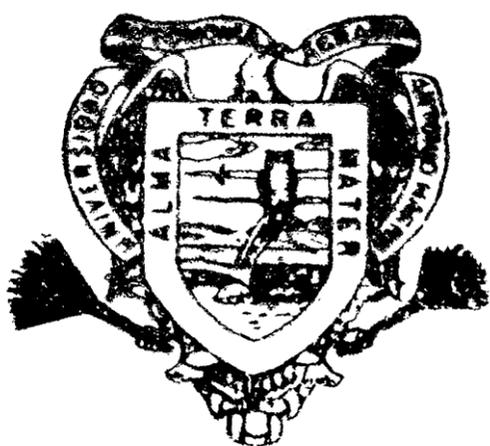


EFFECTO DEL FOSFATO DIAMONICO LIQUIDO
SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FIBRA
DEL ALGODONERO EN LA REGION LAGUNERA

JULIO ARCINIEGA RAMOS

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN SUELOS



**Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro**

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

AGOSTO 1991

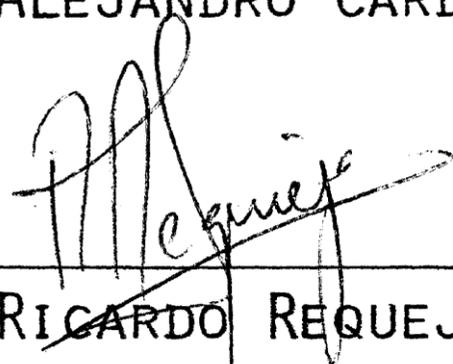
TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR
DE ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL, PARA OPTAR
AL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN
SUELOS

COMITÉ PARTICULAR

ASESOR PRINCIPAL


M.C. ALEJANDRO CÁRDENAS BLANCO

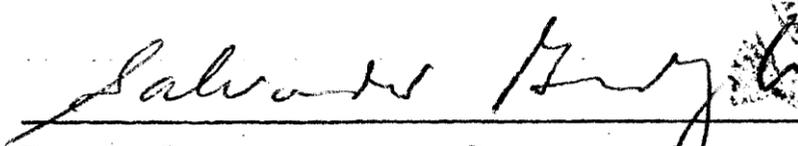
ASESOR

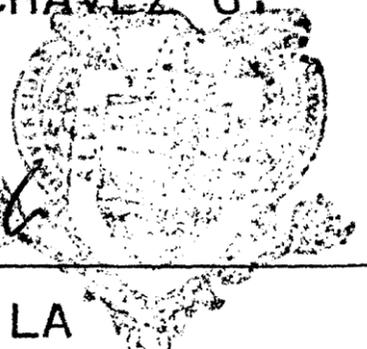

M.C. RICARDO REQUEJO LÓPEZ

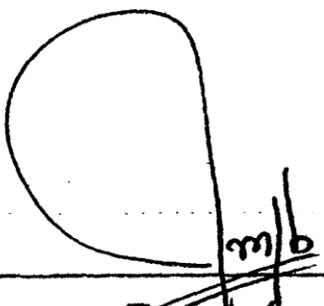
ASESOR


M.C. J. FRANCISCO J. CHÁVEZ G.

ASESOR


DR. SALVADOR GODOY AVILA


BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
U. A. A. N.
SALTILLO, COAH.


DR. J. MANUEL FERNÁNDEZ BRONDO
SUBDIRECTOR DE ASUNTOS DE POSTGRADO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, AGOSTO DE 1991

A G R A D E C I M I E N T O S

- A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro, por brindarme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente, le estoy muy agradecido.
- A la Universidad Autónoma de Sinaloa, por darme su apoyo económico/a lo largo de mis estudios, mi agradecimiento infinito.
- Al CIFAP-Región Lagunera, por abrirme sus puertas y permitir el establecimiento del trabajo de investigación, le estoy profundamente agradecido.
- Al Ing. M.C. Alejandro Cárdenas Blanco, por su gran asesoría y profesionalismo mostrado en la planeación del presente trabajo de investigación, además de la revisión del escrito de tesis.
- Al Ing. M.C. Ricardo Requejo López, por su asesoría y valiosos consejos en la planeación del presente trabajo de investigación, así como en la revisión del escrito de tesis.
- Al Ing. M.C. Francisco J. Chávez González, por su asesoría en la planeación, ejecución y sus consejos en la conducción del trabajo de investigación, así como en los cálculos estadísticos y la revisión del escrito de tesis.
- Al Dr. Salvador Godoy Avila, por su valiosa asesoría y sus consejos en la ejecución del trabajo de investigación, así como en la revisión del escrito de tesis.
- A la Sra. Paula Salas Villegas por su excelente trabajo mecanográfico.
- A todas las personas que de alguna manera participaron en el desarrollo del presente trabajo.

D E D I C A T O R I A S

A MIS PADRES:

Sr. Julio Arciniega Pérez y Sra. Ma. del Socorro Ramos de Arciniega. Por su ejemplo y ánimo proporcionado a lo largo de mis estudios y por que supieron encausarme por el camino de la superación.

A MI ESPOSA:

Sra. Pety Pánuco de Arciniega. Por su gran apoyo incondicional y por todo el ánimo que me infundió en mis estudios.

A MIS HIJOS:

Raúl Ernesto
Yara varinia
Por todo lo que significan para mí, y por su aliento con sus risas y llantos.

A MIS HERMANOS:

Héctor Mario (C.F.P.D.), Rosa María Humberto, Juan Antonio, Juan de Dios, María, Socorro, Armando, Luis Enrique, María de Jesús. Por su gran apoyo moral, ejemplo de superación y tenacidad en la vida.

A TODOS MIS SOBRINOS:

Por su apoyo moral y su gran cariño.

A TODOS MIS MAESTROS,
COMPAÑEROS DE GENERACION Y PERSONAL DEL
DEPARTAMENTO DE SUELOS:

Por su profesionalismo y su gran amistad.

COMPENDIO

Efecto del Fosfato Diamónico Líquido Sobre el Rendimiento y Calidad de Fibra del Algodonero en La Región Lagunera.

POR

JULIO ARCINIEGA RAMOS

MAESTRIA

SUELOS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. AGOSTO 1991.

M.C. Alejandro Cárdenas Blanco - Asesor -

Palabras clave: Fertilización, Fosforo Líquido, Algodonero, Rendimiento.

El cultivo del algodón en la Región Lagunera ocupa el primer lugar en importancia económica y social ya que en los últimos 10 años se han venido sembrando alrededor de 65,000 hectáreas, equivalente al 40 por ciento del área cultivable.

Desde hace algunos años, el cultivo enfrenta una serie de problemas que se han venido agudizando aún más. Dentro de los principales, tenemos, el elevado costo de producción, las altas fluctuaciones del precio de la fibra y los

pocos estímulos que ofrece el mercado nacional e internacional. Esto se agrava más debido a la incidencia de enfermedades donde resalta la secadera tardía producida por el hongo Verticillium dahliae K., el ataque de insectos como el gusano rosado (Pectinophora gossypiella S.) y el picudo (Anthonomus grandis B.), que obliga al productor a realizar hasta 17 aplicaciones de insecticidas y significa un gasto económico fuerte.

Además, en la actualidad, se sigue usando la variedad Deltapine 80 que es de ciclo largo, elevando los costos de producción ya que requiere de más riegos de auxilio.

Se llevaron a cabo dos experimentos: uno de invernadero y otro de campo. En invernadero se estudio el efecto de fertilización fosfatada líquida con seis dosis, sobre el desarrollo vegetativo y fructífero del algodónero, además se estudiaron cuatro niveles de distanciamiento de aplicación del fertilizante. En campo se estudió el efecto de la fertilización fosfatada líquida sobre la precocidad, rendimiento y calidad de fibra del algodónero.

En invernadero se encontraron diferencias significativas para número de nudos, cuadros, flores y materia seca; en campo solo se encontró diferencia significativa en número de cuadros y algunas diferencias importantes en rendimiento.

ABSTRACT

Effect the Líquid Phosphate Diamonic About the yield and Quality of Fiber the Cotton (Gossypium hirsutum) in the Region Lagunera.

BY

JULIO ARCINIEGA RAMOS

MASTER OF SCIENCE

SOILS

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MEXICO. AUGUST 1991

M.C. Alejandro Cárdenas Blanco, Adviser.

Key Words: Fertilization, Líquid Phosphorus, Cotton Yield, Quality.

The cotton cultivation in the Region Lagunera occupies the first place in economic and social importance due that in the last ten years in has been sowing about 65,000 acres equivalent to the 40 per cent of the cultivation area, giving the 57 per cent of the total regional production.

Since several years ago, the cultivation face serious problems the it has been coming worst. Between the principals are, the high cost of production, the high fluctuations of price of the fiber and the few stimulus that offers the national and international market, This become of more serious due to the incidence of sickness such the one the produce the mushroom Verticillium dahliae K., and the insects attract such the worms (Pectinophora gossypiella S.) and the Picudo (Anthonomus grandis B.) this cause that the farmer expenses a great amount of money in insecticide due- the he has to do 17 applications of insecticide.

Besides, in the actually, it keeps on using the Deltapine 80 variety the it's cycle is long, increasing the production cost.

To face this problem it was develop an strategy to short the cotton cycle without detriment for the production.

It was done two experiments: one in greenhouse and another in the field.

In greenhouse it was studied the effect of liquid phosphate fertilization with six dosis above the vegetative and fructiferous development of cotton in addition it was studied four levels for disquisition of application.

In the field it was studied the effect of liquid phosphate fertilization about the precosity, yield, an quality cotton fiber.

In greenhouse they found differences meaning for number of nodes, squares, flowers and matter dry; in the field only found difference meaning in the number squares and some differences important in the yield.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	xv
INDICE DE FIGURAS	xviii
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	5
EL FOSFORO	5
-EL FOSFORO EN LA NUTRICION DE LAS PLANTAS	5
-EL FOSFORO EN EL SUELO	8
-FIJACION DEL FOSFORO EN EL SUELO	10
-SINTOMATOLOGIA DE DESORDENES OCA SIONADOS POR FOSFORO (DEFICIEN- CIA Y EXCESOS)	12
-INVESTIGACION SOBRE EL PROBLEMA DEL FOSFORO EN EL SUELO	14
-INVESTIGACION SOBRE FERTILIZACION FOSFATADA LIQUIDA	17
MATERIALES Y METODOS	22
LOCALIZACION DEL AREA EXPERIMENTAL	22
CARACTERIZACION DEL AREA EXPERIMENTAL ...	24
- CLIMA	24
- SUELOS	25
- VEGETACION	26
- AGUA DE RIEGO	28

	Página
TRABAJO DE INVERNADERO	28
-DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESCRIP- CION DE TRATAMIENTOS	28
CONDUCCION DEL EXPERIMENTO	29
-MUESTREO DE SUELO	29
-PREPARACION DE LA MUESTRA	29
-FERTILIZACION	32
-SIEMBRA	32
-RIEGOS	35
VARIABLES QUE SE ESTUDIARON	35
-ALTURA DE PLANTA	35
-NUMERO DE NUDOS	35
-NUMERO DE CUADROS	35
-NUMERO DE FLORES	36
-MATERIA SECA, RAIZ Y PARTE AEREA	36
ANALISIS ESTADISTICO	36
EXPERIMENTOS DE CAMPO	37
-DISEÑO EXPERIMENTAL Y DESCRIP- CION DE TRATAMIENTOS	37
CONDUCCION Y ESTABLECIMIENTO DEL EXPERI- MENTO	40
-PREPARACION DEL TERRENO	40
-DETERMINACION DE FOSFORO APROVE- CHABLE Y CARBONATOS TOTALES	40
-FERTILIZACION	40
-SIEMBRA	43

	Página
-RIEGOS	43
-ACLAREO	45
-COMBATE DE MALEZAS	45
-COMBATE DE PLAGAS	45
VARIABLES QUE SE MIDIERON	47
-ALTURA DE PLANTA	47
-NUMERO DE NUDOS	47
-NUMERO DE CUADROS	47
-NUMERO DE FLORES	47
-DETERMINACION DE FOSFORO EN LA PLANTA	48
-METODOLOGIA PARA EVALUAR EL FOSFO RO EN LA PLANTA	48
-METODO UTILIZADO PARA EVALUAR EL FOSFORO	49
-COSECHA	50
-CALIDAD DE FIBRA	50
RESULTADOS	52
EXPERIMENTO DE INVERNADERO	52
-DETERMINACION DE FOSFORO APROVE- CHABLE EN EL SUELO	52
-ALTURA DE PLANTA	54
-NUMERO DE NUDOS	55
-NUMERO DE CUADROS	55
-NUMERO DE FLORES	56
-PRODUCCION DE MATERIA SECA, RAIZ	

	Página
Y PARTE AEREA	61
EXPERIMENTO DE CAMPO	66
-DETERMINACION DE FOSFORO APROVE- CHABLE Y CARBONATOS TOTALES EN EL SUELO	66
-DETERMINACION DE FOSFORO ASIMILA <u>BLE</u> EN PECIOLOS	68
-ALTURA DE PLANTA	70
-NUMERO DE NUDOS	71
-NUMERO DE CUADROS	71
-NUMERO DE FLORES	71
-RENDIMIENTO	76
-PRECOCIDAD	77
-COMPONENTES DEL RENDIMIENTO	79
-CALIDAD DE FIBRA	81
DISCUSION	83
EXPERIMENTO DE INVERNADERO	83
-DETERMINACION DE FOSFORO APROVE- CHABLE	83
-ALTURA DE PLANTA	83
-NUMERO DE NUDOS	84
-NUMERO DE CUADROS	84
-NUMERO DE FLORES	85
-PRODUCCION DE MATERIA SECA, RAIZ Y PARTE AEREA	85

	Página
EXPERIMENTO DE CAMPO	86
-DETERMINACION DE FOSFORO APROVE- CHABLE Y CARBONATOS TOTALES	86
-DETERMINACION DE FOSFORO ASIMILA BLE EN PECIOLOS	87
-ALTURA DE PLANTA	88
-NUMERO DE NUDOS	88
-NUMERO DE CUADROS	88
-NUMERO DE FLORES	89
-RENDIMIENTO	89
-PRECOCIDAD	90
-COMPONENTES DEL RENDIMIENTO	90
-CALIDAD DE FIBRA	91
CONCLUSIONES	93
LITERATURA CITADA	97
APENDICES	101
-APENDICE	102

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
2.1.	COMPUESTOS CALCICOS INORGANICOS DE FOSFORO MAS COMUNES EN EL SUELO	11
2.2.	CAPACIDAD INSTALADA PARA PRODUCCIÓN DE MEZCLAS DE FLUIDOS EN MEXICO	20
3.1.	CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS DE LA REGION LAGUNERA EN CUANTO A SU FERTILIDAD EN EL ESTRATO 0-30 CM DE PROFUNDIDAD	27
3.2.	DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS ESTUDIADOS EN EL INVERNADERO	30
3.3.	DESCRIPCION DEL PRODUCTO 10-34-00	31
3.4.	DOSIS EN DIFERENTES UNIDADES DE PESO QUE SE APLICAN EN INVERNADERO DEL PRODUCTO 10-34-00	34
3.5.	DESCRIPCION DE TRATAMIENTOS ESTUDIADOS EN CAMPO	38
3.6.	DOSIS EN ML DEL PRODUCTO 10-34-00 APLICADOS EN EXPERIMENTO DE CAMPO DE ACUERDO A LOS TRATAMIENTOS	39
3.7.	CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES EN EL TRABAJO DE CAMPO	41
3.8.	CALENDARIO DE RIEGOS APLICADOS AL ALGODONERO Y ETAPAS DE DESARROLLO EN QUE COINCIDI <u>ERON</u>	44

3.9.	DESCRIPCION DEL COMBATE DE PLAGAS EN CAMPO.....	46
4.1.	DETERMINACION DE FOSFORO APROVECHABLE - (PPM) EN DIFERENTES PROFUNDIDADES DEL SUELO BAJO DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACION FOSFATADA.....	53
4.2.	EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACION FOSFATADA SOBRE LA ALTURA EN CM Y EL NUMERO DE NUDOS DEL ALGODONERO.....	57
4.3.	EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACION FOSFATADA SOBRE EL NUMERO DE CUADROS Y FLORES DEL ALGODONERO.....	60
4.4.	EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACION FOSFATADA EN LA PRODUCCION DE MATERIA SECA.....	64
4.5.	DETERMINACION DE FOSFORO APROVECHABLE Y CARBONATOS TOTALES DEL SUELO BAJO DIFERENTES DOSIS DE FERILIZACION FOSFATADA.....	67
4.6.	EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACION FOSFATADA SOBRE LA CONCENTRACION DE FOSFORO EN POR CIENTO, DE PECIOLOS DEL ALGODONERO.....	69
4.7.	EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACION FOSFATADA SOBRE LA ALTURA EN CM Y EL NUMERO DE NUDOS DEL ALGODONERO.....	72

4.8.	EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACION FOSFATADA SOBRE EL NUMERO DE CUADROS Y NUMERO DE FLORES DEL ALGODONERO	73
4.9.	EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACION FOSFATADA SOBRE EL RENDIMIENTO Y PRECOCIDAD DEL ALGODONERO	78
4.10.	EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACION FOSFATADA SOBRE COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DEL ALGODONERO	80
4.11.	EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACION FOSFATADA SOBRE LA CALIDAD DE FIBRA DEL ALGODONERO	82

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
3.1. LOCALIZACION DE LA REGION DONDE SE ESTABLE CIO EL EXPERIMENTO.....	23
3.2. UBICACION DEL PRODUCTO RESPECTO A LA 'SEMI- LLA.....	33
3.3. DESCRIPCION DE PARCELAS Y TRATAMIENTOS EN- EL CROQUIS DEL EXPERIMENTO.....	42
3.4. DISTRIBUCION DE PARCELAS EN LA REALIZACION DE LA COSECHA.....	51
4.1. DINAMICA DE CRECIMIENTO DEL ALGODONERO CON DIFERENTES DOSIS DE FETILIZACION FOSFATADA	58
4.2. DINAMICA DE PRODUCCION DE CUADROS EN ALGO- DONERO CON DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZA-- CION FOSFATADA.....	59
4.3. DINAMICA DE PRODUCCION DE FLORES EN ALGODO NERO CON DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACION FOSFATADA.....	62
4.4. PRODUCCION DE MATERIA SECA CON DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZACION FOSFATADA.....	65
4.5. DINAMICA DE PRODUCCION DE FLORES DEL ALGO- DONERO CON DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZA-- CION FOSFATADA.....	75

INTRODUCCION

El cultivo del algodouero es la planta textil de fibra suave más importante del mundo y su cultivo es de los más antiguos. Fragmentos de telas y de fibras econtrados en Paquistán, permiten asegurar que ya se cultivaba en el año 3000 A.C. En el Perú se descubrieron restos de telas que se remontan al año 2500 A. de C. (SEP, 1982).

