

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS  
SUPERIORES DE MONTERREY

DIVISION DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y MARITIMAS

COMPARACION DE DIFERENTES DOSIS DE UN  
FERTILIZANTE NITROGENADO Y UN FOS-  
FORICO EN ALMACIGOS DE TOMATE  
(*Lycopersicon esculentum*, Mill.) LINEA-24  
EN EL INVERNADERO DEL  
I.T.E.S.M EN MONTERREY,  
N. L.

TESIS

EDUARDO ORTEGA ARGILAGA

1981



TL

SB349

.07

c.1



1080110982

T L  
SB 349  
.07



INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

DIVISION DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y MARITIMAS

COMPARACION DE DIFERENTES DOSIS DE UN FERTILIZANTE  
NITROGENADO Y UN FOSFORICO EN ALMACIGOS DE TOMATE  
(Lycopersicon esculentum, Mill) LINEA-24 EN EL  
INVERNADERO DEL I.T.E.S.M. EN MONTERREY, N.L.

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRONOMO EN PRODUCCION AGROPECUARIA

P O R

EDUARDO ORTEGA ARGILAGA

1981

Con Gratitud y Cariño

a mis Padres

Dn. Amancio Ortega Méndez

Dña. Guadalupe Argilaga Martínez

A mis Hermanos

Martha Guadalupe

José Amancio

Myrna Patricia

Elsa María

A mis Parientes y

Amigos

Al Ing. Salvador Saldaña Muñoz  
Por su desinteresada ayuda

Mi mas sincero agradecimiento al  
Dr. Isaías Flores Reyes Ph.D.  
Por su cooperación en la realización  
del presente trabajo

A los Ingenieros:

Manuel Amaro  
Sergio Blanco  
Guadalupe Martínez  
Jorge Pantoja

Por su inapreciable amistad



## INDICE

	Página
INTRODUCCION .....	1
LITERATURA REVISADA .....	3
Los Nutrientes del Suelo .....	3
1.- El Nitrógeno .....	3
a) Influencia del nitrógeno en el suelo ...	3
b) Su influencia en la planta y requerimien <u>to</u> s de nitrógeno por la planta .....	4
c) Factores que intervienen en el aprovecha <u>mi</u> ento del nitrógeno .....	5
d) Formas de aplicación del nitrógeno .....	6
2.- El Fósforo .....	7
a) Influencia del fósforo en el suelo .....	7
b) Su influencia en la planta y requerimien <u>to</u> s de fósforo por la planta .....	8
c) Factores que intervienen en el aprovecha <u>mi</u> ento del fósforo .....	9
d) Formas de aplicación del fósforo .....	10
Los Fertilizantes .....	11
1.- Fuentes de nitrógeno y fósforo .....	11
2.- Dosis de nitrógeno y fósforo recomendadas .	14
3.- Acción conjunta de los fertilizantes nitro-	

	Página
genados y fosforados .....	15
Análisis Foliareos .....	16
MATERIALES Y METODOS .....	18
RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSION .....	23
Resultados del Primer Experimento .....	23
1.- Peso seco por planta .....	23
2.- Peso verde por planta .....	26
3.- Altura de primera hoja verdadera por planta	30
4.- Altura total por planta .....	33
5.- Contenido de nitrógeno total en la planta - (%) .....	36
6.- Contenido de fósforo total en la planta (%)	36
Resultados del Segundo Experimento .....	40
1.- Peso seco por planta .....	40
2.- Peso verde por planta .....	41
3.- Altura de primera hoja verdadera por planta	42
4.- Altura total por planta .....	42
5.- Contenido de nitrógeno total en la planta - (%) .....	43

6.- Contenido de fósforo total en la planta (%)	43
CONCLUSIONES .....	48
RESUMEN .....	50
BIBLIOGRAFIA .....	52
APENDICE .....	58



## INDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1	Nombre y origen de los progenitores de la Línea-24 de tomate usada en los dos experimentos .....	18
2	Análisis de fertilidad de la mezcla utilizada, anterior a los dos experimentos (elementos mayores). En kg/ha .....	19
3	Análisis de varianza para evaluar el peso seco en grs/plántula de tomate a los 60 días de edad con 2 niveles de fertilización nitrogenada, 3 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto en el invernadero del ITESM, Otoño-Invierno de 1979 .....	24
4	Prueba de Duncan a un nivel de significancia de 5% para el caracter peso seco en grs/plántula, con 2 niveles de fertilización nitrogenada, 3 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto. En el invernadero del ITESM. Otoño-invierno de 1979 .....	25
5	% Relativo de los $\bar{x}$ obtenidos/plántula de tomate para todos los caracteres estudiados. -	

	1er. Experimento .....	27
6	Análisis de varianza para evaluar el peso verde en grs/plántula de tomate a los 60 días de edad con 2 niveles de fertilización nitrogenada, 3 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto en el invernadero del ITESM. Otoño-Invierno de 1979 .....	28
7	Prueba de Duncan a un nivel de significancia - de 5% para el caracter peso seco en grs/plántula, con 2 niveles de fertilización nitrogenada, 3 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto. En el invernadero del ITESM. - Otoño-Invierno de 1979 .....	29
8	Análisis de varianza para evaluar la altura de primera hoja verdadera en cms/plántula de tomate a los 45 días de edad con 2 niveles de fertilización nitrogenada, 3 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto en el invernadero del ITESM. Otoño-Invierno de 1979 ..	31
9	Prueba de Duncan a un nivel de significancia - de 5% para el caracter altura de primera hoja	

	verdadera en cms/plántula, con 2 niveles de fertilización nitrogenada, 3 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto. En el invernadero del ITESM. Otoño-Invierno de 1979 .....	32
10	Análisis de varianza para evaluar la altura total en cms/plántula de tomate a los 45 días de edad con 2 niveles de fertilización nitrogenada, 3 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto en el invernadero del ITESM. Otoño-Invierno de 1979 .....	34
11	Prueba de Duncan a un nivel de significancia de 5% para el caracter altura total por planta en cms, con 2 niveles de fertilización nitrogenada, 3 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto. En el invernadero del ITESM. Otoño-Invierno de 1979 .....	35
12	Análisis de varianza para evaluar el % de nitrógeno total promedio/plántula de tomate a los 60 días de edad con 2 niveles de fertilización nitrogenada, 3 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto en el invernadero del	



	ITESM. Otoño-Invierno de 1979 .....	37
13	Análisis de varianza para evaluar el % de fósforo total promedio/plántula de tomate a los 60 días de edad con 2 niveles de fertilización <u>n</u> itrogenada, 3 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto en el invernadero del ITESM. Otoño-Invierno de 1979 .....	38
14	Prueba de Duncan a un nivel de significancia de 5% para el caracter % de fósforo total promedio/plántula de tomate a los 60 días de edad con 2 niveles de fertilización nitrogenada, 3 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto. En el invernadero del ITESM. <u>O</u> toño-Invierno de 1979 .....	39
15	Análisis de varianza para evaluar el peso seco en grs/plántula de tomate a los 45 días de edad con 3 niveles de fertilización nitrogenada, 4 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto en el invernadero del ITESM. Primavera de 1980 .....	41
16	Análisis de varianza para evaluar el peso ver-	

	de en grs/plántula de tomate a los 45 días de edad, con 3 niveles de fertilización nitrogenada, 4 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto en el invernadero del ITESM. Primavera de 1980 .....	41
17	Análisis de varianza para evaluar la altura - de primera hoja verdadera en cms/plántula de tomate a los 45 días de edad, con 3 niveles - de fertilización nitrogenada, 4 niveles de - fertilización fosfórica y un testigo absoluto en el invernadero del ITESM. Primavera de - 1980 .....	42
18	Análisis de varianza para evaluar la altura - total en cms/plántula de tomate a los 45 días de edad, con 3 niveles de fertilización nitro <u>g</u> enada, 4 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto. Primavera de 1980 ...	42
19	Análisis de varianza para evaluar el % de ni <u>tró</u> geno total/plántula de tomate a los 45 días de edad, con 3 niveles de fertilización nitro <u>g</u> enada, 4 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto en el invernadero del -	

	ITESM. Primavera de 1980 .....	43
20	Análisis de varianza para evaluar el % de fósforo total/plántula de tomate a los 45 días de edad con 3 niveles de fertilización nitrogenada, 4 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto en el invernadero del ITESM. Primavera de 1980 .....	45
21	Prueba de Duncan a un nivel de significancia de 5% para el caracter % de fósforo total promedio/plántula de tomate a los 45 días de edad, con 3 niveles de fertilización nitrogenada, 4 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto. En el invernadero del ITESM. Primavera de 1980 .....	47
22	Peso verde en grs/plántula de tomate a los 60 días de edad para cada uno de los tratamientos utilizados en el invernadero del ITESM. Otoño-Invierno de 1979. 1er. Experimento .....	75
23	Peso seco en grs/plántula de tomate a los 60 días de edad para cada uno de los tratamientos utilizados en el invernadero del ITESM. Otoño-	

	Invierno de 1979. 1er. Experimento .....	75
24	Altura de primera hoja verdadera en cms/plántula de tomate con 45 días de edad para cada uno de los tratamientos utilizados en el invernadero del ITESM. Otoño-Invierno de 1979. 1er. - Experimento .....	76
25	Altura total en cms/plántula de tomate con 45 días de edad para cada uno de los tratamientos utilizados en el invernadero del ITESM. Otoño -Invierno de 1979. 1er. Experimento .....	76
26	% de fósforo total/plántula de tomate con 60 - días de edad para cada uno de los tratamientos utilizados en el invernadero del ITESM. Otoño -Invierno de 1979. 1er. Experimento .....	77
27	% de nitrógeno total/plántula de tomate con 60 días de edad para cada uno de los tratamientos utilizados en el invernadero del ITESM. Otoño -Invierno de 1979. 1er. Experimento .....	77
28	Peso seco en grs/plántula de tomate a los 45 - días de edad para cada uno de los tratamientos utilizados en el invernadero del ITESM. Prima	

Tabla		Página
	vera de 1980. 2do. Experimento .....	78
29	Peso verde en grs/plántula de tomate a los 45 días de edad para cada uno de los tratamientos utilizados en el invernadero del ITESM. Primavera de 1980. 2do. Experimento .....	79
30	Altura total en cms/plántula de tomate a los 45 días de edad para cada uno de los tratamientos utilizados en el invernadero del ITESM. Primavera de 1980. 2do. Experimento .....	80
31	Altura de primera hoja verdadera en cms/plántula de tomate a los 45 días de edad para cada uno de los tratamientos utilizados en el invernadero del ITESM. Primavera de 1980. 2do. Experimento .....	81
32	% de fósforo total/plántula de tomate con 45 días de edad para cada uno de los tratamientos utilizados en el invernadero del ITESM. Primavera de 1980. 2do. Experimento .....	82
33	% de nitrógeno total/plántula de tomate con 45 días de edad para cada uno de los tratamientos	

utilizados en el invernadero del ITESM. Pri- mavera de 1980. 2do. Experimento .....	83
--	----

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Dosis utilizadas en el primer experimento con una distribución completamente al azar y arreglo combinatorio en kg/ha. ....	20
2	Dosis utilizadas en el primer experimento con una distribución en bloques al azar y arreglo combinatorio en kg/ha. ....	21
3	Línea de tendencia para peso seco promedio/ plántula de tomate a los 60 días de edad, independientemente en las dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . 1er. - Experimento .....	59
4	Líneas de tendencia para peso seco promedio/ plántula de tomate a los 60 días de edad, en las dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> para cada dosis de N. 1er. Experimento .....	60
5	Líneas de tendencia para peso verde promedio/ plántula de tomate a los 60 días de edad, independientemente en las dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . 1er. Experimento .....	61
6	Líneas de tendencia para peso verde promedio/	



	plántula de tomate a los 60 días de edad, en las dosis de $P_2O_5$ para cada dosis de N. 1er. Experimento .....	62
7	Línea de tendencia para altura de primera hoja verdadera promedio/plántula de tomate a los 45 días de edad, independientemente en las dosis de $P_2O_5$ . 1er. Experimento .....	63
8	Líneas de tendencia para altura de primera hoja verdadera promedio/plántula de tomate a los 45 días de edad, en las dosis de $P_2O_5$ para cada dosis de N. 1er. Experimento .....	64
9	Línea de tendencia para altura total promedio /plántula de tomate a los 45 días de edad, independientemente en las dosis de $P_2O_5$ . 1er. Experimento .....	65
10	Líneas de tendencia para altura total promedio /plántula de tomate a los 45 días de edad, en las dosis de $P_2O_5$ para cada dosis de N. 1er. Experimento .....	66
11	Línea de tendencia para contenido de nitróge-	

	no total promedio/plántula de tomate a los 60 días de edad, independientemente en las dosis de $P_2O_5$ . 1er. Experimento .....	67
12	Líneas de tendencia para contenido de nitrógeno total promedio/plántula de tomate a los 60 días de edad, en las dosis de $P_2O_5$ para cada dosis de N. 1er. Experimento .....	68
13	Línea de tendencia para contenido de fósforo total promedio/plántula de tomate a los 60 - días de edad, independientemente en las dosis de $P_2O_5$ . 1er. Experimento .....	69
14	Líneas de tendencia para contenido de fósforo total promedio/plántula de tomate a los 60 - días de edad, en las dosis de $P_2O_5$ para cada dosis de N. 1er. Experimento .....	70
15	Línea de tendencia para contenido de fósforo total promedio/plántula de tomate a los 45 - días de edad, independientemente en las dosis de $P_2O_5$ . 2do. Experimento .....	71
16	Líneas de tendencia para contenido de fósforo	

	total promedio/plántula de tomate a los 45 - días de edad, en las dosis de $P_2O_5$ para cada dosis de N. 2do. Experimento .....	72
17	Línea de tendencia para contenido de fósforo total promedio/plántula de tomate a los 45 - días de edad, independientemente en las dosis de N. 2do. Experimento .....	73
18	Líneas de tendencia para contenido de fósforo total promedio/plántula de tomate a los 45 - días de edad, en las dosis de N, para cada do sis de P. 2do. Experimento .....	74

## INTRODUCCION

Se ha dicho que el nivel económico de un país se mide de acuerdo con la cantidad y variedad de hortalizas que produce.

En la obtención de mejores cosechas, la fertilización desempeña un indiscutible papel, de ahí que nunca será demasiado el esfuerzo que se haga para realizarla de una manera más eficiente. Aún así, el determinar la cantidad exacta de fertilizantes por aplicar al suelo no es tarea fácil, ya que tanto el suelo como la planta son sistemas dinámicos y muy complejos.

El desarrollo y producción total de una planta depende en gran parte del vigor y sanidad que ésta tenga en sus primeros estados de crecimiento, es decir, una planta vigorosa trasplantada tendrá más oportunidad de sobrevivir que una débil.

Ese vigor al principio de su ciclo vegetativo, se puede conocer fácilmente de acuerdo a las características físicas y químicas como son el color, el peso, la altura, y su contenido de nutrientes. Para conocer el contenido de nutrientes en la planta basta con realizar sencillos análisis foliares de las diversas partes de la planta, de acuerdo al fin perseguido.

Los objetivos propuestos al realizar el presente estudio son:

- a) Investigar los efectos de diferentes dosis de un fertilizante nitrogenado y un fosfórico, en tomate en estado de plántula.
  
- b) Investigar los efectos sobre el contenido de nitrógeno y fósforo totales, al aplicar e incrementar las dosis de los fertilizantes, mediante análisis foliares de las plántulas.

## LITERATURA REVISADA

El cultivo del tomate es considerado como la hortaliza de mayor importancia en México y muchos otros países debido al alto valor vitamínico del fruto y sus diversos subproductos que hacen muy favorecida su demanda. (26)

### Los Nutrientes del Suelo.-

1.- El Nitrógeno.- El nitrógeno, el elemento de mayor absorción, es junto con el carbono, el hidrógeno y el oxígeno un constituyente de tipo alimenticio que forma parte de aminoácidos, proteínas y muchos otros compuestos esenciales para la planta. El nitrógeno es el elemento principal del protoplasma. (26)

a) Influencia del nitrógeno en el suelo: el nitrógeno es uno de los elementos de mayor importancia en la fertilidad del suelo y depende considerablemente de las condiciones climáticas, tanto en la forma que se usa como de la forma en que aparece. (29)

El nitrógeno es absorbido por la planta, principalmente en forma de nitrato, pero la planta puede igualmente aprovechar los iones de amonio que provienen en gran parte de fertilizantes nitrogenados, y liberados de compuestos orgánicos. (29,32)

El nitrógeno que es absorbido por el cultivo es repuesto por los desechos de las plantas y animales, es fijado de los tratamientos en hasta 11 kg/ha en el terreno, y también por agregación de fertilizantes inorgánicos al suelo. (37)

b) Su influencia en la planta y requerimientos de nitrógeno por la planta: el nitrógeno promueve un rápido crecimiento y un desarrollo más marcado de tallos y follaje verde oscuro, pero esto no puede efectuarse sin el balance adecuado de los otros elementos nutrientes. (20)

El crecimiento retardado unido a una coloración amarillenta de las hojas son síntomas de falta de nitrógeno en las plantas, por lo que una nitrogenación continua suplementaria es esencial para la producción de vegetales. (34)

Popouskaja, citado por Rodríguez (25) confirma que la falta de nitrógeno en el suelo reduce el crecimiento de las plantas.

Wilcox y Langstrom, citados por Ibarra (12) nos dicen que en el tomate de trasplante, el nitrógeno, es el elemento más importante seguido por el fósforo.

En estudios sobre las necesidades de nutrientes en diferentes estados de desarrollo de las plantas se ha descubierto



que en las primeras fases del desarrollo del tomate se requiere una mayor proporción de nitrógeno que otros elementos. (12)

Morsi (21), utilizando 3 diferentes dosis de fertilizantes nitrogenados y fosforados en tomate afirma que el nitrógeno produce un aumento en el peso seco de la planta.

Lingle (17), trabajando con diferentes fuentes de fertilizantes nitrógeno-fosforados en plántulas de tomate, menciona que todos incrementaron 3 veces el crecimiento medido en peso seco y verde, comparados con las no fertilizadas. El contenido total de nitrógeno y los nitratos también aumentó significativamente.

En condiciones de suelo calcáreo y alta temperatura, Rodríguez (25), al comparar en Apodaca, N.L. aplicaciones de materia orgánica en diferentes dosis de fertilizante nitrogenado afirma que 40 kg/ha de nitrógeno fue la mejor dosis encontrada por él, aunque no aumenta significativamente el peso de las plantas de tomate.

