

# BAC

MODULO DIGITAL



El documento fuente se encuentra en  
La Biblioteca Agropecuaria de Colombia

## ELEMENTOS BIBLIOGRAFICOS

AUTOR (ES): Saavedra Ospina, R.

AUTOR (ES) CORPORATIVO (S): Programa Univ. Nacional de Colombia /  
Inst. Colombiano Agropecuario, Bogotá (Colombia).

TITULO: Respuesta del algodónero (*Gossypium hirsutum* L.) a la  
fertilización foliar con N, P y K

LUGAR DE PUBLICACION: Bogotá (Colombia)

AÑO DE PUBLICACION: 1981

PAGINAS: 90 p.

## 1. | INTRODUCCION

La actividad agrícola **más** importante durante el segundo semestre de la región de los Llanos Orientales, se **concentra** en torno al cultivo del algodón, el cual da ocupación a la mayor parte de la mano de obra **disponible** en las diferentes labores del ciclo vegetativo.

Durante la cosecha 76 - 77, la superficie cultivada fue estimada en 31.833 hectáreas, correspondientes al 11% del área sembrada en el **país**, con una inversión calculada en aproximadamente 450 millones de **pesos** (24).

En el Departamento del Meta, la explotación del algodón es rentable debido a que las condiciones fitosanitarias son comparativamente mejores que las del centro y norte de **l país**, Por otra parte el área potencial para el cultivo se estima aproximadamente en 1 **.200.000** hectáreas de vega, que requieren obras de infraestructura, drenajes y **pequeñas** prácticas de correctivos y fertilización (26).

Teniendo en cuenta la afirmación que tanto los elementos menores como los mayores son absorbidos eficientemente por el follaje y en razón **a** que la fertilización foliar ha tomado mucha importancia debido que las **cantida -** des a aplicar son mínimas y los efectos bastante satisfactorios, especialmente ,



en el caso de los micronutrientes (19), se requiere revisar la poca experiencia e investigar sobre la respuesta del algodón a los elementos mayores, más aún cuando en el mercado existe una proliferación de fertilizantes mayores con altas concentraciones de N, P y K, los cuales sin conocerse con certeza sus efectos, son utilizados por los agricultores en base a una excelente propaganda sobre sus resultados benéficos. Por esta razón, es imperioso hacer investigación sobre la respuesta del algodón a dichos elementos.

El presente trabajo contempla los siguientes objetivos:

1. Estudiar el efecto de la aplicación foliar de N, P y K sobre el rendimiento de l algodón.
2. Relacionar la fertilización foliar con algunos componentes del rendimiento del algodón.
3. Relacionar la fertilización foliar con el porcentaje y calidad de fibra del algodón.
4. Relacionar la fertilización foliar con el contenido de N, P y K en el follaje.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Aspectos Generales sobre Fertilización Foliar

La fertilización foliar como fenómeno de absorción de nutrimentos, ha existido en todas las formas de vida vegetal desde sus comienzos. Como práctica establecida se originó en nuestra generación y hoy constituye uno de los adelantos más importantes en el progreso de la producción agrícola (5, 37).

El fundamento de la aplicación foliar de fertilizantes, lo constituye la capacidad que tiene la parte aérea de la planta para absorber materiales aplicados en forma de aspersiones (18). En este sentido y aunque la parte aérea de la planta está **adaptada** como **órgano** de fotosíntesis; cumple la función de absorción de agua y soluciones **diluidas** de sustancias **orgánicas** e inorgánicas (37).

Wittwer y Otros (37), informan que las investigaciones sobre fertilización foliar han demostrado la absorción de **macro** y micronutrientes al ser aplicados sobre los cultivos de **manzano, cítricos, lechuga, avena, soya, tomate y piña**. Si bien, las aspersiones foliares con micronutrientes han sido sorprendentes, todas las sustancias nutritivas que son absorbidas por las raíces, pueden también absorberse por hojas, tallos y frutos (37).



Boynton citado por Michelena (23), indica que la respuesta positiva de las plantas a la aplicación de nutrimentos minerales, comprueba que dichos elementos son metabolizados y trasladados eficientemente; sin embargo, Lora (20) considera que la alimentación foliar es a menudo efectiva cuando las raíces no absorben suficientes nutrientes del suelo y que ello ocurre en suelos poco fértiles, con poca facilidad de infiltración, temperatura fría, escasa humedad y en plantas con reducido o enfermo sistema radicular .

Según Wittwer (36), la nutrición foliar no debe considerarse como sustituto de la fertilización al suelo, sino como un complemento; así mismo, Valencia y Carvajalino (34) expresan que la aplicación foliar de nitrógeno (N), fósforo (P) y Potasio (K), es generalmente antieconómica, si se tienen en cuenta la cantidad de nutrimento aportada foliarmente y la cantidad total requerida por el cultivo. Sobre el caso Wittwer (36), afirma que la nutrición foliar con fertilizantes "completos" , aún en las mejores Condiciones y con aplicaciones repetidas para la mayoría de las cosechas puede suministrar solo del 10 al 30% de las necesidades totales. Considera además que en las aplicaciones foliares debe presentarse más atención a los nutrimentos individuales que a las mezclas completas.

Donahue (8), explica que de los fertilizantes nitrogenados aplicados foliarmente, solo la úrea ha dado resultados satisfactorios en manzano,

tomate, apio, frijol, pera, melón, pepino y **caña** de azúcar; además, como altas concentraciones causan quemazón en las hojas, se recomienda para manzano 5 libras de úrea por 100 galones de agua. Considera que aunque la toma de úrea es más fácil cuando es asperjada sobre las hojas, es más barato aplicarla al **suelo**.