Este cultivo es importante tanto a nivel nacional como regional, caso específico de la Región Lagunera. Esta afirmación se fundamenta en que en México se han venido sembrando, en los últimos 10 años, alrededor de 290,000 hectáreas, por ciclo, con una producción de 1.18 millones de pacas, de las cuales 530,000 se destinan al consumo interno y 650,000 se exportan a diferentes países; además la producción de semilla asciende a 500,000 toneladas.

En la Región Lagunera, este cultivo ocupa el primer lugar en importancia económica y social, ya que se sembraron alrededor de 65,000 hectáreas en el último año, equivalente al 50 por ciento del área cultivable, aporta el 57 por ciento del valor total de la producción y genera 7.5 millones de jornales al año lo que ubica al algodouero como la principal actividad agrícola en la Región Lagunera.

Sin embargo en años recientes el cultivo del algodo

nero enfrenta una serie de problemas que han reducido su rentabilidad. Dentro de los principales problemas a nivel nacional tenemos, el elevado costo de producción, las altas fluctuaciones y los pocos estímulos que ofrece el mercado nacional e internacional. Esto ha contribuido a disminuir la superficie sembrada en los últimos años.

En la Región Lagunera la explotación de este cultivo enfrenta problemas como la incidencia de enfermedades donde resalta la secadera tardía provocada por el hongo Verticillium wilt (Verticillium dahliae K.), el ataque de insectos como el gusano rosado (Pectinophora gossypiella Saund), el picudo (Anthonomus grandis. Boh), que obliga al productor a realizar hasta 17 aplicaciones de insecticidas lo que representa un desembolso económico muy considerable.

Asimismo, la variedad de algodón más usada en la actualidad es la Deltapine 80, que tiene un ciclo largo y por lo tanto los costos de producción se elevan aún más. Esto, aunado a la escasez de agua en la región provoca mermas a los agricultores en los rendimientos.

La estrategia central que se ha desarrollado en los últimos años ha sido la de acortar el ciclo del cultivo del algodón, sin detrimento de la producción, ya que como se mencionó, los costos de producción son elevados debido fundamentalmente al ciclo largo de este cultivo.

Dentro de la estrategia señalada se ha experimentado con altas poblaciones de plantas por hectárea, lo cual combinado con el uso de variedades precoces y reducción en

el número de riegos permite acortar el ciclo del cultivo, con las ventajas subsecuentes de reducir el período en que es necesario proteger al cultivo del ataque de plagas (Palomo, 1984). También se ha experimentado para obtener variedades resistentes al hongo que provoca la secadera tardía, lográndose a la fecha buenos resultados (Palomo, 1984).

Es conocido también que el uso de fosforos diamónicos líquidos, llamados fertilizantes arrancadores, pueden contribuir a reducir el ciclo del cultivo, puesto que teóricamente por ser más solubles y por lo tanto mejor disponibles a las raíces, estimulan la velocidad de enraizamiento y crecimiento sobre todo inicialmente. Esto es particularmente importante para los suelos de la Región Lagunera donde predomina un pH alcalino el cual contribuye fuertemente en impedir la asimilación del fósforo para los cultivos, y supuestamente estos fertilizantes líquidos pueden disminuir este problema.

Por las razones anteriores se han planteado los siguientes objetivos en el presente trabajo.

OBJETIVOS DEL TRABAJO

Objetivo General: Evaluar el efecto de la aplicación al suelo de una fuente fosfatada líquida con residuo ácido sobre el desarrollo y fructificación del algodón en suelos calcáreos de la Región Lagunera.

Objetivos Específicos:

- Determinar la influencia de la fertilización líquida y la forma de colocación del producto en el suelo.
- Acortar el ciclo del cultivo.
- Reducir el número de aplicaciones de insecticidas y costos de producción.
- Reducir el número de riegos.

HIPOTESIS

- El uso de productos fosfatados líquidos con residuo ácido permiten que el fósforo pueda ser aprovechado más rápidamente por el cultivo del algodón.
- El uso de formulaciones líquidas conteniendo nitrógeno y fósforo en aplicaciones al suelo promueve el desarrollo radical y acelera el desarrollo y fructificación del algodón.

EL FOSFORO

El Fósforo en la Nutrición de las Plantas

El fósforo es un macroelemento esencial para las plantas. Aunque interviene en proporción inferior al nitrógeno y potasio, su importancia en fisiología es extraordinaria como elemento plástico y funcional, imprescindible en la formación, crecimiento y multiplicación de las plantas.

Se encuentra en las plantas formando parte de los ácidos nucleicos, fosfolípidos, lecitina, de los coenzimas NADP y NAD; y en lo que es especialmente importante: como parte integrante del ATP, relacionado íntimamente con los procesos energéticos de las plantas. Tiene además un importante papel en la asimilación de nitrógeno nítrico y en la conveniente regulación del pH de la célula. Y por si fuera poco, influye en el desarrollo radical, en los procesos de maduración y germinación de las semillas y en la maduración de los frutos (León, 1984).

Gross (1976) menciona que como el nitrógeno, el fósforo es un factor de crecimiento muy importante, debiendo señalarse la fuerte interacción que existe entre este elemento y el nitrógeno, sobre todo durante la primera fase de crecimiento. Señala también que el desarrollo, en particular

se ve favorecido por una buena alimentación de fósforo al principio del ciclo vegetativo (interesa localizar una pequeña cantidad de P_2O_5 con la semilla, especialmente en suelos pobres). De una manera más concisa plantea que el fósforo es un factor de precocidad, ya que activa el desarrollo inicial y tiende a acortar el ciclo vegetativo, favoreciendo la maduración.

Patterson (1967) establece que un aporte adecuado de fósforo estimula el desarrollo radical, siendo esto importante en los primeros estados de desarrollo. Menciona que es particularmente valioso sobre suelos compactos donde tienden a quedar restringidos de una forma natural los sistemas radicales. Además, el fósforo resulta esencial para el desarrollo celular, así como para la división celular, por lo que el fósforo acelera el proceso de maduración; la formación de la semilla tiene lugar más pronto y el cultivo agrícola puede madurar días antes del plazo normal. Esta maduración temprana tiene una importancia considerable en aquellas zonas donde el cultivo presenta una maduración tardía.

Por otro lado, García (1980) establece también que durante los ciclos vegetativos de las plantas, el fósforo favorece el crecimiento de las raíces; aumenta por sí la resistencia a heladas, sequías y enfermedades. Por otra parte, constituye un factor de precocidad en la maduración de los frutos. Agrega que en leguminosas ejerce una acción favorable al desarrollo de las nudosidades radicícolas, y a la absorción de nitrógeno del aire por los microbios de dichas

Con la posible excepción del nitrógeno, ningún otro elemento es tan decisivo para el crecimiento de las plantas en el campo como el fósforo, una carencia de éste es doblemente seria, puesto que evita que las plantas aprovechen otros nutrimentos. Por ejemplo, antes que el uso de fertilizantes comerciales, la mayor parte del nitrógeno del suelo depende indirectamente de la reserva de fósforo. Esto se debe a la influencia vital del último sobre el crecimiento de las leguminosas (Buckman y Brady, 1972).

Yágodin (1986) concluye que: en los ácidos nucleicos el contenido de fósforo constituye cerca del 20 por ciento (calculado en P_2O_5). Los ácidos nucleicos se encuentran presentes en cada célula vegetal, en todos los tejidos y en todos los órganos, su contenido en las hojas y tallos alcanza de 0.1 a 1 por ciento de la materia seca; en las hojas jóvenes y en los puntos de crecimiento de los vástagos hay más ácidos nucleicos que en las hojas y tallos adultos; sobre todo, se distinguen por su alto contenido en ácidos nucleicos los embriones de las semillas, el polen y los cabos de las raíces. El fósforo se encuentra también en la composición de una serie de otras sustancias orgánicas de las plantas, tales como la fitina, la lecitina, los sacarofosfatos y otros. La fitina ocupa el primer lugar entre los demás compuestos fosfóricos en cuanto a su contenido en las semillas y en los órganos vegetativos de una serie de cultivos agrícolas. Mucho fitina contienen las semillas y algo menos los órganos

jóvenes y los tejidos de las plantas. La fitina en las semillas sirve de sustancia de reserva, y el ácido fosfórico - que entra en su composición se emplea en su germinación. La lecitina es la representante del grupo de los fosfátidos, - sustancias adiposas que se encuentran en el citoplasma de todas las células activas de las plantas, pero principalmente en las semillas. La lecitina contiene 1,37 por ciento y es un diglicérido de ácido fosfórico. Los sacaro fosfatos o fosfatos de azúcares forman el grupo de compuestos fosfóricos que están constantemente presentes en todos los tejidos de las plantas. Sobre todo, estos compuestos juegan un papel esencial en la respiración, en las síntesis de carbohidratos compuestos (sacarosa, almidón y otros) y de otros - más simples, en el proceso de fotosíntesis, en las transformaciones mutuas de carbohidratos, etc. El contenido de sacarofosfatos varía en dependencia de la edad de las plantas, - condiciones de su nutrición y de otros factores, constituyendo de 0.1 a 1.0 por ciento de la materia seca.

El Fósforo en el Suelo.

Fassbender (1980) señala que el fósforo del suelo se origina de un fosfato cálcico de baja solubilidad llamado apatita $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_3\text{F}$ que constituye el principal mineral fosfatado en suelos de las zonas áridas y semi-áridas debido al contenido alto de calcio y a un pH alcalino. En regiones de suelos húmedos e inundados, el fósforo se encuentra principalmente como variscita $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ vivianita Fe_3 -

$(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ y strengita $\text{Fe PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. El mismo Fassbender explica que la distribución de los fosfatos está influenciada por las condiciones de pH del suelo; en reacciones neutras o alcalinas, predominan los fosfatos de calcio, y en reacciones ácidas los de hierro y aluminio. Concluye esto al mencionar que aparte del pH, la granulometría del suelo influye en la distribución de los fosfatos inorgánicos, de esta manera, en suelos arenosos predominan los fosfatos cálcicos, y en los arcillosos los aluminicos y férricos.

Ortíz (1977) menciona que a la fecha se tiene conocimientos sobre las diferentes formas del fósforo en el suelo, de las cantidades sobre esas diferentes formas, de las reacciones que tienen lugar cuando se agrega el fósforo a los suelos, pero que falta investigar la eficiencia de absorción del fósforo por las plantas, tanto de los fertilizantes como del presente en los suelos.

El contenido total de fósforo en los suelos agrícolas específicamente en la capa arable varía de 0.01 a 0.15 por ciento (200-3000 kg/ha) con un promedio de 0.07 por ciento (600 ppm ó 1200 kg/ha). De manera más detallada, en suelos arenosos ácidos se han cuantificado unos 80 kilogramos de fósforo total por hectárea; en suelos arcillosos, franco arcillosos y limosos altos en materia orgánica, se han encontrado más de 4,000 kilogramos por hectárea; en general los suelos rojos tropicales contienen de 300 a 400 kilogramos de fósforo por hectárea (Cajuste, 1977 ; Ortiz, 1977).

Ortega (1978) señala que el contenido total de fósforo en los suelos tiene poco valor en la determinación de la fertilidad del suelo.

Buckman y Brady (1972) señalan que la mayor parte del fósforo inorgánico en los suelos pertenecen a uno de estos dos grupos; 1) Los que contienen calcio, y 2) Los que contienen hierro y aluminio. Los compuestos de calcio de mayor importancia están relacionados en el Cuadro 2.1. El fluor apatito, el más insoluble del grupo, está por lo general, en forma de mineral originario. Los compuestos más sencillos de calcio, tales como los fosfatos mono y dicálcicos, son fácilmente asimilables para el desarrollo vegetal.

Fijación del Fósforo en el Suelo.

La fijación del fósforo en el suelo puede definirse como el proceso mediante el cual las formas fácilmente solubles son transformadas a formas menos solubles. Los suelos clasificados como andosoles en ocasiones llegan a fijar hasta un 90 por ciento del fósforo aplicado como fertilizante. De esta manera, los mecanismos propuestos para la fijación del fósforo se pueden separar en tres grandes grupos:

- 1.- Reacciones de absorción
- 2.- Reacciones de sustitución isomórfica
- 3.- Reacciones de precipitación

Desde el punto de vista de la disponibilidad de fósforo para el buen desarrollo de la planta, la fijación de este elemento es un proceso físico-químico de suma importan

Cuadro 2.1. Compuestos cálcicos inorgánicos de fósforo más comunes en el suelo (tomado de Buckman y Brady, 1972).

Compuesto	Fórmula
Flúor-Apatito	$3 (\text{PO}_4)_2 \text{Ca}_3 \cdot \text{F}_2\text{Ca}$
Carbonato-Apatito	$3 (\text{PO}_4)_2 \text{Ca}_3 \cdot \text{CO}_3\text{Ca}$
Hidróxido-Apatito	$3 (\text{PO}_4)_2 \text{Ca}_3 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$
Oxi-Apatito	$3 (\text{PO}_4)_2 \text{Ca}_3 \cdot \text{CaO}$
Fosfato Tricálcico	$(\text{PO}_4)_2 \text{Ca}_3$
Fosfato Dicálcico	$\text{PO}_4 \text{HC}_a \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Fosfato Monocálcico	$(\text{PO}_4 \text{H}_2)_2 \text{Ca} \cdot \text{H}_2\text{O}$



Aumento de la solubilidad

cia que debe tenerse muy en cuenta en la nutrición de los cultivos.

El criterio para dar solución a este fenómeno no debe ser aplicado en el sentido que se le deben agregar mayores cantidades de este elemento sino de utilizar fertilizantes que tengan propiedades que permitan una mayor disponibilidad de fósforo para las plantas, así como el uso de mejores métodos de aplicación o el uso de productos que bloqueen la fijación o permitan la liberación de fósforo fijado. Sobre este particular poco se ha logrado en los últimos 10 años (León, 1984).

Sintomatología de Desórdenes Ocasionados por Fósforo (Deficiencia y Excesos)

De acuerdo con Yágodin (1986) los síntomas externos de deficiencia fosfórica en las plantas se revelan por la coloración azul verdosa de las hojas, frecuentemente con matiz purpúreo o bronceado (testimonio de retención de la síntesis de la proteína y acumulación de azúcares). Con frecuencia las hojas se vuelven diminutas y más estrechas, sus limbos se doblan hacia arriba (la papa). Su color es más oscuro que en las hojas de las plantas que se nutren normalmente de fósforo. Las hojas del tabaco, con deficiencia de fósforo, se disponen en ángulo recto al tallo, su limbo se hace más largo y estrecho, como si se estirase. Con insuficiencia de fósforo, se detiene el crecimiento de los cultivos y se retiene la maduración de las cosechas.

López (1972) menciona, por otro lado, que un gran número de plantas afectadas por deficiencias fosfóricas presentan su sistema radical raquítico, acompañado de síntomas generales de perturbación en su crecimiento. Las hojas y tallos de las plantas deficientes son, por lo general, pequeños y muestran una coloración verde-rojiza, púrpura o bronceada; estos últimos síntomas son difíciles de distinguir, a menos que puedan compararse con otras plantas sanas. Si la deficiencia es muy aguda, suelen presentarse quemazones irregulares en los bordes de las hojas. La floración y la madurez son retardadas produciendo semillas y frutos pequeños. Por tanto hay una gran merma en los rendimientos.

El exceso de fósforo conduce al peor aprovechamiento de él por las plantas, ya que en estos casos muchos fosfatos se encuentran en forma mineral, sobre todo en los órganos vegetativos (en las semillas hasta 91 por ciento del fosfato se encuentra en compuestos orgánicos. Con exceso de fósforo las plantas maduran antes de tiempo, sin poder sintetizar buena cosecha (Yágodin, 1986).

Williams (1982) menciona que en las plantas de algodón deficientes en fósforo se presenta acumulación de carbohidratos solubles y antocianinas. Esto da como resultado un color verde oscuro, con algunas coloraciones rojizas de las nervaduras y tallos. Cuando la deficiencia es muy severa, el tamaño de las plantas y hojas se reducen substancialmente. La determinación de deficiencia de fósforo requiere de una observación cuidadosa. El primer síntoma más notable es la

coloración rojiza del tallo, y puede ser aparentemente un indicador de deficiencia de fósforo. El uso de síntomas como -criterio de diagnóstico puede ser peligroso, ya que un -stress de agua da una similar respuesta. La deficiencia de -fósforo es rara en plantaciones jóvenes de algodón porque la semilla contiene grandes cantidades del elemento.

Por otro lado, el mismo autor señala que el exceso -de fósforo produce interacción antagónica con los micronutrimentos zinc, cobre y manganeso. Cuando las plantas de algo -dón se exponen a niveles altos de fósforo pueden tener deficiencias de zinc y cobre, por lo tanto la absorción y acumulación de esos micronutrientes es reducida como resultado -de la precipitación de zinc insoluble y fosfato de cobre cerca de la raíz o en la superficie del suelo.

La toxicidad de fósforo es probable en áreas localizadas donde este fertilizante es concentrado en niveles altos. La aplicación en bandas o al voleo de este fertilizante no tiene efectos fuertes porque el fósforo es rápidamente fijado.

Investigación Sobre el Problema del Fósforo en el Suelo

Hashimoto y Lehr (1973) mencionan que a partir de 1960 proliferaron en el mercado un buen número de polifosfatos, los cuales contienen más fosfatos que los antiguos fertilizantes y forman iones complejos solubles con hierro y -aluminio; mientras que la mayoría de los otros fosfatos -

forman compuestos insolubles de calcio y magnesio, lo que significa que estos fosfatos insolubles no están muy disponibles para las plantas. Señalan además que estos fosfatos (los de polifosfatos) en el suelo se mueven generalmente menos que dos pulgadas por año, comparado a un máximo de una pulgada tradicional.