Leone y Shive (15), demuestran en sus estudios sobre tomate que solo hasta cierto punto, los contenidos de nitrógeno de plántulas eran mayores al incrementar la concentración de nitrógeno en soluciones nutritivas utilizadas.

c) Factores que intervienen en el aprovechamiento del -

nitrógeno: los factores como la luz, humedad y la temperatura influyen sobre el comportamiento del nitrógeno, lo mismo que el tipo de sal que se usa. (29)

Popoushaja, citado por Ibarra (12), menciona que si se hacen aplicaciones de nitrógeno en ausencia de agua, la producción se ve reducida.

Con la exclusión del nitrógeno de la solución mineral se logró que plántulas de tomate de 30 días de edad en condiciones de invernadero, resistieran a una prolongada oscuridad (31).

d) Formas de Aplicación del nitrógeno: es sabido que las aplicaciones foliares de fertilizantes son efectivas, pero en la generalidad de los países, se utiliza la fertilización simplemente al suelo, debido a su menor costo y a que la planta por medio de sus raíces, absorbe la mayor cantidad de nutrientes.

En el tomate se ha encontrado que la manera más eficiente de colocar el fertilizante al suelo, es en bandas, poniéndolo a un lado de la planta. (3,8,12)

La forma de fertilizante nitrogenado y el método de su aplicación no tuvo efectos en la síntesis de pigmentos plás-

ticos y el color de la planta. (33)

2.- El Fósforo.- El fósforo, junto con el nitrógeno y el potasio son los nutrientes conocidos como los elementos - mayores. En el caso particular del fósforo, es esencial por que forma los fosfatos de herosa y trioda, los ácidos nucleícos, coenzimas y transportadores de energía.

En general puede decirse que la energía ocular depende del fósforo a través del enlace P de pirofosfato interviniendo en la fotosíntesis y en la respiración. (26)

a) Influencia del fósforo en el suelo: en suelos alcalinos como los de Apodaca, N.L., la actividad del fósforo depende de algunas variables tales como: reacción del suelo; - temperatura; cantidad y tipo de arcillas presentes; concentración del calcio en el suelo; cantidad de carbono cálcico libre en el suelo. (4)

La disponibilidad máxima del fósforo ocurre cuando el pH del suelo oscila entre 5.5 u 7.0. A un pH más bajo, el fósforo es retenido por las reacciones con el fierro y el aluminio. Arriba de un pH 7.0, los iones Ca, Mg y los carbonatos de estos causan la precipitación del fósforo añadido, disminuyendo así su disponibilidad. (32)

b) Su influencia en la planta y requerimientos del fósforo por la planta: en general, la influencia del fósforo en la planta es la siguiente: actúa sobre la división celular y el crecimiento; formación de albúminas; floración y fructificación; formación de semillas; desarrollo de raíces; maduración de las cosechas, atemperando de este modo las aplicaciones reducidas de nitrógeno; evita el encamado de la planta al robustecerla; sobre la calidad de las cosechas principalmente de forrajes y hortalizas; además da cierta resistencia a enfermedades. (4)

Observando la absorción de nutrientes por el tomate a diferentes estados de desarrollo en Apodaca, N.L., se necesita aplicar grandes cantidades de fósforo debido a la baja disponibilidad de este elemento y no porque la planta requiera en sí grandes cantidades de fósforo. (23)

En experimentos para determinar la esencialidad de los elementos en tomate de siembra directa, el más importante fue el fósforo. El fósforo total absorbido fue proporcional a la cantidad aplicada. (12)

Van der Klaus (35), utilizando fertilizantes en invernadero, dice que los primeros estados de desarrollo del tomate, necesitan una cantidad relativamente mayor de  $P_2O_5$  que en los posteriores.

En la primera etapa del desarrollo de la planta de tomate la necesidad de fósforo es alta, pero la mayor cantidad de fósforo es utilizada durante la maduración de los frutos (12)

Leone y Shive (15) concluyen que el contenido de fósforo en todos los tratamientos se incrementan generalmente con un aumento en la dosis de fósforo aplicada.

Con aplicaciones foliares de 250 mg de superfosfato por planta de tomate creciendo en 3 clases de suelo sobre recipientes de barro. No se logró incrementar significativamente la actividad fotosintética, pero las plantas tratadas fueron más resistentes al marchitamiento observando diferencias en las dosis más altas.

Kosuge (13), menciona que en plántulas de tomate creciendo sobre una mezcla de suelo y hojarasca, la fertilización con superfosfato triple redujo el tiempo de trasplante en 5-10 días, comparadas con plántulas creciendo sobre suelos ordinarios.

c) Factores que intervienen en el aprovechamiento del fósforo: de la misma manera que en el nitrógeno, factores como luz, humedad y temperatura influyen sobre el comportamiento del fósforo, lo mismo que el tipo de sal que se utili

ce en la fertilización. (29)

Cuando la planta es joven, el fósforo viene funcionando como un regulador del crecimiento, siempre dependiendo de la intensidad de luz y temperatura del lugar. (12)

Lingle (18) puntualizó que la concentración de fósforo en el tejido se incrementó con la temperatura del suelo y la dosis de fósforo aplicada. Sin embargo el porcentaje de fósforo en la planta que era derivado del fertilizante bajó con el aumento de la temperatura del suelo de 12°C a 36°C y con la edad de la planta, siendo más baja a los 45 días que a los 30 días de edad.

Plántulas de tomate creciendo a elevadas temperaturas, tuvieron altas concentraciones de fósforo y otros elementos minerales en sus tejidos. El crecimiento se detuvo cuando la temperatura del suelo bajo de 12°C (17).

d) Formas de aplicación del fósforo: la eficiencia de un fertilizante fosfórico es influido por el tamaño de las partículas del fertilizante, porcentaje del fósforo soluble en agua, pH, sales del suelo y el método de colocación del fertilizante. (12)

Un fertilizante líquido y uno seco fueron comparados no

habiendo diferencias en cuanto al crecimiento de la planta y concentración de fósforo total. La concentración de fósforo fue menor sin tratamiento fertilizador. (17)

### Los Fertilizantes.-

1.- Fuentes de nitrógeno y fósforo.- El nitrógeno y el fósforo provienen de compuestos tales como fertilizantes comerciales, estiércoles, residuos vegetales y compuestos naturales, tanto orgánicos como inorgánicos, presentes en el suelo. (4)

La materia orgánica del suelo consiste en residuos de animales y plantas en diversos estados de descomposición, microbios vivos y muertos, y sustancias sintetizadas por los organismos del suelo. (36)

Los efectos que se derivan de la aplicación de materia orgánica son los que a continuación se enuncian: efecto sobre el color del suelo, marrón a negro; efecto sobre las propiedades físicas, granulación y cohesión reducidas; aumenta la capacidad de retención de agua; alta capacidad de absorción de cationes; abastecimiento y asimilación de nutrientes; fácil reemplazamiento de cationes presentes; mantiene al nitrógeno, fósforo y azufre en forma orgánica y extrae los elementos minerales por ácidos. (4)



Urrutia (34), concluye en su trabajo sobre la influencia de la materia orgánica en la efectividad del nitrógeno y fósforo, que generalmente las aplicaciones de materia orgánica mejoran la actividad de estos elementos.

La materia orgánica influencia marcadamente sobre la efectividad del sulfato de amonio, incrementando el peso seco de la planta. Dicha efectividad aumenta a medida en que las dosis de materia orgánica y nitrógeno son mayores, hasta 400 Kg/ha de N.

El sulfato de amonio contiene aproximadamente un 20.5% de nitrógeno inorgánico, cuenta además con ciertas características como son: formación de residuos ácidos propios para suelos alcalinos muy comunes en el norte y noreste del país; poco peligro de pérdidas por arrastre a capas profundas del suelo y fácil manejo. Esos residuos ácidos no son recomendables para suelos ácidos muy comunes en el sur y suroeste del país; su nitrificación es lenta. (4)

El estiércol como fertilizante es una fuente ideal de materia orgánica y por consecuencia, de nitrógeno, fósforo y otros elementos. Libera rápidamente una gran porción del nitrógeno y una parte apreciable de los nutrientes minerales en formas aprovechables para uso vegetal. En promedio, una tonelada de estiércol contiene 227 kg de materia seca y mas

o menos 12 kg de nutrientes vegetales, 4.55 kg de nitrógeno, 220 kg de  $P_2O_5$  y 4.55 kg de  $K_2O$  (16)

El superfosfato triple posee una concentración aproximada de 46% de  $P_2O_5$ . Sus características principales son que generalmente incrementa la acidez de los suelos cuando éstos son alcalinos. Sin embargo en suelos ácidos, el superfosfato tiende a reducir la acidez. Esta característica del superfosfato es probablemente debida a una rugorosa fijación del fósforo tan pronto como entra en contacto con el suelo. (4)

Se compararon diferentes fuentes de fertilizantes, incluyendo el superfosfato simple, monofosfato de amonio y metafosfato de potasio, siendo igualmente efectivos en otoño. El monofosfato fue el mejor para tiempo de verano. (15)

Datos presentados por Lingle (17) muestran diferencias pequeñas, pero distinguibles en la suministración de fósforo con las formas de fosfatos existentes. Esto es más visible cuando las plantas son aún jóvenes.

Algunas fuentes, entre otras, de nitrógeno y fósforo son las siguientes: materia orgánica, urea, nitrato de amonio, sulfato de amonio, superfosfato simple, superfosfato triple, monofosfato de amonio, fosfonitro-fosfato, metafosfato de potasio y otras.

2.- Dosis de nitrógeno y fósforo recomendadas.- Estudios realizados por Millar (20) indican que cuando el fósforo se aplica en cantidades adecuadas se obtienen plantas más vigorosas,, de mejor aspecto y se acelera la maduración de los frutos.

El crecimiento y el vigor de las plantas de tomate fue mejor cuando recibieron 444 kg/ha de  $P_2O_5$  y 5615 kg/ha de cal. El contenido de fósforo en la planta aumentó al aplicar fósforo al suelo y decreció en presencia de cal, (11)

En experimentos realizados durante 3 años, en 2 localidades, usando 2 niveles de fósforo y potasio, en presencia y ausencia de aplicación de nitrógeno, se estimuló el crecimiento vegetativo y la precosidad con las aplicaciones de fósforo. (7)

Se ha reportado que la fórmula 10-20-10 a 600 kg/ha da los mejores resultados. Estos son sólo ocasionalmente mejores cuando el nitrógeno se reporte durante el ciclo del cultivo. (1)

En estudios con monofosfato de amonio a dosis de 30, 60 y 90 kg/ha de  $P_2O_5$  combinado con nitrógeno a dosis de 50, 100 y 150 kg/ha en diferentes estaciones del año, reportaron que las dosis óptimas en otoño fueron de 68.37 kg/ha de  $P_2O_5$  y -

65 kg/ha de N, mientras que en la primavera las dosis óptimas fueron 74.94 kg/ha de  $P_2O_5$  y 134.55 kg/ha de N.

La aplicación de 100 lbs/acre de  $P_2O_5$  incrementó el crecimiento de las plantas a temperaturas de 12, 18, 24 y 30°C. Incrementando la aplicación a 200 lbs/acre se obtuvo un aumento de crecimiento, pero solo a 12°C y 30°C; el crecimiento - bajó a la temperatura de 18°C y no tuvo efecto a 24°C. (18)

Roorda (27), con invernaderos construidos en suelos pobres de nutrientes, hizo estudios sobre diferentes variedades de tomate, el aseo de suelo y dosis de fósforo, concluyendo que 20 kg/100 m<sup>2</sup> de superfosfato triple es la mejor dosis para este cultivo.

3.- Acción conjunta de los fertilizantes nitrogenados y fosforados.- Una fertilización adecuada durante el primer - período de crecimiento estimula el desarrollo de las plantas, pero un exceso alarga considerablemente el período de crecimiento vegetativo produciendo frutos tardíamente. (21)

El fósforo está de alguna manera relacionado con la asimilación de nitrógeno, debido a que el tamaño de la planta - se incrementa a todos los niveles de nitrógeno, utilizado con cada nivel de P.

Bartholomew, citado por Leone (15), presentó pruebas de

que una falta de fósforo puede incrementar la absorción de nitrógeno.

Sapetti (28) en un experimento con fósforo sobre tomate determinó que el contenido de N y K en las hojas decreció -- mientras que el fósforo aumentaba a medida de que la proporción de fósforo suplementado aumentaba.

Badawi (2), concluye que bajos contenidos N, P y K detienen el crecimiento de las plantas.

Leone y Shive (15), afirman que adicionando soluciones nutritivas de nitrógeno y fósforo a plántulas de tomate, muestran una alta habilidad para recuperar el crecimiento rápido después de una exposición severa y prolongada a condiciones comerciales de manejo.

#### Análisis Foliare.

Los métodos utilizados para determinar el contenido de nitrógeno y fósforo en plantas son indispensables para la investigación.

Estos métodos dependen del tipo de planta de la que deban efectuarse y los objetivos perseguidos.

Para el caso del nitrógeno se recomienda para cuantificar el nitrógeno total foliar, al método Kjeldahl modificado para incluir nitratos.

En cuanto al contenido total de fósforo en las plantas es aconsejable utilizar el método de acenización seca de nitrato de magnesio, método del azul de molibdeno. (9)

Pankov (22), consideró al fósforo total y el inorgánico como mejores indicadores que el fósforo orgánico a causa de su mayor concentración en la planta. La deficiencia de nitrógeno no afectó significativamente al contenido de fósforo en las hojas, hasta después de la maduración de los primeros frutos, tiempo en el cual se encontró un marcado aumento del fósforo en las hojas.

El mismo Pankov (22) experimentando con 4 niveles de fósforo y 3 de nitrógeno en tomates sobre suelos arenosos, determinó el fósforo total, el fósforo inorgánico, fosfátidos, nucleoproteínas y el fósforo orgánico soluble en diversas partes de la planta, encontrando que en todas las regiones de la planta medidas, se incrementó el contenido de fósforo al aumentarse las dosis de este elemento.

## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el invernadero del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, en Monterrey, N.L. Se sembró semilla de tomate Línea 24 (material experimental del ITESM), que tiene hábitos de crecimiento semideterminado y presenta tolerancia a nemátodos y a altas temperaturas. (Tabla 1).

TABLA 1. Nombre y origen de los progenitores de la Línea-24 de tomate, usada en los dos experimentos.

Progenitores	Origen y Características
Anahú	Alta fructificación en verano y resistencia a nemátodos.
X	
Oklahoma N-4-2-3	Híbrido de peruruanum; resistente a nemátodos.

La tierra utilizada consistió en una mezcla 50:50 de hojarasca (materia orgánica) y suelo de Apodaca, N.L., previamente pasada por un tamiz. (Tabla 2)

La siembra se hizo sobre charolas almacigueras con capacidad para 200 plántulas cada una (10x20) poniendo 2 semillas por plántula.



TABLA 2. Análisis de fertilidad de la mezcla utilizada, anterior a los 2 experimentos (elementos mayores). - En Kg/ha.

	Primer Experimento	Segundo Experimento
pH	7.40	7.40
Conductividad eléctrica	0.80 milim has/cm	0.80
Nitrógeno nítrico (NO <sub>3</sub> )	59.00	53.00
Nitrógeno amoniacal (NH <sub>4</sub> )	170.00	160.00
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	80.00	92.00
Potasio (K <sub>2</sub> O)	350.00	325.00
Calcio (CaO)	+2000.00	+2000.00

La investigación constó de 2 experimentos: el primero se realizó del 31 de Octubre al 30 de Diciembre de 1979, usándose una distribución completamente al azar con arreglo combinatorio de 7 tratamientos y 3 repeticiones. Durante ese período se regó todos los días.

Los caracteres estudiados fueron: peso seco y peso verde a los 60 días; altura de primera hoja verdadera y altura total a los 45 días. Al final se trituraron las muestras guardándose en frascos debidamente cerrados y se refrigeraron a 5°C para análisis foliares de contenidos de nitrógeno total y fósforo total practicados posteriormente.

Las dosis de fertilizantes estudiadas fueron 50 y 100 -

kg/ha de N y 50, 100 y 150 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, incluyendo todas las combinaciones entre ellos, además de un testigo absoluto 0-0-0. (Figura 1)

FIGURA 1. Dosis utilizadas en el primer experimento con una distribución completamente al azar y arreglo combinatorio, en kg/ha.

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

		0	50	100	150
N	0	0-0 1°			
	50		50-50 2°	50-100 3°	50-150 4°
	100		100-50 5°	100-100 6°	100-150 7°

El segundo experimento se efectuó del 14 de Marzo al 29 de Abril de 1980, en una distribución de bloques al azar, con 13 tratamientos y 4 repeticiones, utilizándose un arreglo combinatorio. A su vez, se tomaron los mismos datos que en el experimento anterior, pero todos ellos a los 45 días después de la siembra. Los análisis foliares del contenido total de fósforo y nitrógeno se realizaron en forma similar al primer experimento.

Los tratamientos incluyeron las dosis 100, 150 y 200 kg/

ha de  $P_2O_5$  en sus combinaciones posibles, además de un testigo absoluto 0-0-0 (Figura 2).

FIGURA 2. Dosis utilizadas en el primer experimento con una distribución en bloques al azar y arreglo combinatorio en kg/ha.

		$P_2O_5$				
		0	100	150	200	250
N	0	0-0 1°				
	100		100-100 2°	100-150 3°	100-200 4°	100-250 5°
	150		150-100 6°	150-150 7°	150-200 8°	150-250 9°
	200		200-100 10°	200-150 11°	200-200 12°	200-250 13°

Las fuentes de fertilizantes fueron: sulfato de amonio (21.21% de N) como fuente de nitrógeno y superfosfato triplo (46% de  $P_2O_5$ ) como fuente de fósforo.

#### Análisis Foliares:

Los métodos utilizados para determinar el contenido total de nitrógeno y fósforo fueron: para nitrógeno se usó el método de Kjeldhal, modificado para incluir nitratos que se basa en la conversión del nitrógeno orgánico y de nitratos en sulfato de amonio y este se destila en ácido bórico, titu

lándose en ácido sulfúrico estando utilizando como indicador al verde de bromocresol-rojo de metilo; para el fósforo se utilizó el método de acenización seca de nitrato de magnesio (método del azul de molibdeno), basado en que el material de plantas se aceniza en seco con un exceso de nitrato de magnesio para impedir pérdidas de fósforo por volatilización. Las cruces se tomaron en ácido, determinándose los fosfatos por el procedimiento de azul de molibdeno conocido.

## RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSION

Se presentan a continuación los resultados obtenidos en los dos experimentos realizados, analizándose cada uno de ellos por separado. Se incluyen tablas y figuras que muestran los diferentes caracteres estudiados.