El fósforo puede ser absorbido por **la** planta cuando es asperjado sobre las **hojas** y aunque la práctica no es común, ocurre que mientras en algunos suelos un **pequeño** porcentaje de fósforo es tomado por ella, el asperjado sobre las hojas es rápidamente absorbido (8); sobre el particular, Teubner citado por Valencia y **Carvajalino (34)**, agrega que el fósforo absorbido foliarmente desplaza al que es **tomado** por las **raíces**. Donahue **(8)**, investigando con P. foliar encontró que aunque aproximadamente 3 libras de  $P_2O_5$ , asperjados sobre el tomate, dieron un crecimiento inicial más rápido que 135 libras de  $P_2O_5$  aplicados al suelo, el rendimiento fue superior en un 12% con el tratamiento al suelo.

Haciendo referencia al comportamiento del K, Donohue (8) indica que como dicho nutrimento en forma de solución de sulfato causa quemazón en las hojas, es más recomendable aplicarlo al suelo.

## 2.2 Respuesta del Algodonero a la Fertilización Foliar en Colombia.

Con respecto a los resultados de la aplicación foliar de nitrógeno, fósforo y potasio en algodón en suelos arenosos del Tolima, Montaña (25), concluye que solo hubo respuesta al nitrógeno usando como fuente la Vrea y **además** que los rendimientos fueron superiores cuando se aplicó úrea al suelo. Recomienda aplicar una solución al 5% para plantas jóvenes y de 10% para las plantas desarrolladas, utilizando 100-200 litros de agua/ha y realizar 5 aplicaciones.

En otros trabajos citados por Lora (19), efectuados en suelos pobres en materia orgánica en el Tolima, se encontró que con soluciones al 5% de N, P y K. se aumentaba la producción, mientras que con el 10 y el 15% disminuía; además los fertilizantes sólidos aplicados al suelo produjeron aumentos de 600 ~ 800 Kg/ha en relación con la aplicación foliar. En experimentos efectuados en la Costa Atlántica sobre fertilización foliar, no se encontró diferencia significativa entre testigo, fertilización edáfica y fertilización foliar (19).

Gutierrez, citado por Lora (19), encontró respuesta negativa al Wuxal (suspensión para aplicación foliar que contiene varios elementos) cuando lo aplicó solo y un ligero aumento en los rendimientos del algodón cuando lo utilizó como complemento de la fertilización edáfica, sin embargo,

bargo, no hubo diferencia significativa entre los tratamientos.

En suelos calcáreos del Tolima al aplicar cobre y molibdeno, **utilizando** sulfato de cobre y molibdato de sodio en concentraciones del **1%** y **0.2%** respectivamente, se encontró respuesta a **ambos** nutrientes. Con el cobre el rendimiento fue de **1.5 t/ha** en relación al testigo. Además hubo **mejor** efecto en la producción al usar como fuente los sulfatos por **vía** foliar que los **quelatos** aplicados al suelo **(19)**.

Los resultados de los ensayos realizados en el Tolima y Valle del Cauca permitieron indicar que en un principio la dosis promisorio de N, **P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** y **K<sub>2</sub>O** **podría** variar entre 5 y 15 **Kg/ha** suministrada en 3 a 5 aplicaciones foliares. Experimentos realizados en la Costa **Atlántica**, **indican** que en un 20% de los casos, la fertilización foliar determinó rendimientos superiores al testigo en algo más de 300 **Kg/ha** de algodón- semilla y otro 20% entre 100 y 300 **Kg/ha** (10).

Con relación al efecto de la aplicación foliar de micronutrientes sobre el rendimiento del algodón, Frye **(10)**, informa que la Federación Nacional de Algodoneros, adelantó una serie de investigaciones en diferentes regiones del **país** utilizando sales puras concentradas de borax y sulfato de cobre (Cu), hierro (Fe), Zinc (Zn) y manganeso (Mn), en dosis de **0,6 Kg/ha** de Bo, **0,3 Kg/ha** de **Cu**, **0,7 Kg/ha** de Fe, **0,4 Kg/ha** de Zn y

**0,8 Kg/ha** de Mn y la mezcla Bo, Zn, y Mn en dosis de **0,6; 0,3 y 0,8 Kg/ha** respectivamente. Empleando 100 litros de agua y realizando 4 aplicaciones entre los 20 y los 80 **días** de germinado el cultivo, Frye (10), manifiesta que se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Los micronutrientes que más inciden en el rendimiento del algodón en Colombia, son en su orden Mn, Zn y Bo, dado que mientras en el testigo el rendimiento fue de **2,54 t/ha**, con Bo fue de **2,67 t/ha** y con Zn, Mn, **2,73 t/ha**.
2. La necesidad de los tres elementos puede variar por regiones, lugar y semestre.
3. El tratamiento con los tres nutrientes determina un rendimiento igual o similar al máximo obtenido con cada uno de ellos, pues con la mezcla se produjeron **2,73 t/ha**.
4. Las sales minerales son efectivas para la fertilización foliar.

2.3 Tiempo de Absorción y Movilidad de los Nutrientes aplicados Foliarmente .

Lora (19), informa que el tiempo de absorción de los elementos es más corto a través de los estomas, pero que la absorción puede ser mayor por

la epidermis; al respecto y considerando que la rata de absorción hace relación con el tiempo que demora la planta en absorber un 50% del nutrimento aplicado, Wittwer y Otros (37), en base a diferentes investigaciones emiten datos de varios elementos aplicados en cultivos, de los cuales, en la Tabla 1 se muestran los relacionados con el frijol.

