

TE
UVH
agro
C/78
1988

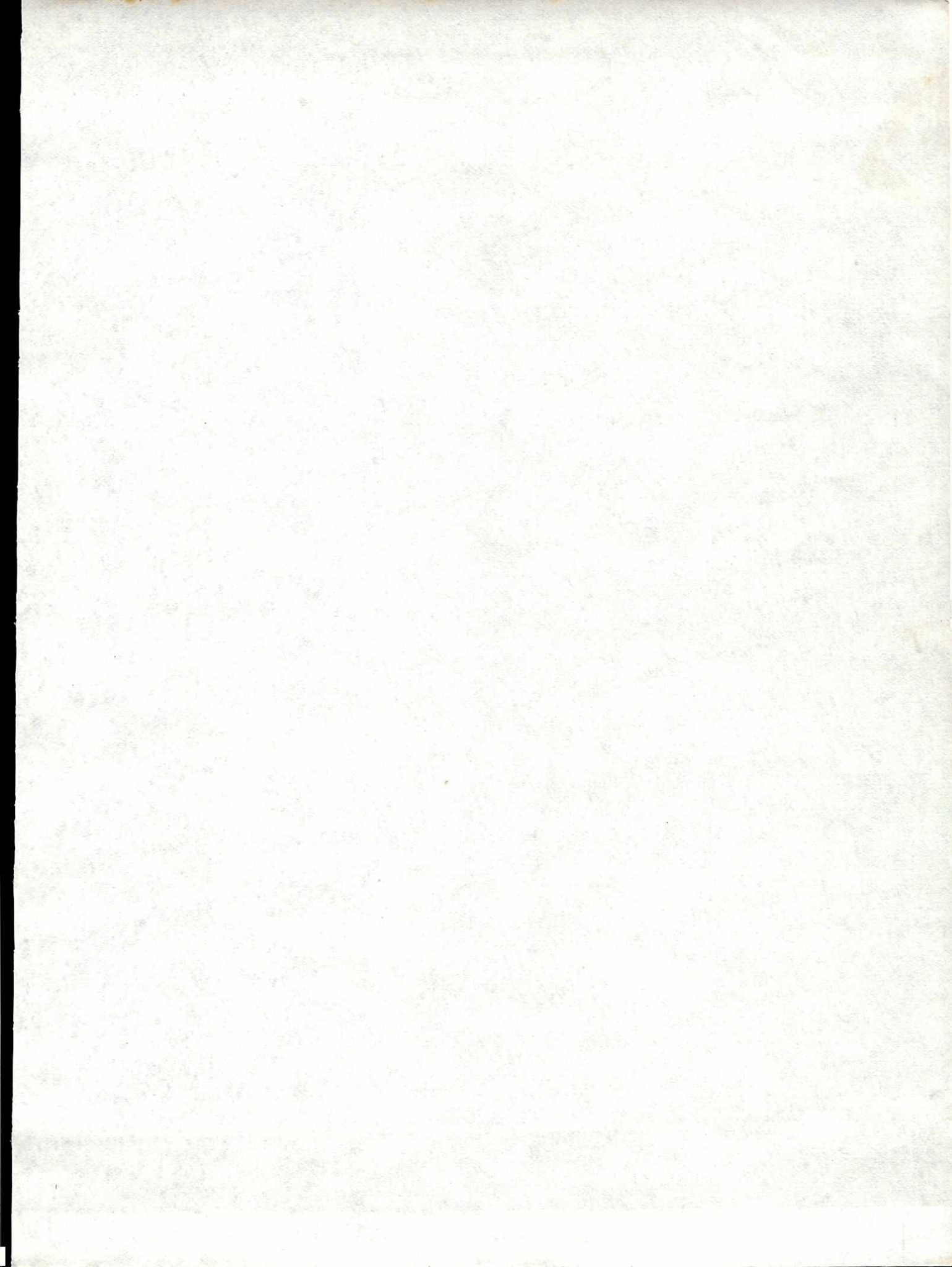
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades

EVALUACION DE LA FERTILIDAD EN SUELOS FRANCO
ARENOSOS DE LA REGION DE TIQUISATE

REGINA VICTORIA CORONADO GUZMAN

Guatemala

1988



EVALUACION DE LA FERTILIDAD EN SUELOS FRANCO
ARENOSOS DE LA REGION DE TIQUISATE

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades

EVALUACION DE LA FERTILIDAD EN SUELOS FRANCO
ARENOSOS DE LA REGION DE TIQUISATE

REGINA VICTORIA CORONADO GUZMAN

Trabajo de investigación presentado para
optar al grado académico de Licenciada en
Ciencias Agrícolas

Guatemala

1988

Vo. Bo. :

(f)



Ing. Agr. M.Sc. Mario R. Vela D.
Asesor

Tribunal:

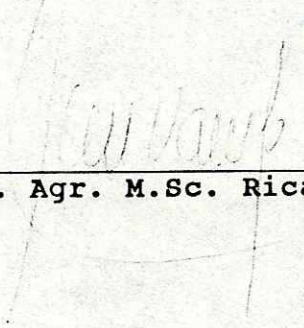
(f)


Ing. Agr. M.Sc. Mario R. Vela D.

(f)


Ing. Agr. M.Sc. José Jesús Chonay Pantzay

(f)


Ing. Agr. M.Sc. Ricardo del Valle B.

Fecha de Aprobación: 14 de septiembre de 1988.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
III. HIPOTESIS	4
IV. REVISION BIBLIOGRAFICA	5
A. Generalidades	5
B. Regiones fisiográficas del litoral del Pacífico de Guatemala	6
1. Llanura costera del Pacífico	6
a. Tierras agrícolas de primera	7
b. Tierras agrícolas de segunda	7
C. El Algodonero	8
1. Clasificación	8
a. Variedades	9
2. Descripción	10
3. Fisiología	11
a. Ciclo de vida	12
(1) Establecimiento del cultivo	12
(a) Germinación	12
(b) Fase de Plántula	13
(2) Formación de Estructu-	

ras	14
(a) Botones	14
(b) Floración	15
(c) Cápsulas	17
(3) Maduración	17
(a) Origen de la fibra	17
(b) Apertura de cápsulas	18
(4) Abscisión	19
(a) Pudrición de cápsulas	19
(b) Derrame	20
4. Condiciones agronómicas para su cultivo	21
a. Precipitación	21
b. Elevación	21
c. Temperatura	21
d. Tipos de suelo	21
e. Siembra	21
(1) Profundidad	21
(2) Densidad de población	22
(3) Raleos	22
5. Manejo de los suelos del algodónero	23
a. Aspectos Físicos	23
b. Aspectos Químicos	25
(1) Reacción del Suelo	25

6. Nutrición y fertilización del	
Algodonero	26
a. Fuentes de nutrición y	
fertilización	26
(1) Nitrógeno	27
(2) Fósforo	28
(3) Potasio	29
(4) Calcio	29
(5) Magnesio	30
V. MATERIALES Y METODOS	32
A. Estudios de Gabinete	32
B. Estudios de Campo	32
C. Estudios de Laboratorio	33
D. Estudios de Invernadero	35
E. Estudios de Fertilidad	36
1. Materiales usados	36
2. Metodología seguida en los	
Experimentos de Campo	37
3. Tratamientos empleados en	
el experimento	37
a. Adición de Fertilizantes	38
b. Labores Culturales	38
c. Recopilación de información	38
d. Curvas de Absorción	39
(1) Recolección de Hojas	
para Análisis	39
(2) Preparación de las Ho-	

	jas recolectadas	39
	(a) Métodos de Análisis Químico	39
VI.	RESULTADOS Y DISCUSION	41
VII.	CONCLUSIONES	88
	A. FASE CUANTITATIVA	88
	B. FASE CUALITATIVA	90
VIII.	BIBLIOGRAFIA	94

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en la Finca Alotenango, municipio de Tiquisate. Dicho municipio está definido por las Coordenadas geográficas entre 14°0' y 14°15' Latitud norte y los 91°17' y 91°30' Longitud oeste.

Los objetivos planteados fueron establecer normas para la investigación y experimentación necesarias para la aplicación de fertilizantes al cultivo del algodón, determinar fuente de obtención, forma de aplicación, época y dosis de fertilizantes para mejor rendimiento de los suelos franco arenosos de la región algodonera y establecer normas de estudio de fertilidad de suelos con una consecución lógica en su metodología, evaluación y correcta interpretación para recomendación de fertilizantes en suelos franco arenosos de la llanura costera del Pacífico.

El trabajo cubrió dos fases, una cualitativa y una cuantitativa. Para cumplir con los objetivos planteados se llevaron a cabo estudios de Gabinete, Campo, Laboratorio, Invernadero y calibración en el Campo.

En los estudios de Gabinete se recopiló toda la información existente respecto al área dentro de la que se incluye estudio de fotografías aéreas de la región, mapas cartográficos, información de suelos, condiciones climáticas y variedades de algodón utilizadas.

En base al trabajo de gabinete se efectuó el muestreo

en el campo y se afinaron los mapas como producto del estudio de los perfiles, de los pedones representativos del área.

En el laboratorio las muestras de suelo fueron preparadas para efectuar los análisis físicos y químicos.

En los estudios de invernadero se elaboraron las curvas de fijación con el fin de determinar los puntos de inflexión que servirían de base para la aplicación de tratamientos en invernadero.

En los estudios de invernadero se utilizó como planta indicadora sorgo y como fuentes de nutrientes cloruro de potasio, urea y fosfato de calcio monobásico. Iniciado el cultivo, todos los factores relativos a agua-planta y parcialmente clima fueron controlados durante dos meses, al final de los cuales se cosecharon las plantas. Se analizó si el valor del análisis de suelo correspondía o no al máximo rendimiento.

De acuerdo a los niveles críticos determinados en los estudios de laboratorio y de invernadero para los elementos N, P y K se procedió a la experimentación de campo, adoptando un diseño de bloques al azar con 15 tratamientos y 3 repeticiones, dentro de los cuales se incluyó el nivel crítico que mejor había correlacionado tanto en rendimiento como en el análisis de suelo.

El resultado de la aplicación de los fertilizantes urea, triple superfosfato y muriato de potasio fue un incremento de rendimiento, comparado con el cultivo comercial de la finca al cual únicamente se le aplicó urea.

I. INTRODUCCION

Uno de los problemas que existen en los estudios de fertilidad radica en los criterios que se tienen para evaluarla, los métodos analíticos para ejecutar esta evaluación y poder llegar así a emitir una recomendación para la restitución de ésta en el suelo.

Guatemala es un país en el cual los estudios de fertilidad de suelos han tenido un desarrollo incipiente y como consecuencia de él, los rendimientos por unidad de área se encuentran muy por debajo de otros países que han logrado vencer estos obstáculos.

En el presente trabajo no se pretende descubrir una metodología de estudios de fertilidad que puedan conducir a elevar los rendimientos sino que se trata de demostrar la benevolencia de éstos para lograr los propósitos deseados. En el trabajo realizado a nivel de Gabinete, Laboratorio y Campo, se pudo establecer lo anteriormente enunciado y que el medio más aconsejable para obtener información sobre el uso de fertilizantes, radica en el uso de una metodología integral, en la cual la investigación cubre dos aspectos básicos: el primero constituido por una fase cualitativa, y el segundo, por una cuantitativa.

La fase cualitativa fue realizada durante el primer año de trabajo y consistió en:

Revisión de la información agronómica existente en el área.

Observaciones de campo sobre crecimientos del cultivo del algodón, prácticas de manejo y propiedades del suelo.

Estudios de laboratorio y correlación de métodos de análisis en invernadero para la determinación de niveles críticos de éste, en relación a los rendimientos en los suelos representativos del área.

Toda la información obtenida sirvió para implementar la fase cuantitativa realizada durante el segundo año de trabajo. Esta fase consistió en el establecimiento de experimentos de campo para estimar las funciones de producción, que más tarde servirían para la estimación de curvas de respuesta a la aplicación de fuentes de fertilizantes simples como son urea, triple superfosfato y muriato de potasio, para los diferentes sistemas de producción definidos en el área algodonera.

II. OBJETIVOS

1. Establecer normas para la investigación y experimentación necesarias para la aplicación de fertilizantes al cultivo del algodónero.
2. Determinar fuente de obtención, forma de aplicación, época y dosis de fertilizantes para mejor rendimiento de los suelos franco arenosos de la región de Tiquisate.
3. Establecer normas de estudio de fertilidad de suelos con una consecución lógica en su metodología, evaluación y correcta interpretación para recomendación de fertilizantes en suelos franco arenosos de la llanura costera del Pacífico.

III. HIPOTESIS

1. Existe respuesta a la aplicación económica de fertilizantes tomando como referencia los estudios de fertilidad.
2. Existe respuesta a la aplicación económica de fertilizantes tomando unilateralmente los factores para evaluar la fertilidad del suelo.

IV. REVISION BIBLIOGRAFICA

A. Generalidades

La fertilidad se define como la capacidad natural del suelo de proveer nutrimentos a la vegetación ya sea ésta natural o cultivada, sin la incorporación de fertilizantes artificiales. De acuerdo a su capacidad y bajo condiciones de cultivo intensivo, la proporción de nutrimentos de reemplazo en forma acelerada, mediante abonamientos naturales o artificiales permite evaluar la fertilidad mediante 5 clases:

- a. muy alta
- b. alta
- c. moderada
- d. baja
- e. muy baja (Tosi, 1981).

La evaluación de la fertilidad comprende una fase cualitativa y una cuantitativa (Laird, 1969).

El desarrollo de las plantas depende de los factores genéticos, ecológicos y bióticos, los cuales deben analizarse no sólo en forma individual sino interrelacionados y con respecto a su manejo para optimizar su uso (Ortíz, 1968).

El suelo como un transformador de energía y como un sistema abierto, es un verdadero torbellino, es una entidad que evoluciona, conservada en un flujo de materiales ecológicos, biológicos, hidrológicos y metereológicos (Boul et al., 1981).

Los cuerpos de suelos individuales y sus correspondientes horizontes juegan papeles diferentes debido a la distribución desigual de materiales. Un suelo tiene un presupuesto de entradas y salidas (Boul et al., 1981).

Las metodologías para evaluar la fertilidad de un suelo como ensayos de campo, análisis de suelos, análisis de plantas, etc. trabajados individualmente no son concluyentes para la evaluación de la fertilidad, salvo cuando estos ensayos sean producto de trabajos de correlación y calibración (Corey, 1969).

B. Regiones Fisiográficas y Uso Potencial del Litoral Pacífico de Guatemala

1. Llanura Costera del Pacífico. El Litoral del Pacífico es un llano casi plano limitado al sur por el Océano Pacífico (IAN, 1959).

Se le denomina también Llanura Costera del Pacífico. En esta provincia fisiográfica se encuentra el material aluvial del período cuaternario depositado en grandes cantidades por los ríos que bajan del altiplano volcánico. Estos depósitos de material aluvial han formado unos 50 kms. de ancho a lo largo de la costa del Pacífico (Guerra Borges, 1986).

Este llano costanero está compuesto de sedimentos depositados en una parte del mar que era poco profunda (IAN, 1959).

Por lo general, las elevaciones son menores de 200 metros sobre el nivel del mar y el ancho promedio es de aproximadamente 30 kms. El declive es suave y constante,

alrededor de 0.5 % (IAN, 1959).

El seccionamiento no es completo; la mayoría de las vías de desagüe son los riachuelos que atraviesan el área con muy pocas ramificaciones. La mayor parte, casi el 70 % del área de la región consiste de suelos arenosos bien drenados y aproximadamente el 25 % de suelos mal drenados de textura pesada (IAN, 1959).

a. Tierras Agrícolas de Primera (equivalentes a 9,456 kms). La mayor parte es plana, con pendientes menores del 4% y para un uso agropecuario intensivo. Tiene pocas restricciones de tipo fisicobiológico. Se deben elegir los cultivos y no seleccionarlos. Los flujos fotosintéticos son altos y adecuados para la producción de granos básicos y fibras estacionales y anuales; azúcares, pastos, praderas y bosques. Se deben vigilar con mucho cuidado los problemas de biocidas en las tierras bajas y sobre todo en el interfaz (mar y tierra). Estas tierras son las más productivas de Guatemala y comprenden la llanura costera del Pacífico y toda la del Atlántico, las cuencas de tipo pómez ó grabens del Altiplano, la cuenca inferior del Polochic, algunas de las terrazas y la llanura aluvial del río Motagua, algunos valles tipo polje de la región kárstica y otras áreas menores (Guerra Borges, 1986).

b. Tierras Agrícolas de Segunda (equivalentes a 8,532 kms). Son de planas a suavemente onduladas, con inclinaciones menores del 8 % y de uso intensivo. Existen

algunas restricciones de tipo genético natural, tales como problemas de erosión y sedimentación, cambios de velocidad en la descarga de agua, patrones de drenaje trenzado; así como algunos problemas de tipo climático, como son la modalidad de la precipitación y temperatura, y los cambios abruptos estacionales derivados de dichos factores, pero que no impiden que estas áreas sean las segundas en producción agropecuaria de Guatemala; si se llevan a cabo planes de manejo integral y racional. La parte superior de la llanura costera del Pacífico se puede usar para cultivos de granos básicos, fibras industriales, azúcares y semillas, así como ganado. Estas zonas también son adecuadas para cultivos hortícolas perennes y de régimen templado (hortícolas deciduos) en las cuencas o grabens de pómez interiores del altiplano. Debido al impacto degradativo que estas zonas están teniendo por los cultivos limpios y el manejo irracional del bosque, las mismas podrían perder su potencial hídrico y edáfico, así como al contaminarse sobre todo con el uso indiscriminado de pesticidas, lo que obligaría a revestirlas de bosques y pastos si fuera necesario. Esto ocurriría si no se toma acción inmediata para legislar el ambiente y zonificar el uso de biocidas y fertilizantes (Guerra Borges, 1986).

C. El Algodonero

1. Clasificación. El algodón pertenece al género *Gossypium*, del cual se conocen veinte especies, entre las cuales figuran tanto las cultivadas como las silvestres. En

un principio todas ellas, eran perennes y luego evolucionaron en razas anuales (Hernández, ?).

El algodón es una planta dicotiledónea, perteneciente al Orden de las Malvales, familia de las Malváceas, subtribu Hibisceae y género *Gossypium* (Hernández, ?).

Lineo en 1753 describió inicialmente 5 especies; De Candolle señaló 13 en 1855; Parlatore 7 en 1866; Todaro 54 en 1877 y Shall 40 en 1903. El primer estudio taxonómico completo de las *Gossypium* lo realizó Watt en 1907 (Hernández, ?).

a. Variedades. Muchas variedades fueron introducidas a la Faja Algodonera de los Estados Unidos desde los primeros tiempos del cultivo. Las poblaciones así obtenidas eran variables en su comportamiento y aspecto (Hernández, ?).

Con el establecimiento de las desmotadoras comunes y la polinización cruzada aumentó la variabilidad genética en todos los materiales y así aparecieron numerosas variedades adaptadas a los diferentes ambientes (Hernández, ?)

Como consecuencia de tantas variedades y de las mismas mezclas entre variedades, la pureza de las mismas se perdió con rapidez y se tuvo que reemplazar las fuentes de semilla a intervalos regulares (Hernández, ?).

Los productores de semilla, por medio de selección, aislaron tipos ligeramente diferentes entre sí y les asignaron nombres como nuevas variedades (Hernández, ?).

La aparente pérdida de pureza de las variedades de algodón, ha hecho que los agricultores sustituyan sus fuentes

de semilla periódicamente, lo que ha producido la organización y desarrollo de grandes empresas productoras, que mantienen el mejoramiento selectivo y la pureza de las semillas que venden. Esta práctica a su vez lleva a mejorar las líneas existentes o a la obtención de nuevas variedades (Hernández, ?).

2. Descripción. En términos generales, la morfología del algodón es sencilla y sus variaciones dependen de las especies, variedades y ambientes en los cuales se cultivan. Algunos aspectos morfológicos revisten singular importancia desde el punto de vista de mejoramiento genético (Hernández, ?).

Los algodones cultivados pueden ser diploides con $n=13$ o poliploides con $n=26$. En 1947, Silow y Stephens realizaron una descripción del género *Gossypium* que se resume así:

- Pares de cromosomas 13 y 26. Teniendo en cuenta que en las especies diploides del Viejo Mundo los cromosomas son grandes y las diploides del Nuevo Mundo tienen cromosomas pequeños, las especies tetraploides tienen 26 cromosomas grandes y 26 cromosomas pequeños (Hernández, ?).

- Subarbustos anuales, perennes o árboles pequeños (Hernández, ?).

- Sistema radicular con raíz principal pivotante y raíces secundarias (Hernández, ?).

- Tallo principal de crecimiento terminal y continuo (monopódico) (Hernández, ?).

- Las hojas nacen sobre el tallo principal según un espiral regular; la filotaxia es $3/8$. Las hojas varían en forma, dimensiones, textura y pilosidad (Hernández, ?).

- Brácteas de color verde, más o menos grandes, ovaladas y dentadas. Puede considerarse que este involucre reemplaza al cáliz, que en esta planta presenta la particularidad de ser muy pequeño (Hernández, ?).

- Los estambres se unen alrededor del estilo, adoptando una forma de tubo cerrado que está unido con la base interna de la corola (Hernández, ?).

- Los estilos están unidos de tres a cinco en columna acanalada (Hernández, ?).

- El ovario está formado por 4 ó 5 carpelos en el algodón hirsutum, que corresponden al número de celdillas en cápsula (Hernández, ?).

- Las flores son hermafroditas. La corola está formada por cinco pétalos de color crema cuando apenas se abre, pero el segundo día, su color cambia a rojo y posteriormente se desprende de la planta (Hernández, ?).

- El fruto es una cápsula de color verde con 3 a 5 lóculos. Cada lóculo contiene de 6 a 9 semillas recubiertas por fibras grandes (Hernández, ?).

3. Fisiología. El algodón es por naturaleza una planta dinámica y dotada de gran capacidad para emitir estructuras. Su fisiología es bastante compleja y de algunos procesos es poco lo que se conoce a pesar de ser quizá uno de los cultivos más investigados. Su ciclo vegetativo depende de la

variedad, fertilidad de los suelos, condiciones climáticas y disponibilidad de agua (Hernández, ?).

a. Ciclo de Vida. El ciclo del algodónero puede dividirse en tres etapas muy diferentes:

(1) Establecimiento del Cultivo. Durante esta etapa ocurren los procesos de germinación y crecimiento inicial o fase de plántula (Hernández, ?).

(a) Germinación. Una vez plantada la semilla, y en presencia de suficiente humedad se inicia el proceso de germinación; para ello la semilla toma agua de su alrededor por imbibición, y da inicio a los procesos metabólicos internos. El primer órgano que emerge de la cubierta es la radícula o raíz embrionaria, la cual sale a través del micrópilo y dará lugar a la raíz principal. El crecimiento de la raíz, anterior al de otras partes del embrión, permite a la planta joven fijarse en el suelo y absorber agua (Hernández, ?).

Posteriormente el hipocotilo se alarga y se arquea, el ápice de este arco es la primera parte de la planta que aparece en el suelo. Una vez a plena exposición, los cotiledones se desprenden de su capa o tegumento y se vuelven verdes, pero la cantidad de alimento que sintetizan es insignificante y al consumirse el almacenado se marchitan y se caen (Hernández, ?).

Esta forma de germinación se debe tener en cuenta al considerar profundidad de siembra, ya que si ésta se hace muy

profunda, las reservas almacenadas en los cotiledones no serán suficientes para que el hipocotilo y los cotiledones emerjan. Se ha establecido que la profundidad de siembra debe oscilar entre 2 y 4 cms. dependiendo de las condiciones de textura, humedad y preparación del suelo. En términos generales, una semilla en buenas condiciones de humedad y de siembra debe emerger entre los 3 y 4 días (Hernández, ?).

(b) Crecimiento Inicial o Fase de Plántula. Una vez germinada la semilla, y cuando los cotiledones marchitos se desprenden, la planta inicia la vida por sí misma; es decir, las hojas verdaderas empiezan a hacerse más eficientes y su rata de fotosíntesis aumenta día a día. Esta fase de plántula, tiene una duración de 12 a 20 días y cualquier perturbación que se presente, afectará el desarrollo posterior. Durante esta etapa, la radícula penetra rápidamente en la tierra y se desarrolla una red de raíces laterales (Hernández, ?).

Si por una causa tal como suelo duro, Clay pan, perfil salino, excesiva humedad. el sistema radicular no puede cumplir sus funciones, la planta quedará endeble y la mayoría de las raíces se concentrarán a poca profundidad. Esto generará, poco o mal anclaje (susceptibilidad al vuelco), menor tamaño final, y naturalmente, mermas en la producción individual (Hernández, ?).

Al incrementarse la velocidad de crecimiento, necesariamente se aumentan las exigencias de espacio vital, en la cual la competencia puede ser limitante. Con base en

resultados experimentales se ha encontrado, que la época crítica de competencia por malezas, está comprendida entre los 20 y los 40 días. De otra parte, se presenta competencia entre las mismas plantas de algodón, por lo cual es necesario hacer raleos, siendo la época óptima alrededor de los 30 días de edad del cultivo (Hernández, ?).

(2) Formación de Estructuras. Esta etapa se inicia aproximadamente a los 30 días y concluye a los 100; durante ella se cumplen los procesos de prefloración, floración, fructificación y es bastante crítica para el rendimiento. En el inicio de esta época, ocurre la fase de prefloración (30 a 40 días), la planta produce las primeras ramas vegetativas o monopodios y fructíferas o simpodios; y en ella se forma el esqueleto de la planta, con sus estructuras bien diferenciadas, canastas y botones. Termina con la aparición de las primeras flores, formadas directamente de las ramas fructíferas, e indirectamente sobre las vegetativas. Obviamente, para desarrollar estas estructuras, la planta necesita crecer rápidamente y tener una alta eficiencia fotosintética (Hernández, ?).

(a) Botones. El primer botón floral aparece hacia los 30 ó 32 días. El crecimiento de las ramas fructíferas y su diferenciación es tan vertiginosa que un botón nuevo tarda para diferenciarse aproximadamente tres días (Hernández, ?).