### Resultados del Primer Experimento.-

Utilizándose una distribución completamente al azar, con un arreglo combinatorio para 2 niveles de fertilización nitrogenada, 3 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto. En el invernadero del ITESM. Otoño-Invierno de 1979. Tenemos los siguientes resultados.

1.- Peso Seco por Planta.- Por los resultados obtenidos y que se muestran en el análisis de varianza de la tabla 3, se puede deducir que la influencia de los diferentes tratamientos fue altamente significativa. Esto indicó una posible respuesta a las aplicaciones de los fertilizantes, por lo que se prosedió a realizar la comparación testigo contra tratamientos fertilizantes, encontrándose que efectivamente existe. Podemos observar que hay una influencia individual debida a las aplicaciones de cada fertilizante, no encontrándose interacción entre ellos.

El estudio de regresión independientemente en las dosis

TABLA 3. Análisis de varianza para evaluar el peso seco en gramos por plántula de tomate a los 60 días de edad con 2 niveles de fertilización nitrogenada, 3 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto en el invernadero del ITESM. Otoño-Invierno de 1979.

Causas de Variación		G.L.	C.M.	Fc
Tratamientos		6	0.00277	12.31 **
Testigo vs. tratamientos		1	0.002474	11.00 **
N		(1)	0.00344	15.29 **
50	Lineal N-1	1	0.005352	23.79 **
	Cuadrática N-1	1	0.0000862	0.38 N.S.
100	Lineal N-2	1	0.0051217	22.76 **
	Cuadrática N-2	1	0.000116	0.52 N.S.
P		(2)	0.00524	23.29 **
Lineal		1	0.01047	46.53 **
Cuadrática		1	0.0000052	0.02 N.S.
N X P (Interacción)		2	0.00011	0.49 N.S.
Error		14	0.000225	
Total		20		

C.V. = 10.89% , muy confiable

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

N.S. = No significativo

de fósforo indicó un efecto lineal positivo (aumento el peso seco).

Al estudiar la regresión en las dosis de P para cada dosis de nitrógeno en particular se encontró un efecto lineal positivo. Figuras 3 y 4.

Es decir el aumento de peso seco debido a las aplicaciones de P fue constante.

Con el fin de conocer el mejor tratamiento, se hizo la prueba de Duncan, tabla 4.

TABLA 4. Prueba de Duncan a un nivel de significancia de 5% para el caracter peso seco por plántula en grs, con 2 niveles de fertilización nitrogenada, 3 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto. En el invernadero del ITESM. Otoño-Invierno de 1979.

	Kg/ha de N y P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>						
Tratamiento	100-150	50-150	100-100	50-100	100-50	0-0	50-50
Primeros	.1877	.1559	.1508	.1326	.1292	.1111	.0962

El tratamiento N° 7 con dosis de 100-150 kg/ha de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> respectivamente fue el mejor. Los tratamientos 2 y 1 de dosis 50-50 y 0-0 kg/ha de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> siguiendo ese orden fueron de menor peso seco.

Con el porcentaje relativo, tabla 5 se ven confirmados es tos resultados.

Es obvio que al aumentar las dosis aplicadas, el peso seco promedio por planta en los primeros estados de desarrollo (0-60 días), con excepción del tratamiento N° 2 de 50-50 kg/ha de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> se incrementó.

El coeficiente de variabilidad 10.89% muestra que los datos son muy confiables.

2.- Peso Verde por Planta.- El análisis de varianza, - tabla 6, demuestra que hay una diferencia altamente significativa entre tratamientos. La diferencia indica que hay un posible efecto debido a la aplicación de fertilizantes. Al realizar la comparación testigo contra tratamientos fertilizantes se comprobó que efectivamente existe. Podemos observar que hay una influencia individual debido a las aplicaciones de cada fertilizante no encontrándose interacción entre ellos.

El estudio de regresión independientemente en las dosis de fósforo indicó un efecto lineal positivo.

Al estudiar la regresión en las dosis de P para cada do sis de nitrógeno en particular se encontró un efecto lineal



TABLA 5. % relativos de las  $\bar{x}$  obtenidos/plántula de tomate para todos los caracteres estudiados. 1er. Experimento.

Nº	Tratam.	Peso Seco	Peso Verde	Altura 1era. Hoja	Altura Total	Contenido de N	Contenido de P
1	0-0 *	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2	50-50	86.61	90.14	90.02	96.38	102.37	99.35
3	50-100	119.42	135.48	106.95	101.58	118.72	126.96
4	50-150	140.40	150.68	133.01	104.65	118.72	117.61
5	100-50	116.36	118.86	105.90	101.73	109.24	113.26
6	100-100	135.80	142.01	121.55	101.84	102.13	103.26
7	100-150	168.97	184.89	141.09	111.23	105.92	163.48

\* Tratamiento Testigo

TABLA 6. Análisis de varianza para evaluar el peso verde por plántula de tomate en gramos a los 60 días de edad con 2 niveles de fertilización nitrogenada, 3 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto, en el invernadero del ITESM. Otoño-Invierno de 1979.

Causas de Variación		G.L.	C.M.	Fc
Tratamientos		6	0.1653	8.98 **
Testigos vs Tratamientos		1	0.1577	10.20 **
N		(1)	0.1290	7.01 *
50	Líneal N-2	1	0.2931	15.93 **
	Cuadrática N-1	1	0.0242	1.32 N.S.
100	Líneal N-2	1	0.3485	18.94 **
	Cuadrática N-2	1	0.0104	0.56 N.S.
P		(2)	0.3210	17.45 **
Lineal		1	0.6403	34.80 **
Cuadrática		1	0.0014	0.08 N.S.
N X P (Interacción)		(2)	0.0170	0.92 N.S.
Error		14	0.0184	
Total		20		

V.V. = 7.80% , muy confiable

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

N.S. = No significativo.

positivo. Figuras 5 y 6. Es decir, el aumento de peso seco, debido a las aplicaciones de P, fue constante.

La prueba de Duncan tabla 7, demuestra que:

TABLA 7. Prueba de Duncan a un nivel de significancia de 5% para el caracter peso verde por plántula en grs, - con 2 niveles de fertilización nitrogenada, 3 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto. En el invernadero del ITESM. Otoño-Invierno de 1979.

	Kg/ha de N y P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>						
Tratamiento	100-150	50-150	100-100	50-100	100-50	0-0	50-50
Promedio	1.350	1.100	1.037	.989	.868	.730	.658

El tratamiento N° 7 con dosis de 100-150 kg/ha de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, fue el mejor. Los tratamientos 2, 1 y 5 con dosis de 50-50, 0-0 y 100-50 kg/ha de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, siguiendo ese orden fueron los de menor peso verde.

Con el porcentaje relativo, tabla 5 se confirman estos resultados.

Al aumentar las dosis aplicadas, con excepción de los tratamientos 2 y 5 de 50-50 y 100-50 kg/ha de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, el peso

verde por planta en los primeros estados de desarrollo (0-60 días) se incrementó.

El coeficiente de variabilidad 14.11% indicó que los datos son confiables.

3.- Altura de Primera Hoja Verdadera.- El análisis de varianza, tabla 8, demuestra que hay una diferencia altamente significativa entre tratamientos al realizar la comparación testigo contra tratamientos fertilizantes se encontró una diferencia significativa debida a la aplicación de fertilizantes. Podemos observar que hay una influencia individual debida a las aplicaciones de cada fertilizante. No se encontró interacción.

El estudio de regresión independientemente en las dosis de fósforo indicó un efecto lineal positivo.

Al estudiar la regresión en las dosis de P para cada dosis de nitrógeno en particular se encontró un efecto lineal positivo. Figuras 7 y 8.

Es decir el aumento de peso seco debido a las aplicaciones de P, fue constante.

TABLA 8. Análisis de varianza para evaluar la altura de primera hoja verdadera por plántula de tomate en cms. a los 45 días de edad con 2 niveles de fertilización nitrogenada, 3 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto, en el invernadero del ITESM. Otoño-Invierno de 1979.

Causas de Variación		G.L.	C.M.	Fc
Tratamientos		6	1.8790	12.87 **
Testigo vs Tratamientos		1	1.2760	8.74 *
N		(1)	1.3720	9.40 **
50	Lineal N-1	1	5.1152	35.04 **
	Cuadrática N-1	1	0.0774	0.53 N.S.
100	Lineal N-2	1	3.4202	23.43 **
	Cuadrática N-2	1	0.0145	0.10 N.S.
P		(2)	4.2650	29.21 **
Lineal		1	8.4504	57.88 **
Cuadrática		1	0.0793	0.54 N.S.
N X P (Interacción)		(2)	0.0490	0.34 N.S.
Error		14	0.1460	
Total		20		

C.V. = 7.79% , muy confiable

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

N.S. = No significativo

La Prueba de Duncan, tabla 9 indica que:

TABLA 9. Prueba de Duncan a un nivel de significancia de 5% para el caracter altura de primera hoja verdadera - en cms, con 2 niveles de fertilización nitrogenada, 3 niveles de fertilización fosfórica y un testigo - absoluto en el invernadero del ITESM. Otoño-Invierno de 1979.

	Kg/ha de N y P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>						
Tratamiento	100-150	50-150	100-100	50-100	100-50	0-0	50-50
Promedios	6.055	5.708	5.220	4.590	4.545	4.292	3.863

Los tratamientos N° 7 y 4 con 100-150 y 50-150 kg/ha de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> fueron los mejores. En cambio los tratamientos 2, 1 y 5 con dosis de 50-50, 0-0 y 100-50 kg/ha de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> siguiendo ese orden fueron los de más baja altura de primera hoja verdadera.

El porcentaje relativo tabla 5 confirma los resultados.

Al aumentar las dosis aplicadas con excepción de los tratamientos 2 y 5 de 50-50 y 100-50 kg/ha de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, la altura de primera hoja verdadera se incrementó.

El coeficiente de variabilidad de 7.80 indica una alta confiabilidad de datos.

4.- Altura Total por Planta.- El análisis de varianza, tabla 10, muestra una diferencia altamente significativa entre tratamientos. Al llevar a cabo la comparación testigo - contra tratamientos fertilizantes se observó una influencia altamente significativa de los tratamientos fertilizantes, sobre la altura total por planta. Los datos sugieren efectos interactivos entre las dosis de fertilizantes, es decir, la altura se incrementa al aumentar cualquiera de las dosis de los fertilizantes.

El estudio de regresión independientemente en P, tabla 10, muestra un efecto lineal positivo. Es decir el incremento de altura total debido a las aplicaciones de P, es cons--tante.

Al estudiar la regresión en las dosis de P para cada dosis de nitrógeno en particulas se encontró un efecto lineal positivo para la dosis de 50 kg/ha de N, es decir se incre--menta constantemente la altura total al aumentar las dosis - de P. Para la dosis 100 kg/ha de N se encontró un efecto - lineal y cuadrático positivo. Es decir el incremento de altura al aumentar las dosis de P no es constante para esta dosis de N.

TABLA 10. Análisis de varianza para evaluar altura total por plántula de tomate a los 45 días de edad en cms - con 2 niveles de fertilización nitrogenada, 3 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto en el invernadero del ITESM. Otoño-Invierno de 1979.

Causas de Variación		G.L.	C.M.	Fc
Tratamientos		6	1.3920	15.35 **
Testigo vs Tratamientos		1	0.4770	5.25 *
N		(1)	1.6300	17.97 **
50	Lineal N-1	1	2.2600	24.91 **
	Cuadrática N-1	1	0.0500	0.55 N.S.
100	Lineal N-2	1	2.9800	32.85 **
	Cuadrática N-2	1	0.9500	10.47 **
P		(2)	2.7450	30.26 **
	Lineal	1	5.2100	57.43 **
	Cuadrática	1	0.2800	3.08 N.S.
N X P (Interacción)		(2)	0.3750	4.13 *
Error		14	0.0907	
Total		20		

C.V. = 2.00% , muy confiable

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

N.S. = No significativo



La prueba de Duncan, tabla 11, muestra que:

TABLA 11. Prueba de Duncan a un nivel de significancia de 5% para el caracter altura total por planta en cms, con 2 niveles de fertilización nitrogenada, 3 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto. En el invernadero del ITESM. Otoño-Invierno de 1979.

	Kg/ha de N y P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>						
Tratamiento	100-150	50-150	100-100	100-50	50-100	0-0	50-50
Promedios	16.50	15.53	15.11	15.09	15.07	14.84	14.30

El mejor tratamiento fue el N° 7 con 100-150 kg/ha de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. El tratamiento 2 con 50-50 kg/ha de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> fue el que registró menor altura total.

El porcentaje relativo, tabla 5, confirma los resultados.

Al aumentar las dosis de fertilizantes con excepción del tratamiento N° 2 de 50-50 kg/ha de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, la altura total se incrementó.

El coeficiente de variabilidad de 2.00% indica que los datos son muy confiables.

5.- Contenido de Nitrógeno Total en la Planta (%).- El análisis de varianza, tabla 12, indica que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos estudiados. Concluyéndose que para el contenido de nitrógeno total en la planta - expresada en % a los 60 días de edad todos los tratamientos son iguales. No hubo interacción.

Es decir las aplicaciones conjuntas de fertilizantes ni trogenados y fosfóricos no influyen al contenido de nitrógeno en la plántula de 60 días de edad.

Aunque el % relativo, tabla 5, en los tratamientos que incluyen fertilizantes es mayor que el testigo, esta diferencia es mínima y no significativa, figuras N° 11 y 12.

El coeficiente de variabilidad de 4.90% demuestra la - gran confiabilidad de los datos.

6.- Contenido de Fósforo Total en la Planta (%).- En - el análisis de varianza, tabla 13, se encontró una diferencia significativa entre tratamientos, pero la aplicación de fertilizante nitrogenado independientemente no afectó al contenido de fósforo. Las aplicaciones del fertilizante fosfórico individualmente sí influyó sobre el contenido de fósforo total. Se observa un efecto interactivo entre las dosis de fertilizantes.

TABLA 12. Análisis de varianza para evaluar el % de nitrógeno total promedio por plántula de tomate a los 60 días de edad, con 2 niveles de fertilización nitrogenada, 3 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto en el invernadero del ITESM. Otoño-Invierno de 1979.

Causas de Variación	G.L.	C.M.	F <sub>C</sub>
Tratamientos	6	0.0362	1.91 N.S.
Testigos vs Tratamientos	1	0.0461	2.43 N.S.
N	(1)	0.0501	2.64 N.S.
50     Lineal N-1	1	0.0794	4.18 N.S.
Cuadrática N-1	1	0.0265	1.39 N.S.
P	(2)	0.0013	0.07 N.S.
Lineal	1	0.0252	1.33 N.S.
Cuadrática	1	0.0015	0.08 N.S.
N X P (Interacción)	(2)	0.0591	3.11 N.S.
Error	14	0.0189	
Total	20		

C.V. = 4.90% , muy confiable

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

N.S. = No significativo

TABLA 13. Análisis de varianza para evaluar el % de fósforo total promedio por plántula de tomate a los 60 días de edad con 2 niveles de fertilización nitrogenada, 3 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto, en el invernadero del ITESM. - Otoño-Invierno de 1979.

Causas de Variación	G.L.	C.M.	F <sub>c</sub>
Tratamientos	6	0.0036	3.23 *
Testigo vs Tratamientos	1	0.0026	2.31 N.S.
N	(1)	0.0015	1.37 N.S.
50			
Lineal N-1	1	0.0012	1.06 N.S.
Cuadrática N-1	1	0.0016	1.44 N.S.
100			
Lineal N-2	1	0.0089	7.98 *
Cuadrática N-2	1	0.0058	5.20 *
P	(2)	0.0045	4.00 *
Lineal	1	0.0083	7.42 *
Cuadrática	1	0.0007	0.58 N.S.
N X P (Interacción)	(2)	0.0043	3.84 *
Error	14	0.0011	
Total	20		

C.V. = 18.50% , confiable

\* = Significativa

\*\* = Altamente significativa

N.S. = No significativa

El estudio de la regresión independiente de P, tabla 13, indica que si se presentó tanto efecto lineal, como cuadrático positivos, es decir, hubo aumento de fósforo total en el tejido de la planta como consecuencia de la fertilización, - pero éste no fué constante.

Al estudiar la regresión en las dosis de P para cada dosis de nitrógeno en particular se encontró que no hubo efecto en la dosis de 50 kg/ha de N. Sin embargo en la dosis de 100 kg/ha de N sí se mostró, tanto efecto lineal, como cuadrático. Figuras 13 y 14.

La prueba de Duncan, tabla 14, indica que:

TABLA 14. Prueba de Duncan, a un nivel de significancia del 5% para el caracter % de fósforo total por plántula de tomate a los 60 días de edad, con 2 niveles de fertilización nitrogenada, 3 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto. En el invernadero del ITESM. Otoño-Invierno de 1979.

	Kg/ha de N y P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>						
Tratamiento	100-150	50-100	50-150	100-50	100-100	0-0	50-50
Promedios	.251	.195	.180	.174	.158	.153	.152

Los mejores tratamientos fueron de 7 y 3 con 100-150 y 50-100 kg/ha de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Las demás dosis fueron estadísticamente inferiores, e iguales entre sí.

Esto lo confirma el % relativo, tabla 5, y es similar a lo reportado por la literatura que nos dice el contenido de fósforo en el tejido se incrementa con un aumento en la dosis de fertilizante fosfórico aplicado (15,18)

#### Resultados del Segundo Experimento.-

Utilizandose una distribución en bloques al azar con un arreglo combinatorio para 3 niveles de fertilización nitrogenada, 4 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto. En el invernadero del ITESM. Primavera de 1980. Tenemos los siguientes resultados.

1.- Peso Seco por Planta.- El análisis de varianza, tabla 15, para peso seco por plántula de tomate a los 45 días de edad, bajo las condiciones de este segundo experimento indicó que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos utilizados.

TABLA 15. Análisis de varianza para evaluar el peso seco en grs/plántula de tomate a los 45 días de edad, con 3 niveles de fertilización nitrogenada, 4 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto en el invernadero del ITESM. Primavera de 1980.

Causas de Variación	G.L.	C.M.	F <sub>c</sub>
Dosis	12	0.0012617	0.72 N.S.
Bloques	3	0.0006333	0.36 N.S.
Error	36	0.0017556	
Total	51		

C.V. = 24.00%

N.S. = No significativo

El coeficiente de variabilidad igual a 24.0 indica confianza en los resultados.

2.- Peso Verde por Planta.- El análisis de varianza, tabla 16, muestra que no hayo diferencia significativa entre los tratamientos utilizados.