Valencia y Carvajalino (34), indican que aunque la movilidad es la propiedad que tienen los nutrimentos de fijarse en el sitio donde fueron absorbidos o de trasladarse a otros órganos de la planta, ella no está relacionada con la facilidad de absorción. Además, que la inmovilidad no significa que la aplicación del nutrimento no debe realizarse sino que su función correctiva se limita al área donde fue aplicado o absorbido y al respecto menciona que Ca, Mg y Bo son fácilmente absorbidos pero inmóviles.

Con respecto a movilidad, Wittwer y Otros (37), emiten la información consignada en la Tabla 2, indicando en orden decreciente el fenómeno en cada grupo luego de medirlo en plantas de frijol. El hecho es comparativo, pues mientras el P es 100 veces más móvil que el Ca, tanto el Rb como el K son 10 veces más móviles que el P.

TABLA 1. Tiempo de absorción de nutrimentos aplicados foliarmente en plantas de frijol (Wittwer y Otros ).

Elemento Nutritivo	Tiempo requerido para absorber el 50%
Nitrógeno	1 a 6 horas
Fósforo	6 días
Potasio	1 a 4 días
Calcio	4 días
Azufre	8 días
Cloro	1 a 2 días
Hierro	8% en 24 horas
Magnesio	24 a 48 horas
Zinc	24 horas
Molibdeno	4% en 24 horas

TABLA 2. Movilidad de nutrimentos aplicados foliarmente en plantas de frijol (Wittwer y Otros ).

Muy móviles	Móviles	Parcialmente Móviles	Móviles
Nitrógeno	Fósforo	Zinc	Boro
Rubidio	Cloro	Cobre	Magnesio
Potasio	Azufre	Magnesia	Calcio
Sodio		Hierro	Estroncio
Cesio		Molibdeno	Bario

## 2.4 Nutrición Foliar del Algodonero

**Según** Lagiere (17), durante el estado de plántula, el algodónero requiere cantidades comparativamente elevadas de N,P, Ca y Mg, pero cuando la planta entra en la fase de prefloración y durante una parte de la floración, sus **necesidades** en sustancias nutritivas aumentan con rapidez y adicionalmente con su grosor y su capacidad de formación de **tejidos**; al respecto y especificando los requerimientos, Camargo (6), **trabajando** con soluciones nutritivas en algodónero, determinó en forma relativa las siguientes exigencias minerales.

N	~	K	>	Ca	>	Mg	>	S	>	P	>	Fe
32,9%		33,7%		18,2%		6,2%		4,5%		3,9%		0,5%
+ ( ZN, B, Mn, Mo, Cu ) 0,1%												

La acumulación de nutrimentos está **relacionada** con la **fase** de desarrollo y bajo este **principio** en el transcurso de la maduración, las acumulaciones se efectuarán en los **tejidos** de botones florales y cápsulas, mientras que anteriormente se concentraban casi exclusivamente en las **hojas**, tallos y **raíces** (17).

Haciendo referencia a extracción de nutrimentos, Martín y Leonard citados por Glander y Teiwes (9), encontraron que para una producción de

700 Kg/ha. de fibra, el algodónero absorbió 77 Kg/ha de N, 23 Kg/ha de  $P_2O_5$ , 67 Kg/ha de  $K_2O$ , 79 Kg/ha de CaO y 26 Kg/ha de MgO; del mismo modo Lagiere (17) informa que en una investigación realizada en Georgia, se reportó que para la producción de 565 Kg/ha de fibra, la extracción fue de 151,97 Kg/ha de N, 68,06 Kg/ha de  $P_2O_5$  y 134,96 Kg/ha de  $K_2O$ .

Con respecto al análisis de nitrógeno en los tejidos, Jones (16), informa que sus valores se han establecido en menor grado que para la mayoría de otros elementos, no obstante que son mucho más los análisis relacionados con nitrógeno. Jones (16), cita a Tincknell y Otros, quienes determinaron que el contenido de nitrógeno en base a materia seca para hojas de algodón entre 60 y 80 días era 4,5% para un rango bajo, y que el rango intermedio oscilaba de 4,5% a 6%.

En el estudio de interpretación del análisis foliar en algodónero (15) se define en tercera aproximación, los rangos para los porcentajes de N, P y K en base a materia seca durante la época de primeras flores en la variedad D. P. 61 (Tabla 3). En dicho estudio se establece que luego de los 80 días los niveles de N en las hojas son menores de 3,5%.

Binghan (4), indica que el contenido de P en los tejidos disminuye con la edad de la planta y que el rango en base a materia seca, fluctúa entre 0,05% y 0,5% dependiendo del estado de nutrición época y tejido examinado.

TABLA 3. Rangos para porcentaje de N, P y K en base a materia seca en la variedad de algodón DP 61 durante la época de primeras flores (El Algodonero).

	% en Base Seca		
	N	P	K
Deficiente	3,0	0,24	1,2
Bajo	3,0 a 3,5	0,24 a 0,30	1,2 a 2,0
Medio	3,5 a 4,5	0,30 a 0,40	2,0 a 2,8
Alto	4,5 a 5,0	0,40 a 0,52	2,8 a 3,6
Excesivo	5,0	0,52	3,6

Nelson y Otros citados por Bingham (4), encontraron que el contenido de P en base a materia seca de *hojas cuando* el algodón *tenía* cápsulas *desarrolladas*, era de 0,18% como rango bajo y 0,32% como rango intermedio.

En el estudio de interpretación del análisis foliar en algodónero (15), se define que luego de los 80 días, el contenido de P en las hojas es menor de 0,3%.