León (1984), supone que la escasa absorción de fosfato (observada varias veces) a medida que aumenta el pH, debe atribuirse a una concurrencia iónica entre los fosfatos y los bicarbonatos. De acuerdo a ello, el pH del suelo interviene en la disponibilidad del fósforo ya que dependiendo de él las formas iónicas del fósforo se van a encontrar en una forma u otra. Por ello en condiciones de gran acidez predomina la forma monovalente H_2PO_4^- , mientras la divalente $\text{HPO}_4^{=}$ se encuentra en valores de pH intermedios, y la forma trivalente $\text{PO}_4^{=}$ se encontrará en condiciones alcalinas.

Avalos (1986) al utilizar azufre y ácido sulfúrico sobre la disponibilidad del fósforo en tomate, encontró que hubo un aumento en la disponibilidad del fósforo en el suelo; el ácido sulfúrico fue más eficiente que el azufre y que la mezcla de ácido sulfúrico con fosfato diamónico. También encontró que los mejoradores con ácido sulfúrico, azufre y ácido sulfúrico mezclado con fosfato diamónico incrementaron el contenido de fósforo (P-PO_4) en pecíolos de la quinta hoja del ápice de crecimiento hacia abajo en plantas de tomate. La producción total fue mayor con aplicación de

Novoa y Nuñez (1975) probaron cinco fertilizantes - fosfatados: Ortofosfato de amonio urea (OAU), polifosfato de amonio (PA), roca fosfórica-urea (RFU), fosfato amónico-potásico magnésico (Mag Amp) y superfosfato triple (SFT) en tres suelos, usando pasto italiano como planta indicadora - bajo condiciones de invernadero. Los suelos usados fueron - mollisol, andosol y ultisol con capacidad de fijación de - fósforo de 10, 90 y 92 por ciento, respectivamente. Conclu- yeron que en andosol y ultisol después del segundo corte - (fueron cinco en total) los máximos rendimientos acumulados se obtuvieron con Mag Amp. También encontraron que la ex- - tracción de fósforo por las plantas a través de los cinco - cortes en mollisol fue mayor con los fertilizantes de alta- solubilidad. Lo mismo ocurrió en los primeros cortes en An- dosol, aunque al final la extracción acumulada fue la misma para todas las fuentes, excepto RFU. En ultisol, después - del primer corte, las mayores extracciones se obtuvieron - con Mag Amp.

Covarrubias y Alcalde (1977) evaluaron la eficiencia de diferentes abonos orgánicos premezclados con superfosfa- to simple en relación a la disponibilidad del fósforo en - tres suelos calcáreos: Uno sin problemas de abastecimiento- de fósforo; otro, con grado intermedio en el problema de - disponibilidad de fósforo; y el tercero, con alto grado de- inmovilización de fósforo. Encontraron que al aumentar la - proporción de abono orgánico en la mezcla con superfosfato-

hubo un incremento en el rendimiento.

Rone y Cajuste (1979) evaluaron fertilización fosfá-tada en suelos calcáreos bajo los siguientes criterios: Eva-luar la capacidad de fósforo, encontrar posibles interrela-ciones entre el contenido de CaCO_3 de los suelos y la capa-cidad de fijación de fósforo. En resultados que han obteni-do, indican que la capacidad de fijación de fósforo aumenta con el mayor contenido de CaCO_3 . Señalan también que hay - una correlación positiva entre el contenido de carbonato de calcio y la capacidad de fijación de fósforo ($r=0.22$); men-cionan que aunque el coeficiente de correlación no sea esta-dísticamente significativo, ello es agronómicamente lógico.

Investigación Sobre Fertilización Fosfatada Líquida

Fernández (1977) haciendo reflexiones sobre el tema, señala que en Fertimex en su desarrollo histórico se obser-van tres etapas: La primera, sucede cuando se aprovecharon los guanos de aves marinas, de algunas islas del Océano Pa-cífico; la segunda, cuando fundamentalmente se fabricaron - sulfato de amonio y superfosfato simple; la tercera, se ca-racterizó por el desarrollo de plantas de Fertimex en todo-el territorio Nacional. Se pregunta si habrá una nueva eta-pa y señala que ésta podría ser, los fertilizantes líquidos.

En las actuales condiciones se requieren proyectos- de baja inversión, fácil adaptabilidad y versátiles. Supues-tamente la solución son los programas de fluídos que se ba-san en el aprovechamiento del amoníaco anhidro y del ácido-

fosfórico, elementos que tienen un bajo costo por ser materia prima de varios fertilizantes.

Para producir la formulación 8-24-0 se requiere mezclar el amoníaco con agua y ácido fosfórico. Para evitar problemas de la precipitación, se puede elaborar una fórmula más concentrada, la 10-34-00, que requiere de un proceso adicional de calentamiento, o puede almacenarse por más tiempo. Si se desea contar con un producto de mayor versatilidad, se puede producir un líquido como el 11-37-00, que además de ser más concentrado presenta una estabilidad mayor. Su elaboración requiere de ácido fosfórico de mayor pureza, y su procesamiento necesita mayores temperaturas durante más tiempo y mayor consumo de energía.

El equipo aplicador que usan en Florida para fertilizar caña de azúcar consiste en un tanque de fibra de vidrio y un tubo de fierro galvanizado de donde salen mangueras de hule que permiten aplicar el fluido sobre la superficie del suelo, el mismo autor señala que también puede aplicarse con tracción animal, con un equipo sencillo desarrollado por Fertimex; o bien pueden usarse mochilas para aplicar a mano, o inclusive con un bote.

Por otro lado menciona que los fertilizantes fluidos 8-24-0, 10-34-00 y 11-37-00 tienen como ventajas principales menor costo de fabricación, menor costo de aplicación, uniformidad en la aplicación y facilidad para hacer las formulaciones. Por todas estas razones, Fertimex inició en 1977 un programa de fertilizantes fluidos. En una primera

fase y con la idea de dar a conocer estos productos y la tecnología de aplicación, se llevó a cabo un programa de demostraciones comerciales en zonas cañeras en 85 hectáreas aproximadamente. La fórmula fluída 3-10-10 se elaboró en la planta de Petroquímica, de Culiacán, Sin. Se observó que los resultados son favorables comparados con los mismos tratamientos a base de sólidos. Durante el segundo y tercer año de enseñanza demostrativa con campesinos en un ingenio, diseñada sobre cultivo de caña se experimentó con el uso de la fórmula 3.5-10-10 de fluído, más amoníaco anhidro. Hubo incremento de cosecha en los lugares donde se programó: Los tratamientos variaron de 120-60-60 a 190-50-100. Los rendimientos fueron de 82 a 129 ton/ha/año. El incremento del porcentaje cosechado fue de 14 a 21 y de 11 a 17 en el contenido de azúcar. Se tiene en la actualidad una capacidad instalada para producir mezclas de fluídos en México, de 67,600 litros por hora (Cuadro 2.2).

Guthrie (1988) indica que al usar 150 libras por acre de la formulación líquida 10-34-00 se obtuvo un mejor establecimiento del algodnero, se adelantó la floración y se incrementó el rendimiento, aún en localidades que se encontraban altas de fósforo aprovechable en el suelo.

Por otro lado, Funderburg (1988) en trabajos llevados a cabo en Mississippi encontró también un efecto positivo en el rendimiento y una mayor precocidad en 17 de 18 localidades al usar 150 libras de las formulaciones líquidas 10-34-00 ó 11-37-00 aplicadas a un lado de la semilla al

Cuadro 2.2. Capacidad instalada para producción de mezclas de fluidos en México. (tomado de Fernández, 1977).

Estado y Ciudad	Empresa	Capacidad lt/ha	Formulación
<u>Sinaloa</u>			
Culiacán	Nutrientes Líquidos Mexicanos	12,000	8-24-00
Culiacán	Fertila de Culiacán	5,000	10-34-00
Culiacán	Petroquímica de México	12,000	8-24-00
Mochis	Asociación Agricultores Río Fuerte Sur	8,000	8-24-00
Mochis	Fertilizantes Tepeyac	3,300	10-20- 5
Guasave	Fertilizantes de Guasave	12,000	8-24-00
<u>Tamaulipas</u>			
Río Bravo	Fertilizantes del Bravo	3,300	8-24-00
Matamoros	Fertilizantes del Noroeste	12,000	8-24-00
TOTAL		67,600	

momento de la siembra. El incremento en el rendimiento fue estadísticamente significativo o altamente significativo en 13 localidades.

Stark y Ojala (1989) compararon los efectos de polifosfatos de amonio y urea ácida fosfatada (fertilizantes líquidos a base de ácido) como fuentes de fósforo en la nutrición de papa (Solanum tuberosum) en suelos calcáreos, con pH = 8.04. Aplicaron dosis de 60 y 120; 40 y 80 kilogramos de fósforo por hectárea en dos años consecutivos respectivamente. Utilizaron además 120 kilogramos de nitrógeno por hectárea en todas las parcelas, usando nitrato de amonio para ajustar el nitrógeno requerido. Como testigo fue la dosis cero. En los dos años en que se llevó a cabo el experimento, encontraron que las concentraciones de fósforo en los pecíolos, el crecimiento de los tubérculos y el rendimiento total fueron mayores con polifosfato de amonio.

MATERIALES Y METODOS

LOCALIZACIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL

La presente investigación se realizó en el Campo Agrícola Experimental de La Laguna (CAELALÁ), el cual se encuentra en Matamoros, Coahuila, dentro de la Región Lagunera una de las más importantes regiones agrícolas y ganaderas del país, donde precisamente el cultivo del algodón, entre otros, como el nogal, la vid, los cultivos forrajeros, etc., alcanzan trascendencia por su importancia económica y social en la población.

En forma aproximada, el área de estudio se localiza geográficamente entre los $24^{\circ}30'$ y los 27° de latitud norte, y entre los 102° y $104^{\circ}40'$ de longitud oeste, respecto al meridiano de Greenwich, con una altitud de 1,120 metros sobre el nivel del mar.

La localización geográfica de la región donde se estableció el trabajo, se muestra en la Figura 3.1.

Para lograr los objetivos propuestos, se establecieron dos fases:

Fase 1 experimento de invernadero: Este fue con el objetivo de definir la posible influencia de la colocación del producto respecto a la posición de la semilla, así como

/ U.S.A.

CHIHUAHUA

COAHUILA

NUEVO

LEON

Matamoros

Figura 3.1. Localización de la región donde se estableció el experimento. CIFAP-Región Lagunera, 1990.

Las posibles dosis a usar en el campo.

Fase 2 experimento de campo: Esta fue con el objetivo de evaluar el efecto del producto sobre el crecimiento y fructificación del cultivo.

CARACTERIZACION DEL AREA EXPERIMENTAL

Clima

Según Thorntwaite, el clima se clasifica como muy seco con deficiencias de lluvias en todas las estaciones y de temperatura semi-cálida con invierno benigno. De acuerdo con Köepen, su clima es desértico con lluvias en el verano y temperatura caliente.

Los registros de temperatura indican una media anual de 21°C, con una media de 27°C para el mes más caluroso. Así mismo el promedio de las temperaturas máximas y mínimas son 29°, 12°C y 12, 14°C respectivamente. Los meses más calurosos son de abril hasta agosto, en este último mes empieza a bajar la temperatura aunque en forma mínima, por lo que todavía se considera un mes caliente. Las bajas temperaturas se presentan desde septiembre hasta marzo aproximadamente.

La precipitación pluvial promedio es de 190 mm anuales, situación que limita las posibilidades de practicar una agricultura de temporal. Las lluvias intensas ocurren fuera de época de siembras del ciclo primavera-verano y solamente parte mínima de la humedad se aprovecha en cultivos de invierno.

Cuando el año es muy lluvioso, ocasiona beneficios a algunos cultivos, pero perjuicios a otros, como el algodone-ro, cultivo en cuestión, pues al coincidir con la recolec - ción de la cosecha, la obstaculiza, y como consecuencia baja la calidad de fibra, y la semilla resulta dañada.

Los vientos dominantes se presentan fuertes y algu - nas veces huracanados, provienen del suroeste, siendo en fe - brero y marzo los meses en que con mayor intensidad acarrea grandes volúmenes de partículas de tierra que levanta a su - paso, causando daños en la capa superficial del suelo y a - los cultivos.

Por otro lado, la época de mayor incidencia de grani - zo es el mes de mayo, aunque se han presentado granizadas en los meses de abril y junio.

Las heladas comienzan generalmente en noviembre y - concluyen en febrero, en ocasiones se presentan heladas tem - pranas y tardías en octubre y hasta abril respectivamente, - pero las más constantes son en enero con temperaturas medias de -2.5°C .

Suelos

Los suelos de la Región Lagunera en relación con los grandes grupos de suelos del mundo (lineamiento del Dr. - Glinka) están comprendidos dentro de los Sierozem. Los sue - los de este grupo son de color café grisáceo, de bajo conte - nido de materia orgánica (dos por ciento en promedio) con - horizontes de acumulación de yeso y cal cerca de la -

superficie, y con tendencia a acumular sales de sodio.

Existen en La Laguna once series de suelos, los cuales derivan su nombre de las localidades donde se encuentran.

La serie Coyote es no sólo la más importante de la parte central de la Comarca, sino de todas las series de la Región, tanto por la superficie que cubre, como por sus características físico-químicas.

Son suelos francos hasta los dos metros de profundidad; en cuanto a su fertilidad (30 cm de profundidad), se tienen los datos que aparecen en el Cuadro 3.1.

Vegetación

Los arbustos dominan el panorama de la Región, que en lo general no sobrepasan los dos metros de altura. Se trata de matorrales desérticos micrófilos que presentan algunas variaciones en cuanto a sus componentes: En los llanos y bajadas, están constituidos por gobernadora (Larrea tridentata), huizache (Acacia vernicosa), ocotillo (Fouquieria splendens) y mezquites (Prosopis spp.) principalmente; a alturas inferiores -por debajo de 1.50 metros-, se presentan gatuño (Mimosa sp) y nopales (Opuntia macrocentra), además de gobernadoras y huizaches de menor desarrollo.

Comunidades vegetales de importancia en la Región son: La denominada vegetación halófila, característica de áreas con suelos salinos; matorral desértico rosetófilo y

Cuadro 3.1. Características de los suelos de la Región Lagunera en cuanto a su fertilidad (30 cm de profundidad).

Características	Cantidad en el Suelo	
pH	8.58	(U. pH)
Carbonatos totales	13.97	(%)
C.E.	1.45	(mmhos/cm)
M.O.	.95	(%)
Ca Sol.	4.96	(meq/l)
Mg Sol.	2.16	(meq/l)
Na Sol.	8.46	(meq/l)
K Sol.	.71	(meq/l)
C.I.C.	23.71	(meq/100 g)
Ca Int.	47.58	(meq/100 g)
Mg Int.	3.91	(meq/100 g)
Na Int.	1.89	(meq/100 g)
K Int.	2.84	(meq/100 g)
P.S.I.	7.44	(%)
N-NO ₃	10.13	(ppm)
P	4.83	(ppm)
Fe	32.95	(ppm)
Mn	29.60	(ppm)
Cu	2.91	(ppm)
Zn	4.68	(ppm)

pastizales naturales. La primera se compone de especies vegetales que resisten condiciones de salinidad en el suelo: - Suaeda spp, Atriplex spp y Distichlis spp principalmente; la segunda se compone de plantas de poca altura entre las que - sobresalen lechuguillas (Agave lechuguilla), sotoles (Dasy - lirion texanum), palmas (Yucca spp), nopales y huizaches. - Los pastos que predominan son del género Bouteloua, Muhlen - bergia y Heteropogon principalmente.

Asímismo tenemos la vegetación inducida donde predominan el cultivo del algodónero, la alfalfa, vid, nogal, trigo, sorgo, etc., y las hortalizas.

Agua de Riego

El agua utilizada para riego proviene principalmente de las presas Lázaro Cárdenas y Francisco Zarco, la cual llega a la región a través del Río Nazas. Se riega también con agua de bombeo de los mantos acuíferos subterráneos. La calidad del agua de riego que proviene de las presas, y que es - la que se utilizó, se considera como buena para uso agrícola, no así para el uso doméstico.

TRABAJO DE INVERNADERO

Diseño Experimental y Descripción de Tratamientos

Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con cinco repeticiones. Se estudiaron dos - factores: Dosis de fertilización fosfatada líquida, y -

CUADRO 3.2. Descripción de los tratamientos estudiados en el invernadero. 1990.

Tratamiento (Dosis)*	Distancia con Respecto a la Semilla (cm)
0	0,2,4,6
50	0,2,4,6
100	0,2,4,6
150	0,2,4,6
200	0,2,4,6
250	0,2,4,6

¹La fuente de fósforo fue la formulación líquida 10-34-00

*KG de P₂O₅/ha

Cuadro 3.3 Descripción del producto 10-34-00.

Fosfato de Amonio Líquido	Acido usado en su producción (Superfosfórico)
Por ciento de Nitrógeno (peso)	10%
Por ciento de P_2O_5 (peso)	34%
Densidad lb/galón = 11.4	1.364 kg/lt
Polifosfatos (% del total)	50%
Viscosidad cps	63
pH 5.8-6.1	

semilla e impidieron la germinación. Después el suelo fue pasado por un tamiz de seis milímetros de abertura para homogeneizarlo y después ponerlo en macetas. Para establecer las macetas, se utilizaron bolsas de polietileno de ocho kilogramos.

Fertilización

La aplicación del fertilizante líquido se realizó con jeringas comunes, colocándose la solución a 2 centímetros por debajo de la semilla y con el distanciamiento que ya fue señalado, lo cual se ilustra en la Figura 3.2.

Las dosis que se usaron según área equivalente a la bolsa usada se muestran en el Cuadro 3.4, estas dosis son en kilogramos, en litros y en mililitros.

A cada maceta se le agregó la dosis establecida de nitrógeno usando como fuente al nitrato de amonio, y evitar así que la respuesta al fósforo fuera limitada por dicho nutrimento.

Siembra

La siembra se realizó en seco, depositando dos semillas por maceta a una profundidad de 2 centímetros, quedando el fertilizante 2 centímetros más abajo. Después de la germinación se dejó sólo una plántula por maceta. La fecha de siembra fue el 24 de Octubre de 1989.