TABLA 16. Análisis de varianza para evaluar el peso verde en grs/plántula de tomate a los 45 días de edad, con 3 niveles de fertilización nitrogenada, 4 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto en el invernadero del ITESM. Primavera de 1980.

Causas de Variación	G.L.	C.M.	F <sub>c</sub>
Dosis	12	0.1516	0.8389 N.S.
Bloques	3	0.0293	0.1622 N.S.
Error	36	0.1803	
Total	51		

C.V. = 16.43%. Datos confiables

N.S. = No significativo

3.- Altura de Primera Hoja Verdadera por Planta.- El análisis de varianza, tabla 17, no muestra diferencia significativa entre tratamientos.

TABLA 17. Análisis de varianza para evaluar la altura de primera hoja verdadera en cms/plántula de tomate a los 45 días de edad, con 3 niveles de fertilización nitrogenada, 4 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto en el invernadero del ITESM. Primavera de 1980.

Causas de Variación	G.L.	C.M.	F <sub>c</sub>
Dosis	12	0.8128	0.922 N.S.
Bloques	3	0.9687	1.099 N.S.
Error	36	0.8813	
Total	51		

C.V. = 11.74% datos muy confiables  
 N.S. = No significativo

4.- Altura Total por Planta.- El análisis de varianza, tabla 18, no muestra diferencia significativa entre tratamientos.

TABLA 18. Análisis de varianza para evaluar la altura total en cms/plántula de tomate a los 45 días de edad, con 3 niveles de fertilización nitrogenada, 4 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto en el invernadero del ITESM. Primavera de 1980.

Causas de Variación	G.L.	C.M.	F <sub>c</sub>
Dosis	12	8.214	0.778 N.S.
Bloques	3	14.976	1.419 N.S.
Error	36	10.558	
Total	51		

C.V. = 15.29% Datos confiables  
 N.S. = No significativo



5.- Contenido de Nitrógeno Total en la Planta (%).- El análisis de varianza, tabla 19, no muestra diferencia significativa entre tratamientos.

TABLA 19. Análisis de varianza para evaluar el % de nitrógeno total promedio por plántula de tomate a los 45 días de edad, con 3 niveles de fertilización nitrogenada, 4 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto en el invernadero del ITESM. Primavera de 1980.

Causas de Variación	G.L.	C.M.	F <sub>C</sub>
Dosis	12	0.110	1.410 N.S.
Bloques	3	0.040	0.513 N.S.
Error	36	0.078	
Total	51		

C.V. = 20.32% Datos confiables

N.S. = No significativo

6.- Contenido de Fósforo Total en la Planta (%).- El análisis de varianza, tabla 20, demuestra una diferencia altamente significativa entre tratamientos. Al comparar el tratamiento testigo contra las dosis se encontró una diferencia altamente significativa que indica cierta influencia sobre el % de fósforo total en el tejido de la plántula debida a los tratamientos. Se encontró interacción altamente significativa entre los fertilizantes, o sea que el % de fósforo total

en la plántula se comporta de manera distinta a dosis diferentes. Es decir, el % de fósforo total aumenta o disminuye a dosis diferentes.

En la tabla 20, del estudio de regresión para la comparación independiente de N (nitrógeno) en P (fósforo), muestra un efecto altamente significativo, de tal manera que el efecto lineal es significativo positivo (aumenta el % de fósforo total en las dosis de 100 a 150 kg/ha de  $P_2O_5$ ); el efecto cuadrático es significativo y negativo (disminuye el % de fósforo total en las dosis de 150 a 200 kg/ha de  $P_2O_5$ ); el efecto cúbico es significativo y positivo (aumentó el % de fósforo total en las dosis de 200 a 250 kg/ha de  $P_2O_5$ ) (Figura 15). Al estudiar la regresión para las dosis de N en particular - se encontró que las dosis N-100, N-150 y N-200 tuvieron efectos lineales positivos; en las dosis N-100 y N-150 se encontró efectos cuadráticos negativos, la dosis N-200 no tuvo efecto cuadrático significativo (no hubo movimiento en el % de fósforo total); las dosis N-100 y N-200 mostraron efectos cúbicos significativos positivos, pero la dosis N-150 indicó un efecto cúbico significativo negativo (figura 16).

Al estudiar la regresión, tabla 20, en la comparación independiente P en N se muestra un efecto altamente significativo: un efecto lineal significativo positivo y un efecto cuadrático significativo negativo (figura 17). Al estudiar

TABLA 20. Análisis de varianza para evaluar el % de fósforo total promedio por plántula de tomate a los 45 días de edad con 3 niveles de fertilización nitrogenada, 4 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto en el invernadero del ITESM. Primavera de 1980.

Causas de Variación	G.L.	C.M.	F <sub>c</sub>	
Tratamiento	12	0.11	36.66	**
Testigo vs Tratamiento	1	0.1559	51.97	**
"A" N en P	(2)	0.0072	13.33	**
Lineal	1	0.0028	9.33	**
Cuadrática	1	0.0071	23.67	**
Cúbica	1	0.0357	119.00	**
N-100				
Lineal	1	0.214	71.33	**
Cuadrática	1	0.014	4.66	*
Cúbica	1	0.086	28.67	**
N-150				
Lineal	1	0.0179	59.67	**
Cuadrática	1	0.0408	136.00	**
Cúbica	1	0.0176	58.67	**
N-200				
Lineal	1	0.0088	29.33	**
Cuadrática	1	0.00001	0.03	N.S.
Cúbica	1	0.0232	77.33	**
"B" P en N	93)	0.015	50.00	**
Lineal	1	0.00287	9.57	**
Cuadrática	1	0.00421	14.53	**
P-100				
Lineal	1	0.00019	0.63	N.S.
Cuadrática	1	0.00136	4.53	*
P-150				
Lineal	1	0.00127	4.23	*
Cuadrática	1	0.00598	19.33	**
P-200				
Lineal	1	0.000015	0.05	N.S.
Cuadrática	1	0.00105	3.50	N.S.
P-250				
Lineal	1	0.0000001	0.00033	N.S.
Cuadrática	1	0.0067	22.33	**
N X P (Interacción)	6	0.010	33.33	**
Error	36	0.003		
Total	51			

N.S. = No significativo  
 C.V. = 6.67% Muy confiable

\* = Significativo  
 \*\* = Altamente significativo

la regresión para las dosis P en particular, se encontró que las dosis de P-100, P-200 y P-250 no mostraron efectos lineales significativos, mientras que la dosis P-150 sí tuvo un efecto lineal significativo positivo; las dosis P-100 y P-150 mostraron un efecto cuadrático significativo negativo, en cambio la dosis P-250 tuvo un efecto cuadrático significativo positivo (figura 18).

El mejor tratamiento fue el 7 con 150-150 kg/ha de N y  $P_2O_5$ , mostrando el mayor contenido de fósforo total en el tejido de la plántula. De la misma manera, el más bajo contenido de fósforo total lo obtuvieron las dosis 200-100, 150-250, 100-100 y la dosis 0-0. En ese orden aunque teniendo la misma significancia la pero dosis fue la testigo, observándose cierta relación con el primer experimento.

TABLA 21. Prueba de Duncan a un nivel de significancia de 5% para el caracter % de fósforo total por plántula de tomate a los 45 días de edad, con 3 niveles de fertilización nitrogenada, 4 niveles de fertilización fosfórica y un testigo absoluto en el invernadero del ITESM. Primavera 1980.

Kg/ha de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Trat.	150-150	200-250	100-250	150-200	100-150	200-200	100-200	200-100	150-250	100-100	0-0		
Prom.	.373	.309	.308	.304	.270	.260	.253	.233	.228	.225	.208	.205	.200

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del presente trabajo de investigación: se concluye que la mejor combinación de fertilizantes para el primer experimento fueron las dosis de 100-150 y 50-150 kg/ha de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, las cuales mostraron el mayor incremento en el desarrollo de la plántula de tomate, medido a través de los caracteres estudiados.

En este primer experimento las dosis menos recomendables son 50-50 y 0-0 kg/ha de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Se observó que la dosis 50-50 no incrementó el desarrollo, inclusive para algunos de los caracteres estudiados fue menor que la dosis testigo 0-0. Es muy posible que esto último sea debido a la tierra de Apodaca, N.L., utilizada en la mezcla que sirvió de suelo, confirmando así las conclusiones de Rodríguez (25) en cuanto a que las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados a dosis aproximadas a los 40 kg/ha de N no aumentan significativamente el peso de las plantas de tomate.

Se concluye pues, que para el primer experimento, el desarrollo de la planta se ve incrementado al aplicar dosis altas de fertilizantes nitrogenados y fosfóricos, no siendo así con dosis bajas.

Los tratamientos utilizados en el segundo experimento -

no fueron significativamente mejores que el testigo para incrementar el desarrollo de la plántula de tomate de acuerdo a los caracteres estudiados, a excepción del carácter contenido de fósforo total en el tejido de la plántula (%). La mejor dosis para incrementar este carácter fue 150-150 kg/ha de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, aumentando de 0.200 a 0.373% de fósforo total en el tejido con relación al testigo 0-0 que fue a su vez la dosis de menor contenido de fósforo total.

El contenido de nitrógeno total en el tejido de la planta no fue afectado significativamente en ninguno de los dos experimentos.

Una de las causas probables de la variabilidad de los resultados en uno y otro experimento son las diferentes fechas en que fueron realizados, afectando las altas temperaturas de más de 30°C a la asimilación de nutrientes por la plántula. De ahí la necesidad de seguir realizando más experimentos similares, como refuerzo a los resultados obtenidos.

## RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en los invernaderos del ITESM en Monterrey, N.L. del 31 de Octubre de 1979 al 29 de Abril de 1980.

Los objetivos fueron:

- a) Investigar los efectos de diferentes dosis de fertilizantes nitrogenados y fosfóricos evaluándolos de acuerdo al desarrollo de las plántulas.
- b) Investigar los efectos sobre el contenido de nitrógeno y fósforo totales en el tejido de las plántulas de tomate, al incrementar las dosis aplicadas de los fertilizantes, mediante análisis foliares de la planta.

Se sembró semilla de la línea-24 en charolas almacigueras sobre tierra 50:50 de hojarasca y tierra de Apodaca, N.L.

La investigación constó de dos experimentos: el primero, del 31 de Octubre al 30 de Diciembre de 1979, con una distribución completamente al azar y arreglo combinatorio; el segundo del 14 de Marzo al 29 de Abril de 1980, con una distribución en bloques al azar, con arreglo combinatorio.

Se estudió el desarrollo de la plántula por medio de los



caracteres: peso seco, peso verde, altura de primera hoja verdadera y altura total; el % de nitrógeno total y % de fósforo total se obtuvo de los análisis foliares practicados posteriormente.

En el primer experimento, el incremento de las dosis fertilizantes aumentó el desarrollo de la plántula medido a través de los caracteres estudiados, a excepción de la dosis 50-50.

Los mismos caracteres estudiados en el segundo experimento no mostraron respuesta a las aplicaciones de los fertilizantes, a excepción del carácter contenido de fósforo total, cuya mejor dosis fue 150-150 kg/ha de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

La variabilidad en los datos es muy probablemente debida a la diferencia de fechas en que fueron realizados los dos experimentos.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Adams, A.V., R.T. Brown. 1974. Plant spacing and fertilizer rates for tomatoes. Hort Abst. 44 (11): 776.
- 2.- Badawi, A.M. 1955. Effect of mineral nutrition on bud growth in tomato. Hort. Abst. 25:435.
- 3.- Baldoni, R., L. Vavazza. 1964. Inorganic fertilizing of tomatoes, with special reference to phosphates. Hort. Abst. 34:312.
- 4.- Brady, N.C. 1974. The nature and properties of soils. 8th Ed. Edit. MacMillan publishing Co. Inc. New York. U.S. A.
- 5.- Camou P., M.A. 1958. Efecto de la adición de materia orgánica en respuesta a fertilizantes en suelos calcáreos. Tesis sin publicar. ITESM. Monterrey, N.L. México.
- 6.- Cannel, G.H. et al. 1964. Yield and Composition of tomatoes in relation to soil temperatures, moisture and phosphorus levels. Hort. Abst. 34:104.
- 7.- Cantele, A. et al. 1967. Experimental studies on the

mineral fertilizing of tomatoes. Mote. Phosphorus and Potassium. Hort. Abst. 37:380.

- 8.- Cásseres, E. 1971. Producción de Hortalizas. 2da. Ed. - Edit. Herrero Hns. México. pág. 48.
- 9.- Chapman, H.D., P.L. Prott. 1976. Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas. 2da. Ed. Edit. Trillas. - México. Pag. 102-115.
- 10.- Edmon, J.B. 1978. Principios de Horticultura. 3er. Ed. - Edit. CECOSA. México.
- 11.- Hortenstine, C.C., R.E. Stall. 1964. The effecto of Ca and P fertilization on yield and quality on manapal - tomatoes grown virgin immokalee fine soil. Hort. Abst. 34-312.
- 12.- Ibarra, R.V. 1962. Influencia de la fertilización y adición de materia orgánica en el desarrollo y producción del tomate (Lycopersicum esculentum, Bailey). Tesis - sin publicar. ITESM. Monterrey, N.L. México.
- 13.- Kosuge, M. 1972. Studies on the use of rise husks in the vegetable nursery. Bulletin of the fukui agricultural experimental station. 9:41-59.

- 14.- Lawton, K.C. et al. 1956. Influence of particule size -  
water solubility and placement of fertilizers on the  
nutrient value of phosphorus in mixed fertilizers. -  
Soil science 82:465.
- 15.- Leone, I.A., U. Shive. 1949. Effect on variations in N -  
and P nutrition on renewal of growth in trasplanted  
tomato seedling. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 49:237.
- 16.- Lepusku, S. Ya, P.O. Forzam. 1973. The content and state  
of pigment in tomato leaves in relation to mineral -  
nutrition and water regime. Hort. Abst. 43(1): 254.
- 17.- Lingle, V. 1960. The effect of source of phosphorus on -  
the growth and phosphorus uptake of tomato seedlings.  
Amer. Soc. Hort. Sci. 76:495-502.
- 18.- Lingle, V. 1960. Growth and phosphorus uptake by tomato  
seedlings as influenced by soil temperature, aplication  
rate and water solubility of applied phosphows. 7th.  
Intern. Congress of soil sci. Madison Wis. U.S.A. IV.  
78. Vol. III. pags. 618-624.
- 19.- Macías, F.I. 1976. Efecto de la aplicación de materia -  
orgánica y fertilización fosfórica en la producción -  
de tomate (Lycopersicum esculentum, Bailey) en los -

suelos calcáreos de Apodaca, N.L. Tesis sin publicar.  
ITESM. Monterrey, N.L. México.

- 20.- Millar, Ch. E. 1978. Fundamentals of soil science. Ed.  
Edit. John Wiley and Sons Inc. New York . U.S.A.
- 21.- Moursi, M.A. 1957. Physiological Ontogeny in Tomatoes and  
its relation to cultural procedures. Growth analysis  
of tomatoes in relation to nitrogen. Hort. Abst. 29 -  
(1): 102.
- 22.- Pankov, V.V. 1963. Leaf diagnosis of phosphate requirement  
ts of tomato plants. Hort. Abst. 33:740.
- 23.- Portillo V, R.D. 1962, Influencia en la fertilización nitr  
rogenada-fosfórica sobre el desarrollo del tomate -  
(Lycopersicum esculentum, Bailey), en suelos calcáreos.  
Tesis sin publicar. ITESM. Monterrey, N.L. México.
- 24.- Reyes, C. Pedro. 1978. Diseño de experimentos agrícolas.  
1er. Ed. Edit. Trillas. México.
- 25.- Rodríguez, L.F. 1976. "Efectos de la aplicación de mater  
ia orgánica y fertilización nitrogenada en la producci  
ción de tomate (Lycopersicon esculentum, Mill) Línea-  
24, en Apodaca, N.L. Tesis sin publicar. ITESM. Montere

rrey, N.L. México.

- 26.- Rojas G., Manue. 1979. "Fisiología Vegetal Aplicada". 2da. Ed. Edit. Mc Graw-Hill. México. Pág. 89-113.
- 27.- Roorda, V., V. et. al. 1973. Fertilization of tomatoes - with phosphate. Hort. Abst. 43:925.
- 28.- Sapetti, C. 1958. "Edistribution of phosphorus in plants". Hort. Abst. 30:106.
- 29.- Shamanaesco, T.N. 1973. Effect of mineral nutrition on - resistence of plants to prolonged darknwss. Hort. Abst. 43(8): 53-56.
- 30.- Sharma, C.B., H.S. Mann. 1973. Relative response of phos<sub>u</sub>phatic fertilizer at varying of nitrogen an phosphorus in tomato. Hort. Abst. 43:849.
- 31.- Sprague, B.H. 1964. Hunger signs in crops. 3th.Ed. Edit. David Mckay Co. Inc. Det weller, Inc. Washington, D.C. U.S.A. Pag. 245-248.
- 32.- Tamaro, D. 1974. Manual de horticultura. 7a. Ed. Edit. - Gustavo Gili. Barcelona, España. pag. 26.

- 33.- Tanew, S., V. Krisper. 1974. The effect of the form of - nitrogen on the growth on yield of a greenhouse tomato cultivar. Hort. Abst. 44:57-84.
- 34.- Urrutia, C.G. 1958. Influencia de la materia orgánica en el desarrollo de Phoseolus lunatus Var. macrocarpus y sobre la efectividad del sulfato de amonio y superfosfato en un suelo calcáreo. Tesis sin publicar. ITESM. Monterrey, N.L. México.
- 35.- Van der Klaes, L.V. 1953. Fertilizer treatment of tomatoes in glasshouses. Hort. Abst. 23:122.
- 36.- Vargas, C.S. 1974. Efecto de la temperatura y distancia de plantación en el pegamento de fruto en tomate (Lycopersicon esculentum, Mill), en Apodaca, N.L. Tesis sin publicar. ITESM. Monterrey, N.L. México.
- 37.- Wrigley, G. 1969. Agricultura tropical. El desarrollo de la producción. 1er. Ed. CECSA, México. pág. 30.

A P E N D I C E



FIGURA 3. Línea de tendencia para peso seco promedio/plántula de tomate a los 60 días de edad, independientemente en las dosis de  $P_2O_5$ . 1er. Experimento.