Sobre investigaciones relacionados con K, Ulrich y Ohki (33), dicen que en la mayoría de plantas los niveles requeridos en las hojas, fluctúan entre 0,70 % y 1,5% en base a materia seca; sin embargo, como algunas plantas necesitan altas concentraciones de potasio en los tejidos para su normal crecimiento, los valores requeridos pueden ser del orden de 5%. Ulrich y Ohki (33), citan a Ticknell y Otros, quienes determinaron que en análisis de hojas o peciolos del algodónero durante el período de los 60 a 80 días, el síntoma de deficiencia se encontraba con 0,90% y que el rango intermedio era de 1,5% a 2% de K en base a materia seca.

En el estudio de interpretación del análisis foliar en algodónero (15), se establece que luego de los 80 días el contenido de K en las hojas es menor de 2%.

En trabajos preliminares realizados por Frye (11,12), sobre porcen-

tajes promedio en base a materia seca de N, P y K a los 80 días en tejidos de la variedad DP 61. (Tabla 4), se observa que los contenidos de N y P a lo largo del período vegetativo son más altos en el limbo que en el peciolo, mientras que el porcentaje de K es mayor en el peciolo; del mismo modo, se deduce que los tres nutrimentos disminuyen en las hojas conforme aumenta la edad del algodnero.

## 2.5 Caracteres **Intrinsecos** de la Fibra

Si bien la calidad de la fibra está determinada por caracteres hereditarios, en ella influyen las diferentes prácticas culturales, las condiciones climáticas y las técnicas del desmote (35).

La finura de la fibra, es una **característica** que influye en la resistencia de la hilaza, se mide en microgramos por pulgadas cuadrada (**micro-naire**) y la lectura promedia para algodones de la variedad americana "**UPLAND**" varía de 4,0 a **4,9** considerándose que los valores inferiores corresponden a fibras finas y los superiores a fibras gruesas (2, 31).

La longitud es otro criterio de calidad, estableciéndose que a medida que las hebras de algodón son más largas, es posible producir hilos más finos y tejidos más delicados. Comercialmente se mide en pulgadas y su clasificación promedia de acuerdo al comité internacional del **Algodón** en base al **2,5%** de longitud de expansión, varía de 0,984 a 1,140 **pulgadas**, esta

TABLA 4. Porcentajes promedios en base a materia seca de N, P y K a los 80 días en tejidos de la variedad de algodón D.P. 16 (Frye).

Parte de <b>la</b> Planta	Parte de Hoja	% en base seca		
		N	P	K
Tercio superior	Limbo	4,58	0,31	1,02
	<b>Pecíolo</b>	1,97	0,23	3,23
Rama <b>fructifera</b>	Limbo	5,05	0,27	1,05
	Pecíolo	2,04	0,24	3,23

bleciéndose que los valores inferiores corresponden a fibras cortas y los superiores a fibras largas (2).

Dado que la relación de uniformidad (R.U) indica la relativa uniformidad de la longitud de una muestra, esta característica también debe medirse siendo representada por el valor de la relación entre el 50% de la longitud de expansión y el 2,5% de la longitud de expansión expresado en porcentaje. Como su valor promedio varia de 44 a 45, los valores inferiores indican baja R.U. mientras que con valores superiores la R.U. es alta (2, 31).

La resistencia de la fibra a la tracción es un factor importante que influye en la resistencia del hilo y en su proceso de fabricación. Existe una correlación entre la resistencia y la longitud de la fibra pues los algodones con longitudes cortas, tienden a presentar valores promedios más bajos que los de fibra larga. La resistencia se mide en miles de libras por pulgada cuadrada y como su clasificación promedio varía de 71.000 a 80.000 Lbr/pulg<sup>2</sup>, los valores inferiores corresponden a fibras débiles y los superiores a fibras resistentes.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Localización

El estudio se realizó en un lote de la escuela Agropecuaria "La Holanda", ubicado en las vegas del Río Ariari, a 3 kilómetros del municipio de Granada (Meta) sobre la vía que conduce a San Juan de Arama y presenta las siguientes características climáticas: altura 380 m.s.n.m., temperatura promedio anual  $24^{\circ}\text{C}$ , precipitación promedio anual de 2.500 milímetros y humedad relativa 90% en época de invierno y 60% en época seca (26).

#### 3.2 Caracterización de los Suelos

El suelo utilizado pertenece a la Clase I, presenta características físicas adecuadas y como no está sujeto a inundaciones periódicas, permite el establecimiento de cultivos tales como algodón, maíz, sorgo, cacao, etc. (26). En la Tabla 5, se aprecia que el contenido de los nutrientes N, P y K es medio, que no existe toxicidad por aluminio, dado que su contenido es menor de 1 meq/100 g de suelo y además que la relación Ca/Mg por ser baja, se considera ideal para este cultivo.

#### 3.3 Diseño Experimental

Se empleó la matriz Plan Puebla II, en un diseño básico de bloques



TABLA 5. Resultados de análisis de suelo del lote correspondiente al experimento antes de la siembra.

Textura	pH	% Mo	P (ppm) Bray	Miliequivalentes/100 g Suelo						
				II	Al	Ca	Mg	K	Na	Cl
FArA	5,2	3,6	16,6	0,8	2,5	0,8	0,2	0,4	4,7	3:1

al azar, con tres replicaciones; si bien el número de tratamientos en dicha matriz es igual a la expresión  $2^k + 2K + 1$ , donde K representa el número de factores involucrados, Turrent y Laird (32), se incluyeron 8 tratamientos adicionales, entre ellos un testigo sin ninguna fertilización foliar (Tabla 6).