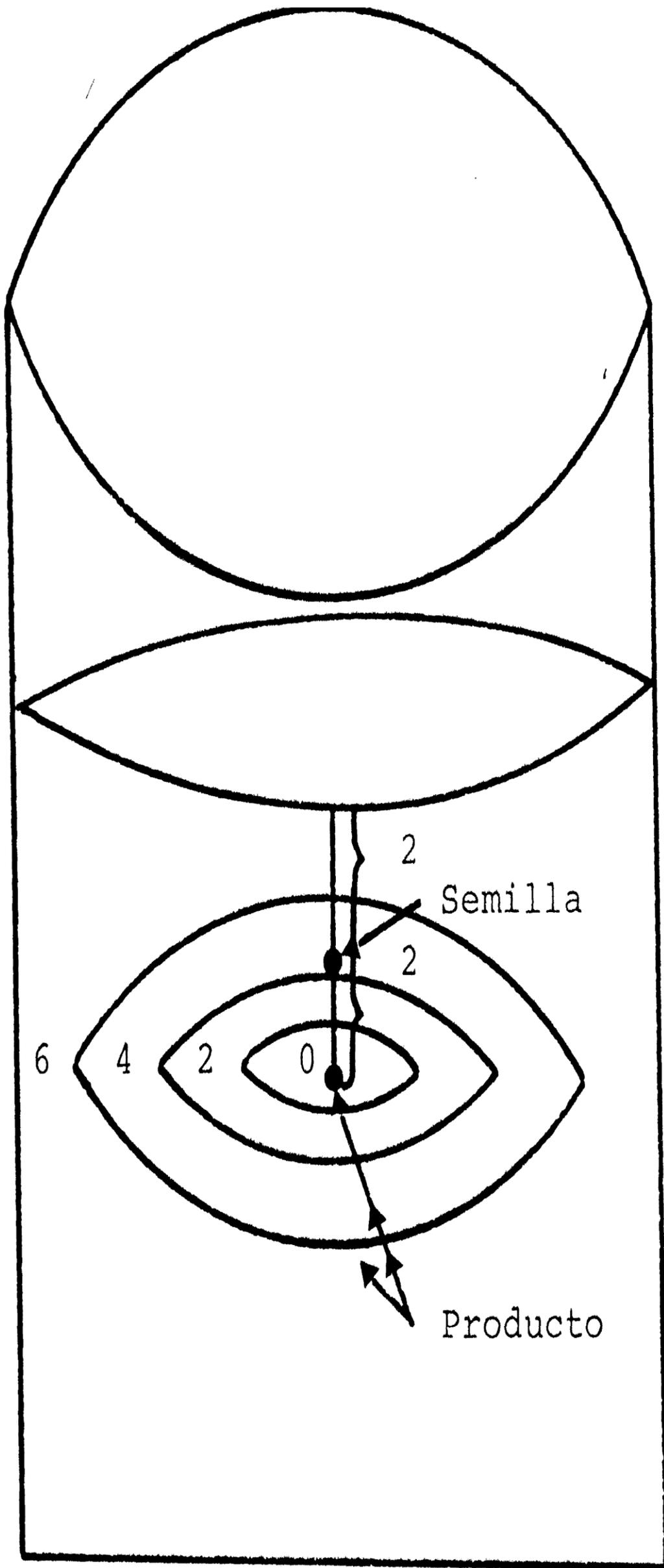


Figura 3.2. Ubicación del producto respecto a la semilla.

Cuadro 3.4. Dosis en diferentes unidades de peso que se aplican en invernadero del producto 10-34-00.

Dosis	Dosis Según Area de la Bolsa en kg	Dosis Según Area de la Bolsa en lts	Dosis Según Area de la Bolsa en ml
0	0.0	0.0	0.0
50	0.0001202641	0.000880306	0.080306
100	0.0002405282	0.0002040917	0.1760612
150	0.0003607923	0.0002040917	0.2640917
200	0.0004810564	0.0003521223	0.3521223
250	0.0006013205	0.0004401529	0.4401529

En cuanto al número de riegos, el suelo se puso en principio a capacidad de campo inicialmente y después se regó cada tres días, con un volumen de agua de tres litros por maceta hasta el término del experimento (floración).

El cultivo se mantuvo libre de malezas haciendo deshierbes manuales; con respecto a plagas, hubo ataque fuerte de mosquita blanca (Trialeurodos sp westwood), logrando su control con una aplicación de Folimat (800 mililitros por hectárea), en el inicio de la floración.

VARIABLES QUE SE ESTUDIARON

Altura de Planta

La lectura de este parámetro se comenzó al tercer día después de la siembra y en lo sucesivo cada 3 días, considerándose la altura desde la base del tallo hasta el ápice de crecimiento.

Número de Nudos

Se comenzó a tomar el número de nudos a los 30 días después de la siembra y en lo sucesivo cada 3 días.

Número de Cuadros

Estos datos se tomaron a partir de la aparición de los primeros cuadros, lo cual ocurrió a los 30 días después de la siembra aproximadamente y en lo sucesivo cada 3 días.

La lectura se comenzó a tomar cuando aparecieron las primeras flores, lo cual ocurrió a los 90 días después de la siembra aproximadamente; cabe aclarar que en condiciones de campo la floración inicia a los 65 días después de la siembra; pero en condiciones de invernadero y fuera de la época de siembra en campo, con temperaturas más bajas, la floración tuvo lugar casi un mes después que en condiciones normales. La toma de datos de floración fue diariamente.

Materia Seca, Raíz y Parte Aérea

Concluyendo las lecturas de floración, se procedió a obtener el peso seco de raíz y de la parte aérea. Para esto se cortó la parte aérea desde la base del tallo para separarla de la raíz; la parte aérea se introdujo en bolsas de papel para su secado. La raíz fue lavada con agua natural y también se introdujo en bolsas de papel.

Se tomaron cuatro macetas de cada dosis sin la parte aérea, a las que se les dividió en cuatro partes (profundidades) para determinarles fósforo y carbonatos, para observar su dinámica con respecto a las dosis aplicadas.

ANALISIS ESTADISTICO

Se realizó análisis de varianza para cada uno de los parámetros estudiados tanto en las sumatorias como en cada una de las lecturas que se hicieron en el transcurso del

experimento.

Se utilizó la prueba de rango múltiple de Duncan al 0.05 y 0.01 para efecto de observar las comparaciones entre los tratamientos.

EXPERIMENTO DE CAMPO

Diseño Experimental y Descripción de Tratamientos

El experimento constó de seis tratamientos (niveles de fósforo) y dos repeticiones, que fueron distribuidos en bloques al azar. Se estudió un factor que fue la fertilización fosfatada líquida, lo cual se hizo de acuerdo a resultados previos del trabajo de invernadero donde no se detectó respuesta significativa del factor distanciamiento de aplicación del producto con respecto a la semilla. Los tratamientos se describen en el Cuadro 3.5. Las dosis en mililitros usadas en campo se presentan en el Cuadro 3.6.

El material genético fue el mismo que se utilizó en el invernadero, variedad comercial de ciclo largo Deltapine 80.

El fertilizante que se utilizó como fuente de fósforo fue la misma formulación usada en invernadero, 10-34-00.

Además a todos los tratamientos se les aplicó 120 kilogramos por hectárea de nitrógeno con urea para evitar problemas nutricionales que limitaran el efecto del fósforo. Al testigo (dosis: Cero kilogramo del producto 10-34-00), se le

Cuadro 3.5 Descripción de tratamientos estudiados en Campo.

Tratamientos	Fósforo ¹ (kg P ₂ O ₅ /ha)
1	0
2	50
3	100
4	150
5	200
6	250

¹La fuente de fósforo fue la formulación líquida 10-34-00

Cuadro 3.6. Dosis en ml del producto 10-34-00 aplicados en experimento de campo de acuerdo a los tratamientos.

Tratamientos	Dosis en ml/parcela ¹
1	0
2	738
3	1476
4	2215
5	2953
6	3692

¹Gasto total de todas las parcelas 28.792 kg del producto.

aplicó 75 kilogramos de superfosfato triple, proporcional a la dosis más alta del producto 10-34-00.

La descripción de las unidades experimentales se muestra en el Cuadro 3.7.

CONDUCCION Y ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO

Preparación del Terreno

El terreno se preparó con un barbecho, un rastreo y el empareje o nivelación, finalmente se hizo el trazo de riego. La delimitación de las parcelas experimentales y la distribución de los tratamientos se muestran en la Figura 3.3.

Determinación de Fósforo Aprovechable y Carbonatos Totales

Para observar el efecto del producto en el suelo y por consiguiente en las plantas, se realizó un muestreo de suelo antes de la aplicación del fertilizante, y otro muestreo se realizó después de la aplicación a inicios de la floración.

Fertilización

La fertilización se llevó a cabo 10 días antes de la siembra. La aplicación de la formulación líquida 10-34-00 se realizó con un equipo inyector que se armó de manera empírica por carecer de equipo agrícola apropiado.

El cálculo para las dosificaciones se muestra en el

Cuadro 3.7. Características de las unidades experimentales en el trabajo de campo.

Diseño experimental	Bloques al azar
Número de tratamientos	6
Número de repeticiones	2
Fecha de siembra	10 Mayo 1990
Número de camas por tratamiento	3
Longitud de surcos	40 m
Distancia entre surcos	.75 m
Plantas por metro lineal	7-8
Distancia entre plantas	14-15 cm
Area de cada parcela experimental	192 m ²
Número de parcelas para efectuar la cosecha	24

BANCO DE TESIS

U.A.A.A.N.

Siembra de algodón para producción de semilla

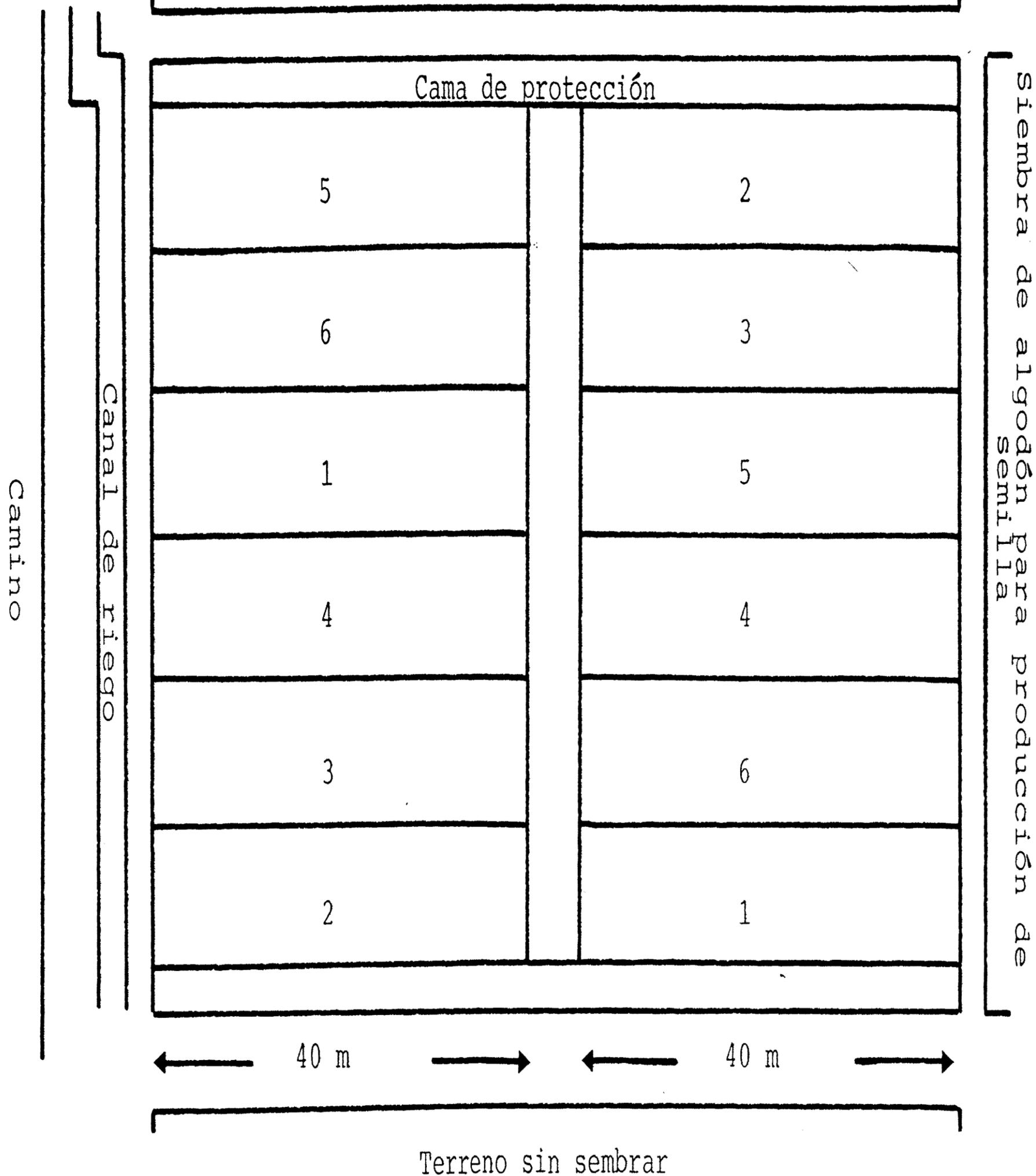


Figura 3.3. Distribución de parcelas y tratamientos en el croquis del experimento.

El fertilizante fue inyectado sobre cada hilera de las camas meloneras quedando dos centímetros a un lado de la semilla y 10 centímetros por debajo de la misma.

El superfosfato triple y la urea también fueron aplicados sobre cada hilera, dos centímetros a un lado de la semilla y a una profundidad de cinco centímetros. El fertilizante se aplicó con una fertilizadora común, de sólidos.

Siembra

La siembra se llevó a cabo el 10 de Mayo de 1990, fecha que es tardía, pues las precipitaciones que se presentaron antes de la siembra lo impidieron.

La siembra se realizó en camas meloneras, a tierra venida, con una densidad de siembra de 35 kilogramos por hectárea quedando la semilla a una profundidad de cinco centímetros.

Riegos

Se aplicaron cuatro riegos; uno de presiembra, al cual le siguieron varios días de lluvia; los otros tres riegos fueron de auxilio y se programaron de acuerdo a las etapas fenológicas del cultivo. Durante el ciclo del cultivo se presentaron varias precipitaciones lo que contribuyó en parte a evitar problemas en el abastecimiento de humedad para la planta. Las fechas de los riegos y el estado de desarrollo en que coincidieron se presentan en el Cuadro 3.8.

Cuadro 3.8. Calendario de riegos aplicados al algodónero y etapas de desarrollo en que coincidieron.

Número de Riegos	Aplicados: Días Después de la Siembra	Etapas de Desarrollo en que Coincidieron
10. Auxilio	47	Inicio de floración
20. Auxilio	70	4a. semana de floración
30. Auxilio	85	Está generalizada la aparición de capullos

Aclareo

El aclareo o desahije se realizó a los 20 días después de la siembra, dejando las plantitas a una distancia entre ellas de 14-15 centímetros siete a ocho plantas por metro lineal, que corresponden a una densidad de 55 mil plantas por hectárea.

Combate de Malezas

El primer control de malezas se realizó a los 25 días después de la siembra, éste se llevó a cabo manualmente. Las malas hierbas detectadas fueron: Trompillo Solanum eleagnifolium (Cav.); coquillo, Cyperus esculentus L.; retama, Flaveria trinervia (Spreng); quelite Amaranthus palmeri s. (Watson); cadillo, Xanthium pensylvanicum (Wallr.); correhuela anual, Ipomoea purpurea L. (Roth), principalmente.

Después, previo al primer riego de auxilio, se realizó una escarda y aporque para combatir las malezas que volvieron a brotar.

Antes del segundo riego de auxilio se realizó una escarda y un aporque más para combatir malezas. El resto de malezas se combate manualmente debido a la imposibilidad de introducir maquinaria dado que el cultivo se cierra completamente.

Combate de Plagas

En relación al combate de plagas, en el Cuadro 3.9 se muestra la descripción al respecto.

Cuadro 3.9. Descripción del combate de plagas en campo.

Número de Aplicaciones	Producto Utilizado	Dosis	Plaga	Método de Aplicación
2	Lorsban 480 E	1.5 lt por ha	Gusano Bellotero (<u>Heliothis zea</u> Boddie)	Avión y terrestre
2	Gusación	2.0 kg por ha	Gusano Rosado (<u>Pectinophora gossypiella</u> Saund)	Avión
1	Karate	0.5 lt por ha	Gusano Bellotero	Avión
1	Gusación	2.0 kg por ha	Gusano Rosado	Avión
1	Parathión Metílico	2.0 lt por ha	Picudo (<u>Anthonomus grandis</u> Boh)	Avión

VARIABLES QUE SE MIDIERON

Altura

Se realizaron dos lecturas de altura, la primera a los 30 días después de la siembra y la segunda a los 80 días. Al igual que en invernadero, la altura se midió desde la base del tallo hasta el ápice de crecimiento.

Número de Nudos

También se tomaron dos lecturas en las mismas fechas que para altura.

Número de Cuadros

También se tomaron dos lecturas, una a los 30 días después de la siembra, la otra a los 45.

Número de Flores

Se tomaron 46 lecturas, comenzando cuando aparecen las primeras flores. En esto se puso la mayor atención ya que se consideró el parámetro más importante a evaluar.

Cabe resaltar, que la floración inició a los 47 días después de la siembra, es decir aproximadamente 20 días antes del inicio de floración en siembras normales, lo cual probablemente se debió a que en este período predominaron altas temperaturas, además de que la siembra fue tardía, lo que aceleró el desarrollo del cultivo y por lo tanto la aparición más temprana de las primeras flores.

Para tomar los datos de floración, se seleccionaron 10 plantas de cada tratamiento, se les pusieron estacas - para identificarlas al momento de hacer las lecturas.

La contabilización de las flores se hizo diariamente etiquetándolas para evitar duplicidad al siguiente día.

Determinación del Fósforo en la Planta

Para determinar el efecto del fósforo en la planta, se realizaron siete muestreos foliares, para ello fueron seleccionadas al azar 15 plantas por tratamiento en cada muestreo, tomando la tercer hoja vegetativa del ápice de crecimiento hacia abajo. Se separaron hoja y pecíolo, se introdujeron en bolsas de papel por separado, se pusieron a secar con temperatura ambiente y después se metieron a la estufa a 70°C durante 48 horas.