La capacidad de la planta para emitir y diferenciar

botones es muy elevada. La formación de botones se incrementa paulatinamente de los 30 a 60 días y alcanza su máxima alrededor de los 60; a partir de allí, comienza a decrecer gradualmente hasta cerca de los 100 días. Se calcula que sólo fructifica el 60 % de los botones como consecuencia de un derrame por causas nutricionales o ambientales o ataques de plagas. Experimentalmente se ha demostrado que defoliaciones del 50 al 100 % a los 60 días producen derrames excesivos y afectan notoriamente los rendimientos (Hernández, ?).

(b) Floración. La flor se abre de 20 a 25 días después de la diferenciación del botón. Normalmente pasan de 2 a 3 días entre la apertura de dos flores correspondientes situadas sobre dos simpodios alternos sucesivos, y de 6 a 8 días entre dos flores sucesivas de un mismo simpodio (Hernández, ?).

La floración se acentúa hacia los 55 días después de la siembra y puede durar hasta 125 días. Durante ella se distinguen dos ciclos: el primero termina hacia los 100 días y el segundo a los 125 días o más (Hernández, ?).

El menor número de estructuras que se observan en un momento dado, es el de flores blancas, pues la antesis (tiempo transcurrido entre la apertura de la flor y su fecundación más o menos 30 horas), es muy corta (Hernández, ?).

Algunos autores sostienen que las primeras flores se pierden como consecuencia del derrame natural, y sólo las

flores de la mitad del primer ciclo se convierten en cápsulas, ya que las de la última etapa se pierden por cambios en las condiciones ambientales finales del cultivo (Hernández, ?).

Desde el comienzo de la floración la rata de crecimiento disminuye y se incrementa de nuevo con la caída de las primeras flores (Hernández, ?).

La humedad del suelo, la fertilidad y la exposición a la luz, juegan un papel preponderante durante esta época. El suelo debe tener suficiente humedad, de manera que se presente una alta transpiración, lo cual es muy importante para la apertura de flores (Hernández, ?).

Las condiciones de fertilidad se hacen limitantes en esta fase, especialmente en lo que respecta a fósforo y potasio. El fósforo cumple un papel fundamental en la fecundación; el potasio es un elemento regulador y básico en la construcción de paredes celulares e interviene en la síntesis de proteína (Hernández, ?).

La polinización de las flores ocurre generalmente en la mañana del día en que se abren. La fecundación se realiza en el transcurso de las próximas 30 horas que siguen a la apertura de la flor, la cual en ese momento tiene los pétalos color crema. A medida que los tubos polínicos avanzan dentro del estigma, los pétalos se tornan rojizos y 2 a 3 días después se marchitan y caen. Un poco antes de la abscisión de los pétalos muchos nutrientes migran de ellos al cáliz.

Esto es importante para la retención futura de las cápsulas jóvenes (Hernández, ?).

Durante la polinización las lluvias excesivas pueden causar problemas; disminuyendo la fecundación en un 20 a 25 % (Hernández, ?).

(c) Cápsulas. Una vez fecundada la flor, el fruto joven comienza a crecer rápidamente y alcanza en 20 a 25 días su tamaño definitivo, pero para adquirir su completa maduración y correcta apertura tarda otros 20 a 25 días. Por lo tanto, el período transcurrido entre la fecundación y apertura de cápsulas dura entre 40 y 50 días, según la variedad, el ambiente y la posición de la cápsula en la planta (Hernández, ?).

En la formación y maduración de cápsulas, el agua, la luz y el dióxido de carbono son indispensables, pues son condiciones de alta eficiencia fotosintética. Se sabe que una cápsula en desarrollo, recibe productos de la fotosíntesis, inicialmente de sus brácteas, en segunda instancia de la hoja opuesta exactamente en frente de ella, en el mismo simpodio y en tercer lugar, de la primera hoja localizada en el punto de inserción del simpodio con el eje principal. A este período se le ha denominado crítico y es justamente durante el cual a la planta se le debe brindar una máxima protección fitosanitaria (Hernández, ?).

(3) Maduración. Se inicia a los 100 días y finaliza en la recolección (Hernández, ?).

(a) Origen de la Fibra. La fibra de

algodón es unicelular y se desarrolla a partir de las células epidérmicas del óvulo (Hernández, ?).

La primera diferenciación de estas células se puede observar 16 horas antes de abrirse la flor, y su crecimiento se inicia el mismo día que tiene lugar la polinización; siendo lento al principio, se acelera durante 10 días y al final disminuye (Hernández, ?).

El alargamiento se produce por extensión y expansión de la membrana externa de la célula epidérmica y se hace en forma rápida pues su longitud final se adquiere a los 18 a 25 días después de la antesis (Hernández, ?).

Después de este período comienza su engrosamiento; para ello, el protoplasma vivo dentro de la membrana primaria empieza a depositar capas de celulosa. Este proceso de diferenciación y desarrollo toma unos 40 a 45 días (Hernández, ?).

En general, la humedad del suelo durante esta época juega un papel importante. Si en la fase de alargamiento es escasa, se produce fibra más corta hasta 3 mm. Si por el contrario es abundante, favorece la longitud de la misma. Si la condición de humedad excesiva se mantiene durante el proceso de formación de la fibra, se favorece el espesamiento de la pared y por lo tanto la finura y la resistencia se verán afectadas (Hernández, ?).

(b) Apertura de Cápsulas. Cuando la cápsula está madura se abre y el algodón semilla sale en

forma de copos pero queda retenido en el interior de los carpelos, según el ángulo de apertura de ellos y la cohesión del algodón semilla (Hernández, ?).

Cuando el ángulo es relativamente cerrado, el algodón semilla queda retenido y por el contrario cuando el ángulo es demasiado abierto, el algodón se cae fácilmente. Estas posibilidades de apertura existen en todas las plantas (Hernández, ?).

En el algodnero, cerca del 40 % de los botones logran llegar al estado de cápsulas maduras. Por tal razón, muchos investigadores consideran que el derrame es un enfermedad o un hábito normal para rechazar las yemas florales y cápsulas jóvenes que no pueden llegar a la madurez. En otras palabras, esta teoría nutricional establece que la planta sostiene un número dado de cápsulas y que el 'derrame es un mecanismo de descargue contra la excesiva fructificación (Hernández, ?).

(4) Abscisión.

(a) Pudrición de Cápsulas. Esta anomalía se observa preferencialmente en cápsulas bajas, aunque en algunas oportunidades se presenta en cápsulas del tercio medio y aún del superior. Consiste básicamente en una pudrición, con posterior modificación de la cápsula que puede tomar color marrón oscuro o negra (*Diplodia gossypina*); también el derrame (Shedding) basal, pues se ha demostrado que la planta de algodón es dinámica en cuanto a producción de

estructuras y puede perder en un momento dado gran parte de ellas sin que esto afecte su producción final (Hernández, ?).

La tendencia de la investigación actual es la de catalogar este fenómeno como una anomalía de origen fisiopatogénico que se produce a manera de derrame (Shedding) basal, pues se ha demostrado que la planta de algodón es dinámica en cuanto a producción de estructuras y puede perder en un momento dado gran parte de ellas sin que esto afecte su producción final. Actuaría como un mecanismo intrínseco del organismo en respuesta a alguna condición ambiental favorable, obligando a la planta a desprenderse de algunas estructuras que no puede sostener (Hernández, ?).

(b) Derrame (Shedding). La caída de órganos o de partes de la planta constituye el proceso de abscisión de las hojas o defoliación y la abscisión de estructuras reproductivas o derrame (Shedding), que comprende la caída de yemas florales o botones y cápsulas jóvenes (Hernández, ?).

El derrame de cápsulas jóvenes ha sido más estudiado que el de botones o flores. Se han señalado varios factores que inciden directa o indirectamente en el derrame, tales como diferencias genéticas, alternación de altos y bajos contenidos de humedad, temperaturas diurnas y nocturnas bajas, radiación, estado de fertilidad del suelo, incluyendo N, P, K, S, Mg, Cu, Zn y B, la relación carbohidratos a nitrógeno, y la presencia de hormonas o de productos reguladores de crecimiento (Hernández, ?).

Los investigadores están de acuerdo en que el derrame es una cuestión compleja, resultante de varias causas, cuyo último mecanismo es la producción de etileno. Experimentalmente se ha demostrado que altas concentraciones del mismo inducen "Shedding". Del papel del etileno como promotor de abscisión y las técnicas para contrarrestar este efecto es poco lo que se conoce (Hernández, ?).

4. Condiciones Agronómicas para su Cultivo.

Las condiciones agronómicas que se deben tener en cuenta para lograr buenos resultados en el cultivo del algodón son:

a. Precipitación. Precipitación pluvial de 675 mm como promedio anual (Hernández, ?).

b. Elevación. Tierras a una elevación entre 0 y 300 msnm (Hernández, ?).

c. Temperatura. Temperatura promedio de unos 33 grados centígrados (Hernández, ?).

d. Tipos de Suelos. Suelos planos de textura franca, franco-arenosa ó franco-arcillosa. El algodón soporta suelos ligeramente ácidos (Hernández, ?).

e. Siembra. Es una de las labores fundamentales en el cultivo, por lo cual es preciso efectuarla en forma técnica y correcta para obviar problemas posteriores. La siembra regularmente se hace en los meses de junio y julio (Hernández, ?.)

(1) Profundidad. La profundidad de la semilla

debe fijarse entre 2.5 y 4.0 cms, según las condiciones de textura, mullido y humedad del suelo. En términos generales, mientras más húmedo es el suelo, menor la profundidad. Por lo común, los suelos arenosos requieren mayor profundidad que los arcillosos. Si el suelo se seca rápidamente, como el arenoso, presenta terrones poco más o menos grandes, debe usarse la mayor profundidad. La siembra debe vigilarse permanentemente, con el objeto de no dejar surcos sin semilla por atascamiento en los platos o en los conductos de salida de la sembradora (Hernández, ?).

(2) Densidad de Población. Se han hecho innumerables trabajos experimentales, con el objeto de establecer la densidad óptima de población. Una densidad de población muy baja da por resultado un escaso rendimiento unitario por carencia de material vegetativo. Una densidad de población muy alta reduce el rendimiento por causa de la pudrición de las cápsulas. Por lo general, el número de plantas por unidad de superficie, se fija en razón inversa a la fertilidad inherente del suelo y es un factor de mayor importancia en los suelos livianos que en los pesados (Hernández, ?).

(3) Raleos. El raleo consiste en eliminar cierto número de plantas hasta alcanzar la población ideal o prefijada por unidad de superficie. Se acostumbra realizar esta práctica en forma gradual y comúnmente en dos pasos: uno preliminar o "distanciada" que se lleva a cabo entre 15 y 20 días y el definitivo o raleo propiamente dicho, que se

realiza entre 30 y 40 días. Cuando el raleo se hace tardío, las ramas fructíferas se presentan a una mayor altura, lo cual podría dar lugar al acame de la población. Generalmente el raleo se hace con azadón o machete o directamente con la mano y se aprovecha la oportunidad para dejar las plantas más sanas y vigorosas (Hernández, ?).

5. Manejo de los Suelos del Algodonero.

a. Aspectos Físicos. Las propiedades físicas primarias de un suelo como son la textura, la estructura y la consistencia, se deben tener en cuenta para la selección; para el manejo mecánico de los suelos algodoneiros, en cuanto que están relacionados con propiedades secundarias como son el drenaje, la capacidad de retención de agua, la aireación, el desarrollo de raíces (profundidad efectiva) y la erodabilidad (Hernández, ?).

Considerando, en primer lugar, que las características físicas son las que influyen directamente sobre el crecimiento de las plantas; en segundo lugar, que ellas no dependen exclusivamente de una de las propiedades físicas primarias sino del efecto conjunto de todas y, finalmente, que están influenciadas en forma apreciable por el relieve, por la actividad biológica en el suelo y por la presencia de elementos como calcio, sodio, hidrógeno, aluminio y hierro, no es acertado diagnosticar a la bondad de un suelo para el cultivo o recomendar prácticas mecánicas, simplemente considerando alguna de las propiedades físicas primarias (textura,

estructura ó consistencia) (Hernández, ?).

La selección de un suelo en el aspecto físico y la adopción de labores mecánicas o culturales, debe hacerse principalmente mediante la evaluación de las características físicas secundarias, frente a determinado clima, especialmente en el aspecto de riegos. Las propiedades físicas secundarias del suelo son una resultante de la interacción entre las propiedades primarias, el relieve, la pendiente, la constitución química y las características biológicas de un suelo (Hernández, ?).

Lo mismo que para cualquier cultivo semestral y mecanizable, el relieve debe ser plano o ligeramente ondulado con el fin de evitar la erosión. En general las pendientes serán inferiores al 15 % pero en terrenos inclinados se deben realizar algunas prácticas especiales. Si la textura es arcillosa hasta un 10 % de pendiente, si la textura es arenosa, hasta un 5 % de pendiente (Hernández, ?).

La facilidad y rapidez con que se elimina de un terreno el agua que recibe, o la capacidad para conservar una cantidad apreciable, dependen de su relieve y de las características del suelo a través del perfil. Considerando en conjunto el aspecto del agua en el suelo, aireación y fertilidad, las texturas más apropiadas para el cultivo del algodón serían las medianas (franco arenoso fino, franco, franco limoso) (Hernández, ?).

Cuando la capa freática de un terreno está próxima a la superficie (menos de 2m.) y por el caudal de las lluvias o

del riego, asciende a la zona de las raíces permaneciendo allí varios días, se establece una condición de exceso de agua que afecta severamente el crecimiento y la producción del algodónero. Tal condición de mal drenaje está asociada frecuentemente a problemas de salinización (Hernández, ?).

b. Aspectos Químicos.

(1) Reacción del Suelo (pH). Los rendimientos del algodónero tienden a disminuir en la medida que el pH de los suelos baja de 5.5 o sube de 7.5, haciéndose necesaria la realización de tratamientos especiales para corregir problemas asociados con la acidez del suelo en el primer caso o la alcalinidad en el segundo caso (Hernández, ?).

Las mejores producciones se obtienen generalmente en suelos cuya reacción es ligeramente ácida o casi neutra (pH 6.2 a 7.2) (Hernández, ?).

El algodónero es poco tolerante a la acidez, por lo tanto es necesario corregir tal problema para obtener producciones normales. La acidez excesiva en los suelos causa inhibición y deformación del sistema radical del algodónero, detención de su crecimiento, disminución en la formación de estructuras reproductivas e intensificación del derrame. Las causas de estas anormalidades radican en la toxicidad del aluminio y en las carencias de calcio y fósforo (Hernández, ?).

La presencia de una alta concentración de aluminio

activo en la zona radical (generalmente con valor de pH inferior a 5.0) produce la muerte de los puntos de crecimiento de las raíces del algodónero, determinando su posterior deformación y cambio, el crecimiento de la planta se detiene. Cuando las raíces se han recuperado, se activa nuevamente el desarrollo de la planta, sin llegar a ser normal (Hernández, ?).

Por otra parte, este cultivo es relativamente tolerante a condiciones de alcalinidad o salinidad (Hernández, ?).

6. Nutrición y Fertilización del Algodonero

a. Fuentes de nutrición y fertilización. El algodónero requiere de una buena disponibilidad de nutrientes en el suelo o que las deficiencias sean corregidas mediante una adecuada fertilización. Los aumentos de rendimiento en algodónero por la fertilización se obtienen principalmente, en primer lugar, por el nitrógeno y en segundo lugar por la acción conjunta de NK, NPK y NP (Hernández, ?).

La mejor orientación sobre las posibles deficiencias de nutrientes y su correspondiente necesidad de corregirlas la da el análisis de suelo, porque previamente se han establecido correlaciones entre ellos y los resultados de numerosos experimentos de fertilización en el campo. Esto ha permitido establecer cuando hay una probabilidad aceptable de obtener aumentos de rendimiento por la aplicación de determinado fertilizante y por lo tanto cuando debe suministrársele al cultivo (Hernández, ?).

Debe tenerse en cuenta que la fertilización insuficiente

aumenta los costos y no alcanza a incrementar los rendimientos. Una aplicación innecesaria o desequilibrada de fertilizantes no sólo encarece el cultivo sino que puede ocasionar disminución de rendimiento (Hernández, ?).

(1) Nitrógeno. El nitrógeno ha sido el elemento más importante para la producción de algodón, ya que en cantidades bajas o altas la mayoría de los suelos algodoneros requieren el suministro de fertilizantes nitrogenados para obtener rendimientos satisfactorios (Hernández, ?).

El exceso de nitrógeno produce plantas muy frondosas pero de escasa fructificación y sus cápsulas se abren en forma tardía e irregular. Una dosis alta de nitrógeno (pero no excesiva) puede ocasionar una mayor caída de estructuras reproductivas que disminuyen finalmente el rendimiento. En suelos de baja fertilidad, el efecto positivo del nitrógeno solo se manifiesta con una fertilización completa y balanceada (Hernández, ?).

La deficiencia de nitrógeno se manifiesta con un crecimiento restringido, poca ramificación, amarillamiento, secamiento y caída prematura de las hojas inferiores, observándose las plantas de un color verde muy claro y de poco vigor. La fructificación es deficiente y débil y la producción baja (Hernández, ?).

Los valores de materia orgánica por debajo de los cuales se presentan deficiencias de nitrógeno y por lo tanto la

disminución de los rendimientos es apreciable (nivel crítico), varía de una región a otra (Hernández, ?).

Existen ciertas épocas durante el ciclo vegetativo en las cuales es más eficiente el nitrógeno aplicado al suelo. La aplicación del fertilizante nitrogenado en banda, por un lado de los surcos es el sistema más utilizado y que parece más lógico. Esta operación puede hacerse con máquina o a mano. El fertilizante nitrogenado debe colocarse sobre el suelo húmedo para evitar tanto posibles pérdidas por volatilización o por arrastre, como la necesidad de realizar una labor mecánica o cultural para taparlo (Hernández, ?).

(2) Fósforo. Por su influencia en el crecimiento y en los procesos de la fase productiva del cultivo, es conveniente o necesario suministrarlo al suelo (Hernández, ?).

Los síntomas de deficiencia de fósforo no son tan claros como los de nitrógeno; los más destacados son el color verde oscuro del follaje y el aspecto enfermizo y poco vigoroso de las plantas. Se reduce el número de flores, la fructificación es deficiente y se cae la mayoría de las pocas cápsulas formadas. Se retarda la maduración de la cosecha. Las hojas toman posteriormente una tonalidad parda que es seguida de un amarillo bronceado, con manchas ferruginosas en el extremo del limbo que avanzan hasta dar el aspecto de quemadas por fuego (Hernández, ?).

Se requiere de una fertilización balanceada para poder incrementar la producción de algodón semilla con la adición

de fósforo en suelos que presentan deficiencias de este elemento. El fósforo debe aplicarse en la zona radical a 12 ó 15 cms de profundidad dentro del suelo (Hernández, ?).

(3) Potasio. El mejor efecto del potasio se manifiesta en presencia del nitrógeno; por otra parte, la influencia positiva de la fertilización fosfórica en suelos que simultáneamente presentan también baja capacidad de suministro de potasio, sólo se observa en presencia de este elemento y de nitrógeno (Hernández, ?).

Está reconocida la acción del potasio no sólo en la productividad y calidad de la fibra de algodón, sino también en el estado fitosanitario de las plantas. Los cultivos con deficiencia aguda de potasio presentan un desarrollo raquítico, defoliación casi total, fuerte derrame, apertura anormal y prematura de las cápsulas, fibra y semillas de inferior calidad y bajos rendimientos. Inicialmente las hojas del tercio medio y superior de las plantas muestran habilidad de obtener aumentos de rendimiento con la aplicación de fertilizantes potásicos; cuando el valor del resultado del análisis corresponde a un valor mediano, la probabilidad de respuesta es moderada y, cuando es alto, tal probabilidad es baja. Los principios de aplicación de fertilizantes potásicos consisten en aplicarlo en banda a un lado del surco (Hernández, ?).

(4) Calcio. Deficiencias importantes de calcio sólo ocurren en suelos ácidos que han perdido las bases por

lixiviación. Este fenómeno será más intenso a medida que el suelo sea más arenoso (Hernández, ?).

Un suelo ácido, pobre en bases y que no reciba los tratamientos anotados, determinará en el algodónero una deficiencia fuerte de calcio la cual se caracteriza por los siguientes síntomas generales: hojas nuevas y zonas de crecimiento atrofiados y que en estado avanzado de deficiencia mueren, colapso de los pecíolos, marchitez de las hojas, defoliación, detención del crecimiento, raquitismo, florecimiento y fructificación reducidas, caída de cápsulas y rendimiento nulo (Hernández, ?).

(5) Magnesio. En los suelos ácidos el contenido de magnesio intercambiable es muy bajo y la utilización de cal agrícola y de fertilizantes fosfóricos ricos en calcio así como de fertilizantes potásicos, todos en cantidades altas, determinan un mayor lavado del magnesio del suelo y una menor aprovechabilidad de él por las plantas, provocada por el antagonismo del calcio y del potasio (Hernández, ?).

Los síntomas de deficiencia de magnesio en el algodónero siguen un esquema general: inicialmente se observa una decoloración intravenal de las hojas de las ramas inferiores, avanzando tanto de los ápices y de los márgenes de las mismas hacia el centro del limbo. Las áreas foliares cloróticas van tomando un color rojo púrpura a morado cuyo fondo contrasta con las nervaduras verdes. Posteriormente se presenta una defoliación prematura en el tercio inferior de la planta. El crecimiento y la floración son aparentemente normales

(Hernández, ?).

Las deficiencias de magnesio ocurren principalmente en suelos ácidos o en suelos gruesos lavados o cuando el contenido de calcio es muy alto y el de magnesio muy bajo

(Hernández, ?).

V. MATERIALES Y METODOS

En los estudios de fertilidad, se desarrollaron etapas de Gabinete, Campo, Laboratorio e Invernadero y una etapa final de calibración en Campo y elaboración del Informe de trabajo.

A. Estudios de Gabinete

Consistieron en recopilar toda la información existente respecto del área y el uso de fotografías aéreas de la región (escalas 1:20,000 y 1:45,000), mapas cartográficos (escalas 1:50,000) y hojas Pueblo Nuevo, Tiquisate 1958 II y Huitzitzil 1958 III, así también la información de suelos existente, condiciones climáticas, variedades de algodón utilizadas, etc.

Con base en el análisis de las fotografías se hizo una fotointerpretación de las mismas para establecer los puntos de muestreo, procediendo posteriormente a la elaboración de mapas preliminares a escala 1:10,000 para poder usarlos en el campo y hacer las correlaciones respectivas.

B. Estudios de Campo

En base al trabajo de gabinete se efectuó el muestreo en el campo y se afinaron los mapas como producto del estudio de los perfiles, de los pedones representativos del área.

En el trabajo de campo se realizaron caminatas en toda el área y la descripción de los pedones de diagnóstico y de los perfiles típicos de las áreas donde se localizaron los

trabajos de investigación, cubriendo una superficie de 10,000 hectáreas aproximadamente. Se barrenó en estas áreas para tomar muestras a diferentes distancias y profundidades, se identificó la pendiente, el uso de la tierra y la presencia de sales y factores inhibitorios. Se delimitaron en el mapa a escala 1:10,000 las diferentes clases de suelos y se abrieron 27 calicatas de 1mX1mX1m para el estudio del perfil del suelo donde se tomaron los datos generales de cada horizonte. Se recolectaron aproximadamente 5 libras de suelo por horizonte, y 100 libras del mismo a una profundidad de 60 cm para los estudios de correlación en el invernadero y de fijación.

C. Estudios de Laboratorio

En el laboratorio, las muestras de suelo fueron preparadas de la forma siguiente para la determinación de las propiedades físicas y químicas: se secaron al aire y a la sombra, se trituraron con un rodillo de hule, se pasaron a través de un tamiz de 2 mm y las destinadas al estudio de invernadero a 6mm para luego ser homogenizadas.

Las muestras homogenizadas fueron sometidas a los siguientes análisis:

1. Análisis granulométrico: método del hidrómetro de Bouyucus
2. Densidad aparente: con el cilindro de Oucan
3. Capacidad de campo: método de la olla de presión
4. Punto de marchitamiento permanente: método de la membrana de presión

5. Estructura
6. Textura
7. Color
8. Materia orgánica: combustión húmeda con el método de Walkley y Black modificado (uso de dicromato de potasio)
9. pH: determinación con el potenciómetro por el método de la pasta delgada
10. Conductividad eléctrica por medio de la pasta saturada; y la cuantificación de Carbonatos y Bicarbonatos por titulación con ácido sulfúrico 0.01N, Sulfatos por precipitado de sulfato de bario, Cloruros por titulación con nitrato de plata, Calcio y Magnesio por titulación con EDTA, Sodio y Potasio solubles mediante el fotómetro de llama
11. Capacidad total de Intercambio: acetato de amonio 1N y la cuantificación de Calcio y Magnesio intercambiables por titulación con EDTA (Método del Versenato); y la de Sodio y Potasio intercambiables con el fotómetro de llama
12. Nitratos: método del ácido fenoldisulfónico
13. Nitrógeno total: combustión húmeda por el método de Microkjeldahl
14. Fósforo aprovechable: extraído con la solución de Bray P-1
15. Contenido de sales
16. Contenido de aluminio intercambiable

D. Estudios de Invernadero

Para establecer las curvas de fijación y los estudios de invernadero, se siguió la metodología recomendada por D. L. Waugh y J. W. Fitts de la Universidad de Carolina del Norte, que consiste en poner a incubar las muestras de suelos con diferentes concentraciones de P y K durante 3 días, analizar las muestras por las metodologías de Bray P-1 para fósforo y acetato de amonio para potasio, elaborar las curvas de fijación y determinar los puntos de inflexión que servirán de base para la aplicación de tratamientos en invernadero. Los tratamientos utilizados fueron 4, distribuidos en bloques al azar, con 4 repeticiones cada unidad experimental, utilizando en cada una 2 kg de suelo, determinar el valor crítico del análisis de suelo, correlacionar los resultados en el invernadero, tomando como base el nivel crítico del análisis, la mitad de éste y el doble respectivamente, teniendo siempre un testigo, en un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, determinar en base a peso seco y rendimiento relativo el porciento de rendimiento, efectuando el análisis de los resultados obtenidos.

Se investigaron los suelos de los perfiles típicos que representaron el área y cuyas características fueron establecidas de acuerdo con los análisis físicos y químicos realizados y los sistemas de manejo a que han sido sometidos.