### 3.4 Factores Experimentales.

Utilizando como factores experimentales, nitrógeno (N) fósforo (P) y potasio (K) se probaron cinco dosis porcentuales de cada uno de ellos así:

N 0,25, 1,75, 2,5, 3,25 y 4,75, utilizando úrea del 46% de N,  $P_2O_5$  0,25, 1,75, 2,5, 3,25 y 4,75, usando superfosfato triple del 45% de  $P_2O_5$  y  $K_2O$  0,25, 1,75, 2,5, 3,25 y 4,75 en base a cloruro de potasio del 60% de  $K_2O$ .

En base a lo expuesto por Turrent y Laird (32) el espacio de exploración de cada factor y los diferentes niveles, se presentan en la Figura 1, mientras que en la Figura 2, se muestra la representación gráfica de los tratamientos correspondientes a la matriz Plan Puebla II.

### 3.5 Factores Constantes

#### 3.5.1 Tamaño de las parcelas

La parcela estuvo compuesta por cuatro surcos de 10 m de longitud. Las distancias fueron de 1.0 metros entre surcos y 0,40 entre plantas, esta-



TABLA 6. Lista de tratamientos de la Matriz Plan Puebla II para 3 factores experimental es.

Número de Orden (Tratamiento)	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Porcentaje		
				N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	-0,3	-0,3	-0,3	1,75	1,75	1,75
2	-0,3	-0,3	+0,3	1,75	1,75	3,25
3	-0,3	+0,3	-0,3	1,75	3,25	1,75
4	-0,3	+0,3	+0,3	1,75	3,25	3,25
5	+0,3	-0,3	-0,3	3,25	1,75	1,75
6	+0,3	-0,3	+0,3	3,25	1,75	3,25
7	+0,3	+0,3	-0,3	3,25	3,25	1,75
8	+0,3	+0,3	+0,3	3,25	3,25	3,25
9	0	0	0	2,5	2,5	2,5
10	-0,9	-0,3	-0,3	0,25	1,75	1,75
11	+0,9	+0,3	+0,3	4,75	3,25	3,25
12	-0,3	-0,9	-0,3	1,75	0,25	1,75
13	+0,3	+0,9	+0,3	3,25	4,75	3,25
14	-0,3	-0,3	-0,9	1,75	1,75	0,25
15	+0,3	+0,3	+0,9	3,25	3,25	4,75
16	-0,9	+0,3	+0,3	0,25	3,25	3,25
17	+0,3	-0,9	+0,3	3,25	0,25	3,25
18	+0,3	+0,3	-0,9	3,25	3,25	0,25
19		-		0	0	0
20	0	-		2,5	0	0
21		0		0	2,5	0
22	-	-	0	0	0	2,5
23		0	0	3,5	2,5	2,5

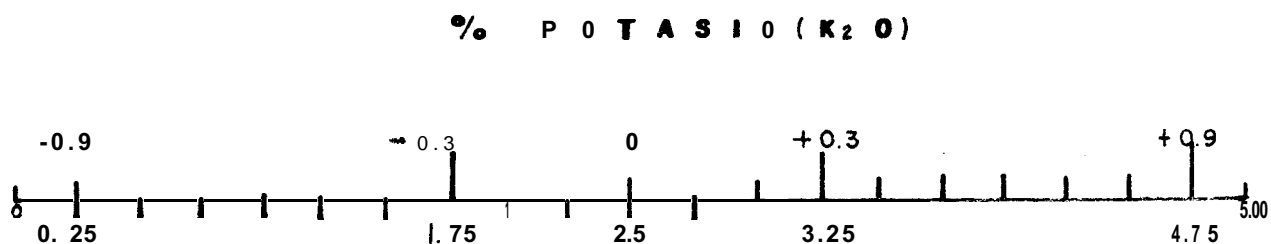
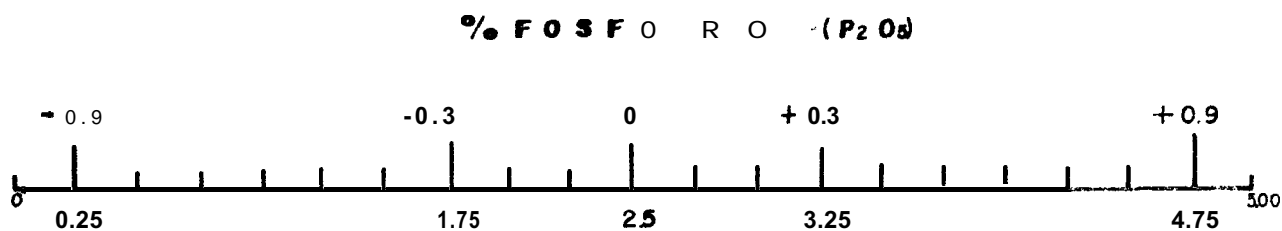
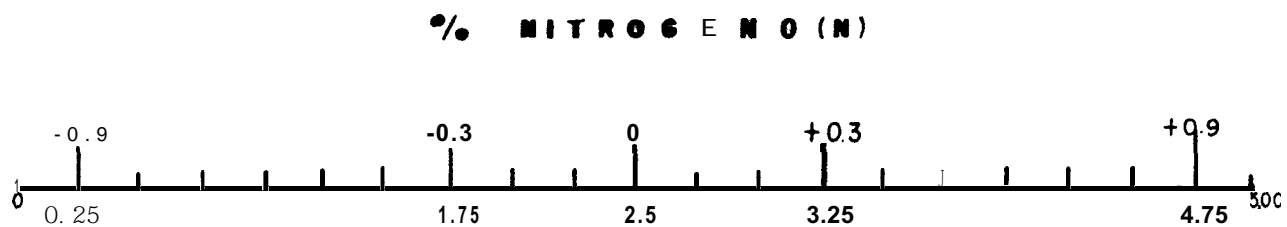


Figura I. Selección de los cinco niveles en los tres factores dentro del espacio de exploración establecido. Matriz Plan Pueblo II.