Metodología para Evaluar el Fósforo en la Planta

- 1) Se lleva a cabo la molienda de las muestras (pecíolos).
- 2) Para hacer la digestión foliar, se pesan 0.5 gramos de muestra, se ponen en matraces erlenmeyer de 125 mililitros. Se agregan 10 mililitros de una mezcla de ácido perclórico y ácido nítrico.
- 3) Se pasaron los matraces a una parrilla a alta temperatura, la muestra sufre cambios hasta adquirir color claro.

- 4) Se sacan los matraces de la parrilla, se espera a que estén fríos, se aforan a 50 mililitros con agua destilada.

Método Utilizado para Determinar el Fósforo

El método utilizado fue el de amarillo vanadato-molibdato. Los pasos son los siguientes:

- 1) Disolver 22.5 gramos de $(\text{NH}_4)_6 \text{Mo}_7 \text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ en 400 mililitros de agua.
- 2) Disolver 1.25 gramos de vanadato de amonio en 300 mililitros de agua hirviendo.
- 3) Agregar la solución de vanadato de amonio a la del molibdato de amonio, enfriar a temperatura ambiente.
- 4) Añadir 250 mililitros de ácido nítrico concentrado, diluirlo a un litro.
- 5) Transferir 0.5 mililitros de la muestra digerida a un matraz volumétrico de 50 mililitros.
- 6) Añadir 10 mililitros del reactivo de molibdato de amonio-vanadato de amonio. Mezclar y diluir a volumen, mezclándolo nuevamente.
- 7) Al cabo de 30 minutos leer la densidad del color a una longitud de onda de 470 nanómetros en el espectrofotómetro. El fósforo se determina en base a la curva de calibración.

Cosecha

Para llevar a efecto la cosecha, se dividió todo el experimento en 24 parcelas, se tomaron dos surcos de cada parcela experimental, siendo estos los dos surcos inferiores de las camas exteriores de cada tratamiento (cada tratamiento es de tres camas). Cada surco fue de cuatro metros lineales, tratando de que fueran lo más céntrico posible para evitar problemas de orilla. Esto se ilustra en la Figura 3.4.

La cosecha se realizó manualmente y se llevó a cabo en dos pizcas, una el 26 de septiembre y la otra el 18 de octubre de 1990.

Calidad de Fibra

Para determinar el efecto del fósforo (dosis) en la calidad de fibra, se tomaron al azar 20 capullos de cada parcela, se introdujeron en bolsas de papel y se trasladaron al laboratorio de calidad de fibra del Campo Agrícola Experimental de La Laguna.

Siembra de algodón para producción de semilla

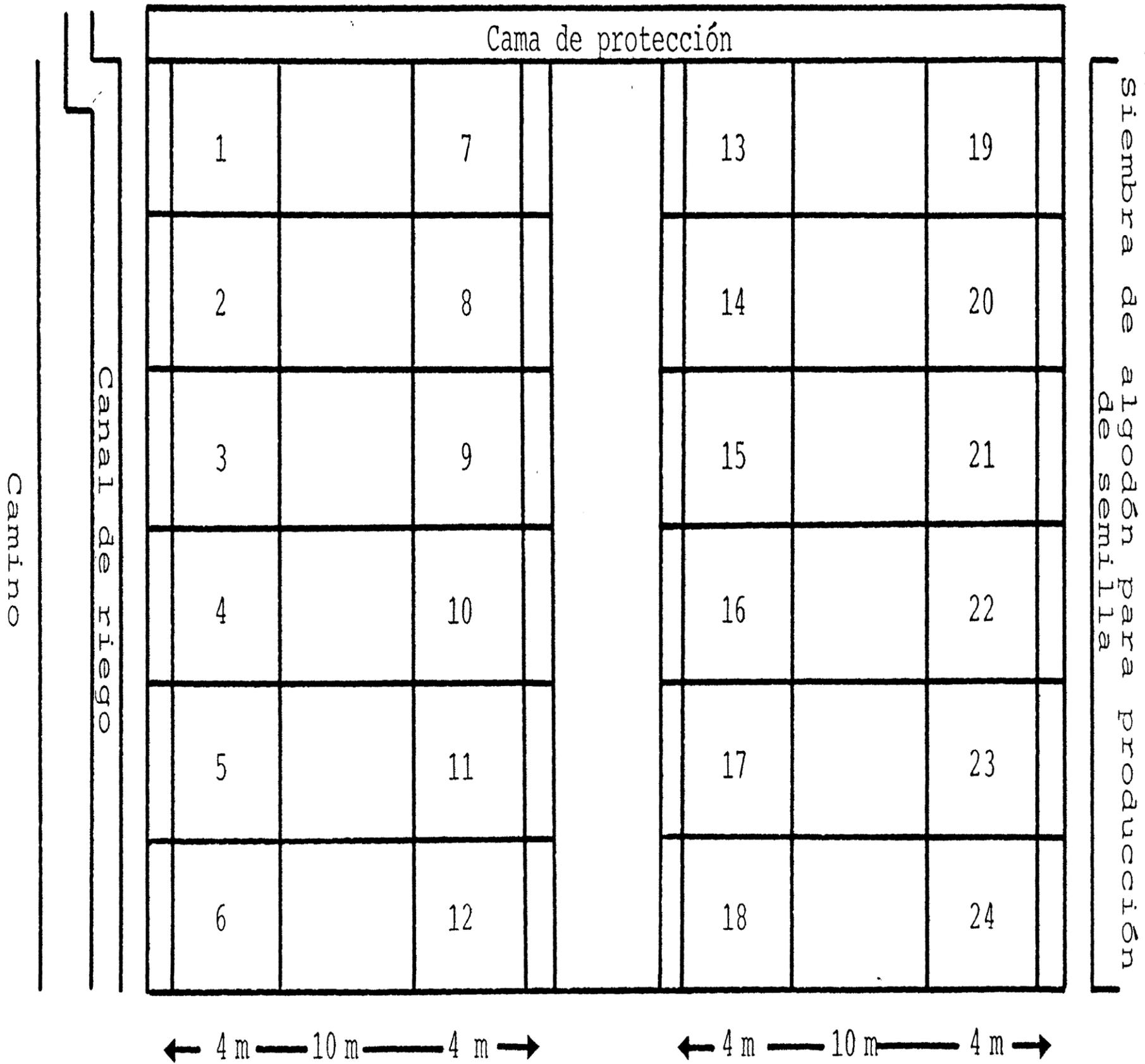


Figura 3.4. Distribución de parcela en la realización de la cosecha.

RESULTADOS

EXPERIMENTO DE INVERNADERO

Determinación de Fósforo Aprovechable en el Suelo

En el Cuadro 4.1 se presentan los resultados de fósforo aprovechable del suelo utilizado, bajo diferentes dosis de fertilización fosfatada. El suelo contenía 3.2 partes por millón de fósforo aprovechable antes de utilizarlo, sin embargo al término del experimento se enviaron muestras tomadas a diferente profundidad de suelo al laboratorio con el fin de observar el efecto de varias dosis en el suelo y por lo tanto en la planta de algodónero. Se muestra en dicho cuadro que en la dosis cero el contenido de fósforo aprovechable fue de 9.2 partes por millón, el cual de acuerdo a la clasificación de Olsen, se considera un suelo medio. Esto no coincide con el dato inicial de 3.2 partes por millón, incluso al suelo se le agregó arena, por lo que debería bajar aún más el contenido de fósforo. Por lo que es muy probable que las muestras o el material de laboratorio que se utilizaron se hayan contaminado.

En los otros datos se observa que las dosis 50 y 200 kilogramos de P_2O_5 por hectárea tuvieron el mayor efecto en el suelo, un 15.23 y 15.01 partes por millón de fósforo -

Cuadro 4.1. Determinación de fósforo asimilable (PPM) en diferentes profundidades del suelo bajo diferentes dosis de fertilización fosfatada.

Dosis	Profundidad (cm)				\bar{x}
	5	10	15	20	
0	7.94	7.37	12.29	0.0	9.2
50	8.89	14.92	14.54	22.57	15.23
100	12.67	13.23	10.97	12.29	12.29
150	12.85	12.85	13.61	18.66	14.49
200	14.92	16.42	13.42	15.29	15.01
250	16.42	10.59	8.32	9.46	11.19

aprovechable respectivamente, considerándose datos muy altos en fósforo de acuerdo a la mencionada clasificación.

Altura de Planta

En el Cuadro 4.2 se presenta el efecto de diferentes dosis de fertilización fosfatada sobre la altura de planta en centímetros del algodónero. El análisis estadístico indica que no hubo diferencias significativas, puesto que los resultados en todas las dosis y en todas las fechas en que se hizo el análisis estadístico tendieron a ser idénticos, sin embargo, el efecto mayor se presenta con la dosis de 250 kilogramos de P_2O_5 por hectárea la cual generó en la planta una altura promedio de 35.7 centímetros teniendo una diferencia de cuatro centímetros con respecto al testigo. Por otro lado, la dosis de 200 kilogramos de P_2O_5 por hectárea tuvo el efecto más bajo alcanzando una altura de 30.2 centímetros, fue menor incluso que el testigo.

En la Figura 4.1 se presenta la dinámica de crecimiento del algodónero con diferentes niveles de fertilización fosfatada. Se observa que a medida que pasa el tiempo las plantas incrementan su altura al mismo ritmo en todas las dosis, no hubo diferencias significativas, sólo al final se ve la diferencia mínima que hubo entre la dosis cero y 250 kilogramos de P_2O_5 por hectárea.

Número de Nudos

En el Cuadro 4.2 se presenta también el efecto de la fertilización fosfatada sobre el número de nudos. En este parámetro, el análisis estadístico nos muestra que hubo diferencias significativas entre no fertilización (dosis 0 kg de P_2O_5 /ha) y fertilización (todas las otras dosis). Las diferencias significativas se presentan a partir de los 59 días después de la siembra hasta los 103 días después de la siembra. Se muestra también que donde se fertilizó no hubo diferencias significativas en el sentido de que a mayor aplicación mayor número de nudos, sin embargo la dosis 150 kilogramos de P_2O_5 por hectárea tuvo el mayor efecto, produciendo un promedio de 11.4 nudos.

Número de Cuadros

En el Cuadro 4.3 se presenta el efecto de diferentes dosis de fertilización fosfatada sobre el número de cuadros en algodónero. El análisis estadístico nos señala que hubo diferencias significativas entre no fertilización y fertilización; las diferencias significativas se presentan a partir de los 59 días después de la siembra hasta los 103 días, es decir en todas las fechas en que se tomaron datos, se hicieron los análisis estadísticos respectivos y se obtuvo el resultado mencionado. Se muestra también que donde se fertilizó no hubo diferencias estadísticas, aunque la dosis 150 kilogramos de P_2O_5 por hectárea tendió a producir el mayor número de cuadros acumulados, habiendo una diferencia de 46

cuadros acumulados con respecto al tratamiento donde no se aplicó el fertilizante.

En la Figura 4.2 se presenta la dinámica de producción de cuadros en algodónero con diferentes dosis de fertilización fosfatada. Se muestra como la dosis cero kilogramos de P_2O_5 por hectárea se queda muy por debajo de las otras dosis, además hay una tendencia al incremento en el número de cuadros desde la dosis 50 hasta la dosis 150 kilogramos de P_2O_5 por hectárea, sin embargo en la dosis 200 y 250 kilogramos de P_2O_5 por hectárea vuelve a disminuir la producción de cuadros.

En la misma figura se ve como al inicio de la producción de cuadros, la dosis cero kilogramos de P_2O_5 por hectárea sólo produce dos cuadros, mientras que las otras dosis producen de 15 cuadros en adelante. La dosis 150 kilogramos de P_2O_5 por hectárea genera la mayor producción de cuadros (104).

Número de Flores

En el Cuadro 4.3 se presenta el efecto de diferentes dosis de fertilización fosfatada sobre el número de flores acumuladas. El análisis estadístico nos refleja que hubo diferencias significativas entre no fertilización y fertilización. En este parámetro sólo se realizó el análisis estadístico al final en flores acumuladas (120 días después de la siembra). Se nota que hubo una diferencia de 47 flores entre la dosis 250 kilogramos de P_2O_5 por hectárea que produjo

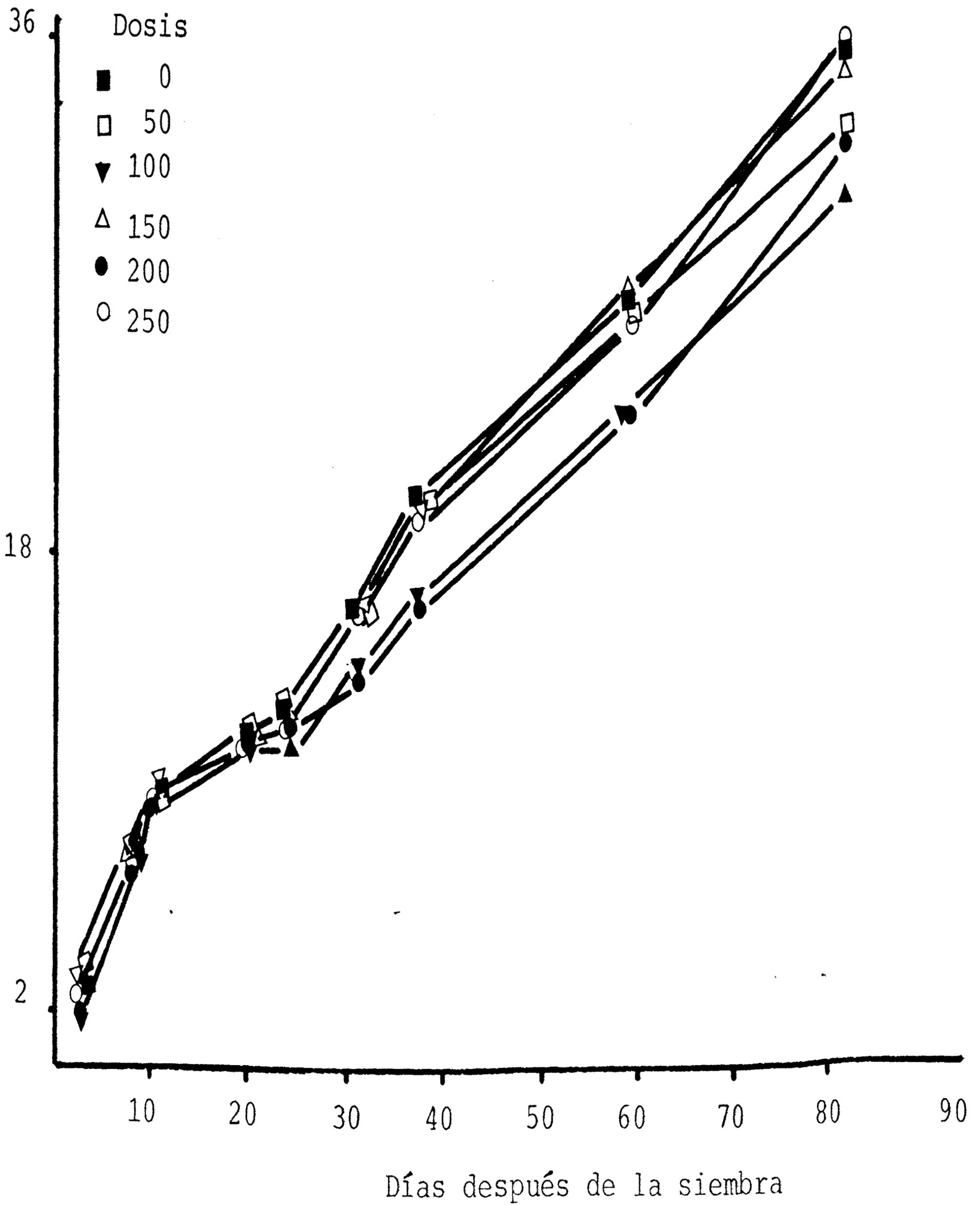


Figura 4.1. Dinámica de crecimiento del algodón con diferentes dosis de fertilización fosfatada.

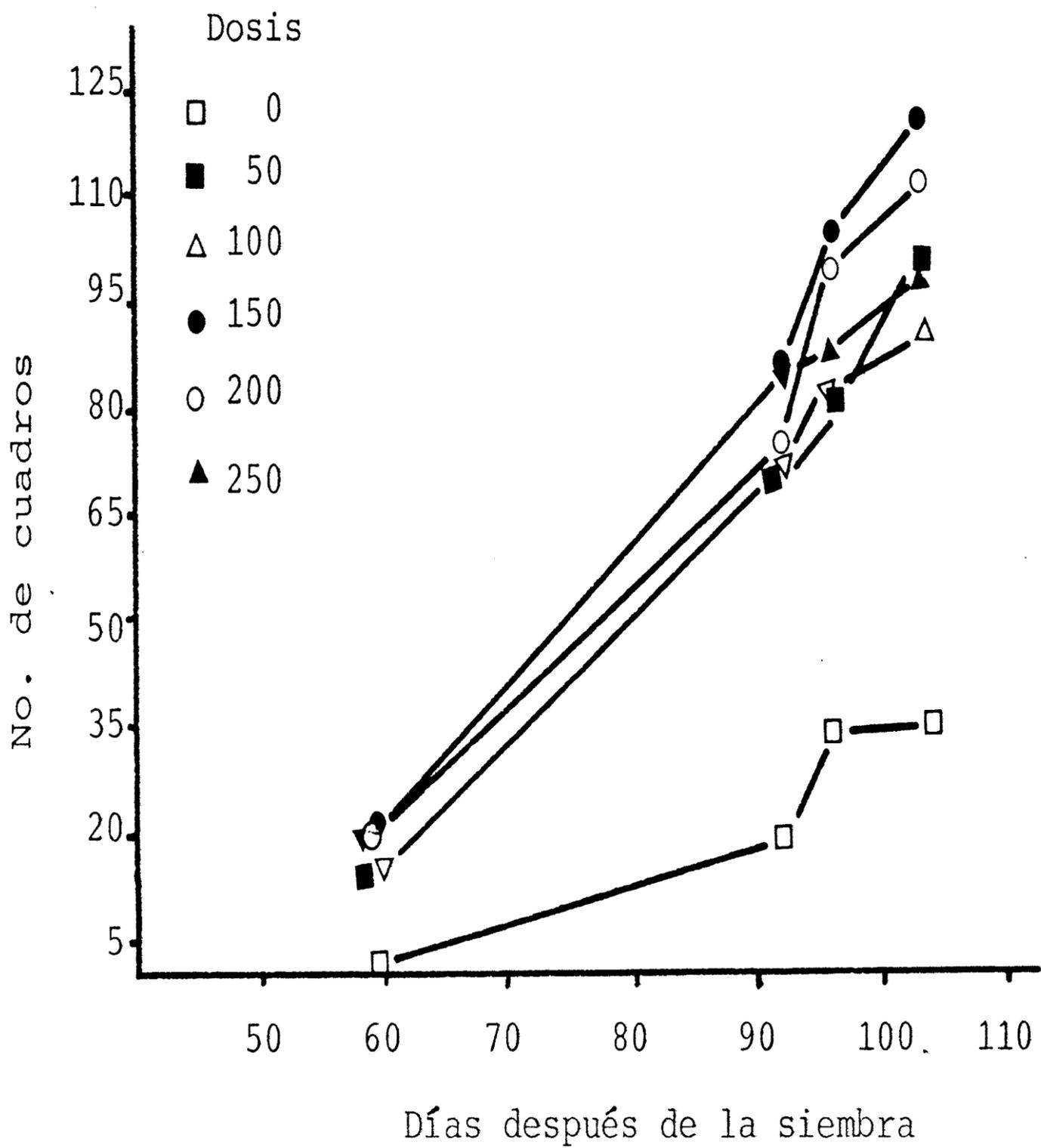


Figura 4.2. Dinámica de producción de cuadros en algodónero con diferentes dosis de fertilización fosfatada.