En los estudios de invernadero se utilizó como planta indicadora el sorgo y como fuentes de nutrientes cloruro de

potasio, urea y fosfato de calcio monobásico. También se preparó una solución nutritiva para agregar a los suelos y garantizar la presencia de otros nutrientes indispensables en el desarrollo fisiológico de los cultivos.

Iniciado el cultivo, todos los factores relativos a agua-planta y parcialmente clima fueron controlados durante dos meses, al final de los cuales se cosecharon las plantas.

Se analizó si el valor del análisis de suelo correspondía o no al máximo rendimiento con el objeto de hacer las correcciones correspondientes antes de entrar a la calibración en el campo.

E. Estudios de Fertilidad

En virtud de los resultados obtenidos se procedió a efectuar la calibración en el campo para la obtención de las funciones de rendimiento, utilizando el diseño estadístico bloques al azar con tres repeticiones y 15 tratamientos dentro de los cuales se incluyó el Nivel Crítico que mejor había correlacionado tanto en rendimientos como en el valor del análisis de suelo. Se pusieron 15 tratamientos a efecto de afinar hasta donde fuera posible la dosis de fertilizante a aplicar.

1. Materiales utilizados

Los materiales utilizados para realizar esta investigación fuera de reactivos, aparatos y equipo especializado se circunscribió al uso de las siguientes fuentes de nutrientes:

Urea para Nitrógeno

Triple Superfosfato para Fósforo

Cloruro de Potasio para Potasio

2. Metodología seguida en los Experimentos de Campo

De acuerdo a los niveles críticos determinados en los estudios de laboratorio y de invernadero para los elementos N, P y K, se procedió a la experimentación de campo, adoptando un diseño de bloques al azar con 15 tratamientos y 3 repeticiones.

La parcela útil fue de 48 metros cuadrados, poniendo un distanciamiento de 2 metros entre repeticiones y entre bloques. La dimensión de la parcela se tomó de esta manera para evitar hasta donde fuera posible la variación debida a la heterogeneidad del suelo.

3. Tratamientos empleados en el experimento

Los tratamientos empleados en el experimento se presentan en el cuadro 5.1. Están expresados en kilogramos por hectárea y son producto de los estudios de correlación efectuados en el invernadero y cuantificados a través del método que mejor correlación presentó con los rendimientos.

Cuadro 5.1 Dosis de Fertilizantes aplicada a cada Parcela del Diseño Experimental para suelos de textura franco-arenosa.

Tratamiento	Fertilizante en Kg/Ha		
	(N, P O y K O)		
	2	5	2
1.	0	0	0
2.	281	0	0
3.	225	0	0
4.	112	0	0
5.	281	225	0
6.	225	225	0
7.	112	225	0
8.	281	112	0
9.	225	112	0
10.	112	112	0
11.	281	225	225
12.	225	112	112
13.	112	0	112
14.	0	112	112
15.	0	225	112

a. Adición de Fertilizantes

Los fertilizantes se agregaron a mano en banda lateral, para los elementos N y K; y mateado (haciendo un orificio cerca de la planta) para el elemento P. Los tres fertilizantes se aplicaron después del raleo cuando las plantas habían alcanzado una altura aproximada de 35 cms a los 40 días aproximadamente después de la siembra.

b. Labores Culturales

Las labores culturales que recibió el experimento fueron las mismas que se le otorgaron a la plantación comercial.

c. Recopilación de Información

La información recabada durante el período vegetativo

de la planta fue el aspecto general del cultivo en relación a diferencias nutricionales visibles, grosor del tallo, número y largo de ramas, altura de la planta, número de bellotas, infestación por plagas y enfermedades así como peso y calidad de la fibra.

d. Curvas de Absorción

(1) Recolección de las Hojas para Análisis

Para determinar la concentración de nutrientes en los tejidos seleccionados se recogieron con intervalos de 15 y 30 días para el último muestreo, hojas maduras con peciolo, localizadas aproximadamente en el tercio medio de la planta y en la parte central de la rama. Se evitó recoger hojas demasiado jóvenes, en virtud que de acuerdo con la literatura consultada la concentración de elementos nutritivos es variable en estas edades.

(2) Preparación de las Hojas recolectadas

Las muestras recogidas se trasladaron rápidamente al laboratorio, donde se separaron los peciolo de las láminas. Luego se secaron en un horno a 60°C durante 48 horas y se molieron a 40 mesh.

(a) Métodos de Análisis Químico

Determinación de Nitrógeno total mediante combustión húmeda por el método de Microkjeldahl.

Las determinaciones de potasio, calcio y magnesio se hicieron por combustión seca. Las muestras se incineraron en una mufla a 500°C durante 2 horas y recuperación de las

cenizas con ácido clorhídrico 1N.

La cuantificación de potasio se hizo a través del flamómetro de llama y la determinación de Ca y Mg por titulación con EDTA (Método del Versenato).

Fuera de este tipo de determinaciones se efectuaron a las plantas análisis foliares a efecto de establecer durante su período vegetativo épocas de mayor absorción de nutrientes.

Por otro lado, a este experimento siguieron otros tres realizados en diferentes años, en los cuales se probaron tanto diferentes variedades de algodón así como densidades de población en los cuales siempre se utilizó como punto de partida para la aplicación de fertilizantes el nivel crítico establecido y para método de análisis el que mejor correlacionó.

La recolección se efectuó a mano y se pesó en el campo usando una balanza de resorte. Se etiquetaron los sacos los cuales fueron posteriormente pesados en una balanza de mayor sensibilidad. Los datos fueron tabulados y analizados estadísticamente.

Para la obtención de las dos últimas funciones de respuesta, el diseño utilizado fue el de bloques al azar en parcelas divididas; en las cuales las parcelas grandes eran las de densidades de población y las pequeñas para los diferentes tratamientos.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

CARACTERIZACION DEL SUELO

1. SUELO

1.1 Campo

Clase Agrológica III

Tiquisate, Alotenango Punto 1

0-40 cms: clase textural franco arenoso, estructura en bloques subangulares pequeños, débilmente desarrollados, consistencia suave en seco y friable en húmedo, permeable, de color gris obscuro (5YR4/1) en seco y gris muy obscuro (5YR3/1) en húmedo, alto contenido de materia orgánica, con reacción ligeramente ácida, no se observó ningún tipo de concreciones.

40-75 cms: clase textural franco arenoso, estructura en bloques medianamente desarrollados, consistencia suave en seco y friable en húmedo, permeable, de color pardo grisáceo (10YR5/1) en seco y pardo grisáceo en húmedo, permeable, de color gris obscuro (5YR4/1) en seco y gris muy obscuro (5YR3/1) en húmedo, alto contenido de materia orgánica, con reacción ligeramente ácida, no se observa ningún tipo de concreciones.

40-75 cms: clase textural franco arenoso, estructura en bloques medianamente desarrollados, consistencia suave en seco y friable en húmedo, permeable, de color pardo grisáceo (10YR5/1) en seco y pardo grisáceo obscuro (10YR3/1) en húmedo, reacción ligeramente ácida.

Variaciones: en algunas áreas se encuentra un horizonte

franco superficial o bien un segundo horizonte con las mismas características.

Relieve: plano.

Drenaje: interno normal, superficial deficiente.

En forma preliminar, y de acuerdo a su potencialidad, capacidad de uso, factores físicos y químicos propios, sistemas de manejo, factores externos (topografía, sistema de drenaje, etc.) se clasificaron los suelos en estudio como clase agrológica III.

1.2 Laboratorio

Los resultados obtenidos en los estudios de fijación de P y K en el Laboratorio fueron los siguientes:

Suelos Alotenango, Tiquisate: el valor crítico del análisis se manifestó cuando se habían agregado al suelo las cantidades de:

100 ppm. de P en forma de Fosfato de Calcio Monobásico

100 ppm. de K en forma de Cloruro de Potasio

Los valores del análisis de suelo fueron para fósforo por el método de Bray-1 12 ppm y para potasio intercambiable 42 ppm.

1.3 Invernadero

Cuadro 6.1 Comparación múltiple de medias,
Finca Alotenango, Tiquisate

	Comparador Estadístico
0x - 4.49	a
1/2x - 9.84	b
1x - 20.42	c
2x - 19.90	c

Los valores corresponden a peso de materia seca en gramos. Para las letras iguales no hay diferencia significativa al 0.05 % (a, b,c).

El rendimiento en gramos de materia seca, en relación a 0x fue de 77.50 %.

Cuadro 6.2 Determinaciones Físico-Químicas

Punto	T-A1	T-A1
Profundidad (cm)	0-40	40-75
Clase Textural	Fco. Ar.	Fco. Ar.
DA (gr/cm)	1.40	1.40
% CC	20.00	21.00
% PMP	9.00	8.00
Cl	1.30	1.10
% M.O.	3.00	1.00
pH	5.90	6.10
CE (mmhos*cm)	1.80	1.60
% Na int.	2.10	1.80
Carbonatos	--.--	--.--
CATIONES INTERCAMBIABLES (meq/100 gr.)		
Ca	8.70	7.29
Mg	14.99	13.48
Na	0.05	0.12
K	0.42	0.32
H	--.--	--.--
C.T.I.	18.44	16.10
ASIMILABLES		
% N	1.50	0.60
ppm P	6.20	4.60
ppm K	100.00	94.00

T = TIQUISATE A = ALOTENANGO

La clasificación por salinidad se reportó normal.

Fuente: UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRICOLAS
DEPARTAMENTO DE SUELOS

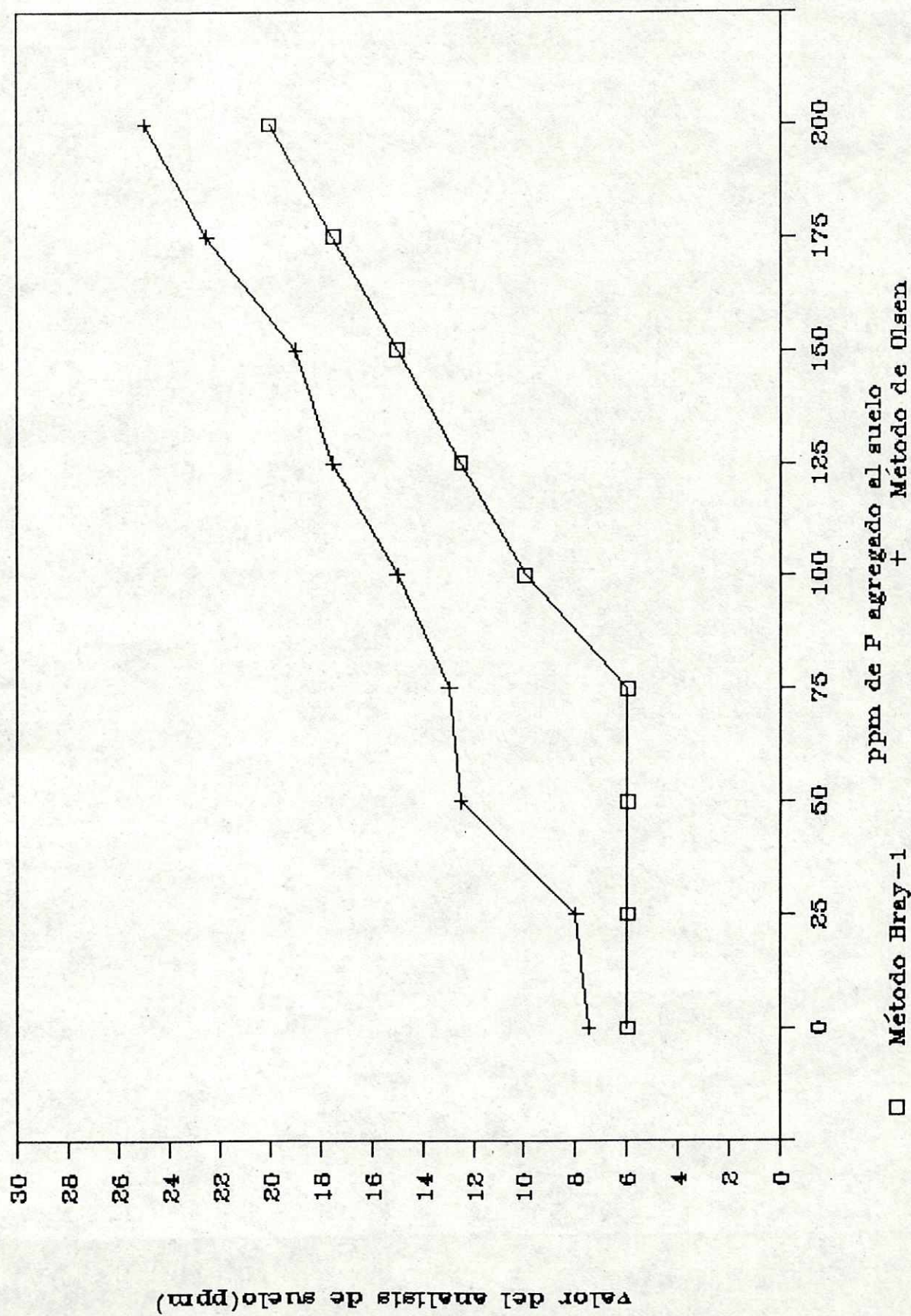


Figura 6.1 Comparación de Metodologías para Determinación del Nivel Crítico de P

Cuadro 6.3 Diseño Bloques al Azar, establecido en el campo,
15 tratamientos y 3 repeticiones, Finca Alotenango, Tiquisate, 1985

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	11	7	8	13	15	4	1	10	2	14	12	9	3	6	
	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K
	1-1-0	2-1-0	2-2-0	1-1-0	0-1-0	3-0-0	0-0-0	3-1-0	1-0-0	0-0-2	2-2-2	3-2-0	2-0-0	1-2-0	
B	3	1	14	2	9	11	7	6	15	5	8	13	4	10	12
	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K
	2-0-0	0-0-0	0-0-2	1-0-0	3-2-0	1-2-1	2-1-0	1-2-0	0-1-0	1-1-0	2-2-0	3-1-2	3-0-0	3-1-0	2-2-2
C	12	7	8	2	13	6	10	11	15	3	1	4	5	14	9
	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K	N-P-K
	2-2-2	2-1-0	2-2-0	1-0-0	3-1-2	1-2-0	3-1-0	1-2-1	0-1-0	2-0-0	0-0-0	3-0-0	1-1-0	0-0-2	3-2-0

Especificaciones: Las literales A, B y C denotan las repeticiones
Los números 1-15 denotan los tratamientos

Los números 1-15 en desorden denotan la forma
en que quedaron distribuidos los tratamientos
después del sorteo al azar.

Las literales N-P-K denotan los tres elementos
agregados al cultivo.

Los números siguientes indican la dosis de
fertilizante aplicado al cultivo.

N = 0	0 Kg/Ha	P = 0	0 Kg/Ha	K = 0	0 Kg/Ha
N = 1	112 Kg/Ha	P = 1	112 Kg/Ha	K = 1	112 Kg/Ha
N = 2	225 Kg/Ha	P = 2	225 Kg/Ha	K = 2	225 Kg/Ha
N = 3	281 Kg/Ha				

Cuadro 6.4 Contenido de N (meq/100 gr tejido seco)

DOSIS NPK	FECHA	meq N	FECHA	meq N	FECHA	meq N
N1/P2	28 ag.	351	11 sep	410	28 sep	351
N1/P0	28 ag.	389	11 sep	367	28 sep	292
N2/P2	28 ag.	346	11 sep	356	28 sep	335
N2/P1	28 ag.	356	11 sep	157	28 sep	335
N3/P2	28 ag.	297	11 sep	351	28 sep	324
N3/P1	28 ag.	335	11 sep	313	28 sep	307
N1/P1	28 ag.	340	11 sep	351	28 sep	307
N0/P0	28 ag.	356	11 sep	308	28 sep	346
N2/P0	28 ag.	356	11 sep	314	28 sep	345
N3/P0	28 ag.	389	11 sep	329	28 sep	340
					28 oct	235
					28 oct	345
					28 oct	225
					28 oct	245
					28 oct	270
					28 oct	285
					28 oct	275
					28 oct	240
					28 oct	305
					28 oct	235

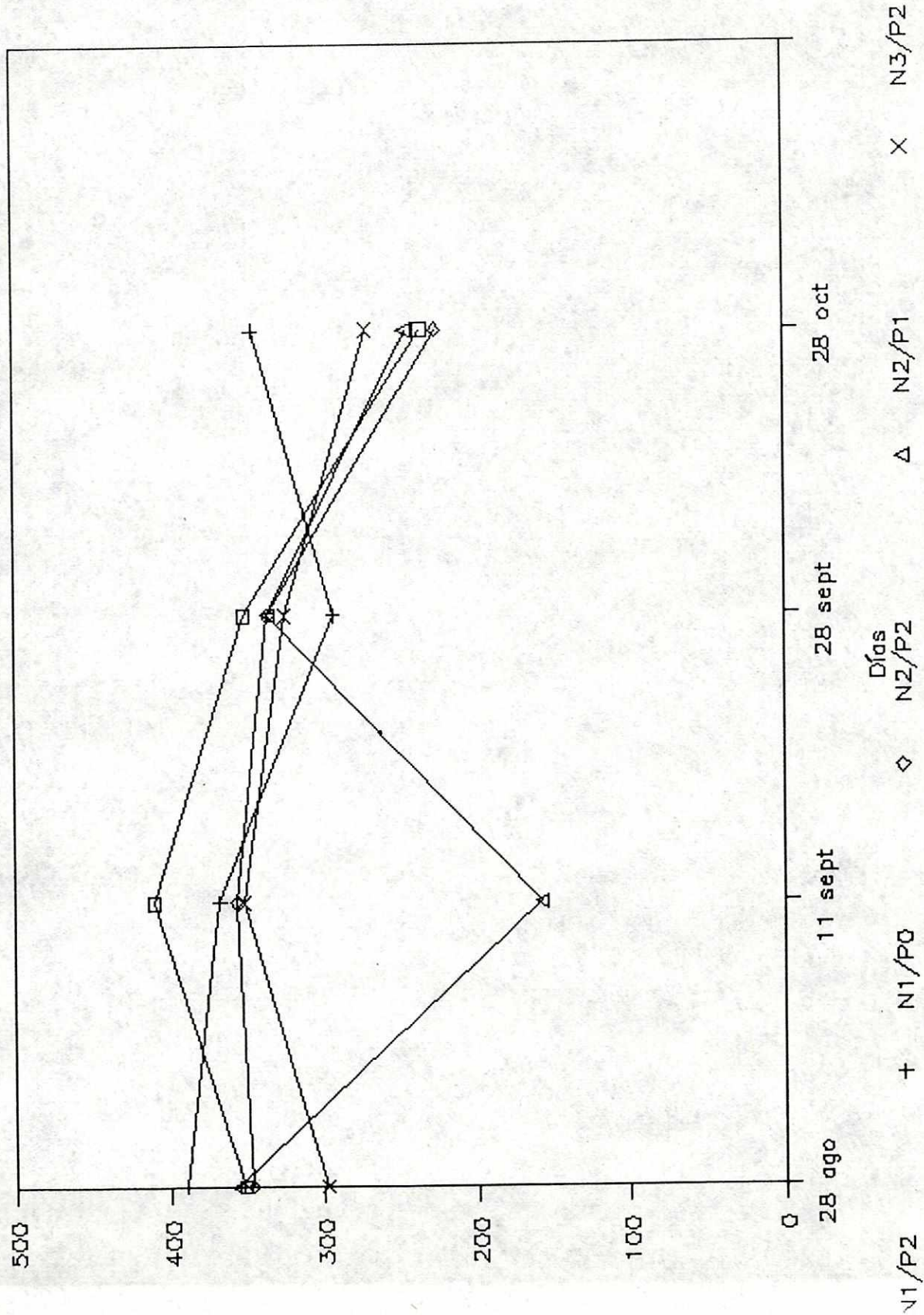


Figura 6.2 Contenido de N (meq/100 gr de tejido seco) para diferentes tratamientos y épocas de muestreo. Finca Alotenango, Tiquisate, 1985.

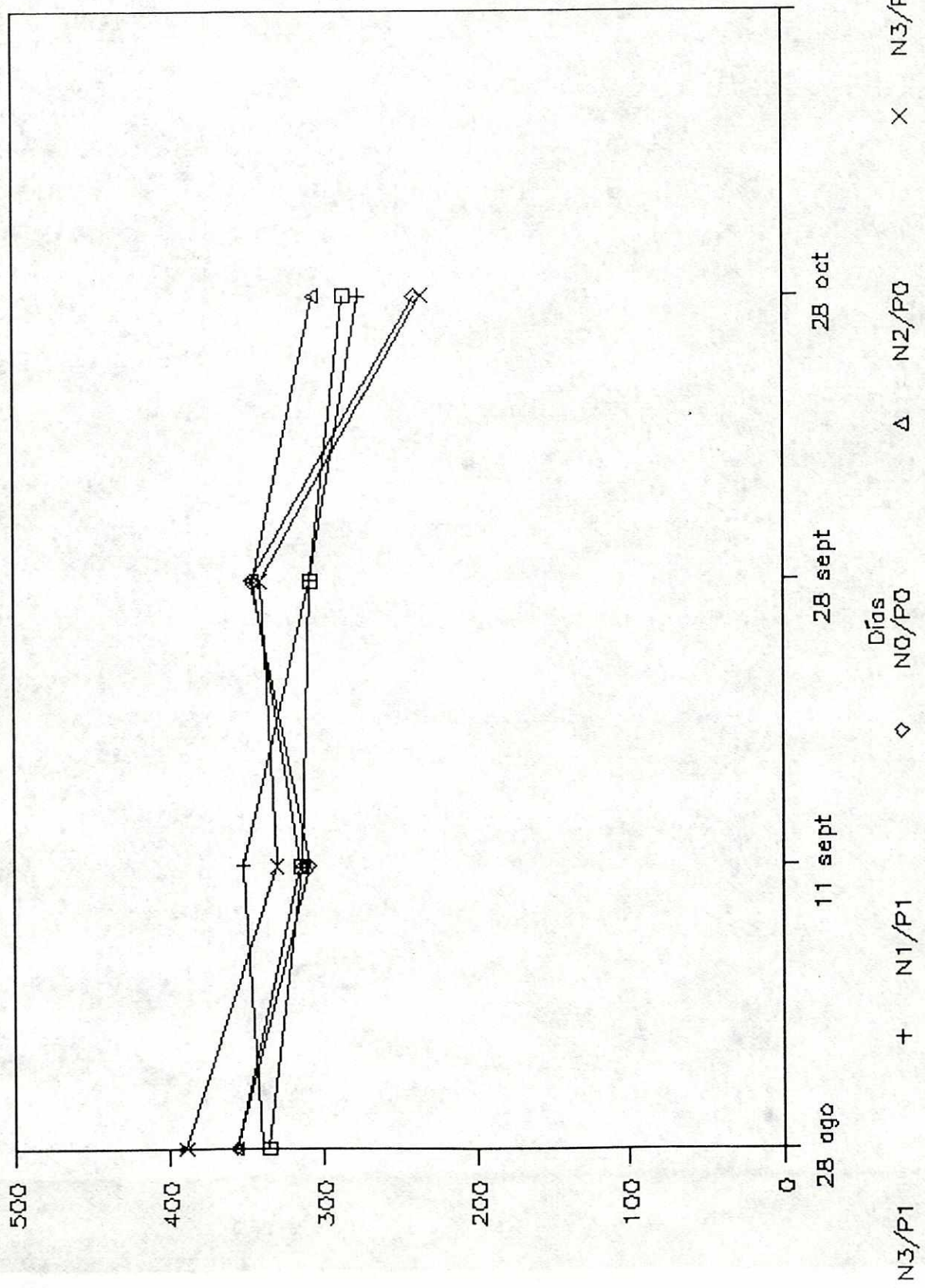


Figura 6.3 Contenido de N (meq/100 gr de tejido seco) para diferentes tratamientos y épocas de muestreo. Finca Alotenango, Tiquisate, 1985.