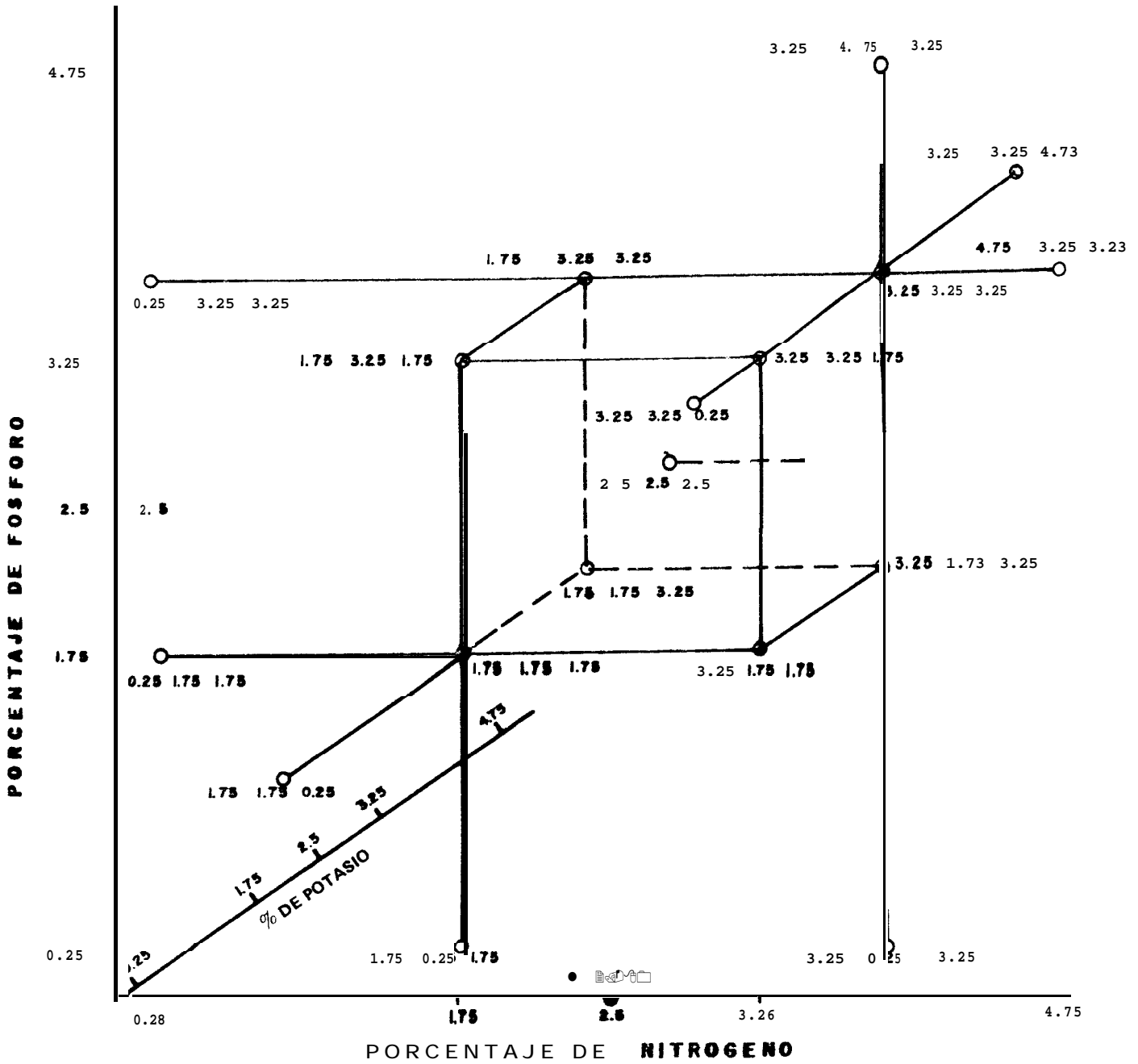


Figura 2. Representación gráfica de la matriz plan Puebla II poro tres factores : Porcentaje de fertilización foliar con Nitrogeno , Fósforo y Potasio .

bleciéndose una densidad de 33.300 plantas por hectárea, La parcela estadística tuvo una área de  $16 \text{ m}^2$ .

### 3.5.2 Fertilización al suelo

La fertilización constante al suelo se hizo de acuerdo con las recomendaciones para este cultivo en la zona (30), la cual consistió de 80 Kg/ha de N usando úrea del 46%, 75 Kg/ha de  $\text{P}_2\text{O}_5$  usando superfosfato triple del 45% y 25 Kg/ha de  $\text{K}_2\text{O}$  usando cloruro de potasio del 60%.

### 3.5.3 Siembra y prácticas realizadas

El experimento se sembró el 24 de Agosto de 1978, utilizando como planta indicadora la variedad de algodón D.P. 61.

Las aspersiones foliares se realizaron a los 35,55 y 75 días después de la germinación, empleando para ello un volumen de 100 litros de agua por hectárea.

Las prácticas de raleo y primer control manual de malezas, se realizaron a los 25 días de germinado el cultivo, mientras que el segundo control se efectuó a los 45 días.