Cuadro 4.3. Efecto de diferentes dosis de fertilización fosfatada sobre el número de cuadros y flores del algodónero.

Dosis	Número de Cuadros Acumulados 96*	Número de Flores Acumuladas 120*
0	35 b	7 b
50	82 a	50 a
100	99 a	69 a
150	104 a	74 a
200	88 a	65 a
250	81 a	54 a

*Días después de la siembra

**Valores con diferente letra son estadísticamente diferentes
(Duncan 0.05)

54 flores acumuladas, y la dosis cero kilogramos de P_2O_5 por hectárea que produjo solamente siete flores.

La dosis que alcanzó la mayor producción de flores (74) fue la de 150 kilogramos de P_2O_5 por hectárea, logrando una gran diferencia de 67 flores con respecto a la dosis cero kilogramos de P_2O_5 por hectárea.

En la Figura 4.3 se presenta la dinámica de producción de flores con diferentes dosis de fertilización fosfatada. Se observa claramente un efecto en el adelanto del inicio de la floración de todas las dosis con respecto a la dosis cero kilogramos de P_2O_5 por hectárea, ya que mientras todas las dosis producen flores alrededor de los 95 días después de la siembra, la dosis cero kilogramos de P_2O_5 por hectárea produce flores hasta los 110 días después de la siembra.

Por otro lado, el efecto no sólo se muestra en el adelanto de la floración, sino también en el incremento e intensidad de floración.

Finalmente, se observa que la dosis 150 kilogramos de P_2O_5 por hectárea es la que produce el mayor número de flores.

Producción de Materia Seca (Raíz y Parte Aérea)

En el Cuadro 4.4 se presenta el efecto de diferentes dosis de fertilización fosfatada en la producción de materia seca, parámetro que se evaluó a los 120 días después de la

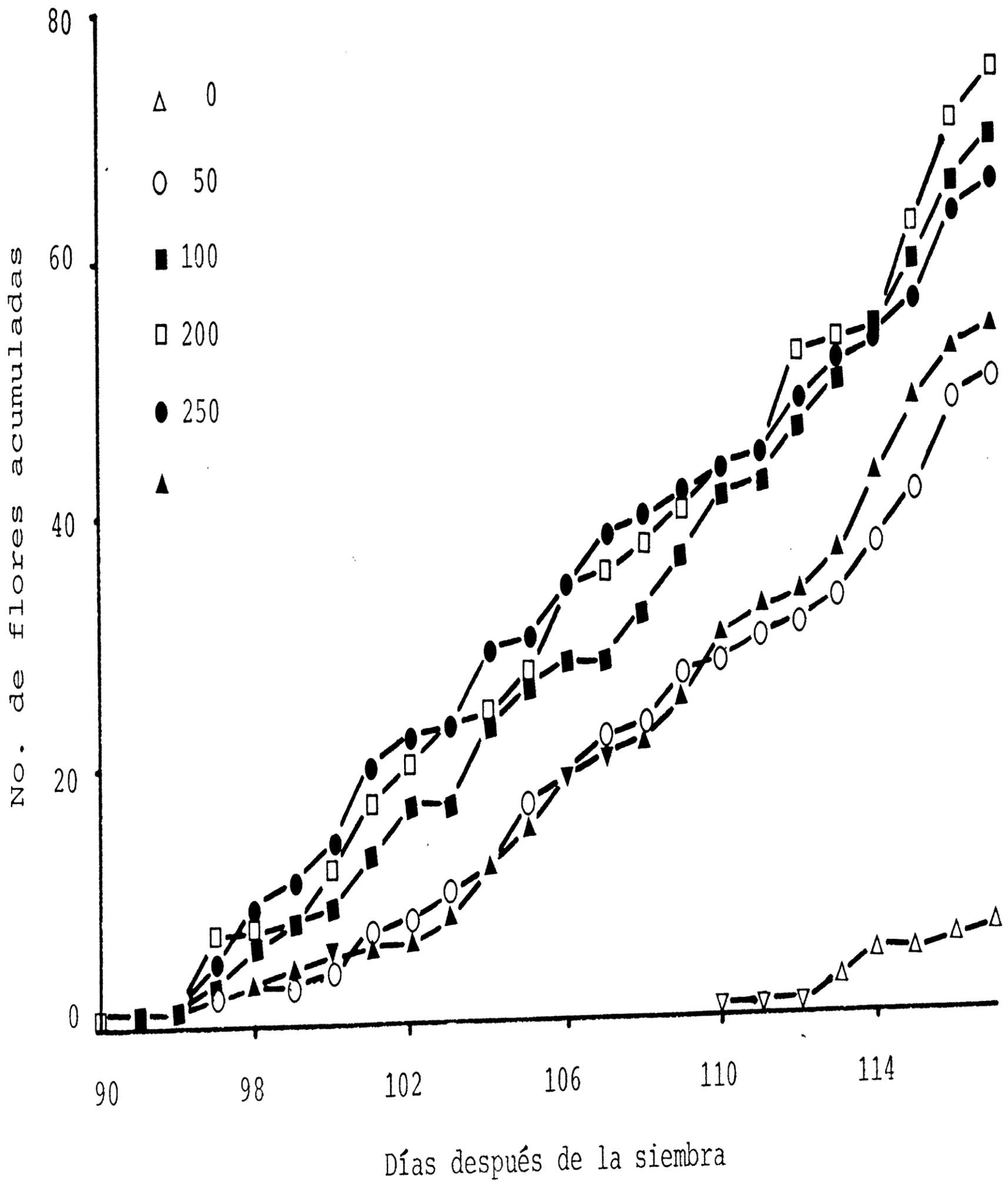


Figura 4.3. Dinámica de producción de flores del algodónero con diferentes dosis de fertilización fosfatada.

siembra. Se observa como en la producción de materia seca (raíz), el análisis estadístico indica que hubo diferencia significativa entre no fertilización y fertilización. Las dosis 150 y 250 kilogramos de P_2O_5 por hectárea fueron las mejores, siguiéndoles en orden descendente las dosis 50, 200, 100 y cero kilogramos de P_2O_5 por hectárea.

En el mismo cuadro se presenta el efecto sobre la producción de materia seca (parte aérea). Se muestra en el análisis estadístico que hubo diferencia significativa entre no fertilización y fertilización. No se notan diferencias entre dosis de fósforo. La dosis 250 kilogramos de P_2O_5 por hectárea tuvo el mayor efecto teniendo una diferencia en peso de 8.1 gramos con respecto a la dosis cero kilogramos de P_2O_5 por hectárea.

En la Figura 4.4 se muestra la tendencia en la producción de materia seca con diferentes dosis de fertilización. Se puede apreciar que no hay congruencia en la producción de materia seca (raíz) aunque al final, en la dosis de 250 kilogramos de P_2O_5 por hectárea hay un incremento en el peso.

En la producción de materia seca (parte aérea) hay un importante despunte entre la dosis cero kilogramos por hectárea hasta la dosis 100 kilogramos de P_2O_5 por hectárea, sin embargo, de nuevo se presenta la incongruencia, hasta que en la dosis 250 kilogramos de P_2O_5 por hectárea vuelve a elevarse el peso.

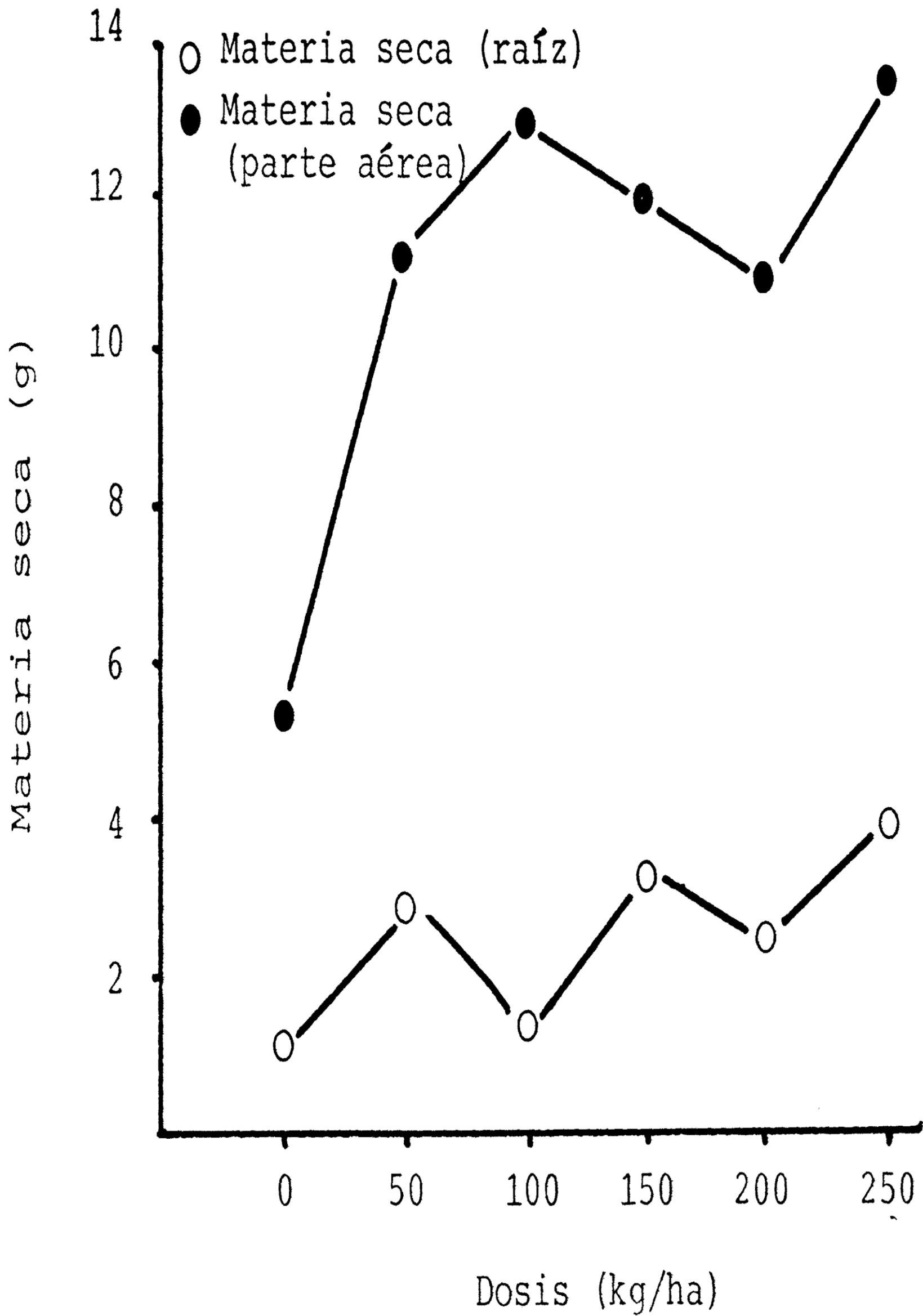


Figura 4.4. Producción de materia seca con diferentes dosis de fertilización fosfatada.

EXPERIMENTO DE CAMPO

Determinación de Fósforo Aprovechable y Carbonatos Totales -
en el Suelo

En el Cuadro 4.5 se muestran los resultados de fósforo aprovechable del sitio donde se estableció el experimento de campo. Antes de aplicar las diferentes dosis de fertilización, se realizó un muestreo para determinar el nivel de fósforo que tenía el suelo el cual fue de 4.3 partes por millón, que se considera en un nivel bajo, mientras que de carbonatos totales tuvo un 6.33 por ciento, el cual se considera moderadamente alto, lo cual concuerda con el dato de fósforo, ya que a mayor cantidad de carbonatos totales, hay una mayor fijación de fósforo en el suelo.

Podemos observar que la dosis 50 kilogramos de P_2O_5 por hectárea presenta el mayor contenido de fósforo aprovechable (9.5 partes por millón) el cual se considera casi alto, esto también coincide con el contenido de carbonatos totales (3.36 por ciento) el cual se considera en un nivel bueno. También se nota que la dosis 100 kilogramos de P_2O_5 por hectárea le sigue en importancia a la dosis anterior, puesto que tiene un contenido de 7.6 partes por millón de fósforo aprovechable y un 3.86 por ciento de carbonatos totales.

La dosis 50 kilogramos de P_2O_5 por hectárea fue la única que superó al testigo y a las otras dosis; de éstas, la única que tiene una diferencia mínima con respecto al

Cuadro 4.5. Determinación de fósforo asimilable y carbonatos totales del suelo bajo diferentes dosis de fertilización fosfatada.

Dosis	Fósforo Asimilable (PPM)	Carbonatos Totales
	\bar{x}	\bar{x}
Suelo sin aplicar	4.3	6.33
0	7.8	4.45
50	9.5	3.36
100	7.6	3.86
150	6.5	3.76
200	5.9	4.80
250	4.9	3.70

testigo, fue la dosis de 100 kilogramos de P_2O_5 por hectárea. Se nota pues que la dosis cero kilogramos de P_2O_5 por hectárea tuvo un efecto superior en el contenido de fósforo aprovechable, siguiéndole en orden descendente la dosis 100, 150, 200 y 250 kilogramos de P_2O_5 por hectárea.

Determinación de Fósforo Asimilable en Pecíolos

En el Cuadro 4.6 se muestra el efecto de diferentes dosis de fertilización fosfatada sobre la concentración de fósforo en el tejido vegetal (pecíolos) del algodónero. El análisis estadístico señala que la influencia de las dosis sobre este parámetro no mostró diferencias significativas en ninguno de los siete muestreos que se realizaron en los períodos de desarrollo vegetativo y fructífero del algodónero. Es importante señalar que en los primeros muestreos (40 y 55 días después de la siembra) se presentó algo de diferencia, hubo la tendencia en todas las dosis de una mayor absorción de fósforo por las plantas, incluido el testigo. Después de los 70 días después de la siembra se observa una reducción drástica en la absorción por la dosis cero kilogramos de P_2O_5 por hectárea, mientras que las dosis 50, 100 y 150 kilogramos de P_2O_5 por hectárea se mantienen en la misma tendencia que los dos primeros muestreos. También en las dosis de 200 y 250 kilogramos de P_2O_5 por hectárea se nota una disminución en la asimilación de fósforo.

En el cuarto muestreo las dosis 0, 50, 100 y 150 kilogramos de P_2O_5 por hectárea mantienen una tendencia

Cuadro 4.6. Efecto de diferentes dosis de fertilización fosfatada sobre la concentración de fósforo en por ciento de pecíolos del algodónero.

Dosis	40	55	70	85	100	115	130*
0	.25	.31	.07	.14	.26	.22	.19
50	.25	.37	.30	.18	.20	.20	.18
100	.36	.34	.32	.19	.18	.19	.14
150	.36	.37	.28	.19	.27	.21	.18
200	.25	.35	.16	.20	.23	.24	.17
250	.35	.37	.12	.20	.25	.18	.18

*Días después de la siembra

**No se encontró diferencia significativa en ninguno de los 7 muestreos.

similar en la absorción por las plantas siendo superadas ligeramente por las dosis restantes.

En el quinto muestreo, todas las dosis mantienen la misma tendencia, en el sentido de que la absorción es similar, la dosis 100 kilogramos de P_2O_5 por hectárea queda ligeramente por debajo.

En el sexto muestreo la dosis 0, 50, 150 y 200 kilogramos de P_2O_5 por hectárea son superiores a las dosis 100 y 250 kilogramos de P_2O_5 por hectárea.

En el séptimo muestreo, se observa que la absorción disminuye en proporción similar para todas las dosis, quedando la dosis cero kilogramos de P_2O_5 por hectárea, ligeramente por arriba de todas.

Altura de Planta

En el Cuadro 4.7 se presenta el efecto de diferentes dosis sobre la altura de planta del algodónero. El análisis estadístico refleja que no hubo diferencia significativa en ninguna dosis, sin embargo la de 200 kilogramos de P_2O_5 por hectárea tuvo un mayor efecto, ya que la media de altura fue de 99.6 centímetros generando una diferencia de 5.4 centímetros con respecto al testigo.

Las dosis 150 y 250 kilogramos de P_2O_5 por hectárea tuvieron un efecto similar entre sí alcanzando las plantas una altura de 99.5 centímetros en promedio.

Número de Nudos

En el mismo Cuadro 4.7 se presenta el efecto de diferentes dosis de fertilización fosfatada sobre el número de nudos del algodónero. El análisis estadístico nos indica que no hubo diferencia significativa, sin embargo la dosis 250 kilogramos de P_2O_5 por hectárea tuvo el mayor efecto (20.5 nudos como media) notándose una diferencia mínima de 1.8 nudos con respecto al testigo, mientras que todas las otras dosis tuvieron un efecto similar entre sí.