Cuadro 6.5 Contenido de P (meq/100 gr tejido seco)

DOSIS NPK	FECHA	meq P	FECHA	meq P	FECHA	meq P	FECHA	meq P
N1/P2	28 ago	22	11 sep	38	28 sep	6	28 oct	61
N1/P0	28 ago	6	11 sep	32	28 sep	3	28 oct	32
N2/P2	28 ago	5	11 sep	16	28 sep	9	28 oct	45
N2/P1	28 ago	14	11 sep	10	28 sep	12	28 oct	51
N3/P2	28 ago	25	11 sep	19	28 sep	6	28 oct	59
N3/P1	28 ago	8	11 sep	40	28 sep	12	28 oct	40
N1/P1	28 ago	90	11 sep	34	28 sep	12	28 oct	35
N0/P0	28 ago	25	11 sep	16	28 sep	4	28 oct	12
N2/P0	28 ago	3	11 sep	31	28 sep	5	28 oct	32
N3/P0	28 ago	2	11 sep	26	28 sep	4	28 oct	29

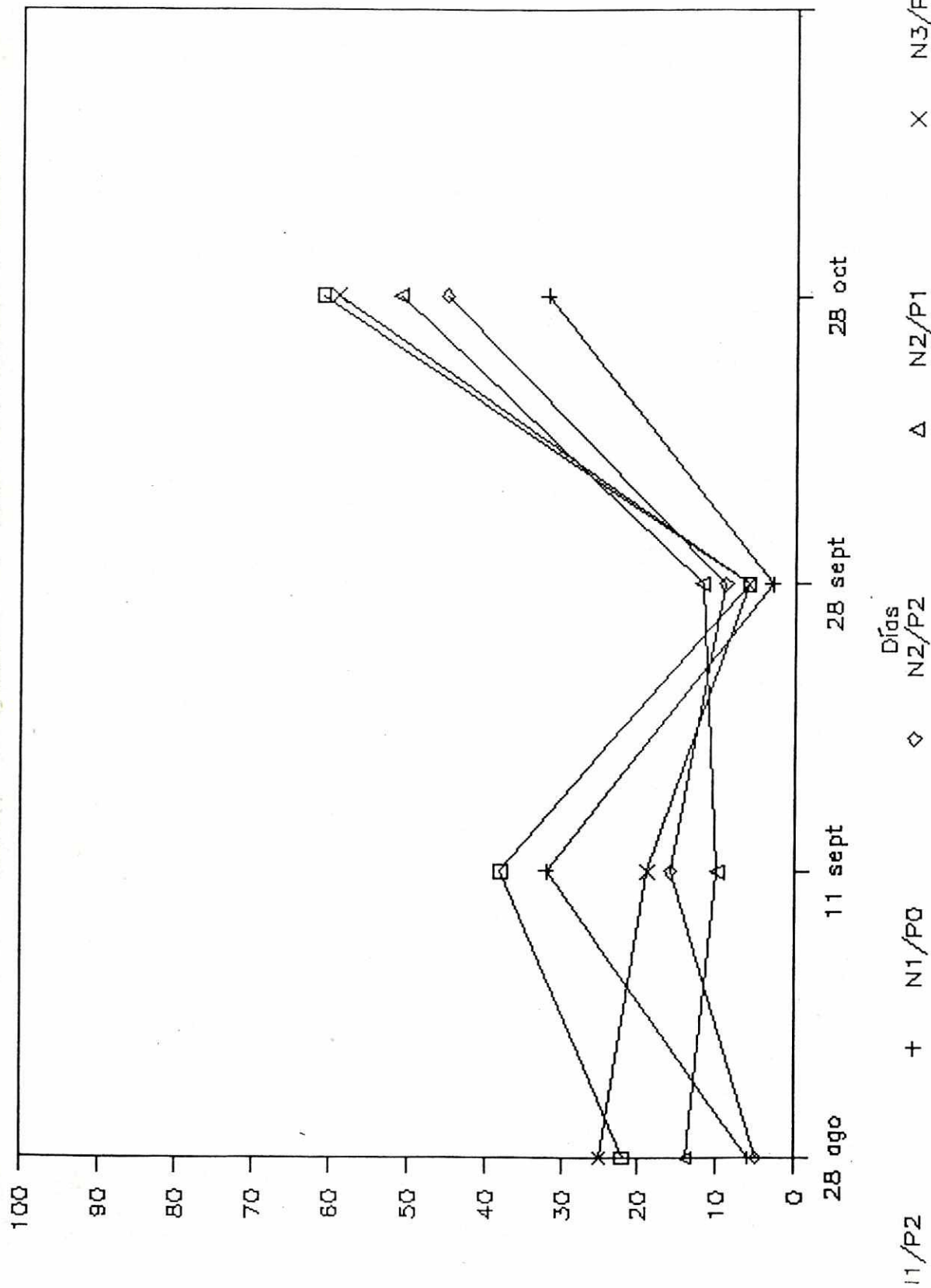


Figura 6.4 Contenido de P (meq/100 gr de tejido seco) para diferentes tratamientos y épocas de muestreo. Finca Alotenango, Tiquisate, 1985.

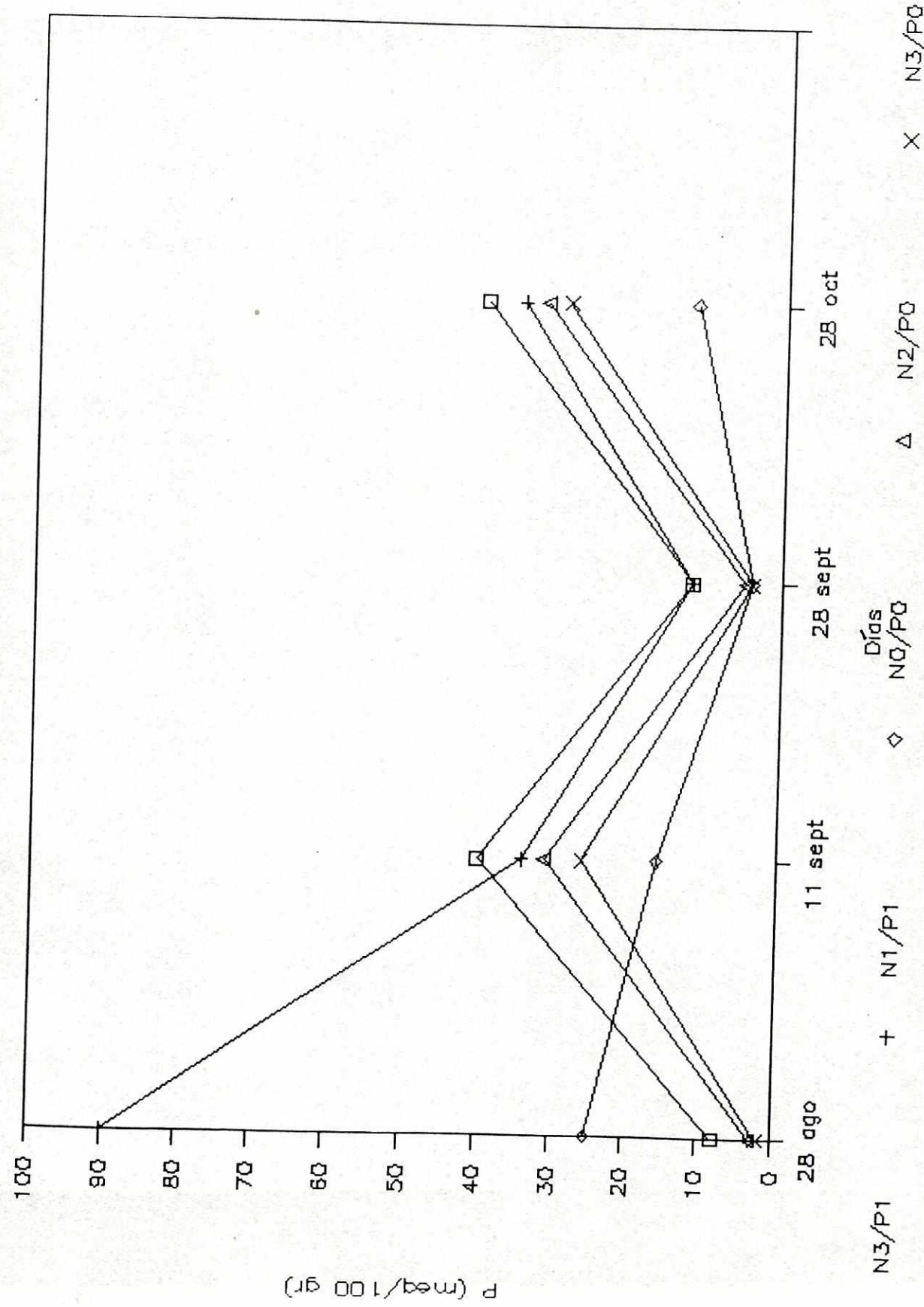


Figura 6.5 Contenido de P (meq/100 gr de tejido seco) para diferentes tratamientos y épocas de muestreo. Finca Alotenango, Tiquisate, 1985.

Cuadro 6.6 Contenido de K (meq/100 gr tejido seco)

DOSIS NPK	FECHA	meq K	FECHA	meq K	FECHA	meq K	FECHA	meq K
N1/P2	28 ag.	120	11 sep	118	28 sep	120	28 oct	117
N1/P0	28 ag.	110	11 sep	99	28 sep	100	28 oct	93
N2/P2	28 ag.	118	11 sep	95	28 sep	78	28 oct	80
N2/P1	28 ag.	115	11 sep	116	28 sep	87	28 oct	90
N3/P2	28 ag.	122	11 sep	86	28 sep	90	28 oct	77
N3/P1	28 ag.	116	11 sep	90	28 sep	100	28 oct	93
N1/P1	28 ag.	112	11 sep	120	28 sep	130	28 oct	100
N0/P0	28 ag.	100	11 sep	77	28 sep	87	28 oct	83
N2/P0	28 ag.	108	11 sep	82	28 sep	90	28 oct	89
N3/P0	28 ag.	111	11 sep	79	28 sep	86	28 oct	67

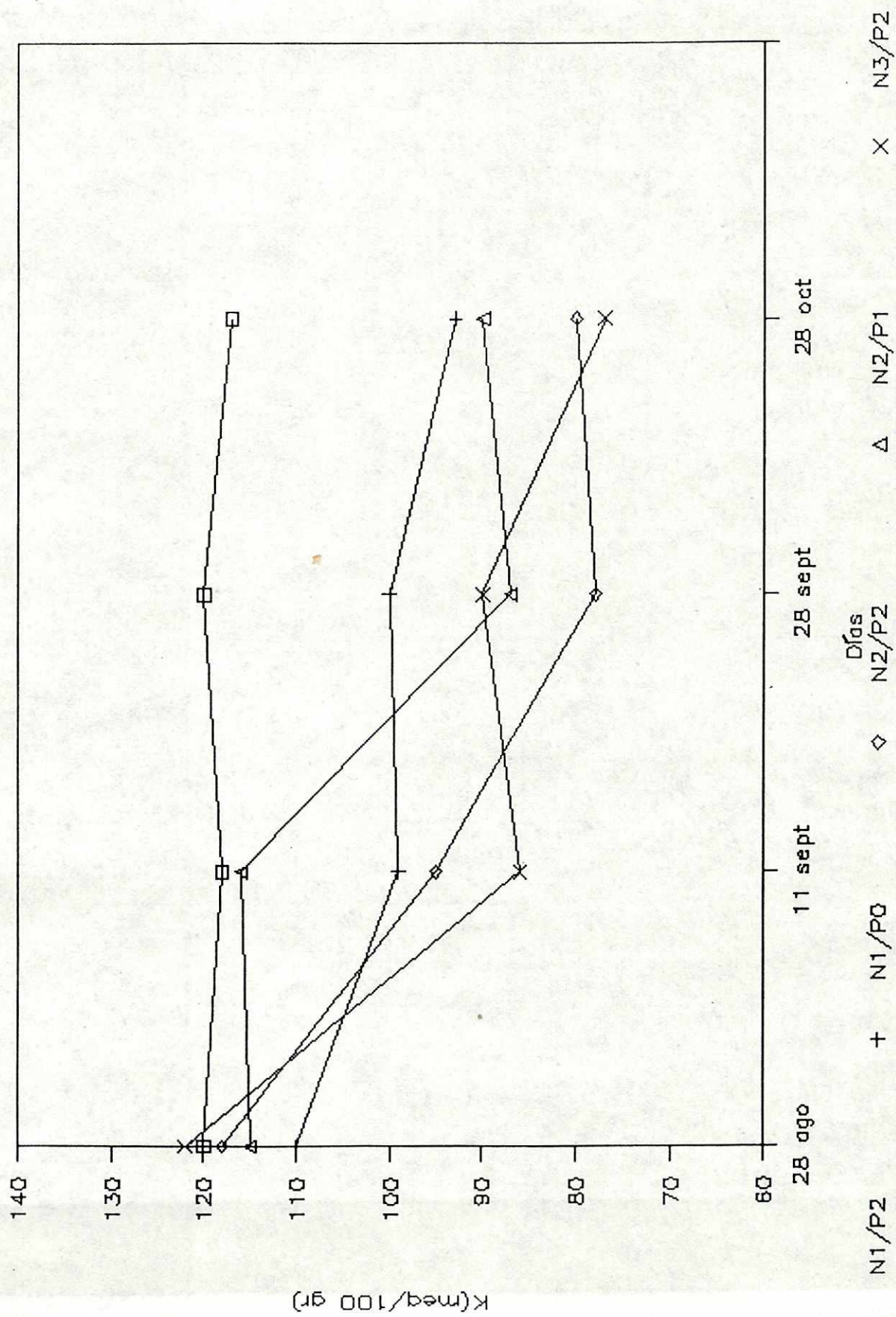


Figura 6.6 Contenido de K (meq/100 gr de tejido seco) para diferentes tratamientos y épocas de muestreo. Finca Alotenango, Tiquisate, 1985.

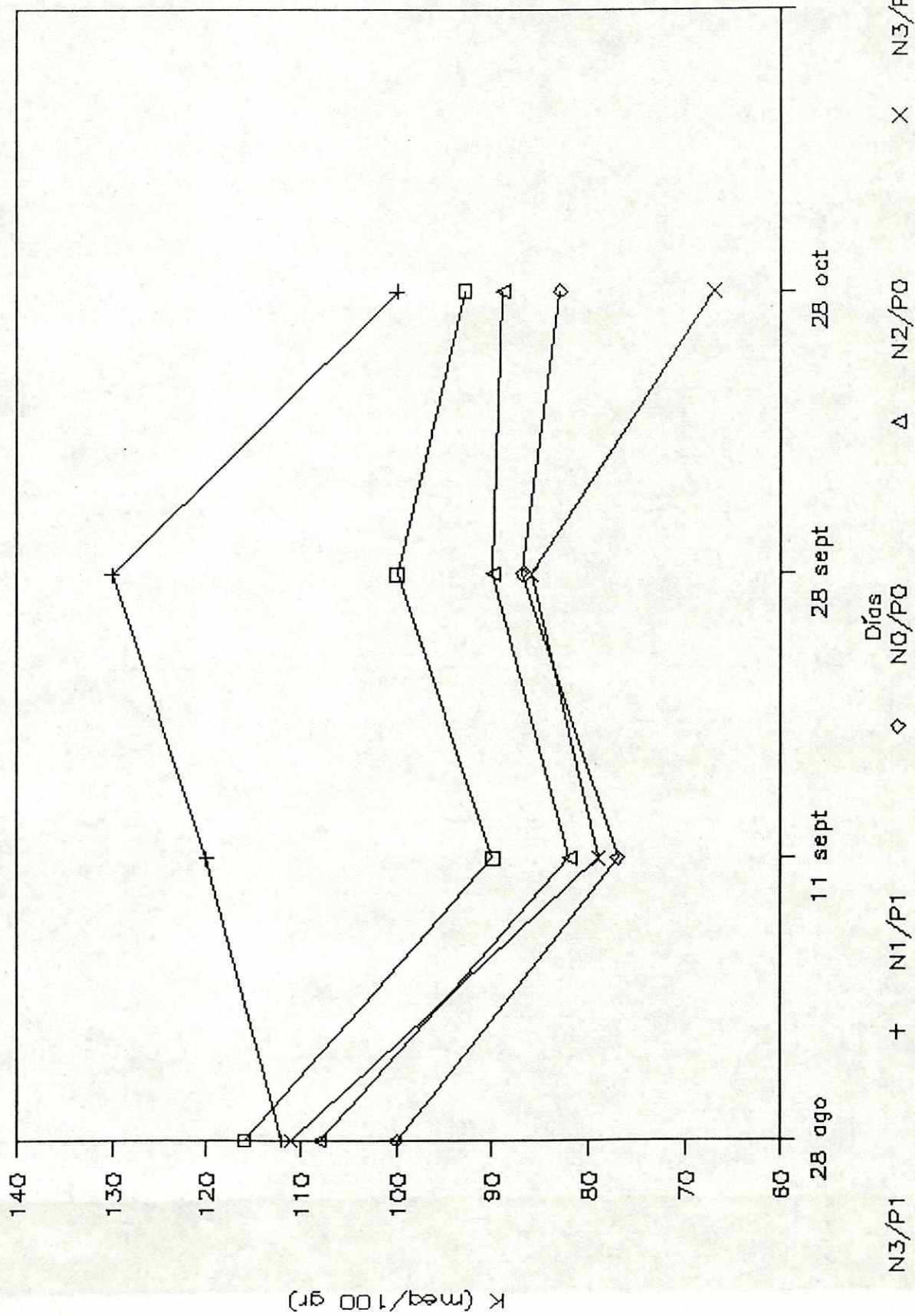


Figura 6.7 Contenido de K (meq/100 gr de tejido seco) para diferentes tratamientos y épocas de muestreo. Finca Alotenango, Tiquisate, 1985.

Continuación Cuadro 6.7 Rendimiento (Kg), Cosecha 1985, Finca Alotenangó
 Tiquisate, Diseño Bloques al Azar,
 15 tratamientos y 3 repeticiones

Fuente de Variación	GL (n-1)	Cuadrado Medio	Fcalc.	Ftablas
Tratamientos	15- 1=14	17.62	1.3	0.01
Bloques	3- 1= 2	0.11	0.008	2.73
Error	45-16=29	13.15		0.05
Total	45- 1=44			2.03

F. calculada < F. tablas ∴ se acepta Ho y no existe diferencia significativa entre
 tratamientos para α 0.01.

F. calculada < F. tablas ∴ se acepta Ho y no existe diferencia significativa entre
 tratamientos para α 0.05.

Cuadro 6.8 Determinación de Nitrógeno en el suelo,
Finca Alotenango, Tiquisate

FECHA	TRATAMIENTO	VARIEDAD	meq N	mgr N	% N	% M.O
3/ 8/86	---	-----	0.045	0.63	0.063	1.26
3/ 8/86	---	-----	0.035	0.49	0.049	0.98
3/ 8/86	---	-----	0.055	0.77	0.077	1.54
3/ 8/86	---	-----	0.045	0.63	0.063	1.26
3/ 8/86	---	-----	0.020	0.28	0.028	0.56
3/ 8/86	---	-----	0.035	0.49	0.049	0.98
3/ 8/86	---	-----	0.025	0.35	0.035	0.70
3/ 8/86	---	-----	0.045	0.63	0.063	1.26
13/ 9/86	NPK	STV 213	0.065	0.91	0.091	1.82
13/ 9/86	N	STV 213	0.040	0.56	0.056	1.12
13/ 9/86	NPK	CEDIX	0.040	0.56	0.056	1.12
13/ 9/86	N	CEDIX	0.055	0.77	0.077	1.54
13/ 9/86	NPK	DP 41	0.070	0.98	0.098	1.96
13/ 9/86	N	DP 41	0.040	0.56	0.056	1.12

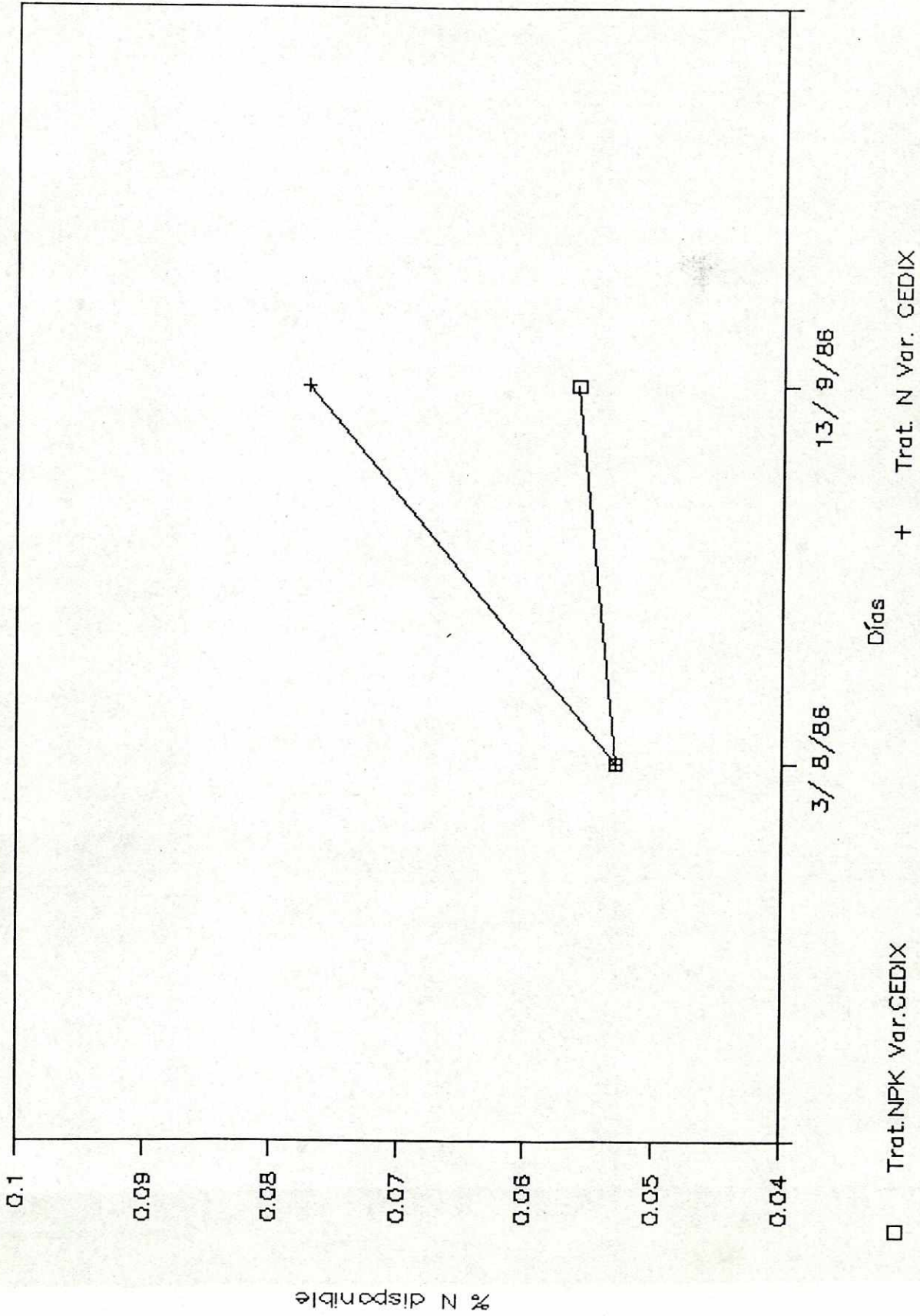


Figura 6.8 Disponibilidad de N (%) en el suelo para diferentes tratamientos y épocas de muestreo. Finca Alotenango, Tiquisate, 1986.

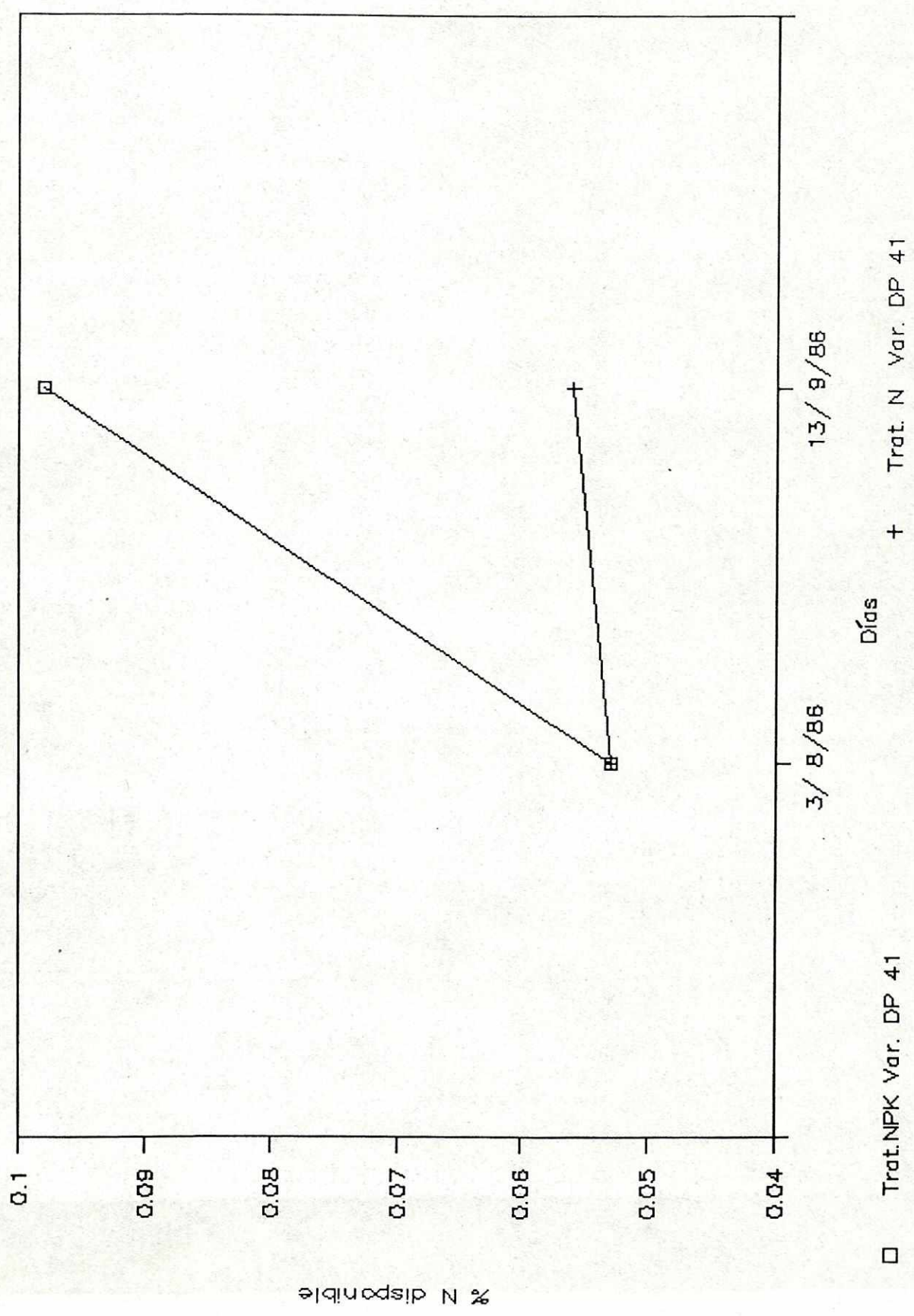
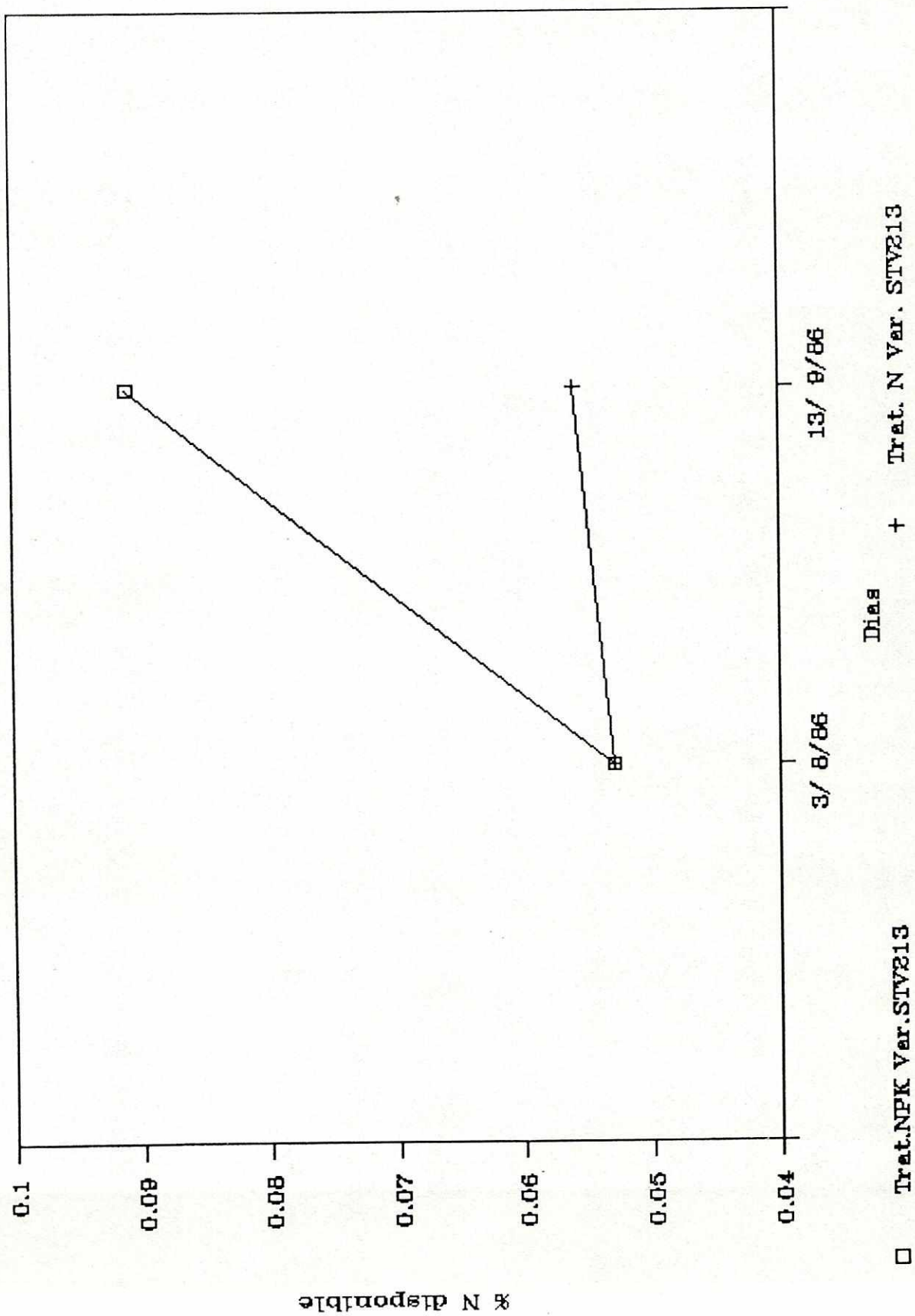


Figura 6.9 Disponibilidad de N (%) en el suelo para diferentes tratamientos y épocas de muestreo. Finca Alotenango, Tiquisate, 1986.