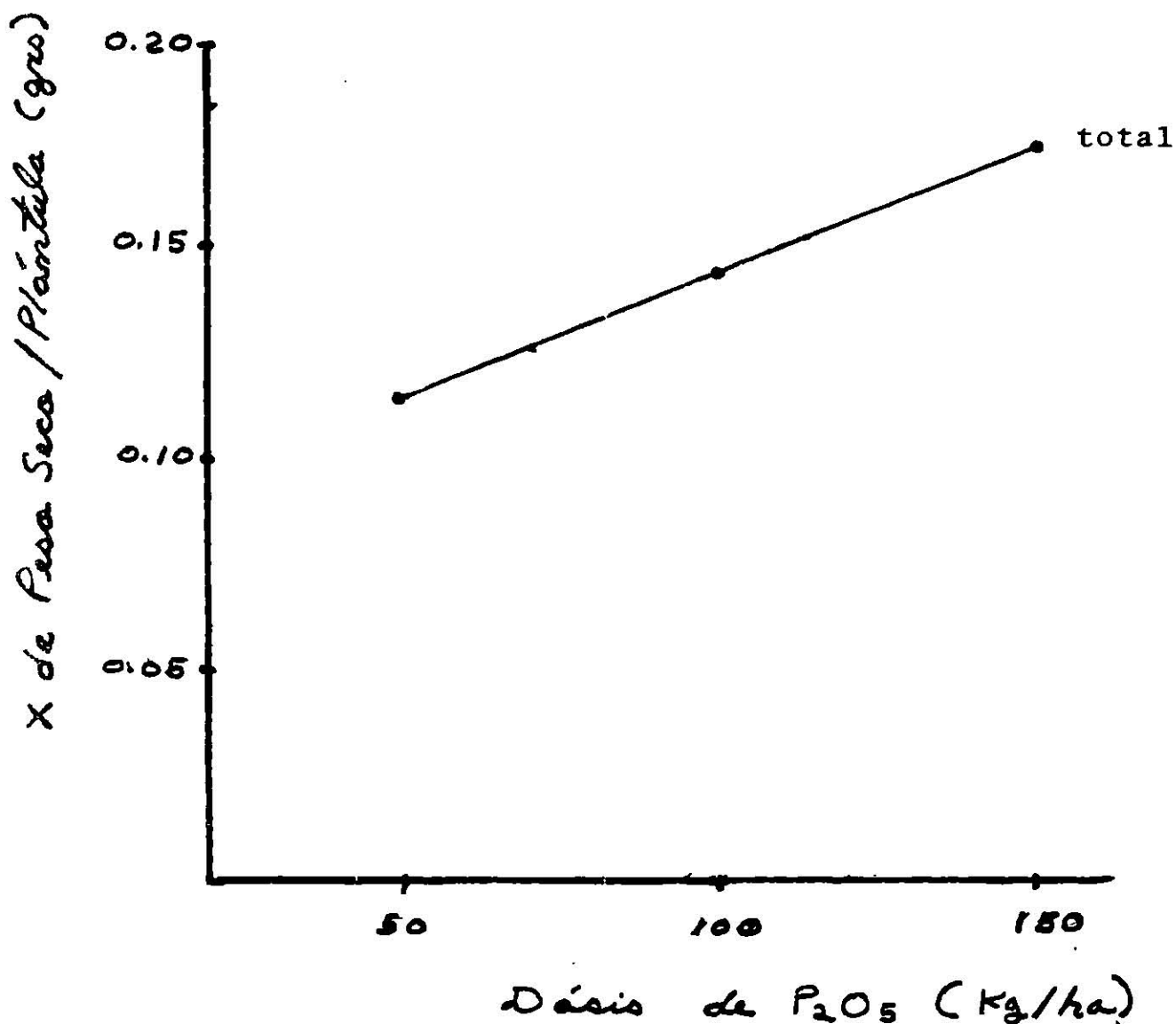


FIGURA 4. Líneas de tendencia para peso seco promedio/plántula de tomate a los 60 días de edad, en las dosis de  $P_2O_5$  para cada dosis de N. 1er. Experimento.

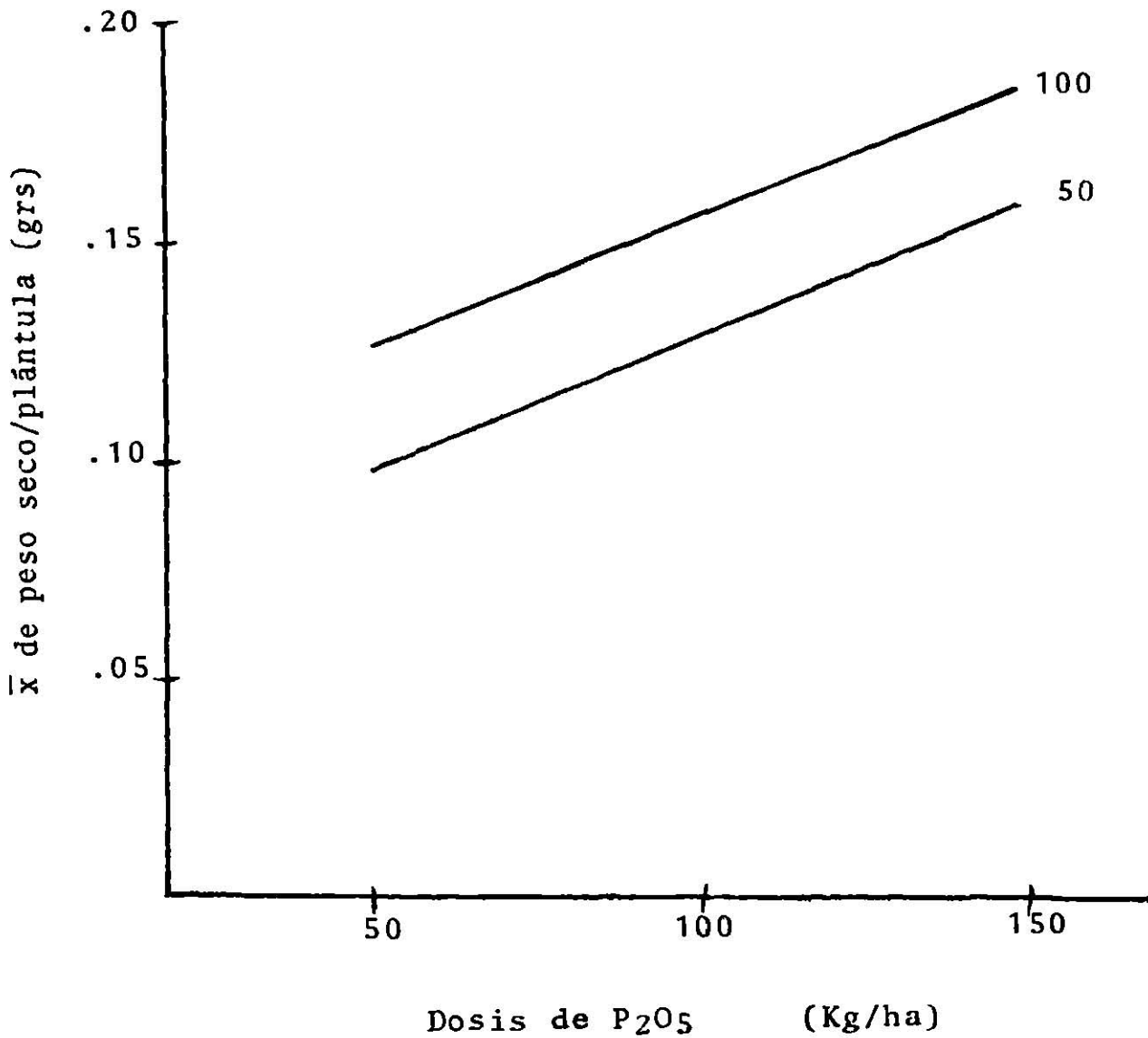


FIGURA 5. Línea de tendencia para peso verde promedio/plántula de tomate a los 60 días de edad, independientemente en las dosis de  $P_2O_5$ . 1er. Experimento.

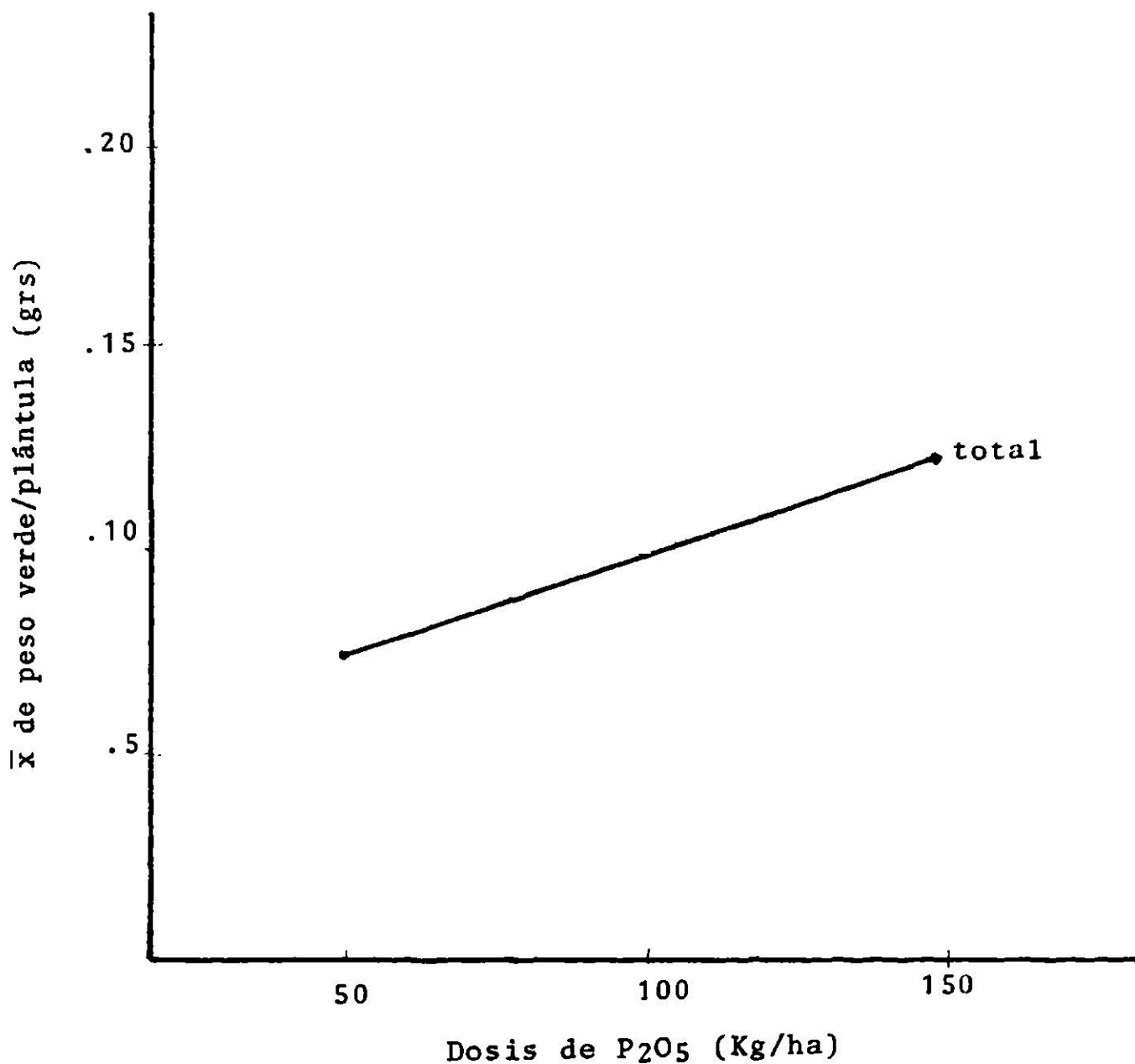


FIGURA 6. Líneas de tendencia para peso verde promedio/plántula de tomate a los 60 días de edad, en las dosis de  $P_2O_5$  para cada dosis de N. 1er. Experimento.

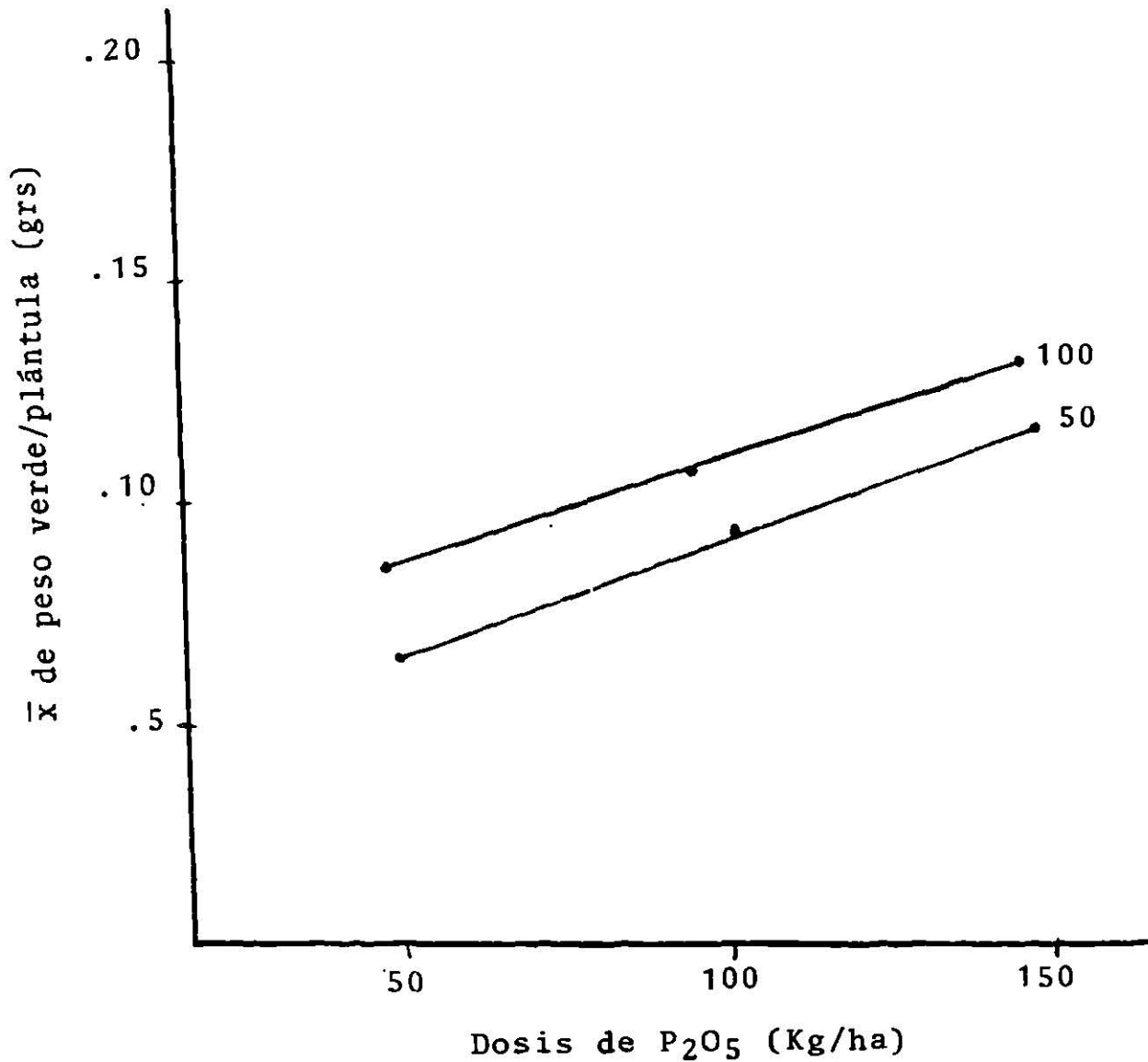


FIGURA 7. Línea de tendencia para altura de primera hoja verdadera promedio/plántula de tomate a los 45 días de edad, independientemente en las dosis de  $P_2O_5$ . 1er. Experimento.

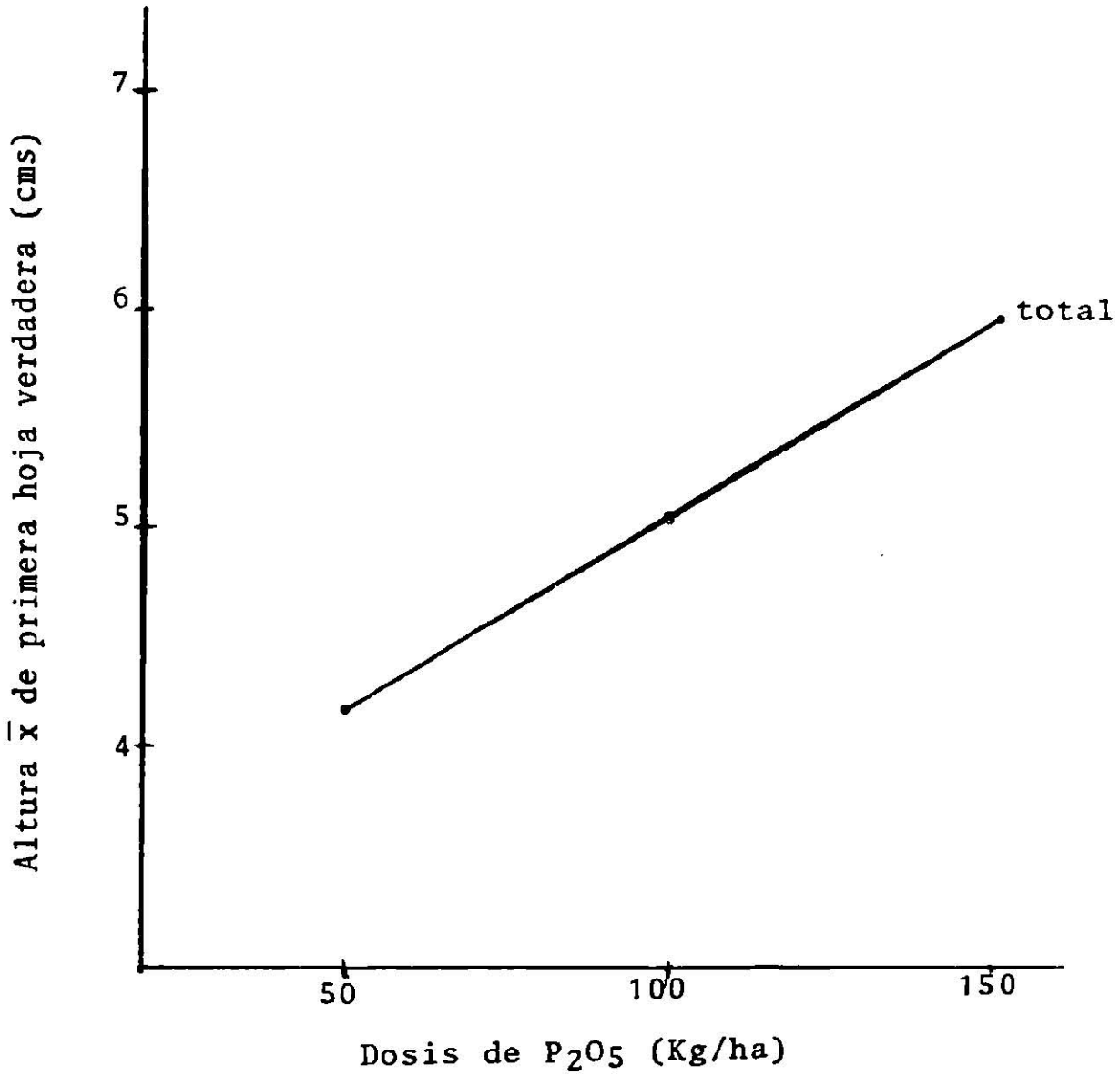


FIGURA 8. Líneas de tendencia para altura de primera hoja verdadera promedio/plántula de tomate a los 45 días de edad, en las dosis de  $P_2O_5$  para cada dosis de N. 1er. Experimento.