Número de Cuadros

En el Cuadro 4.8 se presenta el efecto de diferentes dosis de fertilización fosfatada sobre el número de cuadros en algodónero. La evaluación de este parámetro se realizó a los 46 días después de la siembra y el análisis estadístico nos indica que hubo diferencia significativa entre no fertilizar y fertilizar. Asimismo, hubo diferencia también entre las dosis, resultando la dosis 150 kilogramos de P_2O_5 por hectárea la mejor ya que generó un mayor número de cuadros (73.2) la cual es superior en 22.4 cuadros con respecto al testigo (dosis cero kilogramos de P_2O_5 /ha). En seguida, en orden de importancia tenemos las dosis 100, 250, 200, 50, y al final el testigo.

Número de Flores

En el mismo Cuadro 4.8 se presenta el efecto de diferentes dosis de fertilización fosfatada sobre la floración -

Cuadro 4.7. Efecto de diferentes dosis de fertilización fosfatada sobre la altura en centímetros y el número de nudos del algodónero.

Dosis	Altura de Planta (cm) 90*	Número de Nudos (cm) 90*
0	94.2	18.7
50	95.3	19.1
100	98.1	19.3
150	99.5	19.9
200	99.6	19.3
250	99.5	20.5

*Días después de la siembra

**No se encontró diferencia significativa en ninguno de estos parámetros.

Cuadro 4.8. Efecto de diferentes dosis de fertilización fosfatada sobre el número de cuadros y número de flores del algodónero.

Dosis	Número de Cuadros 46*	Número de Flores 99*
0	50.8 d	40.4 a
50	47.2 d	46.5 a
100	68.0 ab	49.8 a
150	73.2 a	52.0 a
200	59.2 c	51.4 a
250	63.2 bc	43.5 a

*Días después de la siembra

**Valores con diferente letra son estadísticamente diferentes (Duncan 0.05)

en algodónero. Dada la importancia de este parámetro, se realizó análisis estadístico sobre el número de flores acumuladas por semana y se tomaron lecturas durante siete semanas - realizándose la última a los 99 días después de la siembra. En este cuadro se presentan las medias del efecto de dosis y en ninguna hubo diferencia significativa. La dosis 150 kilogramos de P_2O_5 por hectárea fue superior al resto de dosis, se nota una diferencia de 11.6 flores con respecto al testigo. El efecto más bajo lo tuvo el testigo, superada sólo por 3.5 flores por la dosis 250 kilogramos de P_2O_5 por hectárea.

En la Figura 4.5 se muestra la dinámica de producción de flores del algodónero por efecto de diferentes dosis de fertilización fosfatada. En esta figura se presenta el número total de flores acumuladas por cada dosis. No hubo adelanto en el inicio de floración por efecto de dosis, sin embargo se ve que la intensidad de floración a los 52 días después de la siembra es mayor en todas las dosis, con respecto al testigo. La dosis 100 kilogramos de P_2O_5 por hectárea muestra la mayor intensidad de floración (44 flores) superando con 24 flores al testigo. Después en orden de importancia tenemos las dosis 150, 200, 50 y 250 kilogramos de P_2O_5 por hectárea. A los 69 días después de la siembra prácticamente la tendencia es la misma, pero ahora la dosis 150 supera a la de 100 kilogramos de P_2O_5 por hectárea.

A partir de los 73 días después de la siembra se observa la tendencia del testigo a superar ligeramente a la dosis de 250 kilogramos de P_2O_5 por hectárea que es la mayor -

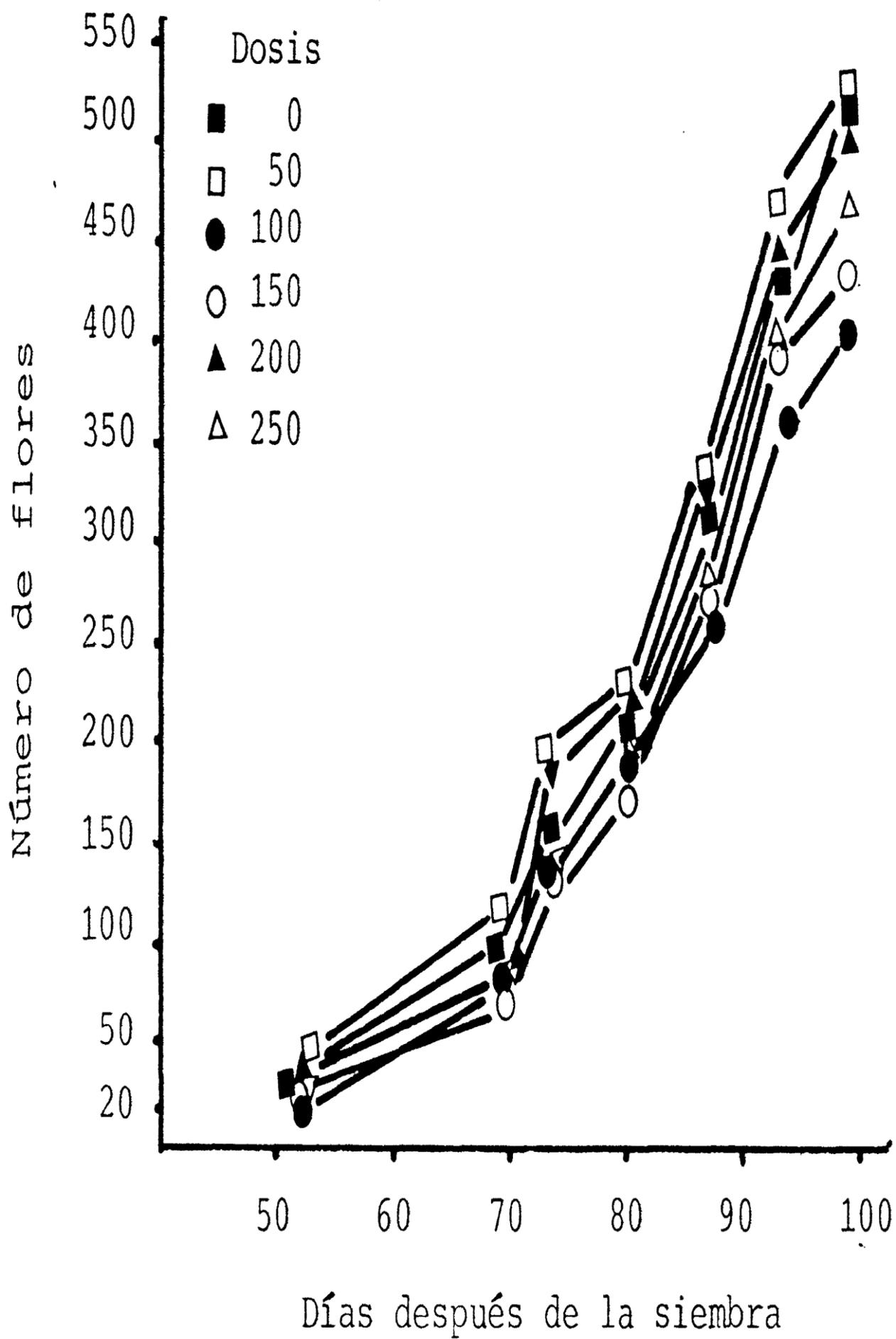


Figura 4.5. Dinámica de producción de flores del algodónero con diferentes dosis de fertilización fosfatada.

dosis. Sin embargo en la última semana (99 días después de la siembra) el testigo queda por debajo con 31 flores. La dosis 150 kilogramos de P_2O_5 por hectárea es superior al testigo con 116 flores de diferencia. En orden de importancia están las dosis 200, 100, 50 y 250 kilogramos de P_2O_5 por hectárea.

Rendimiento

En el Cuadro 4.9 se presenta el efecto de diferentes dosis de fertilización fosfatada sobre el rendimiento en kilogramos de algodón hueso y algodón pluma por hectárea. El análisis estadístico indicó que no hubo diferencia significativa, la dosis 100 kilogramos de P_2O_5 por hectárea generó la mayor producción de algodón hueso (3700 kg/ha) logrando superar al testigo con una diferencia de 525 kilogramos por hectárea. Después tenemos la dosis 150 kilogramos de P_2O_5 por hectárea que supera al testigo con 457 kilogramos de algodón hueso por hectárea. Las dosis 50 y 200 kilogramos de P_2O_5 por hectárea superan al testigo con 63 y 193 kilogramos de algodón hueso por hectárea respectivamente. La dosis 250 kilogramos de P_2O_5 por hectárea se quedó por debajo de todas las dosis incluyendo al testigo que la superó con 41 kilogramos de algodón hueso por hectárea.

En la producción de algodón pluma ocurrió algo similar, el análisis estadístico mostró que no hubo diferencia significativa; sólo que a diferencia del rendimiento de algodón hueso donde la dosis 100 kilogramos de P_2O_5 por hectárea

fue la mejor, la dosis 150 kilogramos de P_2O_5 por hectárea - fue la mejor, superando al testigo con 297 kilogramos de algodón pluma por hectárea. Le sigue precisamente la dosis 100 kilogramos de P_2O_5 por hectárea la cual supera al testigo - con 175 kilogramos de algodón pluma por hectárea.

Las dosis 50 y 200 kilogramos de P_2O_5 por hectárea - superan al testigo con 33 y 87 kilogramos de algodón pluma - por hectárea respectivamente. La dosis 250 kilogramos de P_2O_5 por hectárea, también en este parámetro queda por debajo del testigo con una diferencia de 21 kilogramos de algodón pluma por hectárea.

Precocidad

En el mismo Cuadro 4.9 se muestra el efecto de diferentes dosis de fertilización fosfatada sobre el por ciento de precocidad a primera pizca con respecto al total cosechado. El análisis estadístico nos indica que no hubo diferencia significativa, para todas las dosis.

De acuerdo a los valores obtenidos, la dosis 50 kilogramos de P_2O_5 por hectárea presenta la mayor precocidad con 62 por ciento, siguiéndole de cerca el testigo con 60.5 por ciento. Las dosis 150, 200, 100 y 250 kilogramos de P_2O_5 por hectárea tienen la misma tendencia con 54.8, 52.5, 51.3 y 50.9 por ciento de precocidad respectivamente.

Cuadro 4.9. Efecto de diferentes dosis de fertilización fosfatada sobre el rendimiento y precocidad del algodónero.

Dosis	Rendimiento Kg/Algodón Hueso/ha	Rendimiento Kg/Algodón Pluma/ha	Precocidad (%)
0	3175	1197	60.5
50	3238	1230	62.0
100	3700	1372	51.3
150	3632	1384	54.8
200	3368	1284	52.5
250	3134	1176	50.9

*No se encontró diferencia significativa en ninguno de estos parámetros

Componentes del Rendimiento

En el Cuadro 4.10 se muestra el efecto de diferentes dosis de fertilización fosfatada sobre los componentes del rendimiento, los cuales son el por ciento de algodón pluma, el peso en gramos de capullo y el índice de semilla que es el peso en gramos de 100 semillas.

En el por ciento de algodón pluma, el análisis indicó que no hubo diferencia significativa, sin embargo la dosis 150 kilogramos de P_2O_5 por hectárea generó el mayor porcentaje de algodón pluma con 38.1.

La dosis 100 kilogramos de P_2O_5 por hectárea fue la menor, con 36.5 por ciento de algodón pluma, incluso que el testigo, mientras que las demás dosis tuvieron la misma tendencia con 37.6 por ciento de algodón pluma en promedio.

En peso capullo, tampoco hubo diferencia significativa, y salvo la dosis 150 kilogramos de P_2O_5 por hectárea que fue la mejor con 6.3 gramos, todas las demás dosis, incluido el testigo, tuvieron valores similares (5.6 gramos en promedio).

En el índice de semilla no hubo diferencia significativa, la dosis 200 kilogramos de P_2O_5 por hectárea fue la mejor con 11.1 gramos, mientras que todas las demás tuvieron valores similares (10.5 gramos en promedio).

Cuadro 4.10. Efecto de diferentes dosis de fertilización fosfatada sobre componentes del rendimiento del algodónero.

Dosis	% Algodón Pluma	Peso Capullo (g)	Indice de Semilla
0	37.8	5.4	10.7
50	37.3	5.6	10.4
100	36.5	5.7	10.5
150	38.1	6.3	10.8
200	37.9	5.8	11.1
250	37.4	5.5	10.4

*No se encontró diferencia significativa en ninguno de estos parámetros.

Calidad de Fibra

En el Cuadro 4.11 se presenta el efecto de diferentes dosis de fertilización fosfatada sobre la calidad de fibra del algodónero expresada en longitud (mm), resistencia (miles de libras/pulgada cuadrada) y finura (unidades de micronaire). El análisis estadístico indica que no hubo diferencia significativa en ninguno de estos componentes. Los valores para el caso de longitud son similares (27.6 milímetros en promedio para todas las dosis, incluido el testigo).

Para el parámetro de resistencia, la dosis 50 kilogramos de P_2O_5 por hectárea fue la mejor con 8.0 miles de libras por pulgada cuadrada.

En orden de importancia están las dosis 100, 0, 200, 250 y 150 kilogramos de P_2O_5 por hectárea, con 79.0, 76.5, 77.2, 77.0 y 75.5 miles de libras por pulgada cuadrada respectivamente.

En finura, los valores obtenidos fueron similares para todas las dosis, incluido el testigo, los cuales fueron en promedio 3.7 unidades de micronaire.

Cuadro 4.11. Efectos de diferentes dosis de fertilización fosfatada sobre la calidad de fibra del algodónero.

Dosis	Longitud (mm)	Resistencia (1000's Lbs/Pulg ²)	Finura (Unidades de Micronaire)
0	27.6	76.5	3.7
50	27.4	80.0	3.7
100	27.9	79.0	3.6
150	27.6	75.5	3.6
200	27.5	77.2	3.9
250	27.7	77.0	3.7

*No se encontró diferencia significativa en ninguno de estos parámetros.

DISCUSION

EXPERIMENTO DE INVERNADERO

Determinación de Fósforo Aprovechable

En todas las dosis establecidas se observa que hubo un incremento de fósforo en el suelo utilizado, puesto que los valores obtenidos, todos fueron superiores a las dosis 0 kilogramos de P_2O_5 por hectárea, a la cual no se le aplicó la formulación 10-34-00.

Lo que resulta ilógico es que las muestras de suelo correspondientes a la dosis 0 kilogramos de P_2O_5 por hectárea hayan incrementado su contenido de fósforo de 3.2 a 9.2 partes por millón, lo cual podría explicarse por contaminación de las muestras o del material de laboratorio utilizado. Por otro lado, no hubo un incremento proporcional en el contenido de fósforo de acuerdo a las dosis establecidas, lo que resulta lógico, ya que a mayor cantidad de fósforo aplicado mayor cantidad se fija en el suelo.

Altura de Planta

En lo que corresponde a este parámetro, el hecho de que no haya habido diferencia significativa por efecto de las dosis, fue normal, ya que el fósforo no tiene una influencia directa sobre la altura de planta, además todos los tratamientos tuvieron la misma cantidad de nitrógeno, el cual si influye directamente en la altura de planta. Las mínimas

diferencias que se observaron, se explican por dos factores: el suelo no quedó lo suficientemente homogéneo con la arena, por lo que algunas macetas sufrieron agrietamiento y se lavó el nitrógeno; además en varias macetas hubo necesidad de resembrar.

Número de Nudos

El efecto del fósforo sobre el número de nudos se presenta a los 59 días después de la siembra, es precisamente cuando también se inicia la producción de cuadros. Se ve claro que a pesar de no haber influencia del fósforo en altura, sí se observa su efecto en el número de nudos. Pudiera pensarse que si no hay diferencia en altura, tampoco debería haber sobre el número de nudos, sin embargo, la diferencia la encontramos en la longitud de nudos, que es donde se nota el efecto del fósforo sobre el desarrollo vegetativo.

Número de Cuadros

La función del fósforo es más evidente en la maduración y fructificación de las plantas. Por la razón anterior, se explica el efecto del fósforo sobre el número de cuadros. En este caso, la dosis 0 kg de P_2O_5 por hectárea patentiza el error señalado en su determinación de fósforo, ya que el contenido de 9.2 ppm debería influir en el número de cuadros, sin embargo no fue así.

Hay una mayor intensidad en la producción de cuadros a partir de la dosis 50 hasta la 150 kg de P_2O_5 por hectárea,

pero hay una baja notoria en las siguientes dosis, seguramente porque la planta asimiló lo requerido, aunque no se presentó efecto por exceso de fósforo.

Número de Flores

La influencia de las dosis sobre floración fue bastante notoria, ya que se detectó un adelanto de 15 días aproximadamente de todos los tratamientos con respecto a la dosis 0 kg de P_2O_5 por hectárea. También se observa un efecto sobre la intensidad de floración, ya que mientras la dosis 0 kg de P_2O_5 por hectárea produce sólo 7 flores, la dosis 150 kg de P_2O_5 por hectárea produce 74 flores. Es claro entonces que sí hay una respuesta del cultivo al producto utilizado.

Producción de Materia Seca (Raíz y Parte Aérea)

El producto utilizado influyó evidentemente en la emisión de raíces (producción de materia seca raíz) y su consecuente reflejo en la parte aérea (producción de materia seca parte aérea), así como también su repercusión en la producción de cuadros y número de nudos. Es decir hubo un buen establecimiento del cultivo.

Lo mencionado para número de nudos, producción de cuadros, floración y producción de materia seca, coincide con lo que plantea Patterson (1967) y García (1980) en el sentido de que un aporte adecuado de fósforo, puesto que es esencial para el desarrollo y división celular, por estar

relacionado íntimamente en los procesos de transferencia de energía en las plantas, estimula el desarrollo radical, acelera el desarrollo vegetativo y el proceso de maduración.

Los resultados de invernadero coinciden en parte con lo obtenido por Guthrie (1988) el cual indica que al usar la formulación líquida 10-34-00, se obtuvo un mejor establecimiento del algodónero y se adelantó la floración. En el presente trabajo al usar esta formulación también hubo un buen establecimiento, lo cual se confirma con lo obtenido en producción de materia seca raíz y parte aérea, en el número de nudos, producción de cuadros y floración. Además se obtuvo no sólo un adelanto en la floración, sino también una intensidad mayor en la producción de flores.