□ Trat.NPK Var.STV213

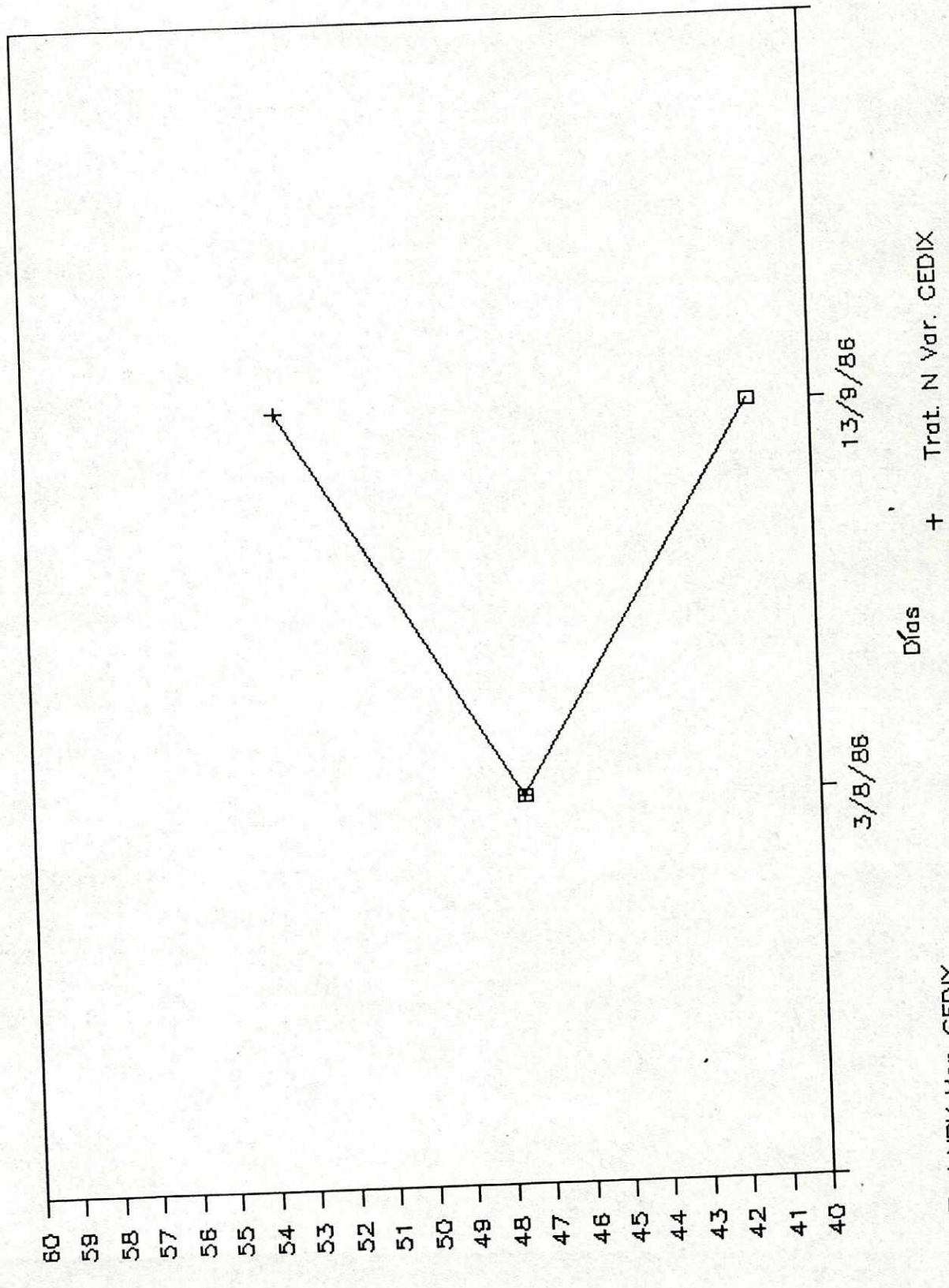
Dias

+ Trat. N Var. STV213

Figura 6.10 Disponibilidad de N (%) en el suelo para diferentes tratamientos y épocas de muestreo. Finca Alotenango, Tiquisate, 1986.

Cuadro 6.9 Determinación de Na, K, P en suelos,
Finca Alotenango, Tiquisate

FECHA	TRATAMIENTO	VARIEDAD	Na (ppm)	K (ppm)	P (ppm)
3/ 8/86	---	---	45.6	408.0	28.57
3/ 8/86	---	---	53.6	510.0	28.57
3/ 8/86	---	---	36.2	357.0	28.57
3/ 8/86	---	---	45.6	340.0	28.57
3/ 8/86	---	---	53.6	442.0	28.57
3/ 8/86	---	---	49.6	476.0	28.57
3/ 8/86	---	---	46.9	374.0	28.57
3/ 8/86	---	---	48.3	442.0	28.57
13/ 9/86	NPK	STV 213	50.3	442.0	28.57
13/ 9/86	N	STV 213	59.0	952.0	28.57
13/ 9/86	NPK	CEDIX	41.6	442.0	19.99
13/ 9/86	N	CEDIX	53.6	867.0	25.7
13/ 9/86	NPK	DP 41	53.6	493.0	18.56
13/ 9/86	N	DP 41	46.9	544.0	18.56



□ Trat. NPK Var. CEDIX

Days + Trat. N Var. CEDIX

Figura 6.11 Disponibilidad de Na (ppm) en el suelo para diferentes tratamientos y épocas de muestreo. Finca Alotenango, Tiquisate, 1986.

Na disponible (ppm)

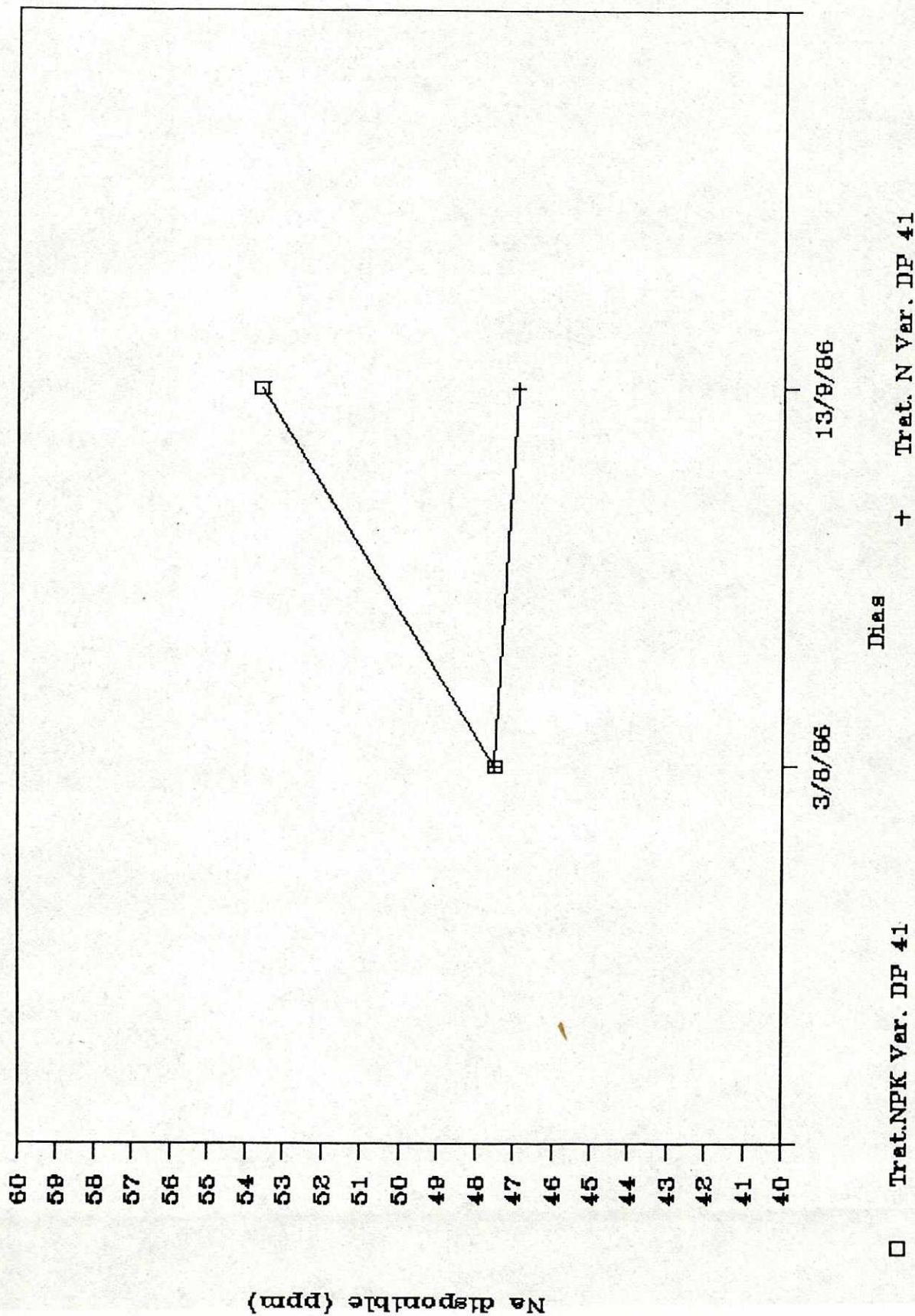


Figura 6.12 Disponibilidad de Na (ppm) en el suelo para diferentes tratamientos y épocas de muestreo. Finca Alotenango, Tiquisate, 1986.

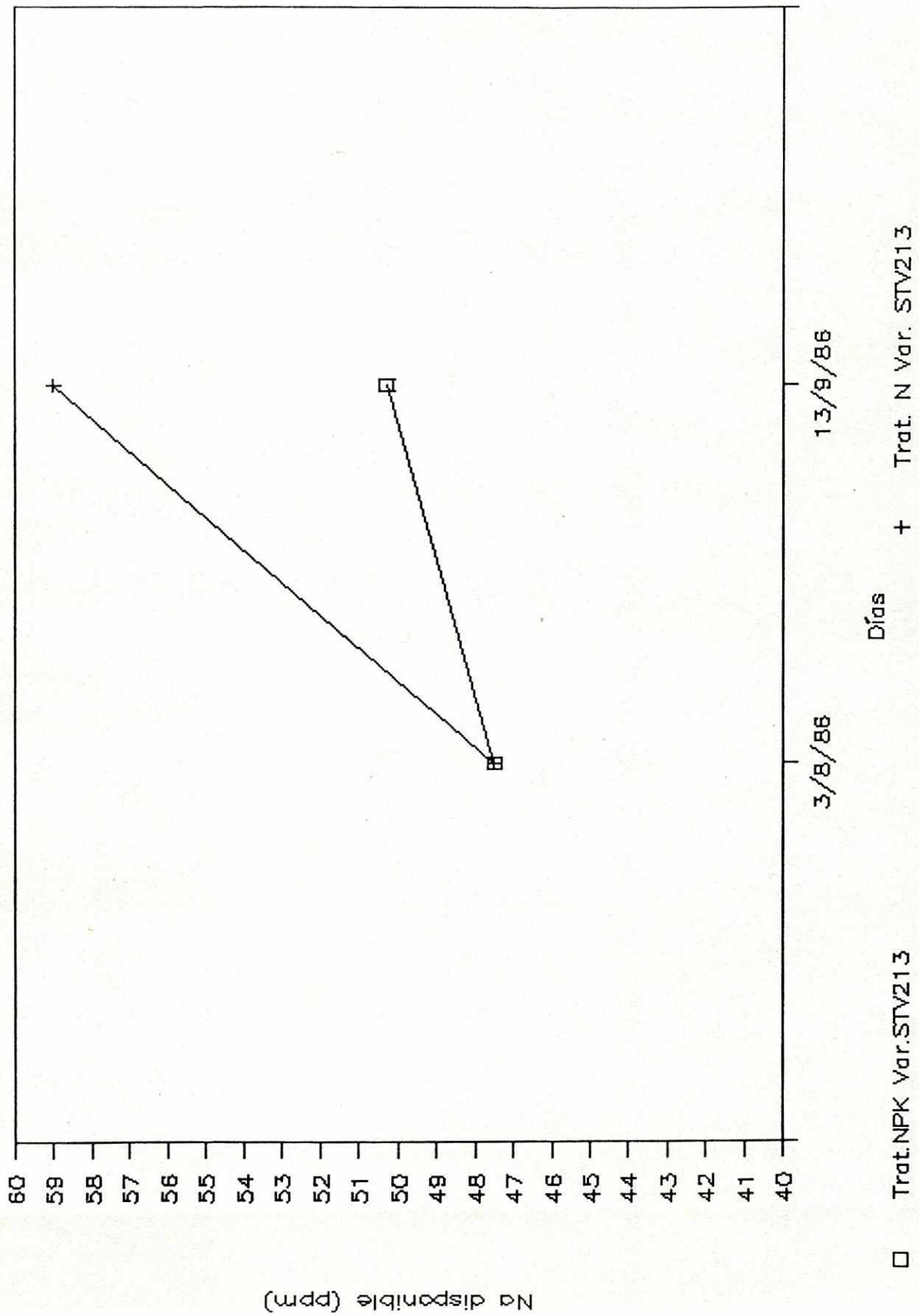
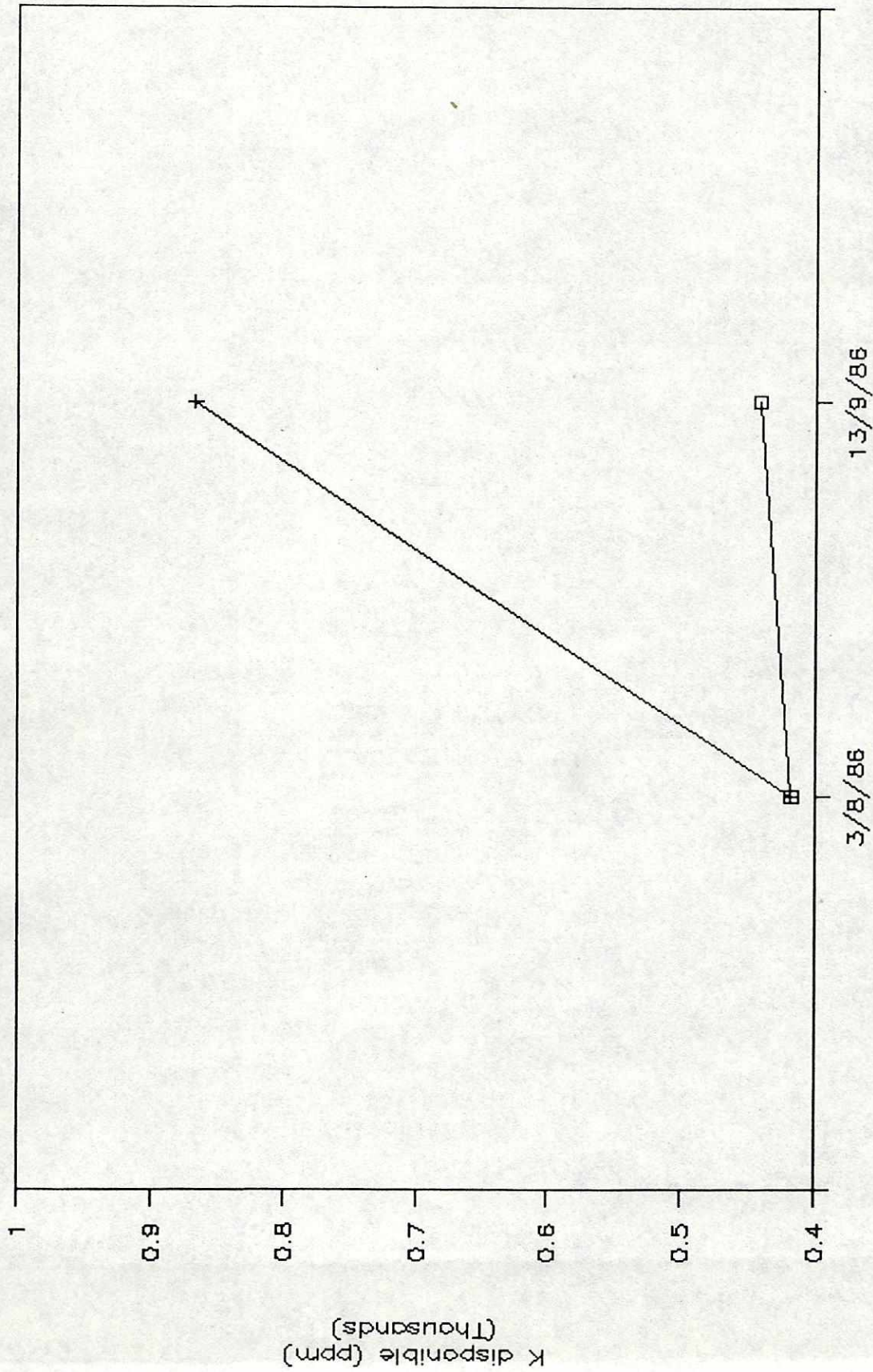


Figura 6.13 Disponibilidad de Na (ppm) en el suelo para diferentes tratamientos y épocas de muestreo. Finca Alotenango, Tiquisate, 1986.



□ Trat. NPK Var. CEDIX

+ Trat. N Var. CEDIX

Días

Figura 6.14 Disponibilidad de K (ppm) en el suelo para diferentes tratamientos y épocas de muestreo. Finca Alotenango, Tiquisate, 1986.

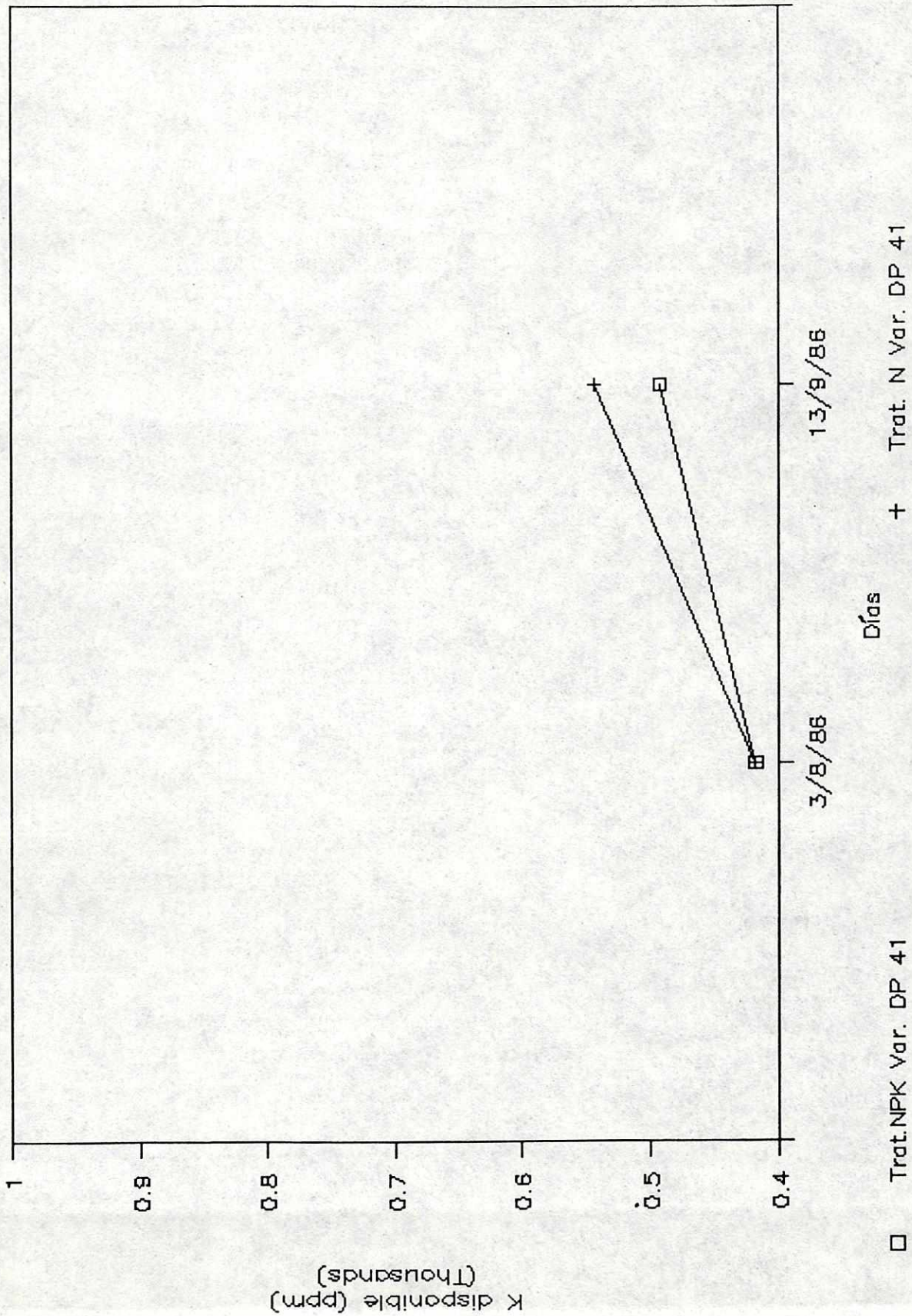
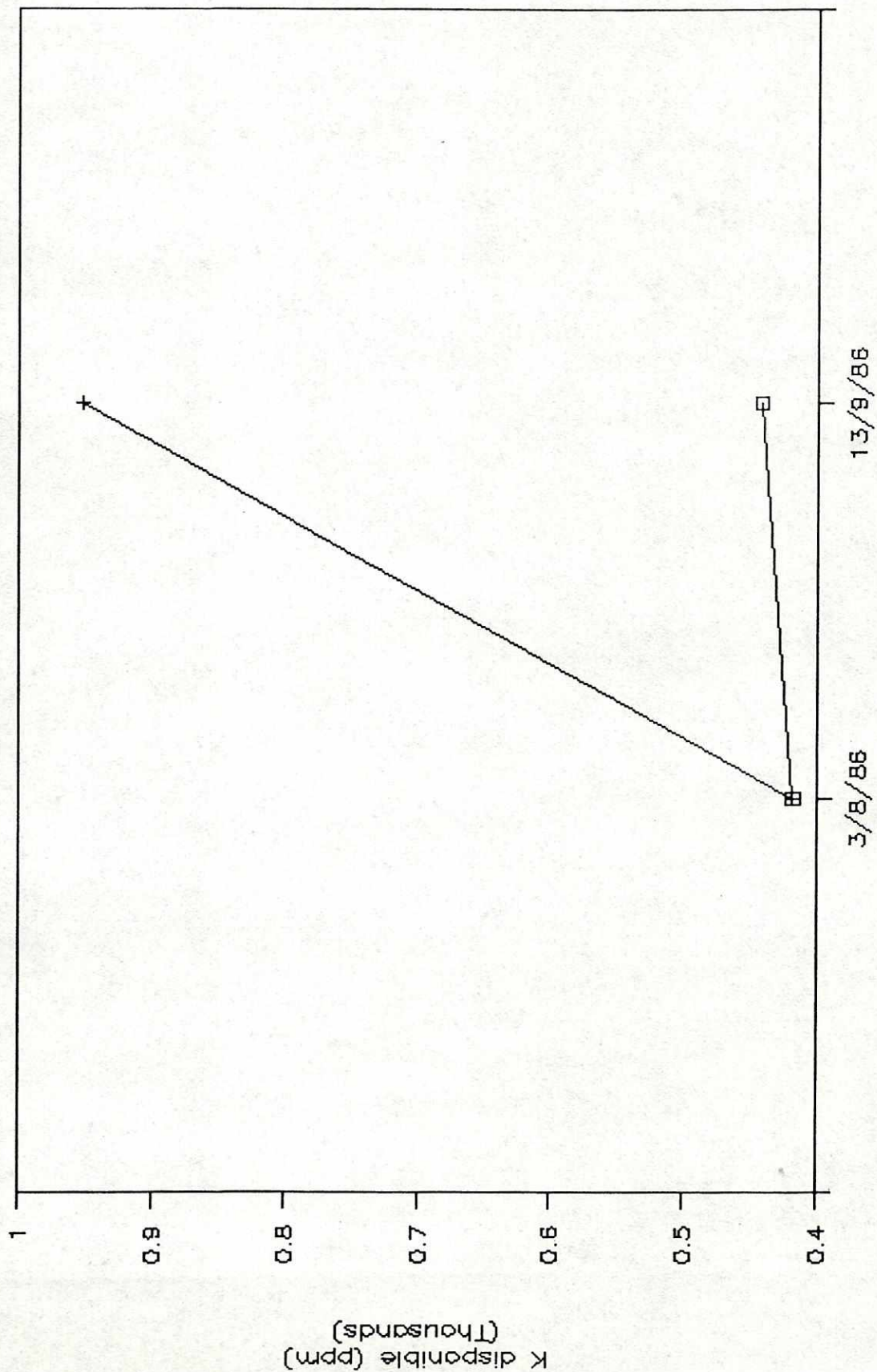


Figura 6.15 Disponibilidad de K (ppm) en el suelo para diferentes tratamientos y épocas de muestreo. Finca Alotenango, Tiquisate, 1986.



