Forte

Los datos observados se ajustaron a la regresión cuadrática, debido a que se incrementaron los rendimientos y luego decrecieron conforme se aumentaron las dosis de producto aplicado.

La ecuación con la que se obtuvo la curva del comportamiento del Bayfolán Forte en el cultivo de arveja, Figura 6, es la siguiente:

$$\hat{Y} = -0.0733 + 0.7818x - 0.04232x^2$$

El óptimo fisiológico se logró con la aplicación de 9.24 lt/ha, con los cuales el rendimiento de producción de la arveja llega a 3.54 toneladas métricas por hectárea.

Al igual que la ecuación del comportamiento del Nutrex, es valedera únicamente para las dosis estudiadas en

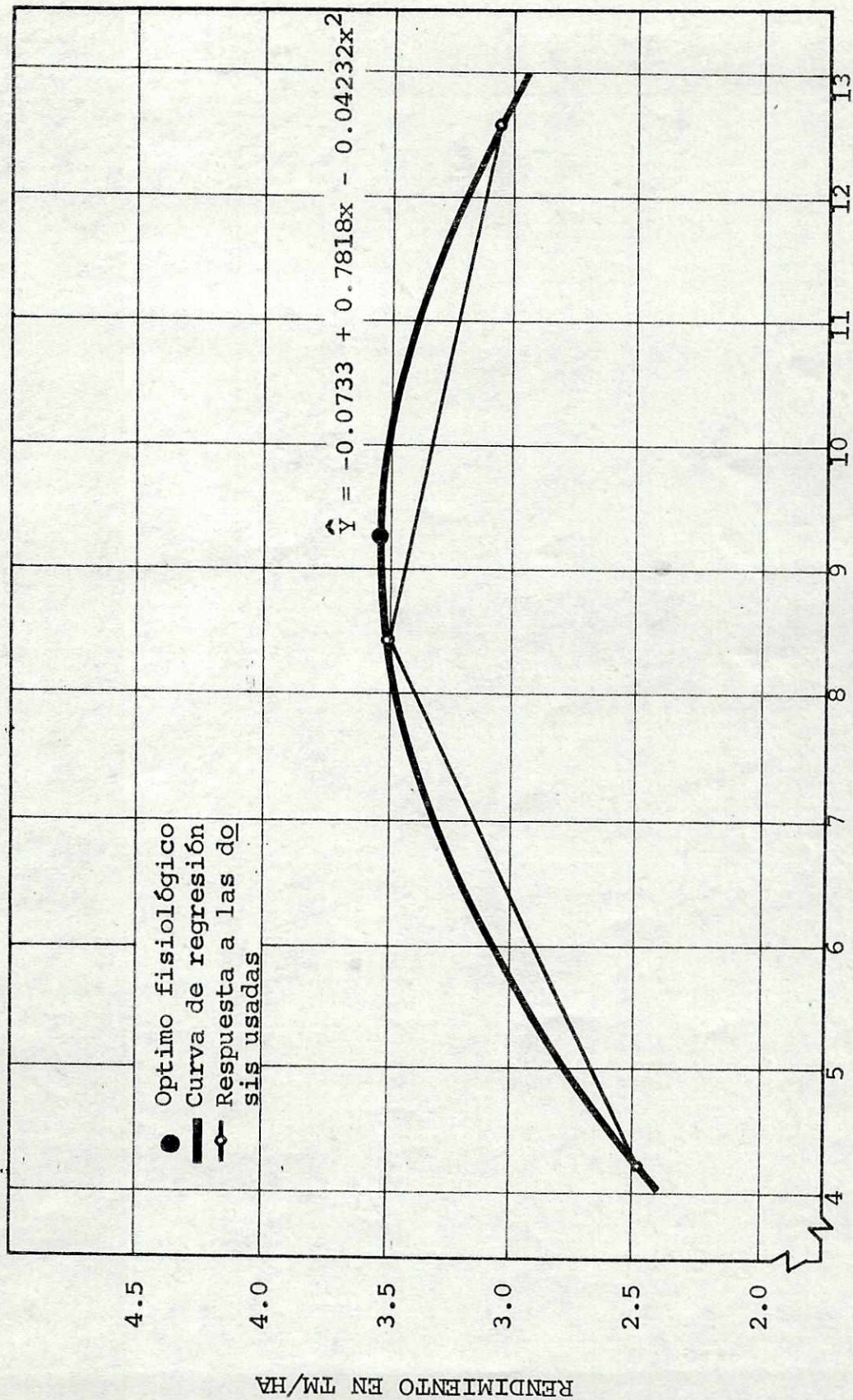


Figura 6. Curva de respuesta de la arveja Alaska 14-A, a la aplicación de dosis crecientes de Bayfolán Forte