Finalmente, el trabajo de invernadero mostró que hubo diferencias significativas para los parámetros número de nudos, producción de cuadros y floración. Estos resultados obedecieron también a que el suelo utilizado contenía 3.2 ppm de fósforo aprovechable, contenido que debió disminuir al agregarse arena a las macetas. De acuerdo a las tablas de clasificación de fósforo en el suelo, el aquí utilizado se considera bajo.

EXPERIMENTO DE CAMPO

Determinación de Fósforo Aprovechable y Carbonatos Totales

Los valores obtenidos en este aspecto, demuestran que sólo la dosis 50 kg de P_2O_5 por hectárea fue superior -

con respecto a las otras dosis y al testigo. También se observa que todas las dosis incluido el testigo con 0 kg de P_2O_5 por hectárea fueron superiores que el valor obtenido en el muestreo realizado antes de aplicar el producto.

Como se puede notar, la cantidad de fósforo determinada en la dosis 0 kg de P_2O_5 por hectárea, fue superior con respecto a las dosis 100, 150, 200 y 250 kg de P_2O_5 por hectárea. Esto se explica porque en la dosis 0 kg de P_2O_5 por hectárea que es el testigo, se le aplicó superfosfato triple proporcional a la dosis más alta del producto 10-34-00, por lo que el contenido de fósforo correspondiente a esta dosis fue de 7.8 ppm que representa a un suelo medio en fósforo.

Por otro lado, con la aplicación del producto, se disminuyó el contenido de carbonatos totales, esta disminución fue menor en el testigo donde se aplicó superfosfato triple, por lo que probablemente el residuo ácido de la formulación líquida haya influido en ese sentido.

Determinación de Fósforo Asimilable en Pecíolos

En este aspecto, el cultivo no tuvo una respuesta significativa a las diferentes dosis ya que la absorción de fósforo fue similar incluso en el testigo.

Se observa que a los 40 días después de la siembra cuando la planta requiere de un buen abastecimiento de fósforo, hay una absorción igual a las dosis 0, 50 y 250 kg de P_2O_5 por hectárea, pero la absorción es mayor en las dosis 100, 150 y 250 kg de P_2O_5 por hectárea, entonces, hay una

ligera ventaja del producto utilizado con respecto al testigo en el primer mes de desarrollo vegetativo.

Es necesario hacer notar que en los 100, 115 y 130 días después de la siembra, la absorción es ligeramente mayor en el testigo, por lo que hay cierta tendencia del testigo a tener mayor residualidad.

Altura de Planta

Al igual que en el experimento de invernadero, no hubo efecto del fósforo en altura de planta, en este caso también se aplicó nitrógeno de manera proporcional en todos los tratamientos. La superioridad de la dosis 150 y 250 kg de P_2O_5 por hectárea se debió a que donde se estableció la repetición número uno, anteriormente atravezaba un canal de riego, por lo cual la humedad tenía una mayor duración teniendo su efecto lógico en la altura de planta.

Número de Nudos

Todas las dosis fueron superiores al testigo, aunque de manera muy ligera. La dosis 250 kg de P_2O_5 por hectárea fue superior con 1.8 nudos como media con respecto al testigo, lo que puede explicarse por la situación planteada en lo que se refiere a altura.

Número de Cuadros

En lo que se refiere a este parámetro, sí hubo significancia estadística con respecto al testigo. Es decir hubo

respuesta a la formulación líquida usada. Sin embargo, la respuesta en producción de cuadros se presenta en las dosis 150, 100, 250 y 200 kg de P_2O_5 por hectárea. El testigo fue superior a la dosis 50 kg de P_2O_5 por hectárea, lo cual significa que también la producción de cuadros respondió al superfosfato triple.

Número de Flores

De nueva cuenta, aquí tampoco se observó diferencia significativa. En flores acumuladas, la dosis 150 kg de P_2O_5 por hectárea supera al testigo con 116 flores de diferencia, sin embargo obteniendo el promedio por dosis como se observa en el cuadro que corresponde a número de flores, dicha diferencia no es tan importante (11.6 flores de diferencia). Por lo tanto, aunque todas las dosis fueron superiores con respecto al testigo se observa también buena respuesta al superfosfato triple.

Rendimiento

En la influencia de las dosis sobre el rendimiento, es claro que no hubo diferencia significativa, sin embargo la diferencia de la dosis 100 kg de P_2O_5 por hectárea con respecto al testigo en kilogramos de algodón hueso (525 kg/ha) es muy importante viéndolo desde un punto de vista de una mayor cantidad de hectáreas.

También se puede observar que el superfosfato triple utilizado en el testigo, supera a la dosis 250 kg de

P_2O_5 por hectárea, lo cual significa que el algodónero no responde a dosis de fósforo muy elevadas, ya que la planta absorbe sólo lo necesario.

En la producción de algodón pluma, la dosis 150 kg de P_2O_5 por hectárea supera al testigo con 297 kilogramos de algodón pluma por hectárea. Es necesario dejar claro que la superioridad de la dosis 150 con respecto a la dosis 100 kg de P_2O_5 (esta última fue superior en algodón hueso) en producción de algodón pluma, se debió a que el por ciento de fibra generado por la dosis 150 kg de P_2O_5 por hectárea fue mayor.

Precocidad

Aunque no hubo significancia estadística, sí se presentó una mayor precocidad en la dosis 50 kg de P_2O_5 por hectárea (62.0 por ciento), en relación al testigo (60.5 por ciento). Sin embargo también el testigo presentó una mayor precocidad con respecto a todas las otras dosis. En general pues, no hubo respuesta del algodónero al producto utilizado en lo que se refiere a precocidad, cuyo parámetro es de los más importantes.

Componentes del Rendimiento

La dosis 150 kg de P_2O_5 por hectárea tuvo el efecto mayor en lo que se refiere al por ciento de algodón pluma. Este mayor porcentaje tuvo su efecto en kilogramos de algodón pluma por hectárea como anteriormente fue señalado. A -

pesar de lo mencionado, no hubo diferencia significativa, -
por lo que aquí no hay respuesta al producto utilizado.

Calidad de Fibra

Los resultados indican que no hay respuesta signifi-
cativa al producto, todos los valores tienden a ser simila -
res aún más que en todos los parámetros estudiados.

De manera general se puede mencionar que en los re -
sultados del experimento de campo, revelan que prácticamente
en todos los parámetros estudiados, salvo el número de cua -
dros donde hubo significancia, no se detectaron diferencias
significativas.

Los resultados obtenidos se explican por el hecho de
que el contenido de fósforo asimilable en el terreno donde -
se estableció el experimento fue de 4.3 ppm el cual se consi -
dera bajo, pero en su rango más alto, es decir cerca de me -
dio, además, y ésto es lo fundamental, en el testigo se uti -
lizó superfosfato triple proporcional a la dosis 250 kg de -
 P_2O_5 por hectárea de la formulación líquida.

Los resultados del experimento de campo no coinciden
con lo obtenido por Funderburg (1988), el cual utilizó la -
formulación líquida 10-34-00 y 11-37-00, encontró que el in -
cremento en el rendimiento fue estadísticamente significati -
vo o altamente significativo; además encontró una mayor pre -
cocidad en 17 de 18 localidades. Como se mencionó, en los da -
tos obtenidos no se detectó diferencia significativa en ren -
dimiento ni en precocidad, porque se observó que también -

hubo respuesta al superfosfato triple el cual tuvo una mayor precocidad con respecto a las demás dosis, salvo la dosis - 150 kg de P_2O_5 por hectárea.

Tampoco los resultados coinciden con Guthrie (1988), el cual obtuvo incremento significativo en el rendimiento, - aún en localidades con alto contenido de fósforo aprovechable, sin embargo, aún y cuando también el contenido de fósforo en el suelo que se utilizó en el presente trabajo fue - bajo, a pesar de haber incremento en el rendimiento, éste no fue significativo.

Stark y Ojala (1989) encontraron que las concentra - ciones de fósforo en pecíolos, el crecimiento y el rendimien - to total en papa fueron mayores al utilizar polifosfatos de amonio y urea ácida. Es necesario recalcar que la formula - ción 10-34-00 contiene más del 50 por ciento de polifosfatos de amonio. Sin embargo, la respuesta en algodónero sobre los parámetros arriba señalados no fue significativa. Estos in - vestigadores no usaron fósforo en el testigo.

El propósito de haber utilizado la formulación - 10-34-00 en suelos con diferente contenido de fósforo aprove - chable, fue en el sentido de conocer la respuesta del algodo - nero en los parámetros estudiados.

En invernadero, el suelo contenía 3.2 ppm; en el ex - perimento de campo, el contenido fue de 4.3 ppm, pero, en el testigo se utilizó superfosfato triple por lo que también se presentó respuesta positiva al granulado.

CONCLUSIONES

Los suelos utilizados tanto en invernadero como en campo tuvieron diferente contenido de fósforo aprovechable, además en campo, al testigo se le agregó superfosfato triple compensando la dosis más alta del producto utilizado.

Las dosis utilizadas en invernadero tuvieron diferencias significativas en los parámetros número de nudos, cuadros, flores y producción de materia seca.

No hubo diferencia significativa en invernadero sobre el factor distanciamiento de aplicación del producto ni sobre altura de planta.

Se logró detectar adelanto en el inicio e intensidad de floración por efecto del producto utilizado en invernadero.

En el experimento de campo sólo se detectó diferencia significativa en la producción de cuadros.

No hubo diferencia significativa para ninguno de todos los demás parámetros estudiados aunque en rendimiento hubo una diferencia relativamente importante.

No se detectó adelanto en el inicio de floración por efecto del producto, y sólo hubo una ligera diferencia en intensidad de floración en los primeros días.

El adelanto que se registró en cuanto a la aparición de las primeras flores, se debió a que la siembra fue tardía y se presentaron temperaturas elevadas.

En general el mejor tratamiento tanto en invernadero como en campo fue la dosis 150 kg de P_2O_5 por hectárea.

Desarrollar otros trabajos donde se estudien otros - parámetros fisiotécnicos, químicos y físicos en algodónero u otros cultivos, para tener un mejor criterio sobre la utilización de formulaciones líquidas conteniendo fósforo y nitrogeno, tratando de compararlos con los granulados, puesto que en realidad existe poca información experimental confiable - al respecto.

R E S U M E N

El objetivo general de esta investigación fue evaluar el efecto de la aplicación al suelo de una fuente de fertilización fosfatada líquida con residuo ácido sobre el desarrollo y fructificación del algodónero en suelos calcáreos; además como objetivos específicos fueron determinar la influencia de la fertilización líquida y la forma de colocación del producto en el suelo.

Para lograr los objetivos mencionados se establecieron dos experimentos: uno de invernadero y otro de campo.

En el experimento de invernadero se estudió la posible influencia de la colocación del producto con respecto a la posición de la semilla sobre el desarrollo vegetativo y fructífero (hasta floración) del algodónero, así como determinar las posibles dosis a usar en campo.

En el experimento de campo se evaluó el efecto del producto sobre el desarrollo, fructificación, precocidad y calidad de fibra del cultivo.

En invernadero se utilizaron seis niveles de dosis y cuatro de distanciamiento de aplicación del producto; el material genético utilizado fue la variedad de ciclo largo Deltapine 80 que se siembra en la Región.

En campo se usaron seis niveles de dosis y ya no se

7

probó el distanciamiento de aplicación del producto por no encontrarse efecto significativo en invernadero.

No se encontró diferencia significativa en el factor - distanciamiento de aplicación del producto, tampoco en el - parámetro de altura, pero, sí hubo significancia estadística en los parámetros número de nudos- cuadros, flores y producción de materia seca raíz y parte aérea.

En lo que se refiere al experimento de campo sólo hubo significancia estadística sobre el número de cuadros, tam-bién hubo diferencias importantes en todos los demás parámetros, pero no fue significativa.

Por otro lado, se logró detectar adelanto en el inicio e intensidad de floración por efecto del producto utilizado en invernadero; en campo también hubo un ligero adelanto de la floración pero fue por otros factores y no por el producto.

Finalmente el mejor tratamiento tanto en invernadero - como en campo fue la dosis 150 kg de P_2O_5 por hectárea.

LITERATURA CITADA

- Andrés, G. 1976. Abonos. Guía Práctica de la Fertilización. Ediciones Mundi-Prensa. Castelló, 37. Madrid-1 p. 207.209.
- Avalos, M.J. 1986. Efecto del Azufre y del Acido Sulfúrico sobre la Disponibilidad del Fósforo y Producción del Tomate en el Valle de Culiacán Sin. Tesis de Maestría en Suelos. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah. México 121 p.
- Buckman, H.O. y C.N. Brady. 1972. Naturaleza y Propiedades de los Suelos. Ed. Montaner y Simon. España P. 450-474.
- Cajuste, L.J. 1977. Química de Suelos con un Enfoque Agríco la. C.P. Chapingo, México P. 211-219.
- Covarrubias G., L.S. y B.S. Alcalde. 1977. Mezclas de Abonos Orgánicos con Superfosfato Simple y sus Efectos sobre el Rendimiento de Festuca Arundinácea Var. Alta en Suelos Calcáreos con Problemas de Abasteci-miento de Fosforo. Avances en la Enseñanza y la Investigación C.P. Chapingo, México.
- Fassbender, H.W. 1980. Química de suelos con Enfasis en Suelos de América Latina. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica p. 268 - 302.
- Fernández, G.R. 1977. Apuntes Sobre Fertilizantes Fluídos, Producción, Uso Racional y Comercialización. Ed. Fertimex p. 5-11.
- Funderburg, E.R. 1988. Effect of Starter Fertilizer on Cotton Yields in Mississippi Beltwide Cotton Produc-

tion Research Conferences. New Orleans. Louisiana -
P. 496-497.

García, F.J. 1980. Fertilización Agrícola. 2 ed. Editorial-
Aedos. Barcelona España p. 75-86.

Gross, A. 1976. Abonos: Guía Práctica de la Fertilización.
Ediciones Mundi-Prensa. P. 212-213.

Guthrie, D.S. 1988. Cotton Response to Starter Fertilizer -
Applications. Beltwide Cotton Production Research -
Conferences. New Orleans, Louisiana p. 496-497.

Hashimoto, I. and J.R. Lehr. 1973. Mobility of Polypospha -
tes in Soil. Soil Science of America Proceedings -
37:36-41.

León, A.R. 1984. Nueva Edafología. Regiones Tropicales y -
Areas Templadas de México. Grupo Editorial Gaceta S.
A. México, D.F. P. 160-176.

López, R.J. 1972. El Diagnóstico de Suelos y Plantas (Métodos de Campo y Laboratorio). Ediciones Mundi-Prensa, Madrid-1 P. 54-55.

Novoa, G.S. y E.R. Núñez. 1975. Comportamiento de Diferentes Fertilizantes Fosfatados en Suelos con Variada Capacidad de Fijación de Fósforo. Avances en la Enseñanza y la Investigación. C.P. Chapingo, México p. 163-164.

Ortega, T.E. 1978. Química de Suelos. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de Suelos, Chapingo, 

México p. 115-123.

Ortiz, V.B. 1977. Fertilidad de Suelos. U.A.CH. Chapingo, -
México P. 71-86.

Palomo, G.A. 1984. Evaluación del Rendimiento, Calidad de -
Fibra y Tolerancia a la Marchitez por Verticillium -
de 14 líneas Avanzadas. Informe de Investigación en
Algodonero. C.A.E.L.A.L.A. Matamoros, Coah. México
p. 68-79.

Patterson J., B.G. 1967. Fertilizantes Agrícolas. Editorial
Acribia. Zaragoza (España) P. 60-75.

Ritas, L.J. y M.J. López. 1985. El Diagnóstico de Suelos y
Plantas (Métodos de Campo y Laboratorio) 4 ed. Edi -
ciones Mundi-Prensa. Madrid P. 248-249.

Rone P., J.L. y L.J. Cajuste. 1979. Evaluación de la Ferti -
lización Fosfatada en Suelos Calcáreos de la Zona de
Abastecimiento del Ingenio Atencingo, Puebla: Avan -
ces en la Enseñanza y la Investigación. C.P. Cha -
pingo, México P. 284-285.

Secretaría de Educación Pública (S.E.P.). 1982. Manuales -
para Educación Agropecuaria. Cultivos de Fibra. Edi -
torial Trillas. México, D.F. 84 P.

Stark. J.C. and J.C. Ojala. 1989. Comparison of Banded --
Ammonium Poly phosphate as P Source for Potatoes.
Hort Science. 24 (2):282-284.

Williams, R.D. 1982. Nutritional Disorders of Cotton -

Plants. Soil Sci. Plant Anal. 13 (9):685-736.

Yágodin, B.A. 1986. Agroquímica. Editorial Mir Moscú P. 45

118, 336-391.

A P E N D I C E

BANCO DE TESIS U.

Cálculo de las dosificaciones que se usaron en el experimento de campo

Dosis 1 = 0 ml de producto por parcela (testigo)

Dosis 2 = 50 kg $\frac{\text{-----}}{10,000 \text{ m}^2}$

X $\frac{\text{-----}}{192 \text{ m}^2}$

$$X = .96 \text{ kg}$$

$$D = \frac{P}{V}$$

$$1.3 = \frac{.96}{V}; \quad V = \frac{.96}{1.3} = 738 \text{ ml/parcela}$$

Dosis 3 = 100 kg $\frac{\text{-----}}{10,000 \text{ m}^2}$

X $\frac{\text{-----}}{192 \text{ m}^2}$

$$X = 1.92 \text{ kg}$$

$$\frac{1.9}{1.3} = 1476 \text{ ml/parcela}$$

Dosis 4 = 150 kg $\frac{\text{-----}}{10,000 \text{ m}^2}$

X $\frac{\text{-----}}{192 \text{ m}^2}$

$$X = 2.88 \text{ kg}$$

$$\frac{2.88}{1.3} = 2215 \text{ ml/parcela}$$

Dosis 5 = 200 kg $\frac{\text{-----}}{10,000 \text{ m}^2}$

X $\frac{\text{-----}}{192 \text{ m}^2}$

$$X = 3.84 \text{ kg}$$

$$\frac{3.84}{1.3} = 2953 \text{ ml/parcela}$$

$$\text{Dosis } 6 = 250 \text{ kg} \text{ ————— } 10,000 \text{ m}^2$$

$$X \text{ ————— } 192 \text{ m}^2$$

$$X = 4.8 \text{ kg}$$

$$\frac{4.8}{1.3} = 3692 \text{ ml/parcela}$$