□ Trat. NPK Var. STV213 + Trat. N Var. STV213
 Días 3/8/86 13/9/86

Figura 6.16 Disponibilidad de K (ppm) en el suelo para diferentes tratamientos y épocas de muestreo. Finca Alotenango, Tiquisate, 1986.

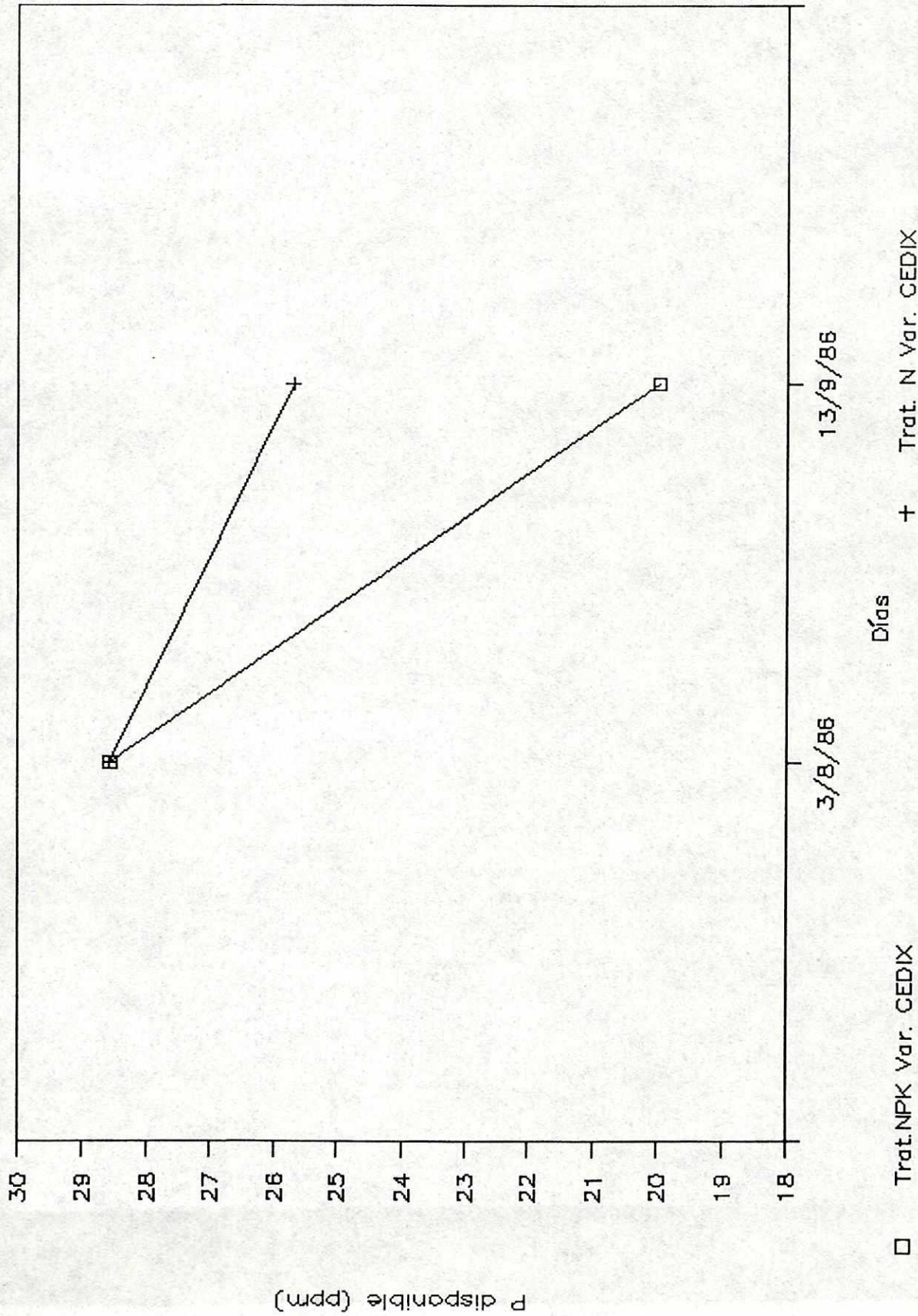


Figura 6.17 Disponibilidad de P (ppm) en el suelo para diferentes tratamientos y épocas de muestreo. Finca Alotenango, Tiquisate, 1986.

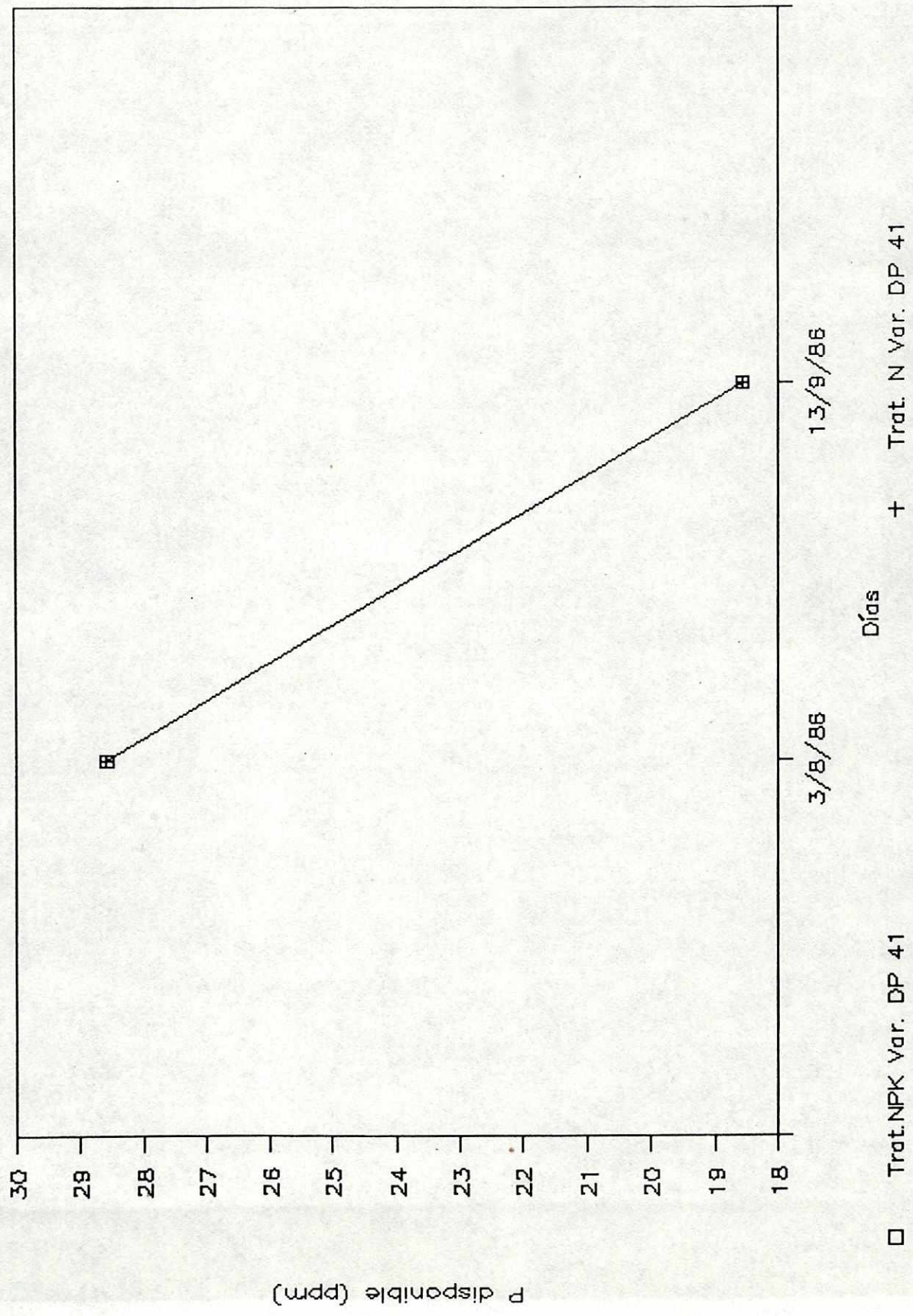


Figura 6.18 Disponibilidad de P (ppm) en el suelo para diferentes tratamientos y épocas de muestreo. Finca Alotenango, Tiquisate, 1986.

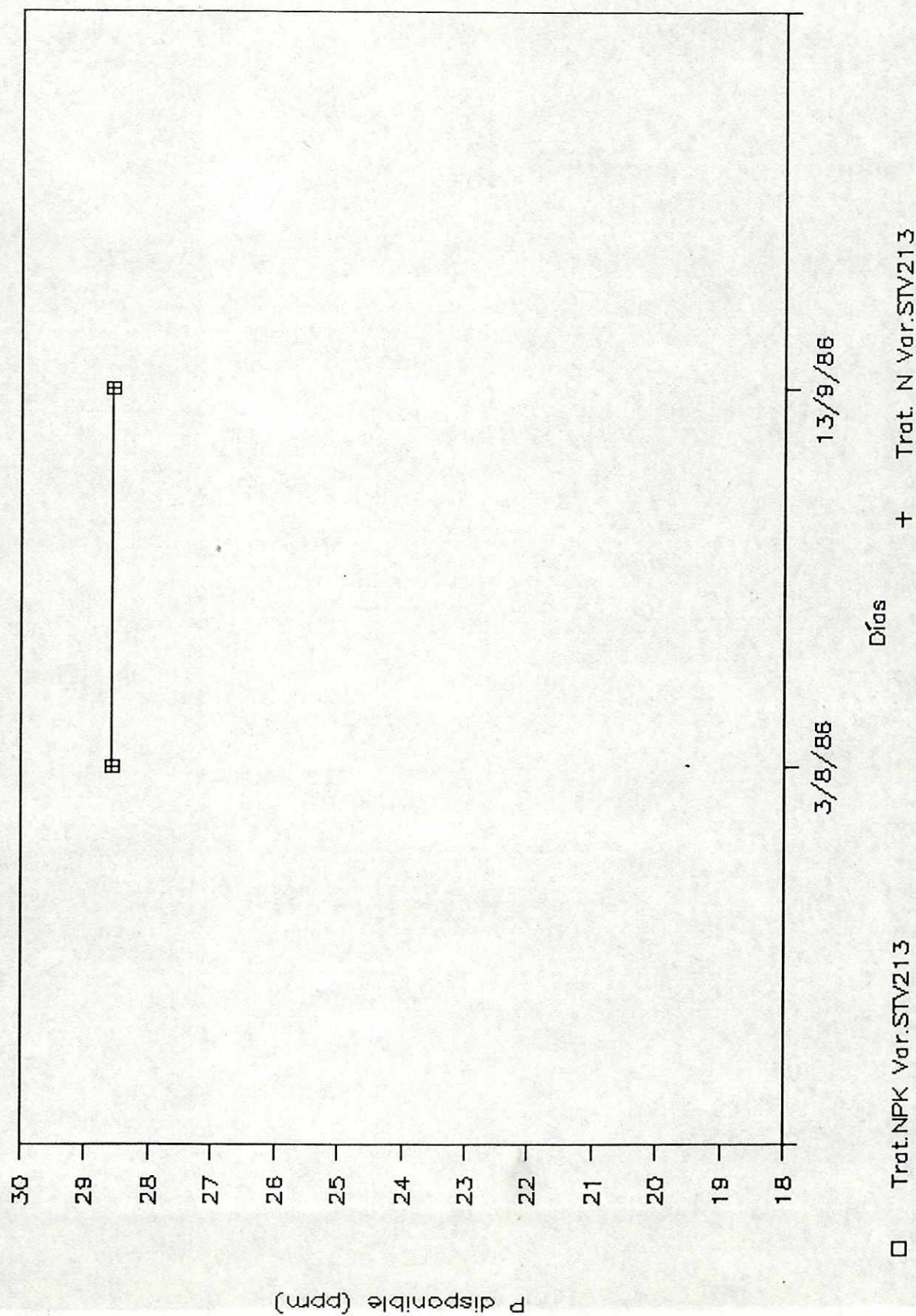


Figura 6.19 Disponibilidad de P (ppm) en el suelo para diferentes tratamientos y épocas de muestreo. Finca Alotenango, Tiquisate, 1986.

Cuadro 6.10 Determinación de Nitrógeno en hojas,
Finca Alotenango, Tiquisate

FECHA	TRATAMIENTO	VARIEDAD	meq N	mgr N	% N
13/ 9/86	N	CEDIX	0.14	1.96	1.96
13/ 9/86	N	CEDIX	0.15	2.10	2.08
13/ 9/86	N	CEDIX	0.18	2.45	2.44
13/ 9/86	N	CEDIX	0.20	2.80	2.80
13/ 9/86	NPK	CEDIX	0.15	2.10	2.10
13/ 9/86	N	DP 41	0.21	2.94	2.93
13/ 9/86	N	DP 41	0.17	2.38	2.38
13/ 9/86	N	DP 41	0.20	2.80	2.78
13/ 9/86	N	DP 41	0.19	2.66	2.67
13/ 9/86	N	DP 41	0.20	2.73	2.71
13/ 9/86	NPK	DP 41	0.19	2.66	2.64
13/ 9/86	NPK	DP 41	0.20	2.80	2.79
13/ 9/86	NPK	DP 41	0.19	2.66	2.65
13/ 9/86	NPK	DP 41	0.19	2.66	2.64
13/ 9/86	NPK	DP 41	0.19	2.66	2.66
13/ 9/86	N	STV 213	0.21	2.94	2.93
13/ 9/86	N	STV 213	0.20	2.80	2.80
13/ 9/86	NPK	STV 213	0.19	2.59	2.58
13/ 9/86	NPK	STV 213	0.18	2.52	2.51
13/ 9/86	NPK	STV 213	0.20	2.80	2.79
13/ 9/86	NPK	STV 213	0.19	2.59	2.58
13/ 9/86	NPK	STV 213	0.17	2.38	2.36
26/ 9/86	N	CEDIX	0.18	2.45	2.45
26/ 9/86	N	CEDIX	0.18	2.52	2.52
26/ 9/86	N	CEDIX	0.18	2.52	2.52
26/ 9/86	N	CEDIX	0.17	2.31	2.31
26/ 9/86	N	CEDIX	0.18	2.45	2.44
26/ 9/86	N	DP 41	0.21	2.94	2.95
26/ 9/86	N	DP 41	0.19	2.59	2.57
26/ 9/86	NPK	DP 41	0.19	2.59	2.59
26/ 9/86	NPK	DP 41	0.19	2.59	2.58
26/ 9/86	NPK	DP 41	0.19	2.66	2.65
26/ 9/86	NPK	DP 41	0.19	2.66	2.65
19/10/86	N	CEDIX	0.19	2.59	2.58
19/10/86	N	CEDIX	0.19	2.66	2.65
19/10/86	N	CEDIX	0.21	2.94	2.92
19/10/86	N	CEDIX	0.17	2.31	2.29
19/10/86	N	CEDIX	0.18	2.52	2.51
19/10/86	NPK	CEDIX	0.20	2.80	2.78
19/10/86	NPK	CEDIX	0.19	2.66	2.65
19/10/86	NPK	CEDIX	0.18	2.52	2.52
19/10/86	NPK	CEDIX	0.21	2.87	2.84
19/10/86	NPK	CEDIX	0.17	2.31	2.30
19/10/86	N	DP 41	0.16	2.17	2.17
19/10/86	N	DP 41	0.19	2.66	2.68
19/10/86	N	DP 41	0.19	2.66	2.65
19/10/86	N	DP 41	0.18	2.52	2.52

Continuación Cuadro 6.10 Determinación de Nitrógeno en hojas,
Finca Alotenango, Tiquisate

FECHA	TRATAMIENTO	VARIEDAD	meq N	mgr N	% N
19/10/86	N	DP 41	0.16	2.17	2.17
19/10/86	NPK	DP 41	0.14	1.89	1.89
19/10/86	NPK	DP 41	0.17	2.31	2.31
19/10/86	NPK	DP 41	0.19	2.66	2.65
19/10/86	NPK	DP 41	0.18	2.52	2.51
19/10/86	N	STV 213	0.21	2.94	2.95
19/10/86	N	STV 213	0.16	2.17	2.17
19/10/86	N	STV 213	0.18	2.52	2.51
19/10/86	N	STV 213	0.17	2.31	2.29
19/10/86	N	STV 213	0.19	2.59	2.57
19/10/86	N	STV 213	0.19	2.59	2.57
19/10/86	NPK	STV 213	0.20	2.80	2.81
19/10/86	NPK	STV 213	0.19	2.59	2.58
19/10/86	NPK	STV 213	0.20	2.73	2.73
19/10/86	NPK	STV 213	0.19	2.59	2.59

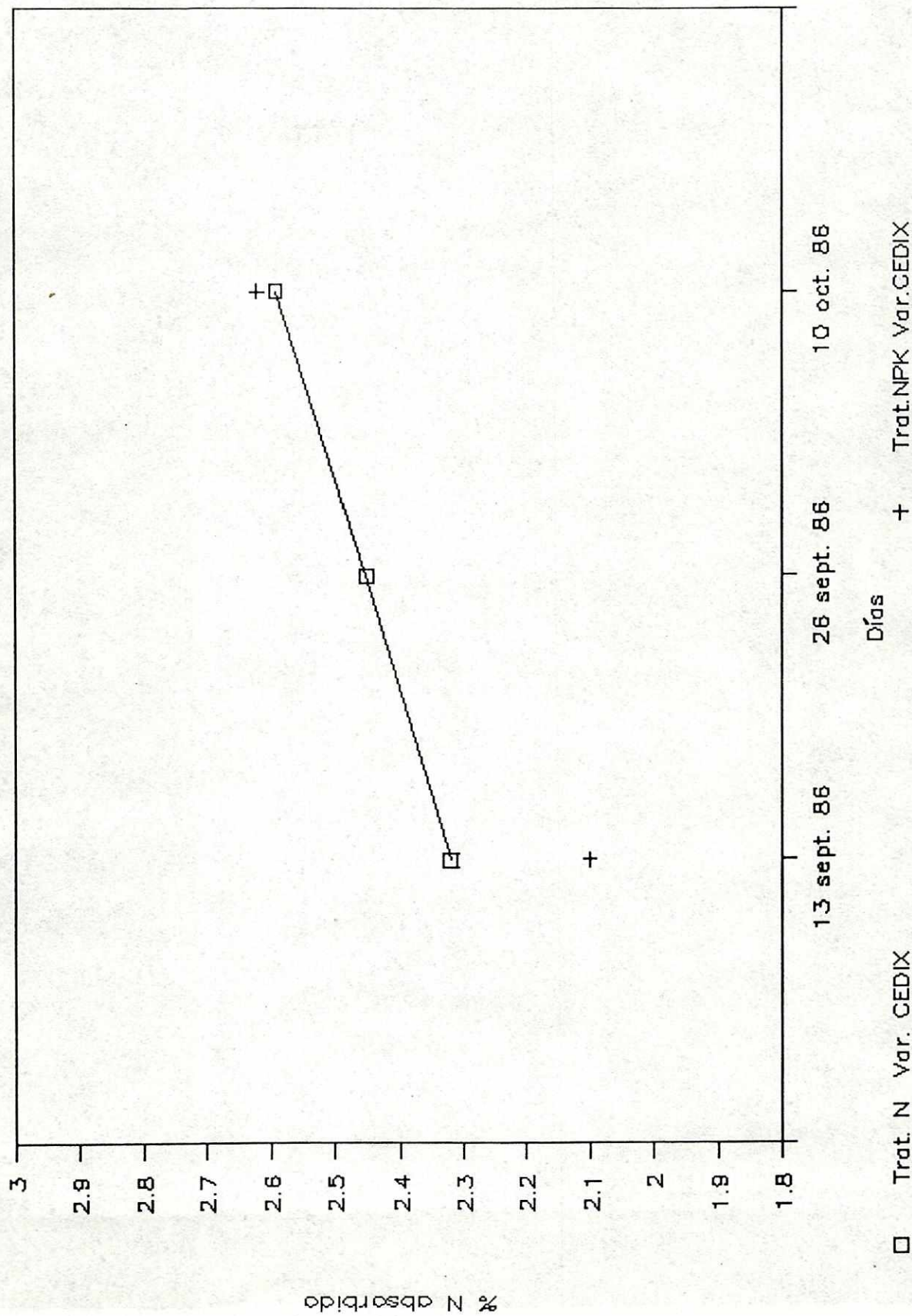


Figura 6.20 Absorción de N (%) para diferentes tratamientos y épocas de muestreo.
Finca Alotenango, Tiquisate, 1986.

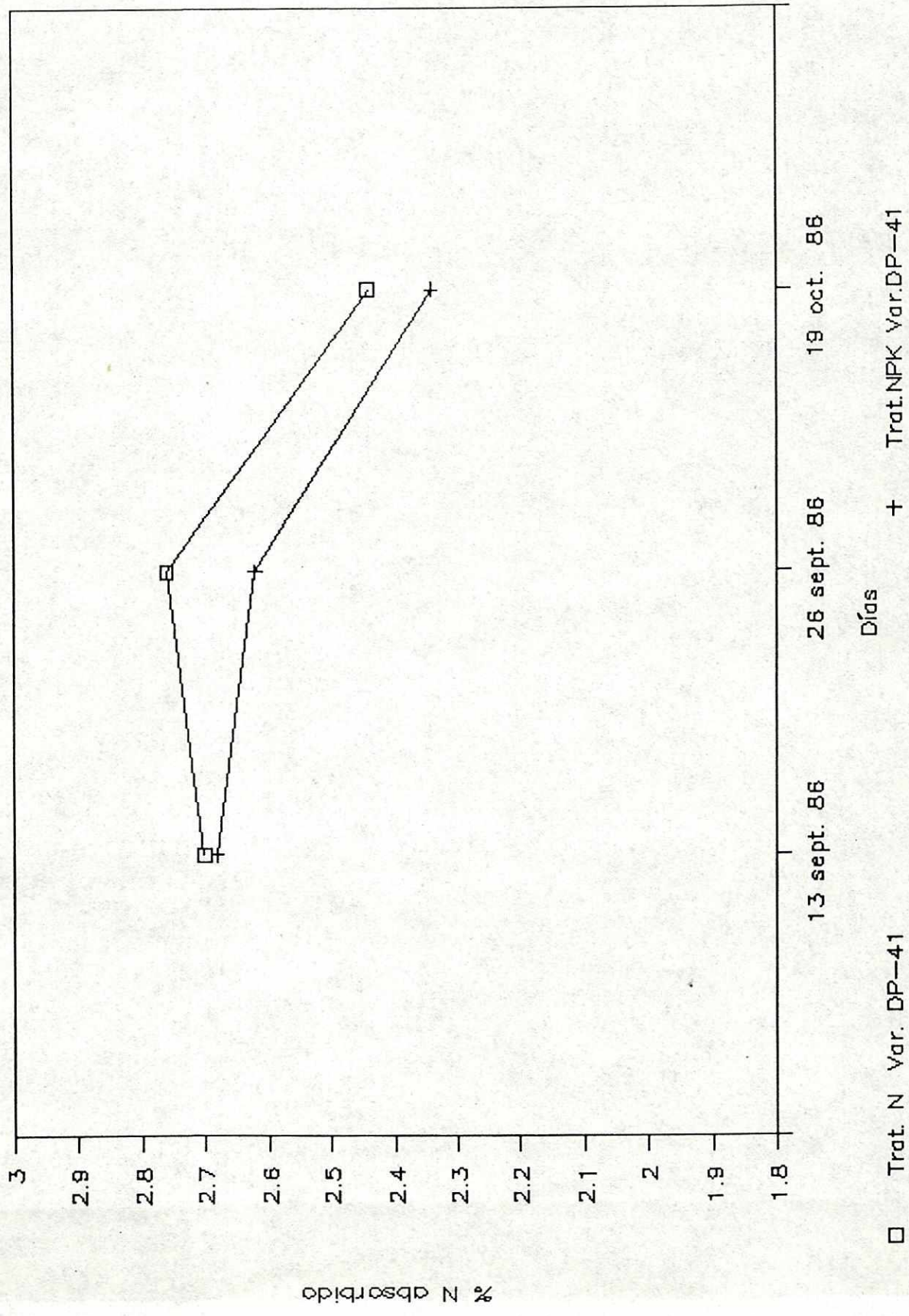


Figura 6.21 Absorción de N (%) para diferentes tratamientos y épocas de muestreo. Finca Alotenango, Tiquisate, 1986.

absorción N %

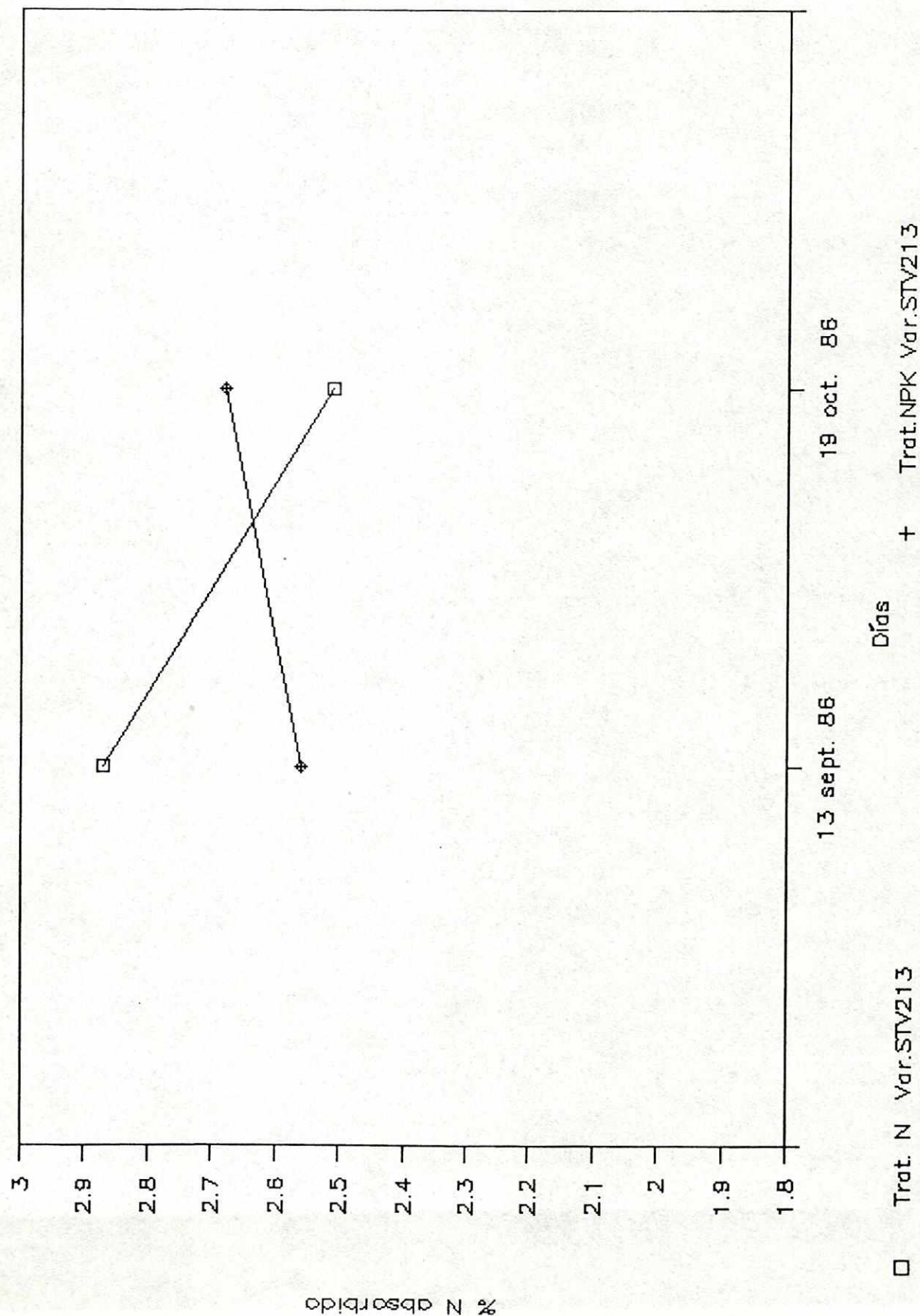


Figura 6.22 Absorción de N (%) para diferentes tratamientos y épocas de muestreo.
Finca Alotenango, Tiquisate, 1986.