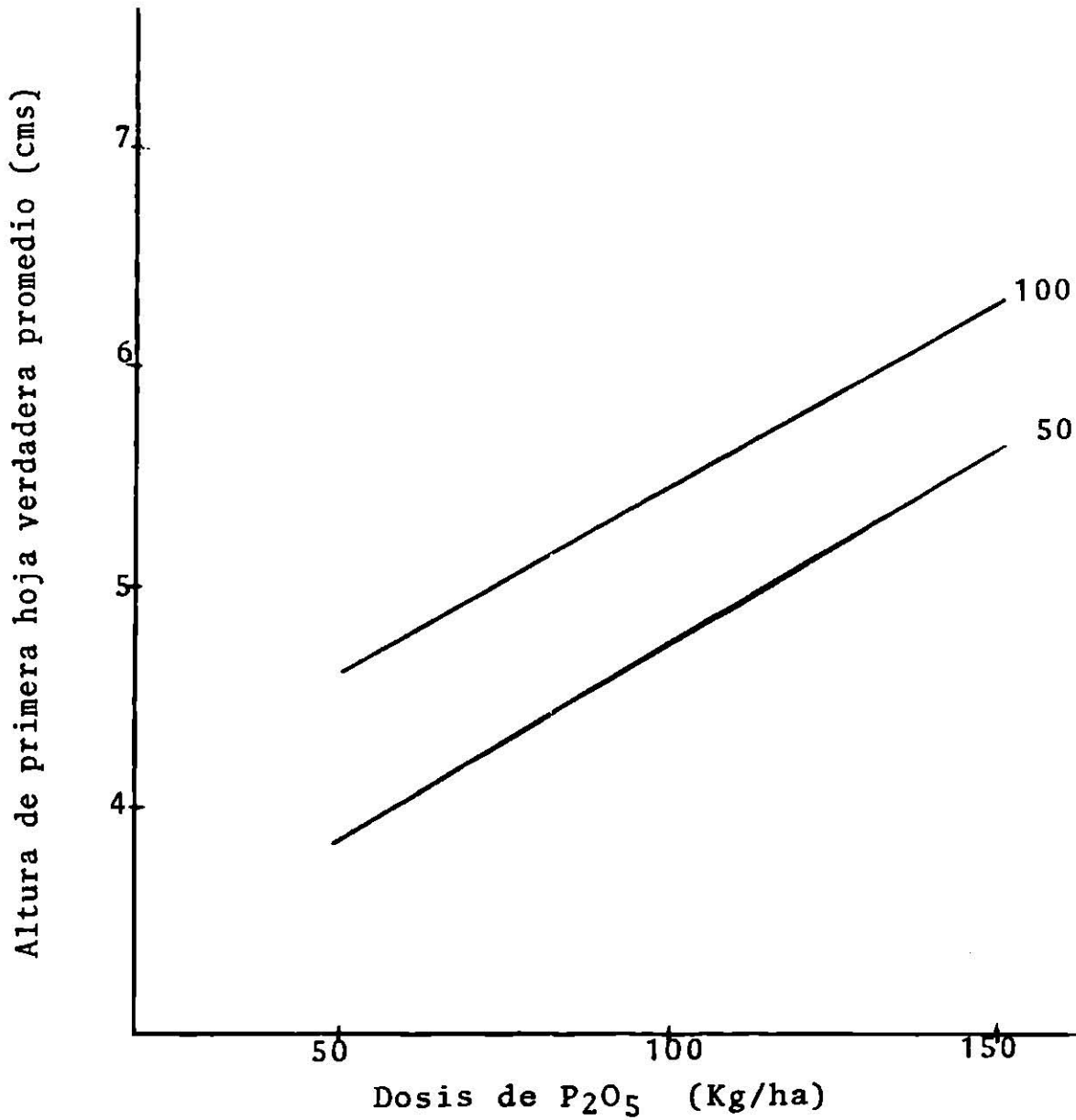


FIGURA 9. Línea de tendencia para altura total promedio/plántula de tomate a los 45 días de edad, independientemente en las dosis de  $P_2O_5$ . 1er. Experimento.

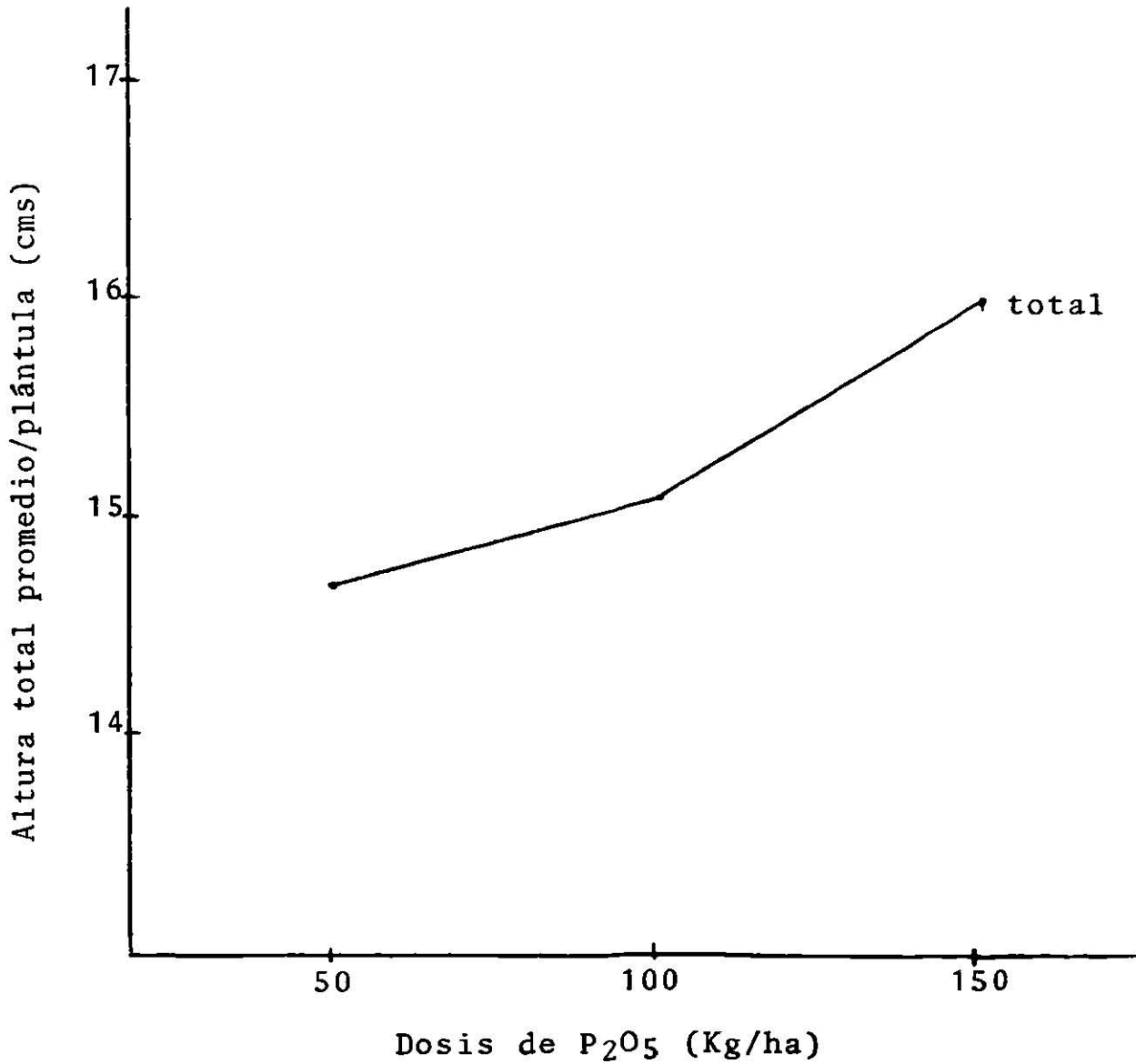


FIGURA 10. Líneas de tendencia para altura total promedio/plántula de tomate a los 45 días de edad, en las dosis de  $P_2O_5$  para cada dosis de N. 1er. Experimento.

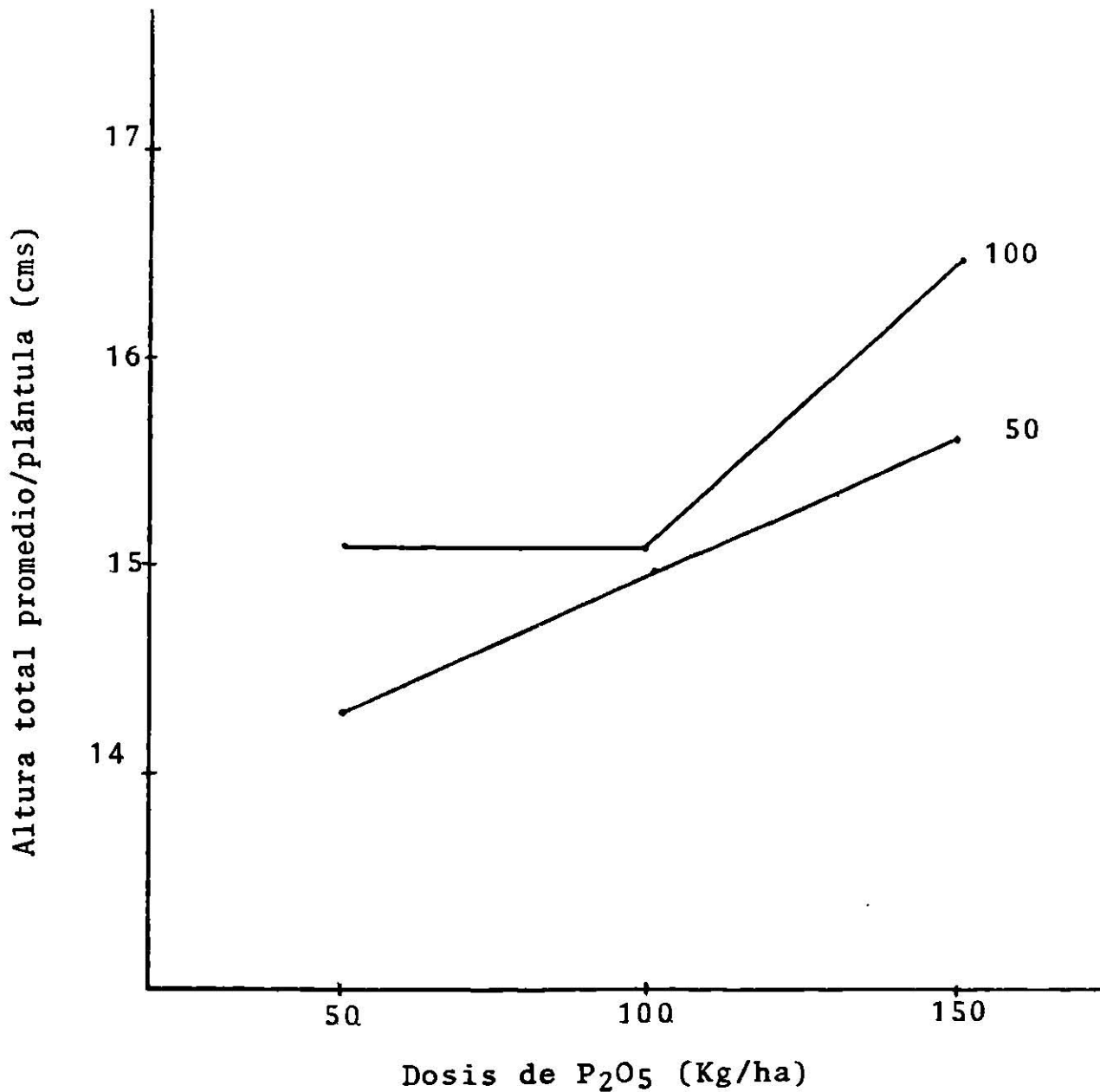




FIGURA 11. Línea de tendencia para contenido de nitrógeno - total promedio/plántula de tomate a los 60 días de edad, independientemente en las dosis de  $P_2O_5$ . 1er. Experimento.

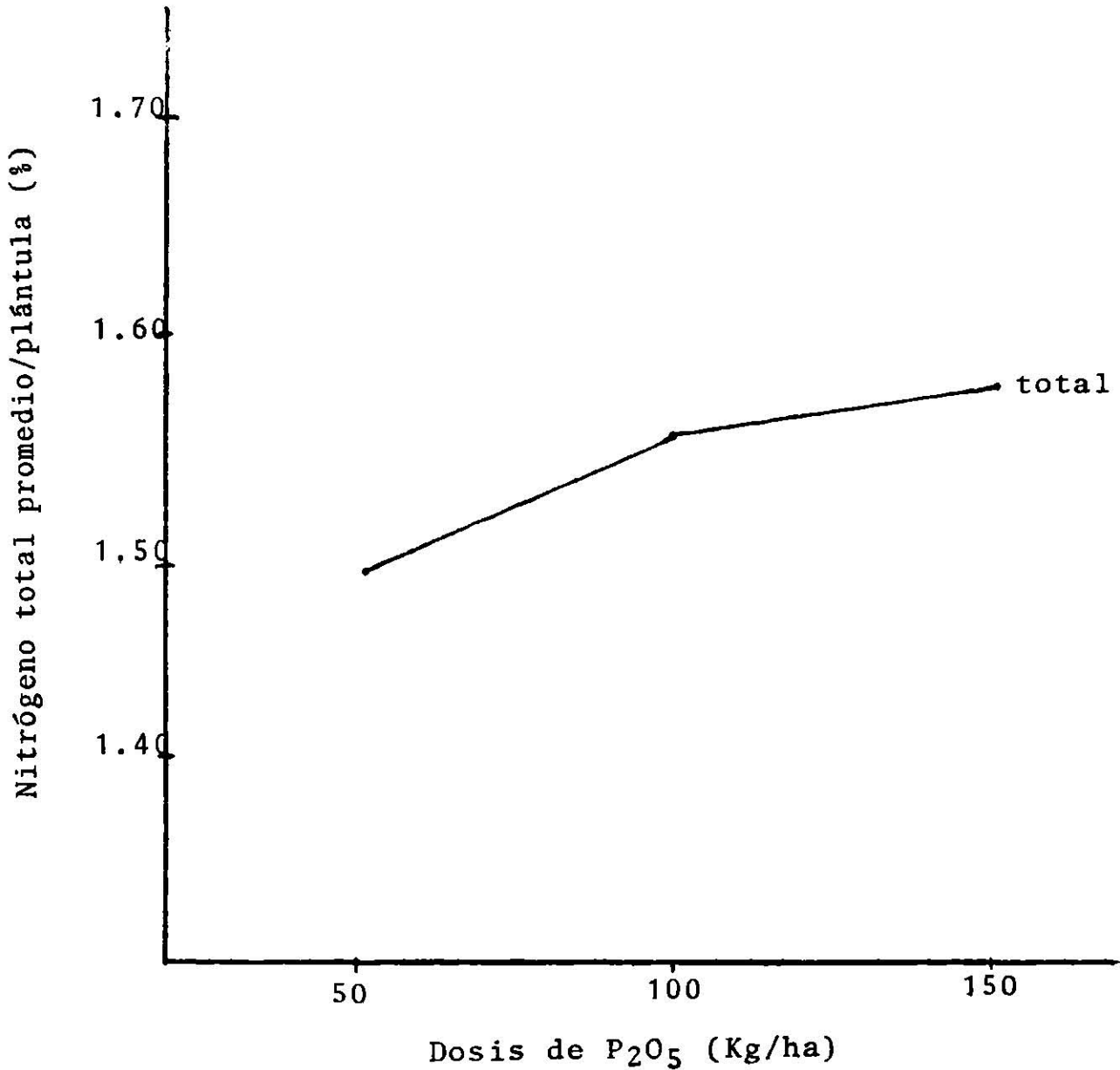


FIGURA 12. Líneas de tendencia para contenido de nitrógeno total promedio/plántula de tomate a los 60 días de edad, en las dosis de  $P_2O_5$  para cada dosis de N. 1er. Experimento.