la presente investigación y las comprendidas entre sus intervalos.

#### 4. Urea más 15-15-15

Al igual que el Fertimins, tampoco se pudo encontrar el óptimo fisiológico, debido a que el incremento del rendimiento de la arveja fue proporcional al aumento de las dosis, por lo tanto, para averiguarlo hay que experimentar con dosis más altas que las estudiadas en el presente trabajo.

La ecuación con la que se hallan los puntos de la recta, es la siguiente:

$$\hat{Y} = 1.460014 + 0.0018974x$$

Se ajustó a la regresión lineal. El comportamiento del fertilizante y el ajuste a la línea recta, se muestran en la Figura 7.

El análisis de regresión realizado para cada uno de los fertilizantes comerciales estudiados, muestra que el intervalo entre las dosis estuvo correcto en los fertilizantes que se aplicaron foliarmente, Nu-trex y Bayfolán Forte, ésto debido a que se siguieron las recomendaciones respecto a dosis que dieron los fabricantes.

El comportamiento del rendimiento de los fertilizantes aplicados al suelo, Fertimins y urea más 15-15-15, --

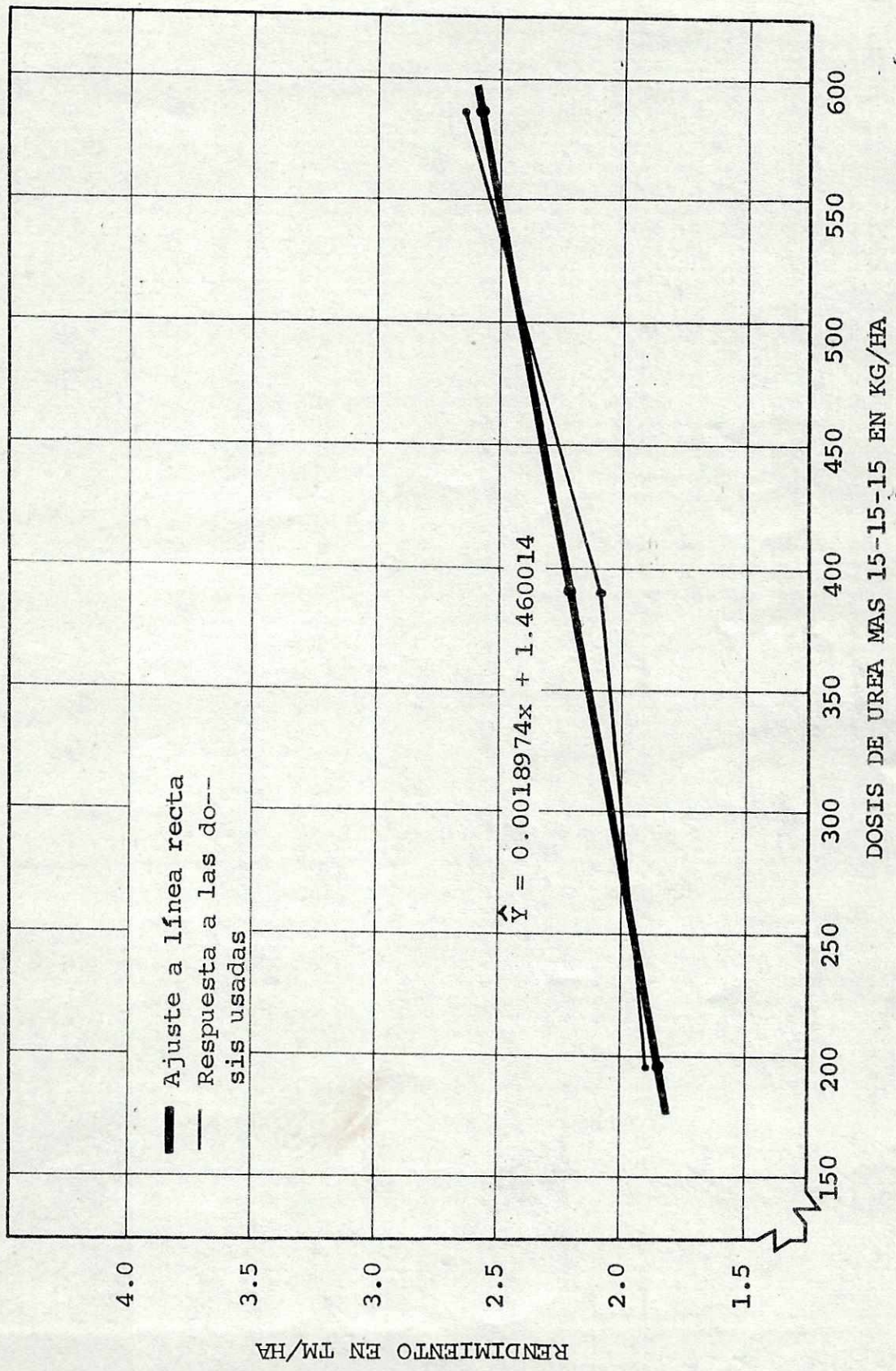


Figura 7. Respuesta lineal del cultivo de la arveja Alaska 14-A, a las dosis evaluadas de urea más 15-15-15

muestra que los intervalos entre las dosis no fueron los adecuados, ya que los rendimientos aumentaron al subir -- las dosis. Esto se debe a que no se cuenta a la fecha -- con una recomendación validada al respecto.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos y discutidos y los objetivos e hipótesis planteados en la presente investigación se puede concluir en lo siguiente:

- A. El estudio permitió obtener una primera aproximación a los mejores tratamientos en términos de rendimiento, ingreso neto y rentabilidad para el uso de fertilizantes en arveja dulce.