Cuadro 6.11 Determinación de Potasio en hojas,
Finca Alotenango, Tiquisate

FECHA	TRATAMIENTO	VARIEDAD	K (ppm)
13/ 9/86	N	CEDIX	-----
13/ 9/86	N	CEDIX	207.5
13/ 9/86	N	CEDIX	207.5
13/ 9 86	N	CEDIX	207.5
13/ 9/86	NPK	CEDIX	207.5
13/ 9/86	N	DP 41	205.4
13/ 9/86	N	DP 41	205.4
13/ 9/86	N	DP 41	205.4
13/ 9/86	N	DP 41	205.4
13/ 9/86	N	DP 41	205.4
13/ 9/86	NPK	DP 41	184.6
13/ 9/86	NPK	DP 41	205.4
13/ 9/86	NPK	DP 41	205.4
13/ 9/86	NPK	DP 41	207.5
13/ 9/86	NPK	DP 41	207.5
13/ 9/86	N	STV 213	205.4
13/ 9/86	N	STV 213	207.5
13/ 9/86	NPK	STV 213	205.4
13/ 9/86	NPK	STV 213	207.5
13/ 9/86	NPK	STV 213	207.5
13/ 9/86	NPK	STV 213	128.6
13/ 9/86	NPK	STV 213	159.8
26/ 9/86	N	CEDIX	184.6
26/ 9/86	N	CEDIX	159.8
26/ 9/86	N	CEDIX	207.5
26/ 9/86	N	CEDIX	207.5
26/ 9/86	N	CEDIX	186.8
26/ 9/86	N	DP 41	184.6
26/ 9/86	N	DP 41	184.6
26/ 9/86	NPK	DP 41	203.4
26/ 9/86	NPK	DP 41	172.2
26/ 9/86	NPK	DP 41	149.4
26/ 9/86	NPK	DP 41	166.0
19/10/86	N	CEDIX	159.8
19/10/86	N	CEDIX	172.2
19/10/86	N	CEDIX	197.1
19/10/86	N	CEDIX	203.4
19/10/86	N	CEDIX	182.6
19/10/86	NPK	CEDIX	182.6
19/10/86	NPK	CEDIX	205.4
19/10/86	NPK	CEDIX	182.6
19/10/86	NPK	CEDIX	195.0
19/10/86	NPK	CEDIX	205.4
19/10/86	N	DP 41	207.5
19/10/86	N	DP 41	195.0
19/10/86	N	DP 41	205.4

Continuación Cuadro 6.11 Determinación de Potasio en hojas,
Finca Alotenango, Tiquisate

FECHA	TRATAMIENTO	VARIEDAD	K (ppm)
19/10/86	N	DP 41	163.9
19/10/86	N	DP 41	203.4
19/10/86	NPK	DP 41	207.5
19/10/86	NPK	DP 41	207.5
19/10/86	NPK	DP 41	176.4
19/10/86	NPK	DP 41	207.5
19/10/86	N	STV 213	172.2
19/10/86	N	STV 213	207.5
19/10/86	N	STV 213	139.0
19/10/86	N	STV 213	186.8
19/10/86	N	STV 213	126.6
19/10/86	NPK	STV 213	207.5
19/10/86	NPK	STV 213	188.8
19/10/86	NPK	STV 213	170.2
19/10/86	NPK	STV 213	172.2
19/10/86	NPK	STV 213	184.6

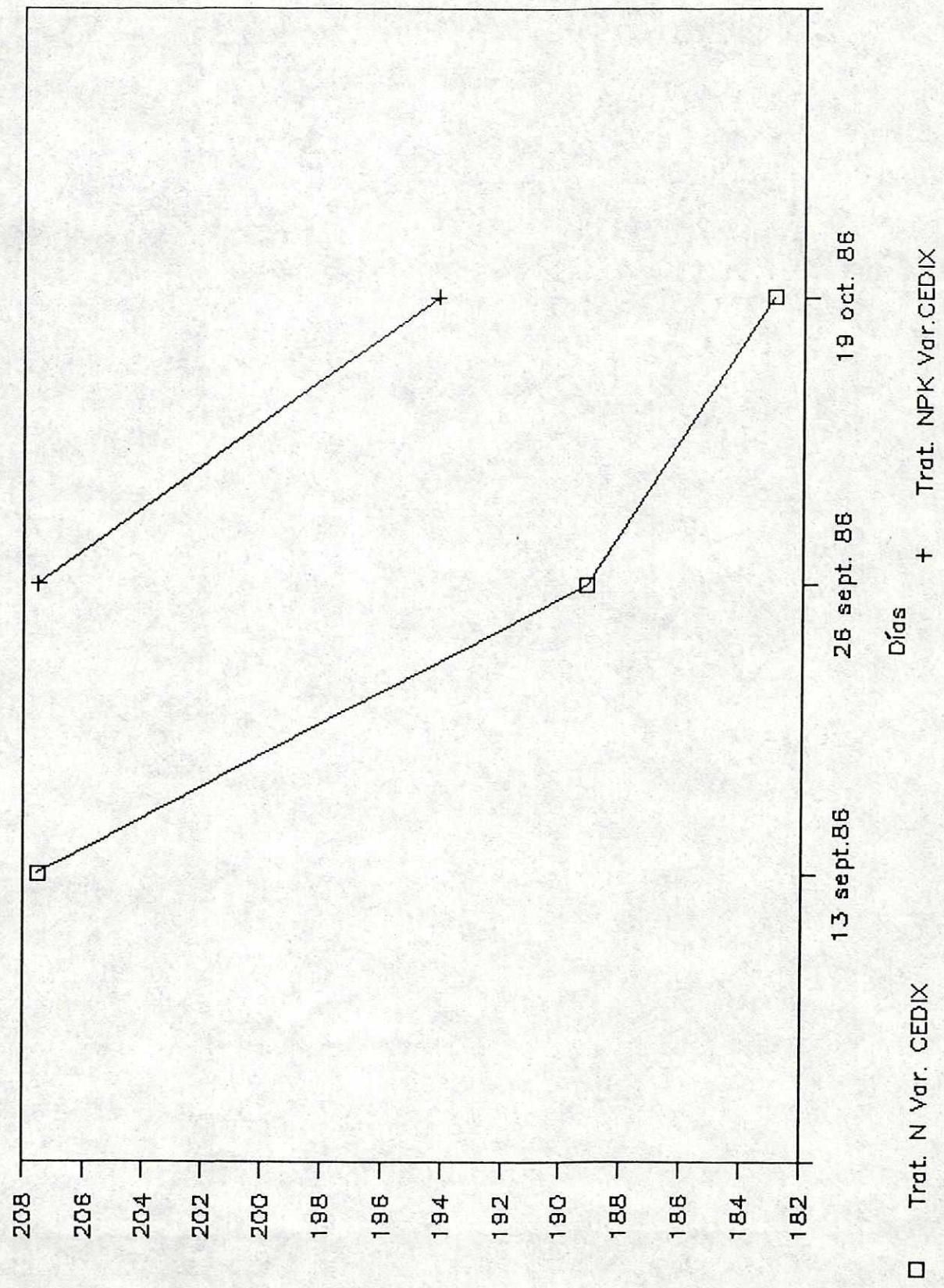


Figura 6.23 Absorción de K (ppm) para diferentes tratamientos y épocas de muestreo. Finca Alotenango, Tiquisate, 1986.

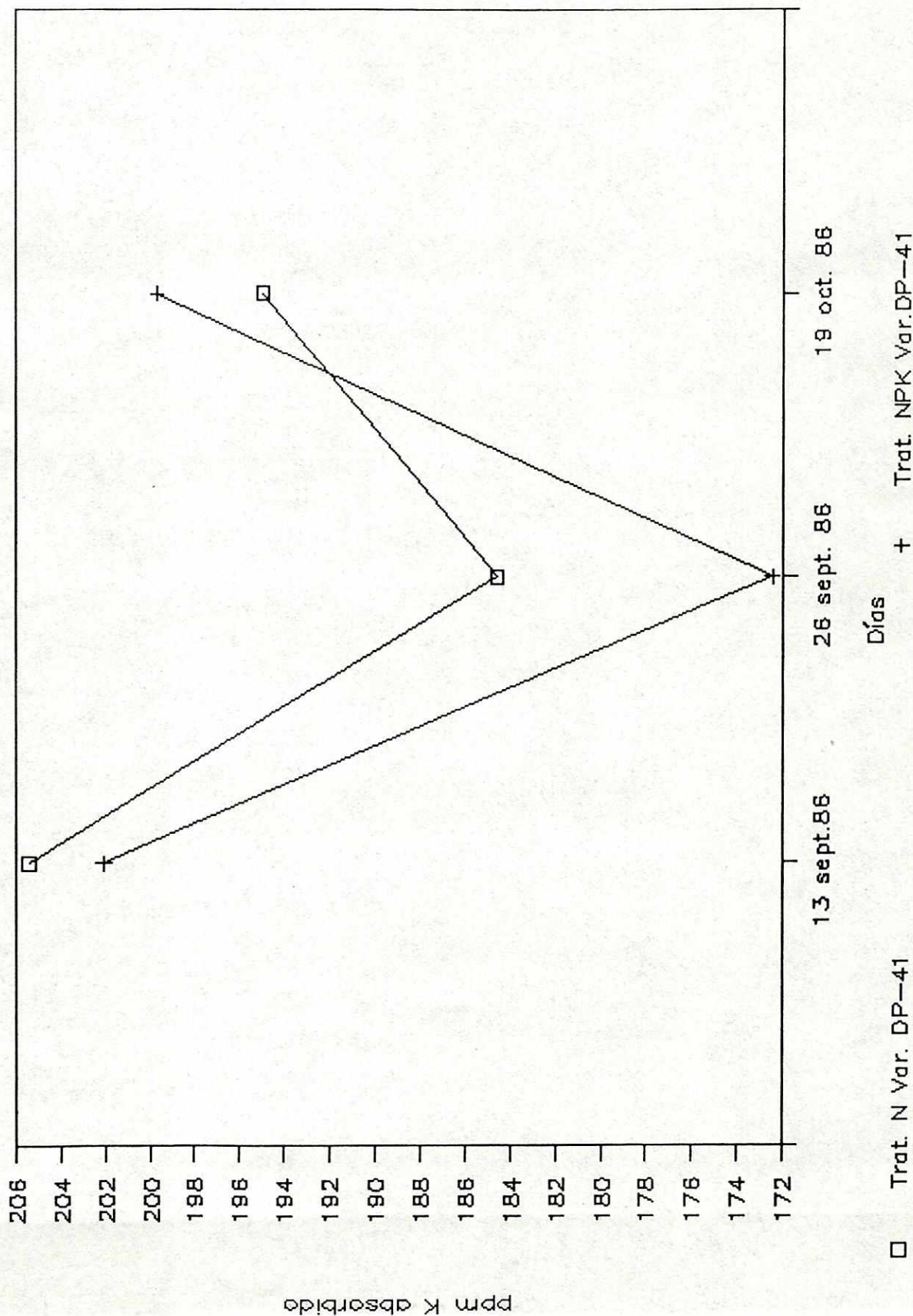


Figura 6.24 Absorción de K (ppm) para diferentes tratamientos y épocas de muestreo. Finca Alotenango, Tiquisate, 1986.

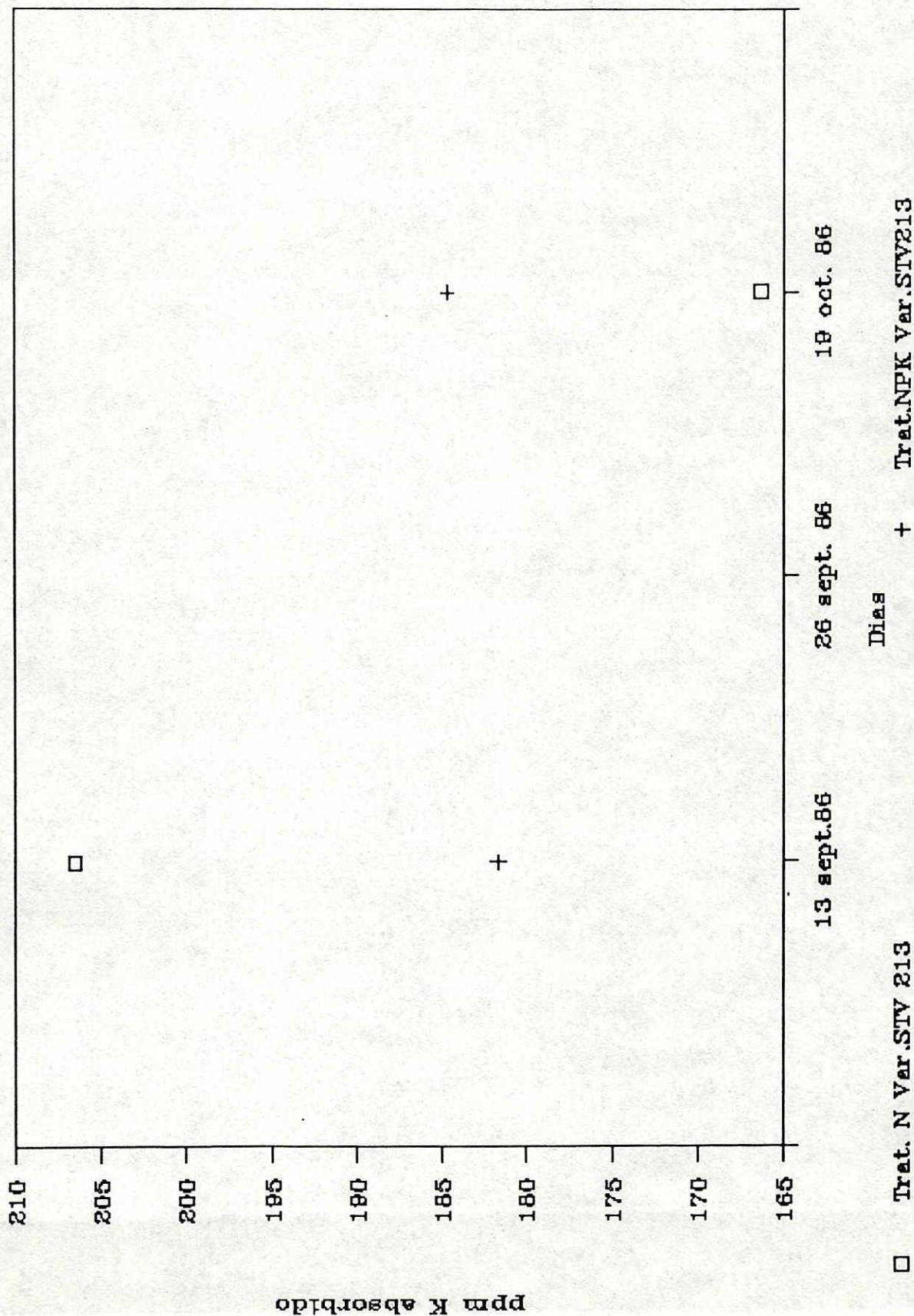


Figura 6.25 Absorción de K (ppm) para diferentes tratamientos y épocas de muestreo. Finca Alotenango, Tiquisate, 1986.

Cuadro 6.12 Determinación de Ca y Mg en hojas,
Finca Alotenango, Tiquisate

FECHA	TRATAMIENTO	VARIEDAD	Ca + Mg (meq/l)	Ca (meq/l)	Mg (meq/l)
13/ 9/86	N	CEDIX	----	----	----
13/ 9/86	N	CEDIX	34.4	22.0	12.4
13/ 9/86	N	CEDIX	25.4	16.0	9.4
13/ 9/86	N	CEDIX	24.4	11.6	12.8
13/ 9/86	NPK	CEDIX	31.6	19.2	12.4
13/ 9/86	N	DP 41	19.0	9.2	9.8
13/ 9/86	N	DP 41	22.4	17.0	5.4
13/ 9/86	N	DP 41	21.2	12.0	9.2
13/ 9/86	N	DP 41	22.0	12.2	9.8
13/ 9/86	N	DP 41	21.4	15.6	5.8
13/ 9/86	NPK	DP 41	15.4	7.0	8.4
13/ 9/86	NPK	DP 41	27.2	18.2	9.0
13/ 9/86	NPK	DP 41	25.2	15.0	10.2
13/ 9/86	NPK	DP 41	22.2	12.2	10.0
13/ 9/86	NPK	DP 41	19.0	12.0	7.0
13/ 9/86	N	STV 213	22.6	11.8	10.8
13/ 9/86	N	STV 213	20.2	8.6	11.6
13/ 9/86	NPK	STV 213	15.2	7.0	8.2
13/ 9/86	NPK	STV 213	23.8	12.4	11.4
13/ 9/86	NPK	STV 213	19.0	11.4	7.6
13/ 9/86	NPK	STV 213	20.0	12.2	7.8
13/ 9/86	NPK	STV 213	21.0	14.4	6.6
26/ 9/86	N	CEDIX	16.2	10.8	5.4
26/ 9/86	N	CEDIX	17.0	11.8	5.2
26/ 9/86	N	CEDIX	26.4	14.2	12.2
26/ 9/86	N	CEDIX	17.4	12.6	4.8
26/ 9/86	N	CEDIX	14.0	10.6	3.4
26/ 9/86	N	DP 41	18.8	12.2	6.6
26/ 9/86	N	DP 41	26.4	15.0	11.4
26/ 9/86	NPK	DP 41	23.2	11.6	11.6
26/ 9/86	NPK	DP 41	18.0	13.8	4.2
26/ 9/86	NPK	DP 41	20.0	13.8	6.2
26/ 9/86	NPK	DP 41	24.6	13.4	11.2
19/10/86	N	CEDIX	21.8	15.0	6.8
19/10/86	N	CEDIX	25.6	18.6	7.0
19/10/86	N	CEDIX	21.2	15.0	6.2
19/10/86	N	CEDIX	21.2	16.0	5.2
19/10/86	N	CEDIX	24.8	16.6	8.2
19/10/86	NPK	CEDIX	20.2	12.0	8.2
19/10/86	NPK	CEDIX	18.4	14.4	4.0
19/10/86	NPK	CEDIX	20.4	14.4	6.0
19/10/86	NPK	CEDIX	24.4	20.6	3.8
19/10/86	NPK	CEDIX	20.4	15.6	4.8
19/10/86	N	DP 41	27.2	16.8	10.4
19/10/86	N	DP 41	24.0	15.6	8.4
19/10/86	N	DP 41	30.2	17.0	13.2

Continuación Cuadro 6.12 Determinación de Ca y Mg en hojas,
Finca Alotenango, Tiquisate

FECHA	TRATAMIENTO	VARIEDAD	Ca + Mg (meq/l)	Ca (meq/l)	Mg (meq/l)
19/10/86	N	DP 41	25.0	15.0	10.0
19/10/86	N	DP 41	27.2	21.0	6.2
19/10/86	NPK	DP 41	32.0	16.8	15.2
19/10/86	NPK	DP 41	27.0	20.4	6.6
19/10/86	NPK	DP 41	23.0	----	----
19/10/86	NPK	DP 41	22.4	----	----
19/10/86	N	STV 213	23.8	----	----
19/10/86	N	STV 213	29.6	----	----
19/10/86	N	STV 213	25.6	----	----
19/10/86	N	STV 213	24.0	----	----
19/10/86	N	STV 213	20.6	----	----
19/10/86	NPK	STV 213	21.4	----	----
19/10/86	NPK	STV 213	22.2	----	----
19/10/86	NPK	STV 213	21.6	----	----
19/10/86	NPK	STV 213	20.0	----	----
19/10/86	NPK	STV 213	26.2	----	----

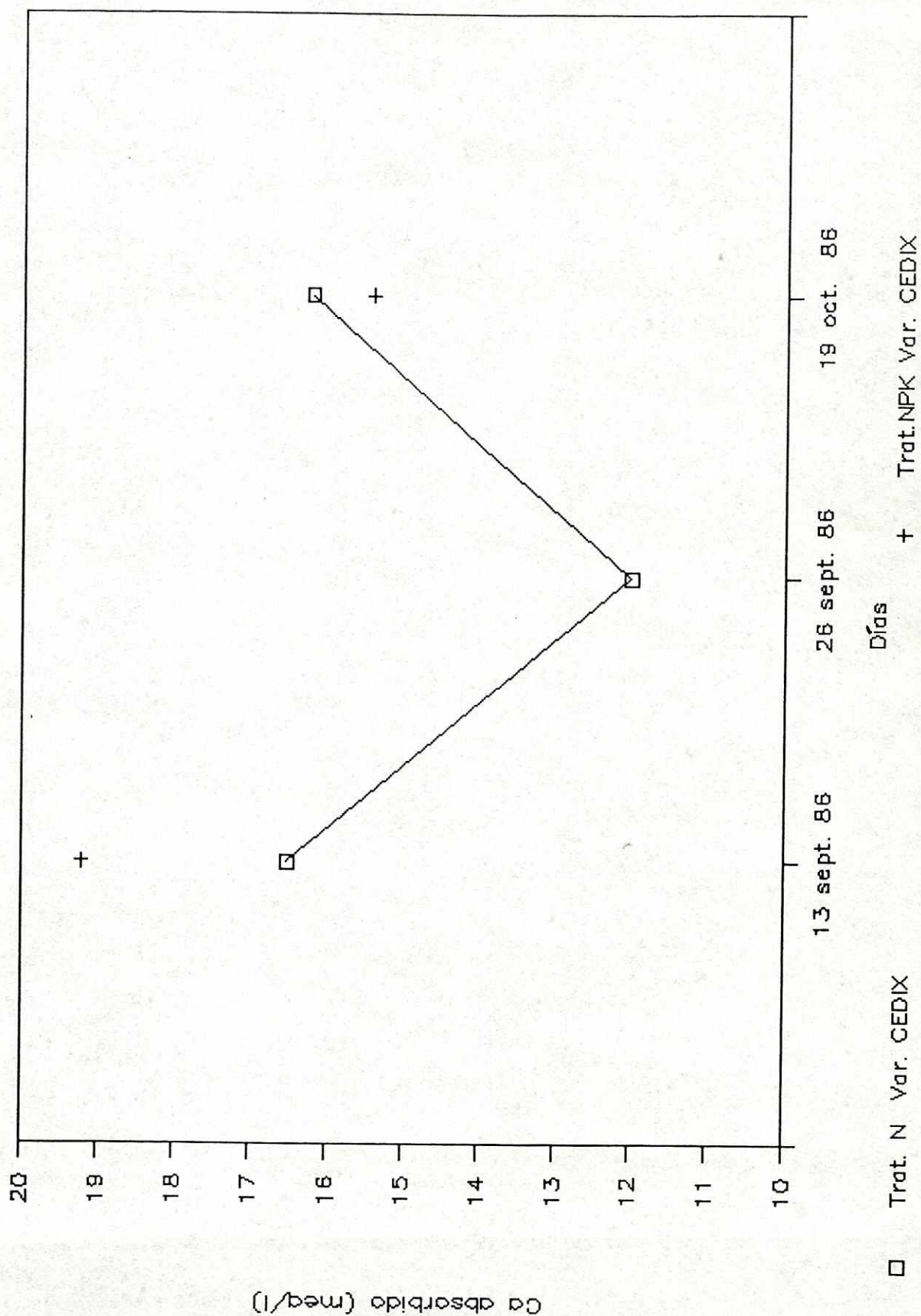


Figura 6.26 Absorción de Ca (meq/l) para diferentes tratamientos y épocas de muestreo.
Finca Alotenango, Tiquisate, 1986.