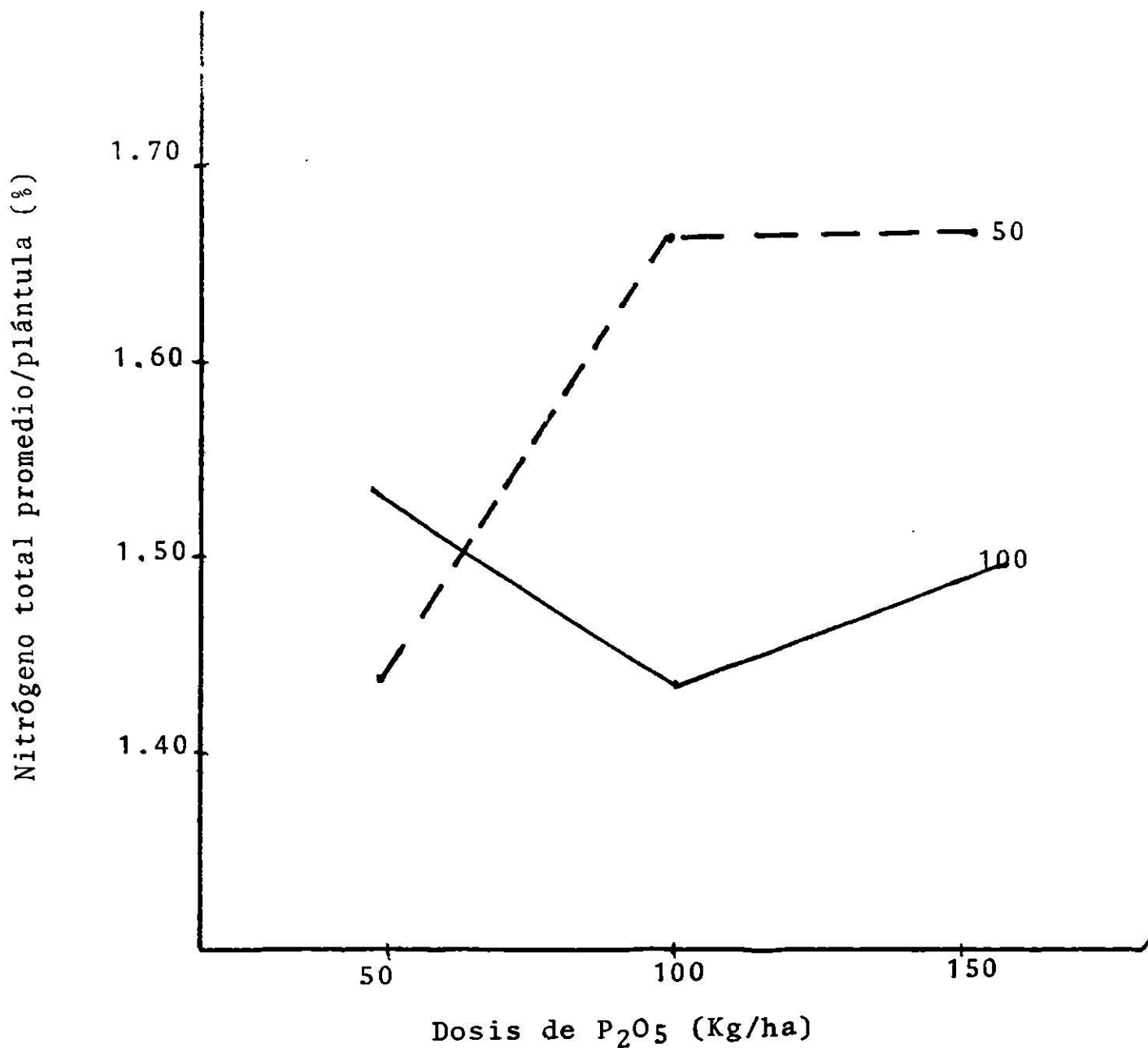


FIGURA 13. Línea de tendencia para contenido de fósforo total promedio/plántula de tomate a los 60 días, independientemente en las dosis de  $P_2O_5$ . 1er. Experimento.

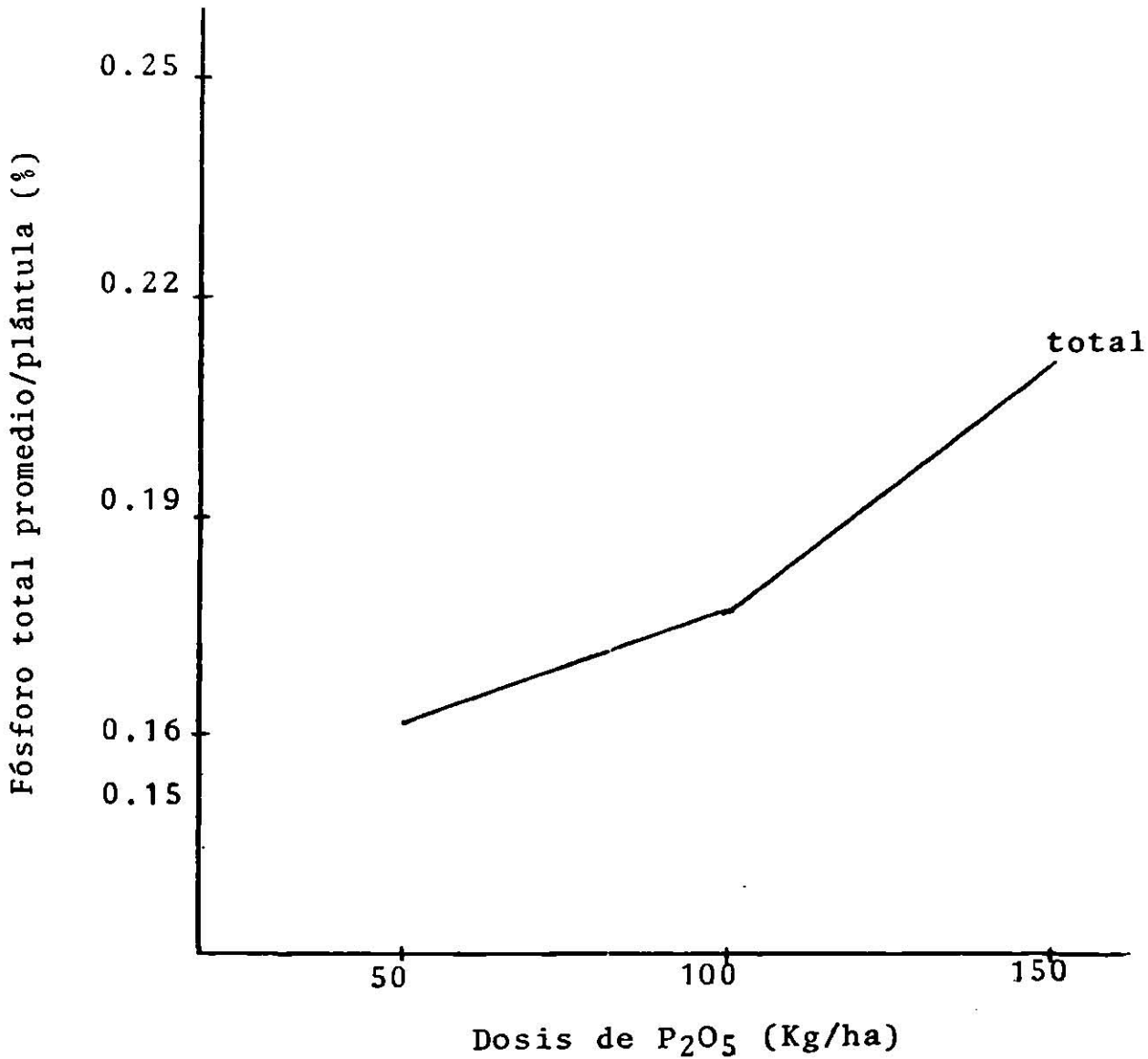


FIGURA 14. Líneas de tendencia para contenido de fósforo total promedio/plántula de tomate a los 60 días de edad, en las dosis de  $P_2O_5$  para cada dosis de N. 1er. Experimento.

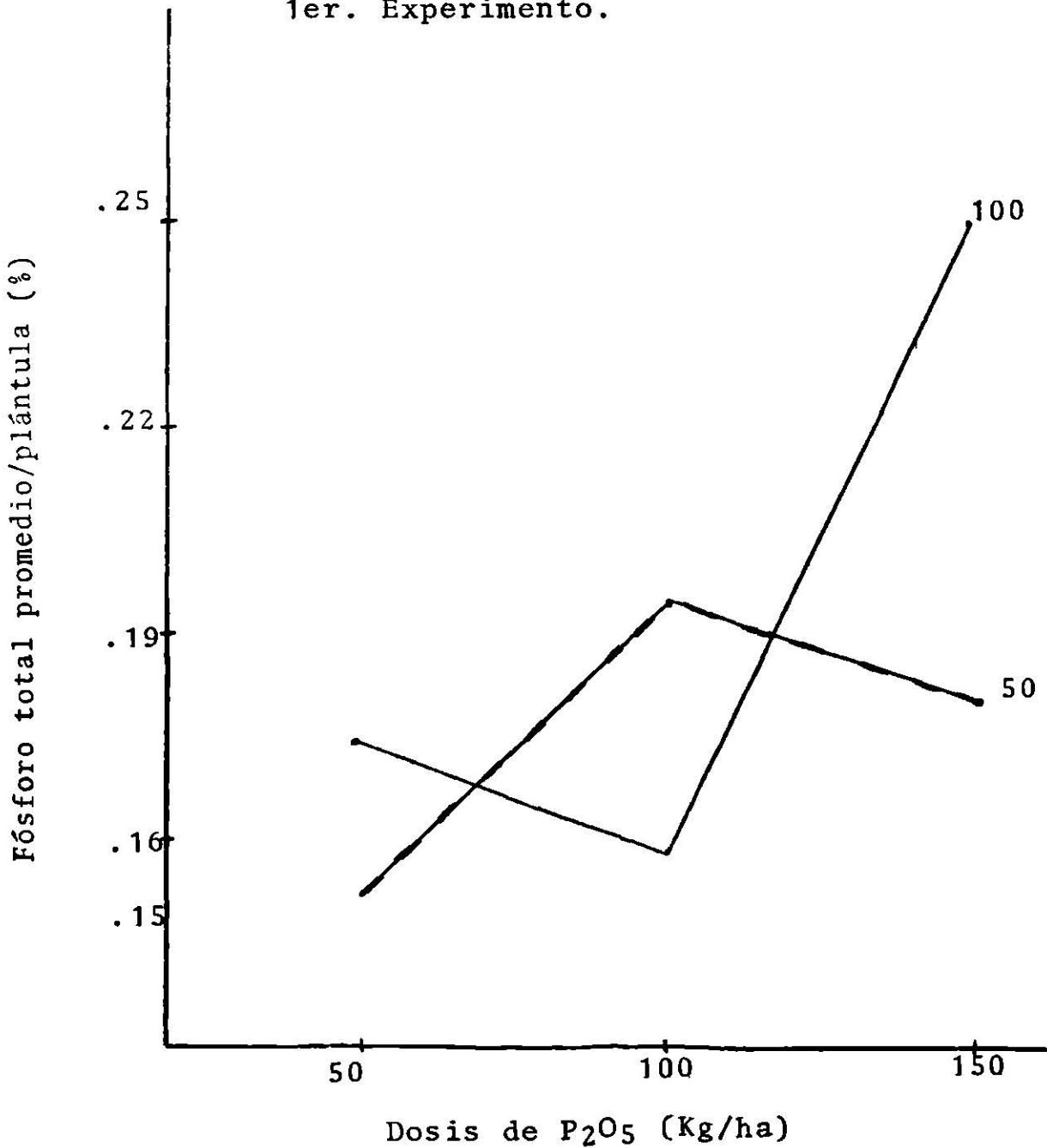


FIGURA 15. Línea de tendencia para contenido de fósforo total promedio/plántula de tomate a los 45 días de edad, independientemente en las dosis de  $P_2O_5$ . - Experimentos.

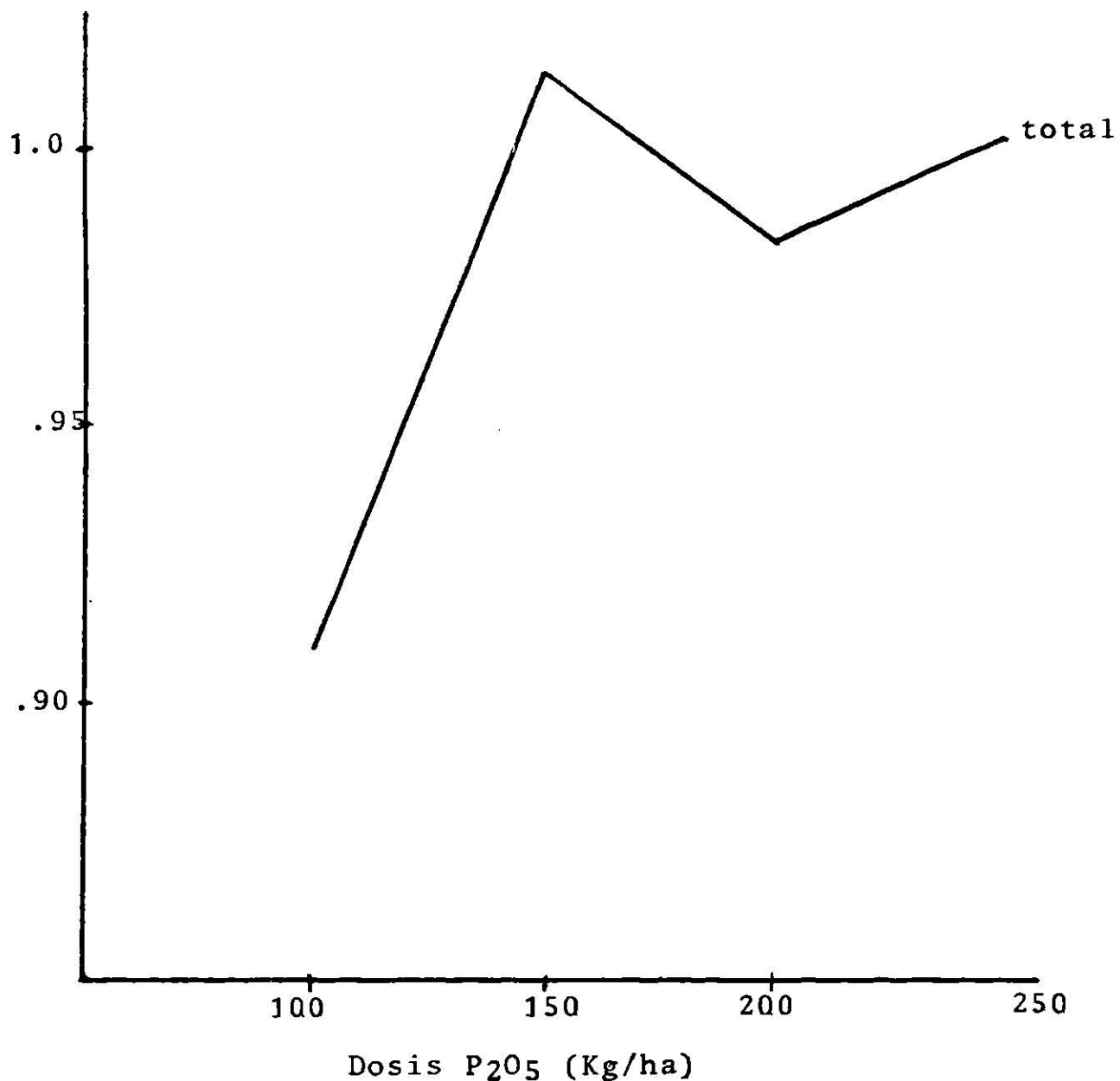


FIGURA 16. Líneas de tendencia para contenido de fósforo total promedio/plántula de tomate a los 45 días de edad, en las dosis de  $P_2O_5$  para cada dosis de N. 2do. Experimento.

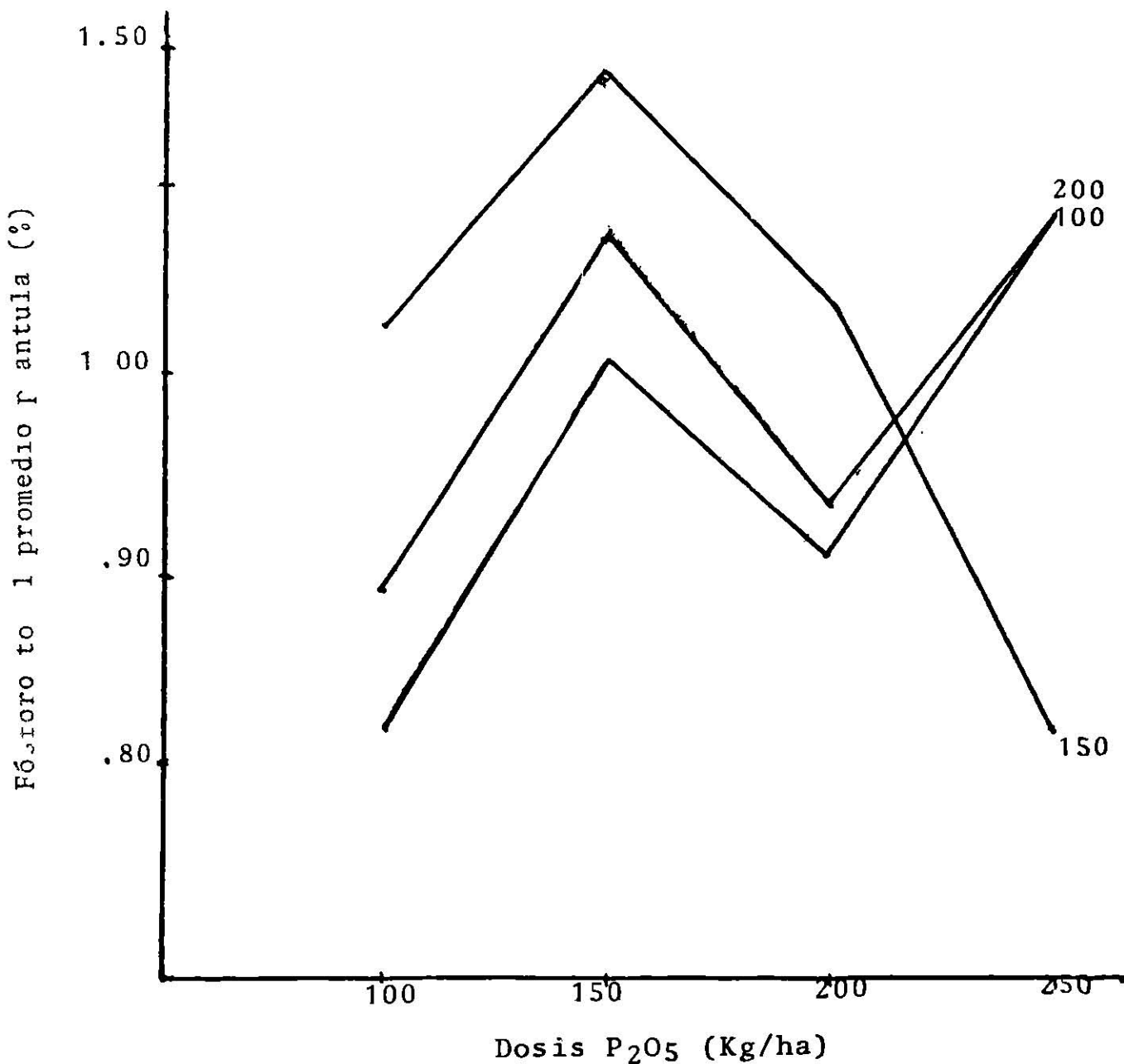


FIGURA 17. Línea de tendencia para contenido de fósforo total promedio/plántula de tomate a los 45 días de edad, independientemente en las dosis de N. 2do. Experimento.