- B. Por no haber suficiente investigación de los fertilizantes en estudio, no se pueden comparar los resultados del presente trabajo con los de otros autores. Aunque es válido decir que estos datos constituyen una primera recomendación en cuanto a fertilizantes, para mejorar los rendimientos de la arveja dulce variedad Alaska 14-A, por lo que debe difundirse su uso en la región donde se realizó en ensayo.
- C. El efecto de los fertilizantes tiene un punto óptimo fisiológico en el rendimiento de las plantas de arveja, después del cual se crea un desbalance entre los nutrientes que necesita la planta, lo que origina un decrecimiento en la producción. De aquí la importancia de usar co--

rrectamente éstos productos.

D. Los suelos del municipio de Santa Lucía Milpas Altas, tienen niveles aceptables de elementos mayores, a excepción del nitrógeno que es un elemento inestable. En lo referente a oligoelementos, aunque el análisis de suelos indicó, de acuerdo a los requerimientos del cultivo, Cuadro 8, que no hacía falta ningún elemento. Según la escala de interpretación de análisis de suelos, se mostró que los niveles de manganeso, zinc y cobre estaban en cantidades medianas; los demás elementos, altos o muy altos, lo cual se demuestra con la respuesta satisfactoria que dieron todos los fertilizantes completos con adición de oligoelementos, por haberse logrado mayores rendimientos que con el testigo.

E. Se considera que los elementos que no están en suficiente cantidad, se debe a la topografía de la región, que es ligeramente inclinada, lo que ha provocado grandes erosiones.

F. Se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa entre los rendimientos de los tratamientos aplicados al cultivo de arveja, lo cual permitió rechazar las hipótesis planteadas.