El control de insectos plagas se orientó de acuerdo a la guía de Marín y Otros (22) así: para Spodoptera sp., Agrotis ipsylon y Neocultilla-exadactilla, se utilizó Aldrín 25% a razón de 1 Kg por 12,5 Kg de semilla. \

Para Alabama argillacea y Heliothis virescens, se empleó Trichogramma a razón de 20 Plg/ha realizando tres aplicaciones a lo largo del período vegetativo. El Pectinophora gossypiella se controló con feromonas, ubicando una trampa por cada replicación; las trampas fueron reemplazadas tres veces durante el desarrollo del cultivo.

#### 3.5.4 Toma de muestras de hojas

El muestreo se realizó a los 80 días de germinado el cultivo, tomando al azar 10 láminas foliares con peciolo por parcela. Para el estudio, se seleccionaron hojas ubicadas en el tercio medio de la planta y existentes en las axilas florales, de acuerdo a la técnica descrita por Frye y Otros (13).

#### 3.5.5 Análisis de tejidos

La determinación de N, P y K, se realizó en el laboratorio de suelos del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "Tibaitatá", mediante una sola digestión por vía húmeda, de acuerdo a la técnica descrita por Lora y Otros (21). La información final del nitrógeno se obtuvo por destilación y titulación; el fósforo por el método calorimétrico utilizando molibdo vanato de amonio (21), mientras que para el potasio se utilizó la absorción atómica en el espectrofotómetro Perkin - Elmer, modelo 303.

### 3.5.6 Análisis de fibra

Las características de la fibra fueron determinadas en el Laboratorio de Fibras del C.N.I.A., Tibaitatá, utilizando el Instrumento "Micronaire" para la finura, el Fibrógrafo Digital para la longitud y Dinamómetro Presaley para obtener la resistencia (2).

### 3.6 Evaluación de los Tratamientos

El efecto de los tratamientos se evaluó mediante las variables rendimiento de algodón semilla en Kg/ha., peso de 100 motas, contenido de N, P y K en el follaje a los 80 días, número de cápsulas por planta, porcentaje y calidad de fibra. Los resultados obtenidos se sometieron a los respectivos gráficos y estadísticos.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Efecto del Nitrógeno (N), Fósforo ( $P_2O_5$ ) y Potasio ( $K_2O$ ) Foliares sobre el rendimiento de Algodón - Semilla.

De acuerdo con los valores de la Tabla 7, se observa que el mayor rendimiento, 1950 Kg/ha se obtuvo con 1,75% de N, 0,25% de  $P_2O_5$  y 1,75% de  $K_2O$ . No se holló ninguna tendencia que indicara aumento progresivo de los rendimientos a medida que se elevaron los niveles de los tres nutrimentos, esto posiblemente debido a que se crea un desequilibrio entre ellos y/o se origina una fitotoxicidad.

Bajo la anterior consideración y como no hubo diferencias significativas entre los tratamientos (Anexo 5), ni modificación sustancial en el rendimiento, pues el testigo produjo 1717,2 Kg/ha podría pensarse que la disponibilidad de los nutrimentos en el suelo era adecuada y que la fertilización edáfica fue suficiente para obtener rendimientos aceptables. El hecho es corroborado por Sánchez (29), quien trabajando con aplicación foliar de Mg, bajo una fertilización constante al suelo de 80, 75 y 30 Kg/ha de  $N, P_2O_5$  y  $K_2O$  respectivamente, no encontró diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo, cuyo valor fue de 1433 Kg/ha además, según el Programa de Algodón (14), el rendimiento promedio en la zona para la variedad

TABLA 7. Datos promedios de rendimiento (Kg/ha), de algodón-semilla correspondientes a los diferentes tratamientos, en la variedad de algodón Delta Pine 61.

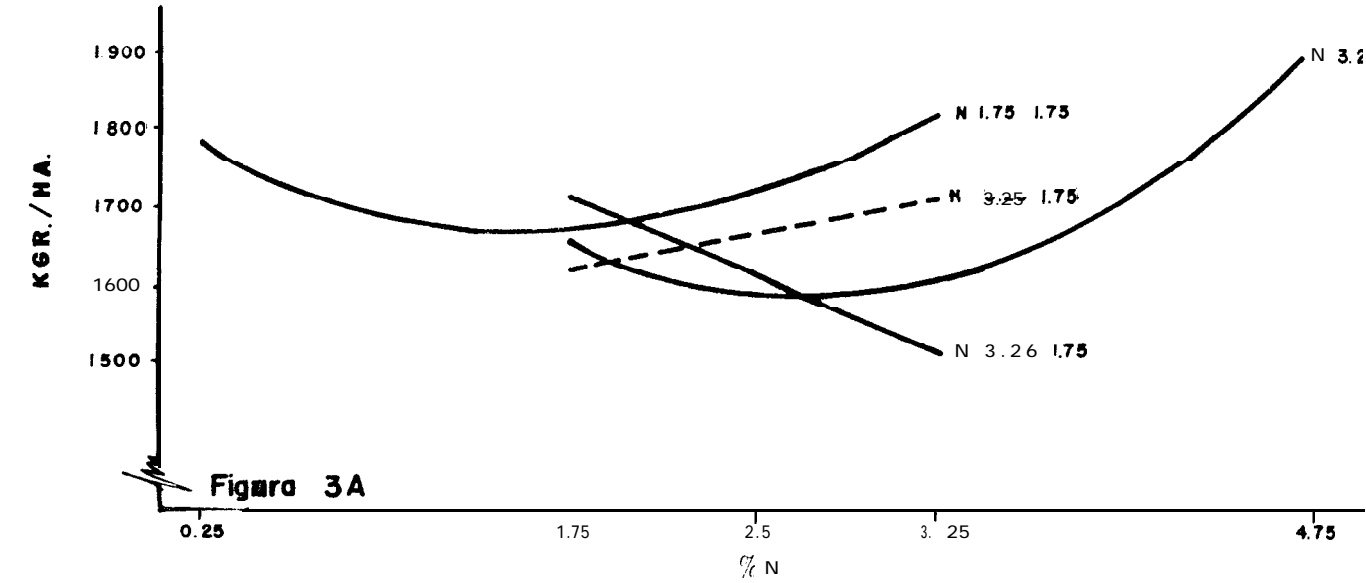
N	Tratamientos P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Rendimiento Kg/ha
1,75	1,75	1,75	1665,2
1,75	1,75	3,25	1711,3
1,75	3,25	1,75	1617,8
1,75	3,25	3,25	1651,6
3,25	1,75	1,75	1716,2
3,25	1,75	3,25	1500,4
3,25	3,25	1,75	1705,9
3,25	3,25	3,25	1559,7
2,50	2,50	2,50	1717,2
0,25	1,75	1,75	1787,5
4,75	3,25	3,25	1890,8
1,75	0,25	1,75	1950,0
3,25	4,75	3,25	1864,8
1,75	1,75	2,25	1776,9
3,25	3,25	4,75	1840,3
0,25	3,25	3,25	1832,9
3,25	0,25	3,25	1720,8
3,25	3,25	0,25	1837,1
0	0	0	1690,6
2,50	0	0	1849,2
0	2,50	0	1815,3
0	0	2,50	1722,9
3,25	2,50	2,50	1815,4