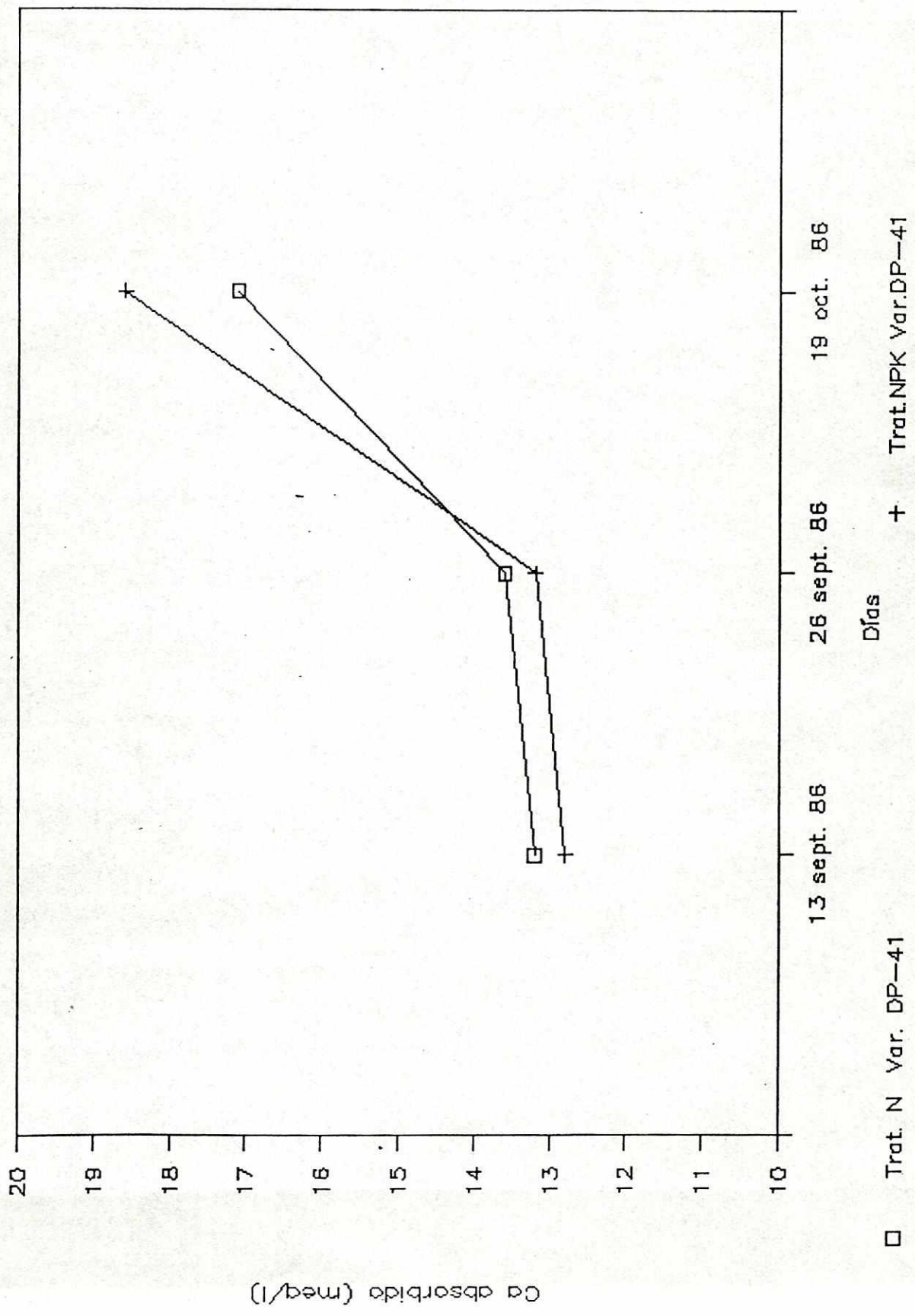


Figura 6.27 Absorción de Ca (meq/l) para diferentes tratamientos y épocas de muestreo. Finca Alotenango, Tiquisate, 1986.

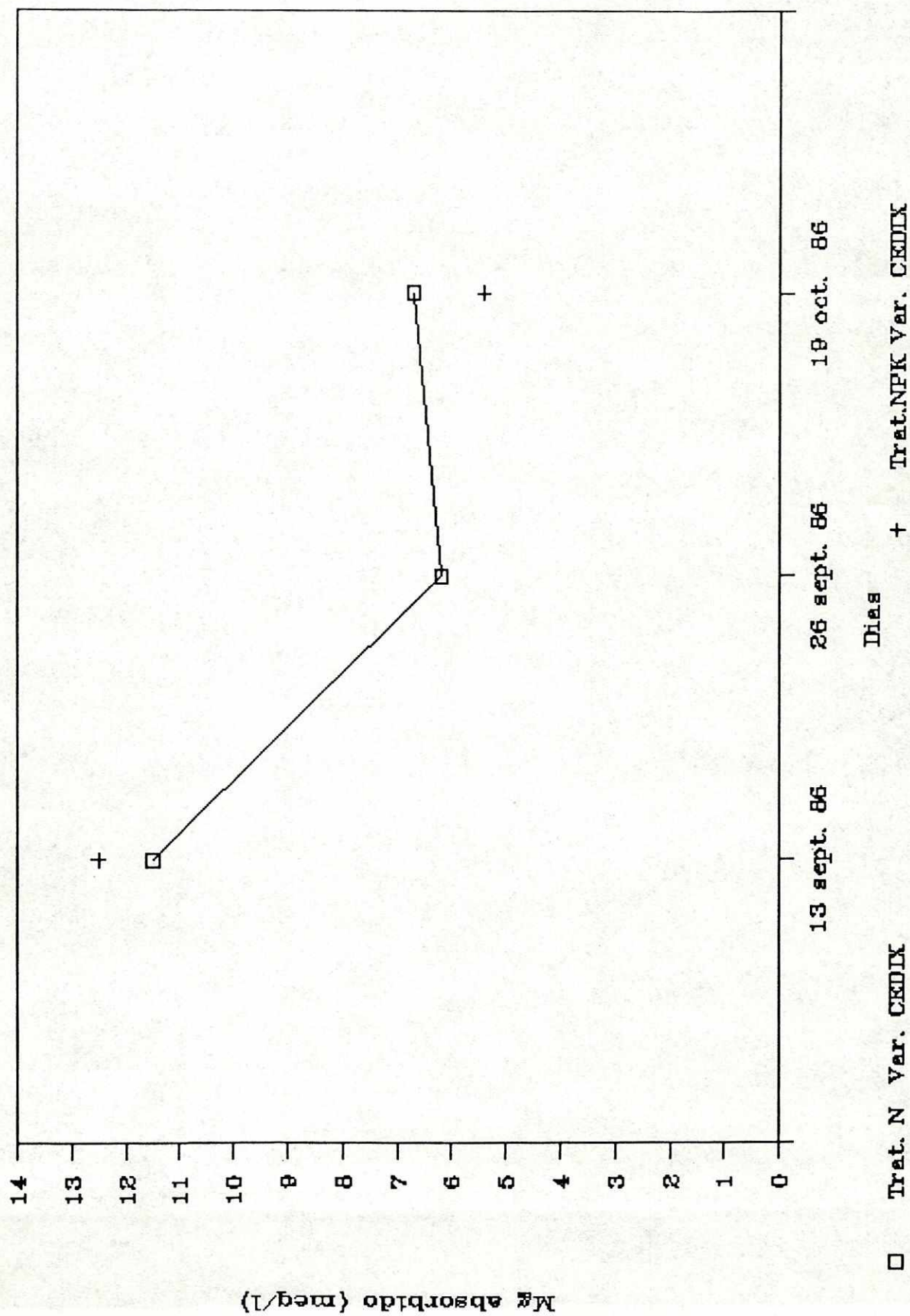
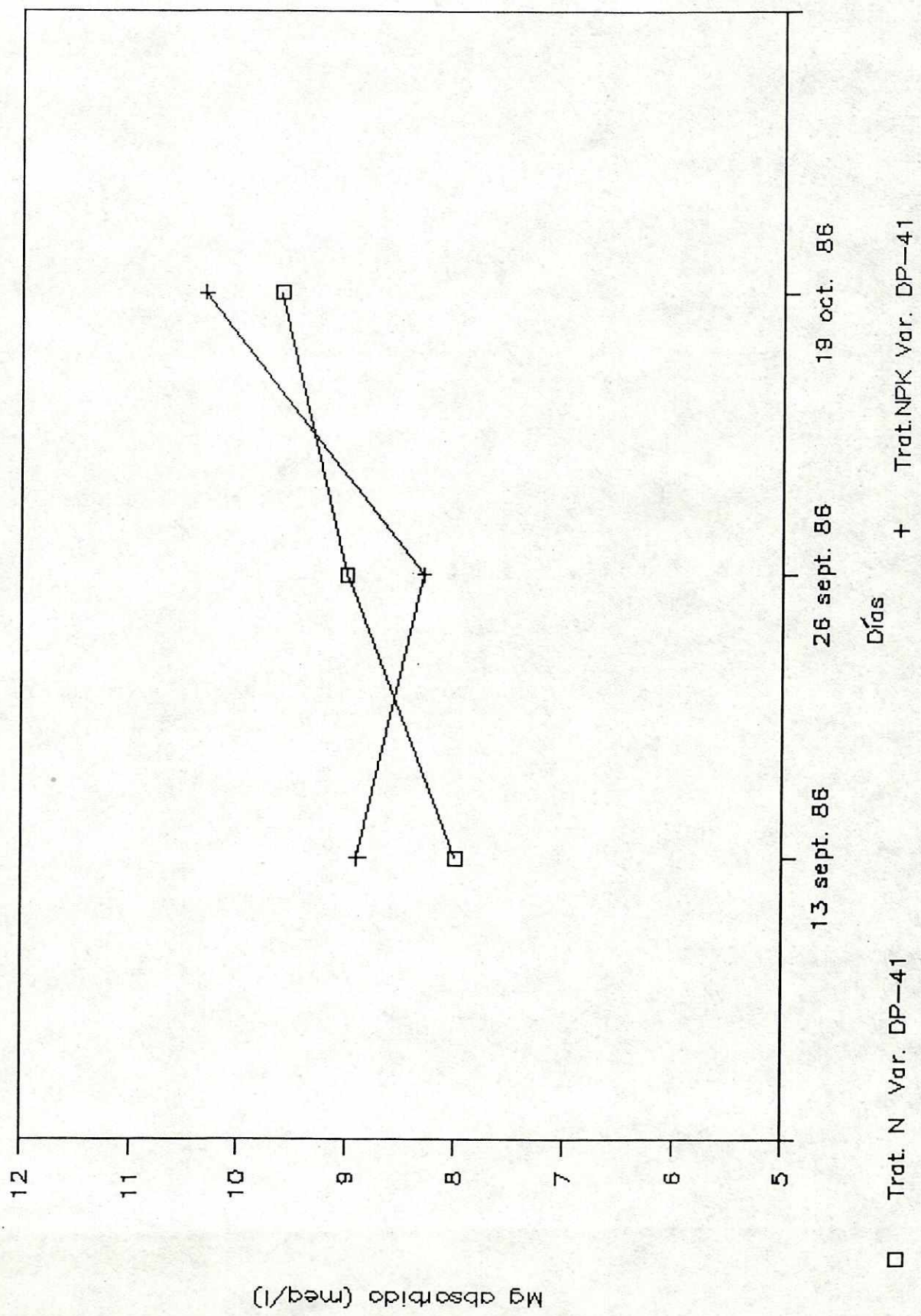


Figura 6.28 Absorción de Mg (meq/l) para diferentes tratamientos y épocas de muestreo.
 Finca Alotenango, Tiquisate, 1986.



□ Trat. N Var. DP-41 + Trat. NPK Var. DP-41
Figura 6.29 Absorción de Mg (meq/l) para diferentes tratamientos y épocas de muestreo.
Finca Alotenango, Tiquisate, 1986.

VII. CONCLUSIONES

A. Fase Cuantitativa

Se encontró que los suelos por lo general eran profundos, con buen drenaje a través del perfil, pero con deficiente drenaje en la superficie. La estructura más generalizada fue la de bloques subangulares que iban de tamaño moderado a medianamente desarrollados. Son suelos profundos, sin zonas de restricción que impidieran o limitaran la penetración de las raíces. La permeabilidad se encontró adecuada; sin embargo, la velocidad de infiltración se vio superada en algunas ocasiones por la magnitud de las lluvias que llegaron a producir encharcamientos.

El contenido de materia orgánica en el primer horizonte era alto, con un pH ligeramente ácido. El contenido de materia orgánica disminuyó en los horizontes inferiores. El color predominante fue gris oscuro para los horizontes superficiales y grisáceo oscuro para los inferiores. El relieve era casi plano y las pendientes oscilaban entre 1 y 3 %.

El contenido de sales estaba dentro de lo normal y no incidió en el desarrollo fisiológico del cultivo del algodón.

De las bases intercambiables, el calcio se encontró de bajo a mediano, y el magnesio de mediano a alto, guardando una relación inadecuada entre ambos. El potasio intercambiable se encontró de mediano a alto para el primer horizonte. La relación de cationes divalentes a monovalentes

(Ca + Mg)/K se encontró baja aún cuando los porcentajes de materia orgánica favorecieron el intercambio. La conductividad eléctrica del extracto de saturación se encontró en cantidades normales, sin embargo deberán mantenerse las condiciones del drenaje superficial para evitar un incremento en la concentración de sales.

Los niveles de nitrógeno en el suelo variaron de mediano a alto, así como también los de potasio. El fósforo se encontró bajo.

La clase textural del suelo se clasificó como franco arenosa y pertenece a la clase agrológica III teniendo como limitante que el porcentaje de humedad disponible no era adecuado.

Para la definición de niveles críticos, el valor crítico del análisis se manifestó cuando se habían agregado al suelo las cantidades de:

100 ppm de fósforo en forma de fosfato de calcio monobásico

100 ppm de potasio en forma de muriato de potasio

Los trabajos de correlación en invernadero presentaron diferencias significativas entre el valor de X (valor del análisis del suelo encontrado como punto crítico) representado por el valor de la cantidad óptima de fertilizante y la mitad de este valor o sea $1/2$, así como el testigo, el cual se denominó 0X. No hubo diferencia significativa entre el valor de X y el doble del mismo o sea 2X. La significancia

se midió respecto del rendimiento en materia seca.

Basado en los resultados de correlación realizados en el invernadero se observó la respuesta a la aplicación de N-P-K ya que las fuerzas exógenas y endógenas demandan de los cultivos en general y en este caso no solamente del algodónero, la reposición constante y equilibrada de los nutrientes utilizados en la formación de tejidos vegetales y en el desarrollo tanto fisiológico como metabólico.

Estos niveles críticos encontrados, los cuales correspondieron al máximo rendimiento, sirvieron de base para los estudios de calibración en el campo.

Los estudios de campo permitieron conocer mejor la potencialidad de los suelos y adaptar en una forma más precisa la clasificación preliminar, así como detectar la interacción de los diferentes nutrientes entre sí, su absorción y concentración en la planta.

B. Fase Cualitativa

Aunque se ha encontrado la importancia del nitrógeno en el desarrollo del cultivo del algodónero, esto no implica que los demás nutrientes no sean vitales para el desarrollo del mismo, especialmente si se toman en cuenta las funciones de éstos en la formación de proteínas, metabolismo, desarrollo y procesos tanto enzimáticos como catalizadores.

Los experimentos de campo se desarrollaron normalmente en su primera etapa (junio a octubre de 1985). Existió un cambio brusco en el mes de noviembre relacionado con la capacidad de retención de humedad del suelo por la falta de

lluvia, lo cual obligó al cultivo a acelerar su proceso de desarrollo.

La heterogeneidad del suelo dificultó la obtención de curvas de respuesta a la aplicación de fertilizantes y de rendimientos, lo cual resalta la importancia de conocer todas las características físicas y químicas de los suelos en lo que respecta a la nutrición de plantas.

Los estudios de absorción efectuados no pueden tomarse como un patrón para todos los años subsiguientes por ser el algodón una planta temporal.

De los resultados obtenidos en el año 1986 se puede concluir que conforme va transcurriendo el período vegetativo de la planta, hay una mayor disponibilidad de nitrógeno en el suelo. Existe muy poca diferencia de resultados entre variedades y tratamientos, lo que se puede comprobar con las gráficas de absorción trazadas.

Antes de la siembra se notó perfectamente la fijación de fósforo en el suelo, observándose posteriormente un decremento en la disponibilidad del mismo.

No se encontró problema con el nivel de aluminio.

El potasio se mantuvo estable a lo largo del ciclo de vida del algodón. Sin embargo, al momento de la cosecha se pudo observar una fineza en la fibra de algodón en aquel material cosechado en parcelas fertilizadas con nitrógeno, fósforo y potasio.

Respecto de la absorción de nutrientes por la planta se

puede decir que la cantidad de nitrógeno absorbida aumentó conforme se aproximaba el período de floración. De esta manera, la planta tiene un estado vegetativo activo, lo que ayuda a incrementar el número total de cuerpos fructíferos.

Como sucede en el caso del nitrógeno, se puede decir que el potasio sigue el mismo patrón de absorción, pues es un nutriente dependiente del nitrógeno.

Aunque se ha iniciado la obtención de las curvas de respuesta a la aplicación de fertilizantes, ello no implica que pueda integrarse una recomendación con base en los resultados obtenidos.

En el área aldonera si existe respuesta a la aplicación de fertilizantes por lo que se recomienda que la aplicación de éstos se haga de acuerdo a las características fisiológicas de la planta, las etapas de desarrollo, el nivel de fertilidad, las fuentes de fertilizantes adecuadas a las características de los suelos y a la compatibilidad de un fertilizante respecto de otro y a una humedad adecuada en el suelo que se acerque a la capacidad de campo.

Aun cuando no se encontró diferencia significativa entre tratamientos y entre bloques en el diseño experimental bloques al azar, utilizado para aplicar diferentes cantidades de nutrientes, se pudo comprobar que el rendimiento en cualquiera de los casos fue mayor que en los cultivos comerciales. El tratamiento que mejor rendimiento presentó fue el de 225 Kg/Ha de urea, 112 Kg/Ha de triple superfosfato y 112 Kg/Ha de muriato de potasio. El rendimiento obtenido en

este tratamiento fue de 48.9 qq/mz de algodón rama.

La aplicación de los tres fertilizantes se recomienda hacerla después del raleo cuando las plantas han alcanzado una altura de aproximadamente 35 cms ó a los 40 días después de la siembra. Los fertilizantes para los elementos N y K deben aplicarse en banda lateral mientras que para P deberán aplicarse en forma mateada o sea haciendo un orificio cerca de la planta del algodnero.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Ayres, Gilbert H. Análisis químico cuantitativo, traducción
1981 y adaptación Santiago Vicente Pérez. México, Harla,
S.A. de C.V. 740 pp.
- Boul, S. W., F. D. Hole, R. J. McCracken. Génesis y
1981 clasificación de suelos, 1a. edición. México,
Trillas. 417 pp.
- Banco de Guatemala, editor. "Informe de la cosecha de
1985 algodón, temporada 1983-1984." Guatemala.
- Baver, L. D.; W. Gardner, W. R. Gardner. Soil physics.
1972 Fourth edition. United States of America, John Wiley
& Sons, Inc. 498 pp.
- Cate, Roberth B., Larry A. Nelson. "Un método rápido para
1965 correlación de análisis de suelo con ensayos de
fertilizantes". Technical bulletin No. 1,
International soil testing. 9pp.
- Corey, Richard. "Apuntes avanzados de fertilidad de suelos".
1969 United States of America, Wisconsin University.
- Costa Rica. Ministerio de agricultura y ganadería. Metodo-
1980 logía para análisis de suelos, plantas y aguas.
Boletín técnico No. 68. San José, 32 pp.
- Croxton, F. E.; D. J. Cowden. Estadística general aplicada.
1954 Traducción de Teodoro Ortiz y Manuel Bravo. México,
Fondo de Cultura Económica. 710 pp.
- Devlin, Robert M. Fisiología vegetal, traducido al español
1980 por Xavier Llimona Pagés. Barcelona, Ediciones Ome-
ga, S.A. 517 pp.
- Donahue, Roy L; R. W. Miller, J. C. Shickluna. Introduc-
ción a los suelos y al crecimiento de las plantas.
traducción de Jorge Peña. Colombia, Editorial Pren-
tice/Hall International. 624 pp.

- "Evaluation of chemical methods for the determination of available phosphorus". Soil science society of America. v. 134 (5): 294
1982
- Fassbender, Hans W. Química de suelos, con énfasis en suelos de América Latina. San José, Costa Rica, IICA, 398 pp.
1982
- Ferreira de Souza, Augusto; Moacyr do Brasil Sobrinho. "Efeito do NPK, via foliar, no crescimento de orgaos do algodoneiro (*Gossypium hirsutum* L.)." Cienc. Prat. Lavras, 4(2): 138-150.
1980
- Frye, Alberto et al. "La fertilización fosfórica del algodón en suelos del Meta. Fuentes, dosis y métodos de aplicación". El algodón (Colombia)
1983
- ; "Como tomar muestras de suelos para la correcta fertilización del algodón". El algodón: (Colombia): 13-18.
- ; "Diagnostico de la fertilidad y requerimientos de fertilización para los suelos algodóneros de Colombia". El algodón: 2-14.
1981
- Guerra Borges, Alfredo. Compendio de geografía económica y humana de Guatemala. Segunda ed. Guatemala, Editorial Universitaria. 356 pp.
1986
- Hamilton, Leicester; Stephen G. Simpson. Cálculos de química analítica. traducido por Roberto Rodríguez Solano. México, Libros McGraw-Hill, S.A. de C.V. 328 pp.
1978
- Hernández, Francisco, et al. El cultivo del algodón. Colombia, s.e. 452 pp.
- Instituto Agropecuario Nacional. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Ministerio de agricultura. Guatemala, Editorial José de Pineda Ibarra. 1000 pp.
1959

- Jackson, M. L. Análisis químico de suelos. 2da. ed. traducido del inglés americano por José Beltrán M. Barcelona, Ediciones Omega, S.A. 662 pp.
1970
- Jamhane, R. V. et al. Suelos: su química y fertilidad en zonas tropicales. México, Editorial Diana. 483 pp.
1979
- Jiménez, Humberto. Como interpretar los resultados de los análisis de suelos del laboratorio. Guatemala, ANACAFE. 243 pp.
1984
- Laird, R. J. Metodología para la recomendación de Fertilizantes, 4 pp. México, Fundación Rockefeller.
1969
- Longstreth, David; Park S. Nobel. "Nutrient influences on leaf photosynthesis. Effects of Nitrogen, Phosphorus and Potassium for *Gossypium hirsutum* L.". Plant physiol. (California) (65): 541-543.
1980
- Michrina, B. P.; R. H. Fox. "Effect of temperature and time storage of dry soil samples on a chemical index of N availability". Plant and Soil. (65): 81-89.
1982
- Ministerio de Agricultura de Guatemala. "Sumario de los resultados de análisis de fertilidad de suelos agrícolas por cultivos previstos y departamentos, muestras analizadas en 1970". Guatemala, DIGESA. 28 pp.
1971
- Mombiela, F.; J. J. Nicholaides; L. A. Nelson. "A method to determine the appropriate mathematical form for incorporating soil test levels in fertilizer response models for recomendation purposes". Agronomy journal (74): 937-941.
1981
- Nelson W. L.; S. L. Tisdale. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. traducción al español por Jorge Balash y Carmen Piña. México, UTEHA, S.A. de C.V. 760 pp.
1982
- Ortiz, Bonifasio. "Apuntes de fertilidad de suelos", México, Colegio de Postgraduados de Chapingo.
1968

- Pinkhasov, Y. I. "Transport of assimilates cotton as a function of distance between leaf and fruit". Division of general genetics of cotton, academy of sciences of the Thadzik sssr, Dushanbe. 820-825 pp.
- 1981
- Primo-Yúfera, E.; J. M. Carrasco-Dorrien. Química agrícola. España, Editorial Alhambra. 472 pp.
- 1973
- Ray, Peter Martin. La planta viviente. traducida por Antonio Marino Ambrosio. México, CECSA. 272 pp.
- 1985
- Reyes Castañeda, Pedro. Diseño de experimentos aplicados. 2da. ed. México, Editorial Trillas. 344 pp.
- 1984
- Bioestadística aplicada. México, Editorial Trillas. 217 pp.
- 1982
- Rojas Garcidueñas, Manuel. Fisiología vegetal aplicada. 2da. ed. México, Libros McGraw-Hill S.A de C.V 262 pp.
- 1979
- Schenkel et al.; "Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. XX macronutrientes, provincia de Biobío". Agricultura técnica (Chile) 40 (3): 111-129.
- 1980
- Sharpley A. N.; L. W. Reed. "Effect of environmental stress on the growth and amounts and forms of phosphorus in plants". Agronomy journal (74): 19-22.
- 1982
- Torres, Luis Guillermo. "Investigación en algodón para los llanos". Ica-informa (Colombia) (10): 4-6.
- 1980
- Tosi, J. A. "Una clasificación y metodología para la determinación y levantamiento de mapas de la capacidad de uso mayor de la tierra". 69 pp. San José Costa Rica, Centro Científico Tropical.
- 1981
- Vela D., Mario R.; Carlos Melgar. "Estudios básicos de suelos para el programa del algodón." Guatemala, 13 pp.
- 1985
- Vela D., Mario R.; "Las recomendaciones de fertilizantes y su metodología". 5 pp.

Walsh, Leo M.; James Beaton, editors. Soil testing and
1973 plant analysis. United States of America, soil
science society of America, Inc. 491 pp.

Waugh, D. L.; J. W. Fitts. Soil test interpretation
studies: Laboratory and potted plant. 32 pp.

Young, David. "Cotton, tobacco and seeds". Agricultural
1980 research. (United States of America); special
section on value-added exports: 11-14.