G. Los mejores tratamientos en términos de rendimiento,

fueron 32.00 kg/ha de Nu-trex aplicado foliarmente, a los 14, 28 y 42 días después de la siembra, con éste se obtuvo un rendimiento de 4.13 Tm/ha; en segundo lugar quedó la dosis de 130.00 kg/ha de Fertimins, aplicado al suelo en una sola ocasión al momento de la siembra, con el cual se obtuvieron 4.00 Tm/ha de granos de arveja en su estado verde. Los resultados de estos dos tratamientos fueron superiores al del testigo, 130.00 kg/ha de urea más ----- 260.00 kg/ha de 15-15-15, con el cual se obtuvo un rendimiento de 2.10 Tm/ha. En porcentajes relativos los incrementos del rendimiento son 196.67 y 190.48% para el primero y segundo tratamientos en relación al testigo. Los demás tratamientos con sus rendimientos se aprecian en el Cuadro 11.

H. Los dos tratamientos superiores en cuanto a ingresos netos, fueron los mismos usados para la comparación de rendimientos, produciendo ingresos de Q1251.08/ha y ----- Q1172.62/ha, superando en Q979.42/ha y Q900.96/ha al ingreso neto del testigo.

I. Los tratamientos más rentables, fueron los mismos que produjeron los mayores ingresos netos, dados en el orden ya conocido, 112.58% y 105.13%, en comparación con el testigo que tuvo 29.22%. La rentabilidad de los demás trata

mientos puede apreciarse en el Cuadro 14.

J. Es importante realizar nuevas investigaciones con este tipo de fertilizantes, en la región de Santa Lucía Milpas Altas, para darle más validez a los resultados de la presente investigación, en este cultivo.

## BIBLIOGRAFIA

1. ALIMENTOS KERN DE GUATEMALA. Archivo de arveja. 1979-1981.
2. BELTRANENA, O., R. Evaluación de densidades de --- siembra con adición suplementaria en arveja china (Pisum sativum L.). Tesis. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala, 1977. 29 p.
3. CASSERES, E. Producción de hortalizas. Lima, IICA, 1966. 387 p.
4. CONTRERAS, P., E.A. Efecto del bio-estimulante Ergostím (ácido fólico más cisteína) en el cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mills) --- con dos niveles de fertilización. Tesis. Facultad de Ciencias y Humanidades. Departamento de Ciencias Agrícolas. Universidad del Valle de Guatemala, 1983. 42 p.
5. EDMOND, J. B., T. L. SENN Y F. S. ANDREWS. Principios de horticultura. Trad. de la 3 ed. inglesa por Federico Garza Flores. 5 ed. México. Continental, S. A., 1976. 575 p.
6. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOGRAFIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Registros climáticos. Tip. Echeverría.
7. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA Y CAPACITACION AGRICOLA. Muestreo de suelos e interpretación de análisis. Mimeógrafo.
8. GUDIEL, V. M. Manual agrícola Superb. Guatemala. Superb, 1979-1980. 291 p.
9. HUMES Y SECRET. Producción comercial de cebollas y guisantes. Trad. del inglés por Luis Heras Co

- bo. España. Acribia, 1971. 175 p.
10. INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTROAMERICA Y PANAMA. Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina. Guatemala, 1961. 160 p.
  11. LITTLE, T. M. Y F. J. HILLS. Métodos estadísticos para la investigación agrícola. Trad. de la 2ed. inglesa por Anatolio de Paula Crespo. 3 ed. México, Trillas, 1981. 270 p.
  12. MARTIN, J. H. AND LOENARD, W. H. Principles of -- field crop production. 7 ed. New York. The Macmillan Company, 1955. 1176 p.
  13. REYES CASTAÑEDA, P. Diseño de experimentos aplica dos. 2 ed. México, Trillas, 1981. 344 p.
  14. SIMONS, C. S., J. M. TARANO Y J. H. PINTO. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Guatemala, José de Pi neda Ibarra, 1959. 1000 p.
  15. STOLLER CHEMICAL COMPANY. Poud and plant nutrien ts removed by various crops. (cartel). Texas.
  16. STOLLER CHEMICAL COMPANY. Product manual and nu-- trient deficiency guide. Texas, 35 p.
  17. SUAREZ, F. Conservación de suelos. San José, --- IICA, 1979. 315 p.
  18. TAMARO, D. Manual de horticultura. Trad. del i- taliano por Arturo Caballero. 6 ed. Barcelo-- na, Gustavo Gili, S. A., 1966 - 1968. 450 p.