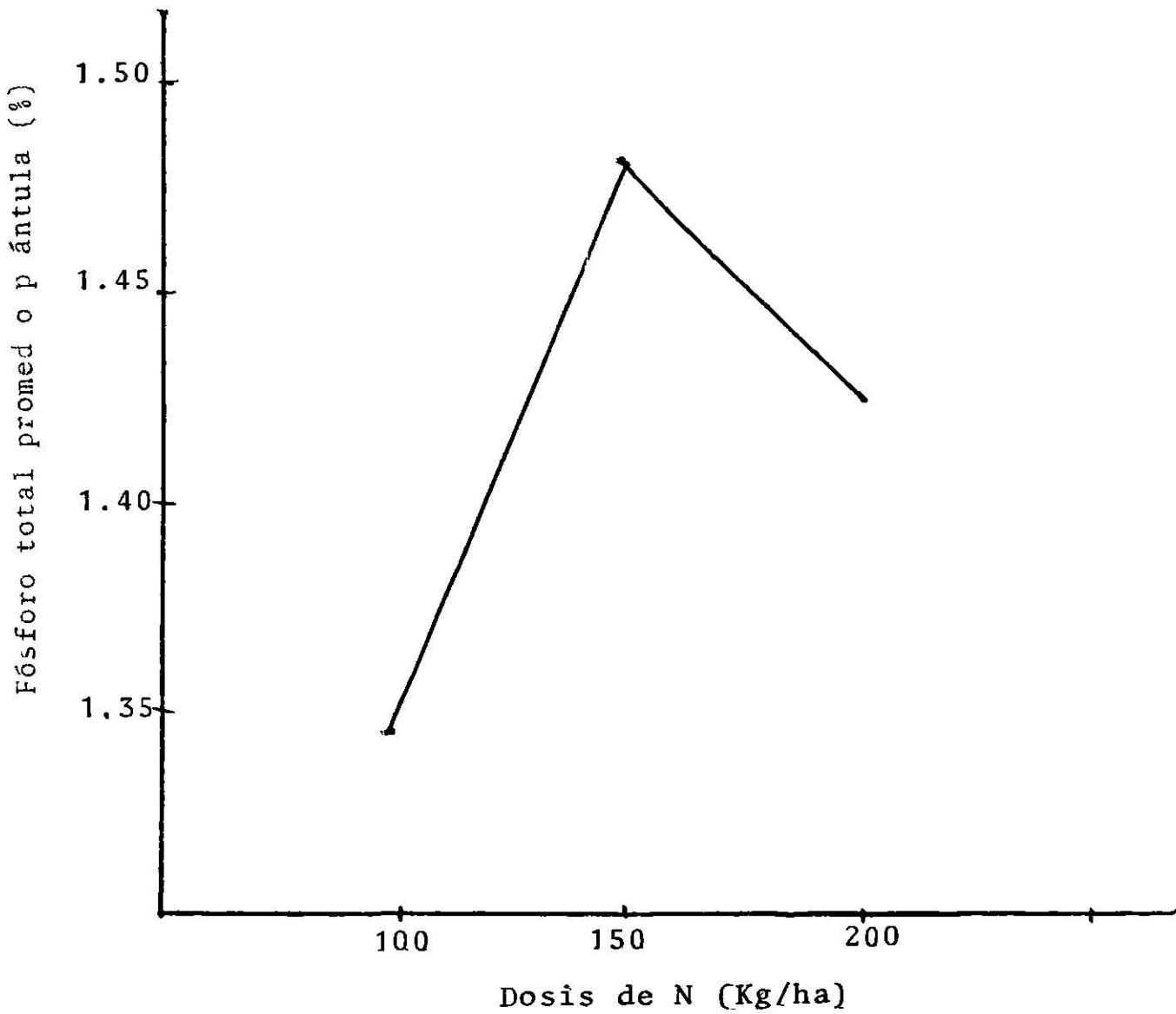


FIGURA 18. Líneas de tendencia para contenido de fósforo total promedio/plántula de tomate a los 45 días de edad, en las dosis de N para cada dosis de P. 2do. Experimento.

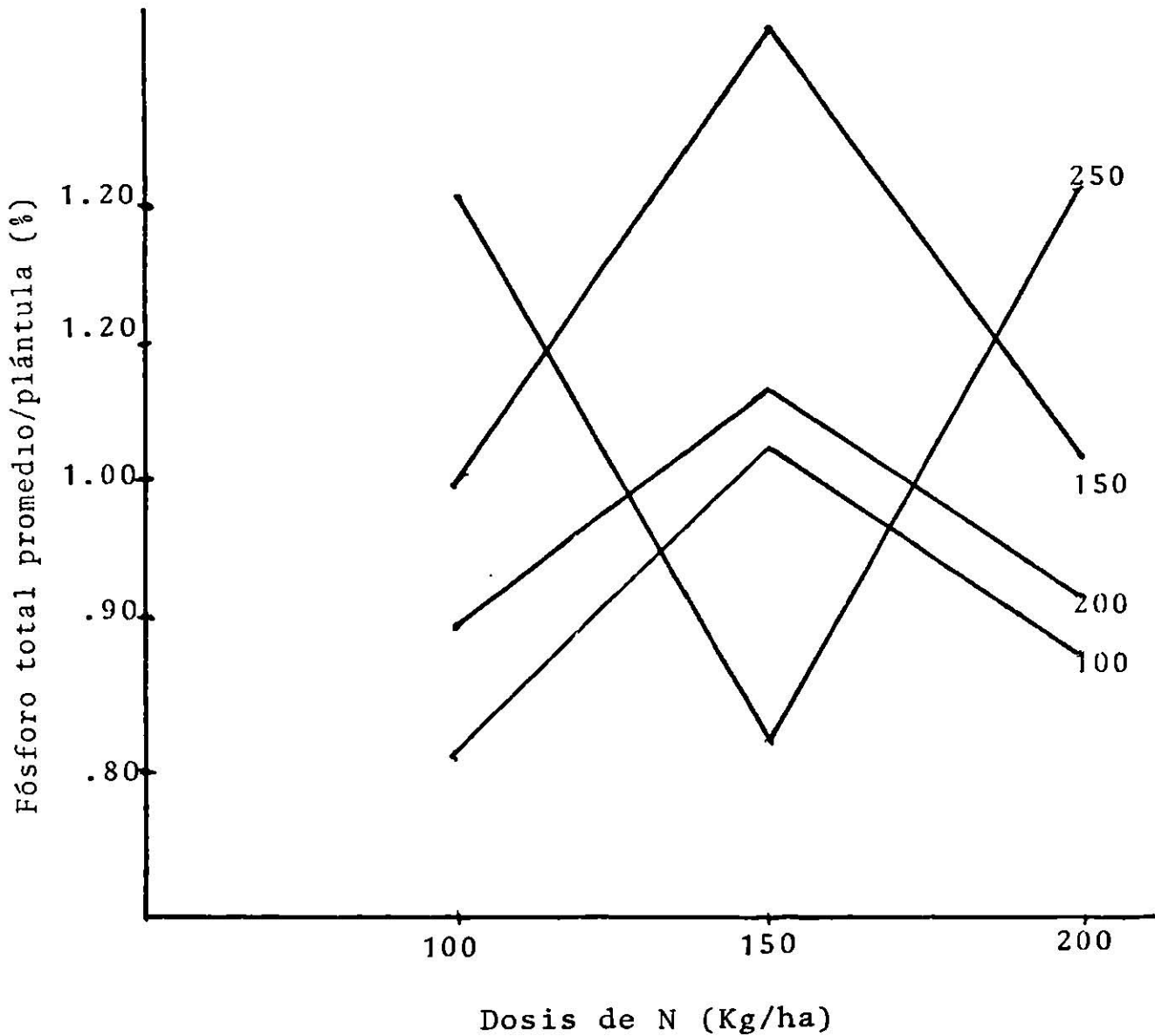




TABLA 22. Peso verde en grs/plántula de tomate a los 60 días de edad, para cada uno de los tratamientos utilizados en el invernadero del ITESM. Otoño-Invierno de 1979. 1er. Experimento.

Nº de Tratam.	Dosis de N	Dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	I	II	III	Total	$\bar{x}$
1	0	0	.798	.786	.606	2.19	.730
2	50	50	.678	.610	.686	1.974	.658
3		100	.909	.910	1.148	2.967	.989
4		150	.993	1.153	1.154	3.300	1.100
5	100	50	.779	1.032	.792	2.603	.868
6		100	1.134	.953	1.023	3.110	1.037
7		150	1.447	1.062	1.540	4.049	1.350

TABLA 23. Peso seco en gr/plántula de tomate a los 60 días, para cada uno de los tratamientos utilizados en el invernadero del ITESM. Otoño-Invierno de 1979. 1er. Experimento.

Nº de Tratam.	Dosis de N	Dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	I	II	III	Total	$\bar{x}$
1	0	0	.1159	.1092	.1081	.3332	.1111
2	50	50	.1084	.0966	.0836	.2886	.0962
3		100	.1241	.1312	.1426	.3979	.1326
4		150	.1464	.1682	.1532	.4678	.1559
5	100	50	.1284	.1449	.1144	.3877	.1292
6		100	.1598	.1370	.1557	.4525	.1508
7		150	.1929	.1570	.2131	.5630	.1877

TABLA 24. Altura de 1er. hoja verdadera en cms/plántula de tomate con 45 días de edad para cada uno de los tratamientos utilizados en el invernadero del ITE SM. Otoño-Invierno de 1979. 1er. Experimento.

Nº de Tratam.	Dosis de N	Dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	I	II	III	Total	$\bar{x}$
1	0	0	4.440	4.155	4.280	12.875	4.292
2	50	50	4.175	3.840	3.575	11.590	3.863
3		100	4.440	4.360	4.970	13.770	4.590
4		150	5.955	5.790	5.380	17.125	5.708
5	100	50	4.215	5.485	3.935	13.635	4.545
6		100	5.360	5.010	5.280	15.650	5.220
7		150	6.000	6.095	6.070	18.165	6.055

TABLA 25. Altura total en cm/plántula de tomate con 45 días de edad, para cada uno de los tratamientos utilizados en el invernadero del ITESM. Otoño-Invierno de 1979. 1er. Experimento.

Nº de Tratam.	Dosis de N	Dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	I	II	III	Total	$\bar{x}$
1	0	0	14.86	14.90	14.75	44.51	14.84
2	50	50	14.92	13.95	14.03	42.90	14.30
3		100	14.96	15.24	15.01	45.21	15.07
4		150	15.45	15.61	15.52	46.58	15.53
5	100	50	15.21	14.97	15.10	45.28	15.09
6		100	15.39	15.10	14.84	45.33	15.11
7		150	16.75	15.96	16.80	49.51	16.50

TABLA 26. % de Fósforo total/plántula de tomate con 60 días de edad para cada uno de los tratamientos utilizados en el invernadero del ITESM. Otoño-Invierno de 1979. 1er. Experimento.

Nº de Tratam.	Dosis de N	Dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	I	II	III	Total	$\bar{x}$
1	0	0	.176	.130	.154	.460	.153
2	50	50	.153	.153	.151	.457	.152
3		100	.195	.209	.180	.584	.195
4		150	.181	.165	.195	.541	.180
5	100	50	.174	.189	.158	.521	.174
6		100	.147	.159	.169	.475	.158
7		150	.331	.251	.170	.752	.251

TABLA 27. % de nitrógeno total/plántula de tomate con 60 días de edad para cada uno de los tratamientos utilizados en el invernadero del ITESM. Otoño-Invierno de 1979. 1er. Experimento.

Nº de Tratam.	Dosis de N	Dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	I	II	III	Total	$\bar{x}$
1	0	0	1.44	1.37	1.41	4.22	1.41
2	50	50	1.11	1.44	1.77	4.32	1.44
3		100	1.67	1.64	1.70	5.01	1.670
4		150	1.67	1.57	1.77	5.01	1.670
5	100	50	1.54	1.50	1.57	4.61	1.340
6		100	1.50	1.44	1.37	4.31	1.440
7		150	1.57	1.49	1.41	4.47	1.490

TABLA 28. Peso seco en gr/plántula de tomate a los 45 días para cada uno de los tratamientos utilizados en el invernadero del ITESM. Primavera de 1980. 2do. Experimento.

Nº de Trat.	Dosis de N	Dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	I	II	III	IV	Total	$\bar{x}$
1	0	0	.18067	.14600	.17667	.19200	.69534	.17384
2	100	100	.14333	.23667	.14533	.23133	.75666	.18917
3		150	.14333	.11471	.13800	.22533	.62137	.15534
4		200	.11867	.13800	.16200	.17583	.5923	.14808
5		250	.18533	.11800	.13333	.16350	.60016	.13004
6	150	100	.21188	.15400	.17733	.10333	.64634	.16164
7		150	.18467	.20533	.17235	.14600	.70835	.17709
8		200	.15125	.22200	.22733	.18400	.78458	.19615
9		250	.17400	.10867	.22800	.22800	.73867	.18467
10	200	100	.13733	.24400	.16316	.10267	.64716	.16179
11		150	.17000	.18267	.15467	.19688	.70422	.17600
12		200	.17933	.12800	.24200	.21200	.76133	.19033
13		250	.23933	.16500	.22314	.18000	.80747	.20187

TABLA 29. Peso verde en gr/plántula de tomate a los 45 días para cada uno de los tratamientos utilizados en el invernadero del ITESM. Primavera de 1980. 2do. Experimento.

Nº de Trat.	Dosis de N	Dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	I	II	III	IV	Total	$\bar{x}$
1	0	0	1.61	1.39	1.67	1.87	6.54	1.64
2	100	100	1.23	7.18	1.33	2.07	6.81	1.70
3		150	1.28	1.04	1.17	1.89	5.38	1.35
4		200	1.19	1.21	1.51	1.51	5.42	1.36
5		250	1.60	1.09	1.19	1.67	5.55	1.39
6	150	100	1.77	1.47	1.73	1.89	5.86	1.47
7		150	1.67	1.79	1.51	1.39	6.36	1.59
8		200	1.38	2.44	2.73	1.54	7.49	1.87
9		250	2.19	0.91	2.00	2.06	7.16	1.79
10	200	100	1.14	2.43	1.66	.84	6.07	1.52
11		150	1.51	1.71	1.34	1.91	6.47	1.62
12		200	1.49	1.14	2.16	1.71	6.50	1.63
13		250	2.27	1.69	2.31	1.61	7.88	1.97

**TABLA 30.** Altura total en cm/plántula de tomate a los 45 días para cada uno de los tratamientos utilizados en el invernadero del ITESM. Primavera de 1980. 2do. Experimento.

Nº de Trat.	Dosis de N	Dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	I	II	III	IV	Total	$\bar{x}$
1	0	0	22.48	20.60	24.48	22.20	89.76	22.44
2	100	100	17.11	26.58	21.83	25.12	90.64	22.66
3		150	17.74	15.68	17.92	25.12	76.46	19.12
4		200	17.58	19.99	22.38	18.71	78.66	19.67
5		250	21.83	15.67	20.34	20.03	77.87	19.47
6	150	100	20.08	19.58	23.23	16.36	79.25	19.81
7		150	20.32	22.67	20.71	20.94	84.64	21.16
8		200	19.15	27.84	25.31	21.57	93.87	23.47
9		250	23.06	15.38	26.01	25.46	89.97	22.49
10	200	100	18.09	27.25	22.40	14.19	81.93	20.48
11		150	19.58	22.02	21.31	23.05	85.96	21.49
12		200	19.87	18.80	24.19	22.87	85.73	21.43
13		250	23.86	19.23	23.71	23.53	90.33	22.58

TABLA 31. Altura de la 1a. hoja en cms/plántula de tomate a los 45 días para cada uno de los tratamientos utilizados en el invernadero del ITESM. Primavera de 1980. 2do. Experimento.

Nº de Trat.	Dosis de N	Dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	I	II	III	IV	Total	$\bar{x}$
1	0	0	8.51	8.54	8.97	7.67	33.69	8.42
2	100	100	6.35	9.16	8.67	8.22	32.40	8.10
3		150	7.84	6.50	7.69	7.27	29.30	7.30
4		200	7.21	7.63	9.32	7.61	31.77	7.94
5		250	8.37	7.96	7.52	7.39	31.24	7.81
6	150	100	7.97	7.73	7.23	6.57	29.50	7.38
7		150	8.73	8.26	9.36	8.78	35.13	8.78
8		200	8.34	8.73	9.09	8.30	34.46	8.62
9		250	7.08	6.84	8.15	8.82	30.89	7.72
10	200	100	7.62	8.51	8.37	5.90	30.40	7.60
11		150	7.64	8.09	7.21	8.72	31.66	7.92
12		200	7.09	8.07	8.79	8.04	31.99	8.00
13		250	8.11	7.96	8.56	8.81	33.44	8.36

TABLA 32. % de P total/plántula de tomate con 45 días de edad para cada uno de los tratamientos utilizados en el invernadero del ITESM. Primavera de 1980. 2do. Experimento.

Nº de Trat.	Dosis de N	Dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	I	II	III	IV	Total	$\bar{x}$
1	0	0	.194	.189	.215	.200	.798	.200
2	100	100	.210	.200	.195	.215	.820	.205
3		150	.232	.226	.274	.280	1.012	.253
4		200	.200	.216	.244	.250	.910	.228
5		250	.321	.290	.306	.315	1.232	.308
6	150	100	.239	.245	.270	.286	1.040	.260
7		150	.375	.361	.370	.386	1.492	.372
8		200	.240	.256	.300	.284	1.080	.270
9		250	.194	.210	.222	.206	.832	.208
10	200	100	.198	.246	.214	.240	.898	.225
11		150	.305	.302	.321	.286	1.214	.304
12		200	.236	.220	.246	.230	.932	.233
13		250	.321	.296	.305	.312	1.234	.309



TABLA 33. % de N total/plántula de tomate con 45 días de edad para cada uno de los tratamientos utilizados en el invernadero del ITESM. Primavera de 1980. 2do. Experimento.

Nº de Trat.	Dosis de N	Dosis de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	I	II	III	IV	Total	$\bar{x}$
1	0	0	0.62	0.66	0.61	0.57	2.46	0.62
2	100	100	1.50	0.70	1.46	0.74	4.40	1.10
3		150	0.81	0.77	0.94	0.98	3.50	0.88
4		200	0.70	0.74	0.80	0.84	3.08	0.77
5		250	0.65	0.90	0.69	0.86	3.10	0.78
6	150	100	0.59	0.63	1.49	1.53	4.24	1.06
7		150	0.65	0.80	0.76	0.61	2.82	0.71
8		200	0.70	0.66	0.39	0.43	2.18	0.55
9		250	0.66	0.63	0.67	0.70	2.66	0.67
10	200	100	0.76	1.02	0.80	0.98	3.56	0.89
11		150	0.58	0.66	0.54	0.70	2.48	1.61
12		200	0.44	1.16	0.39	1.11	3.10	0.78
13		250	1.27	0.34	0.40	1.21	3.22	0.81