D.P. 61 es de 1500 Kg/ha.

La Figura 3, presenta por separado el efecto de la aplicación foliar de N (3A), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (3B) y K<sub>2</sub>O (3C) de la variedad Delta Pine 61. Por la Figura 3A, se establece que la influencia del N es variable pues con aplicaciones de 0,25 a 1,75% de N en mezcla con 1,75 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y de K<sub>2</sub>O, el rendimiento decrece y luego se incrementa cuando el N varía de 1,75 a 3,25%. Situación similar se presenta de 1,75 a 4,75% de N, tal como lo indicaba la secuencia N - 3,25 - 3,25.

Si bien, el segundo rendimiento 1890 Kg/ha, se obtuvo con 4,75% de N, 3,25% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y de K<sub>2</sub>O, podría pensarse que niveles superiores de N tendrían marcada influencia sobre él; pero como se observó que a los 35 días porcentajes mayores de 2,5% de N causaban quemazón leve y que la situación continuaba a los 55 y 75 días cuando se utilizó 4,75% de N, se diría que el daño aumentaría en la variedad D.P. 61 con posible merma en el rendimiento. Bajo este criterio, los niveles máximos utilizados se consideran adecuados, efecto que comparativamente es similar al reportado por Montañó (25) cuando aplicó úrea al 10% sobre la variedad D.P. 16.

Con respecto a la influencia de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sobre el rendimiento de algodón - semilla (Figura 3B), se observa que a pesar de obtenerse mayor rendimiento con 0,25% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1,75% de N y de K<sub>2</sub>O, al aumentar los porcen-



Figuro 3A

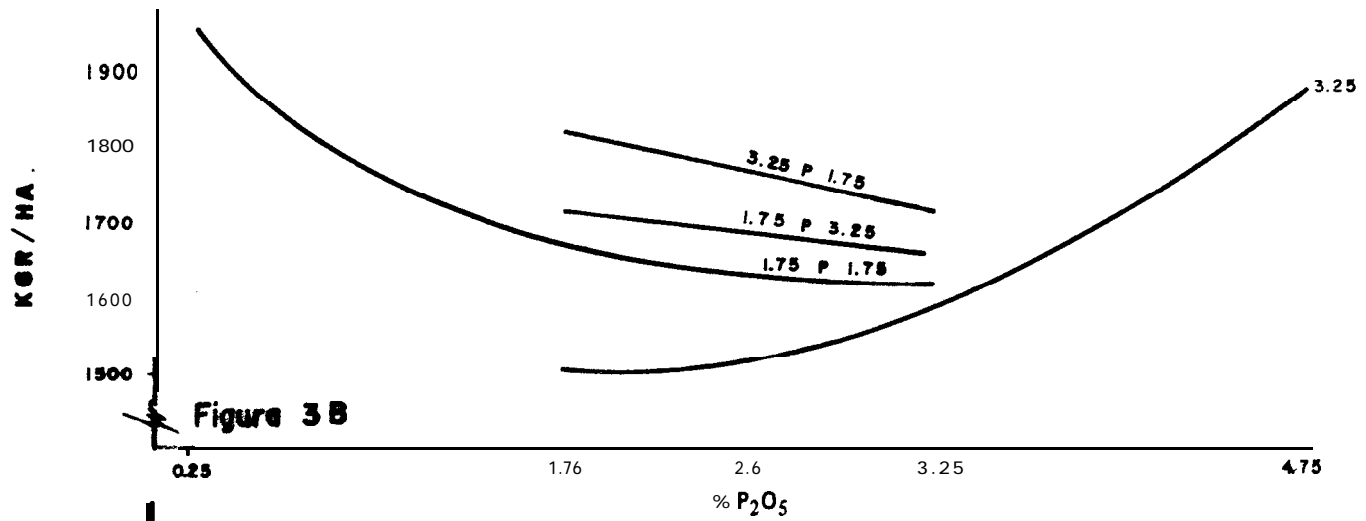
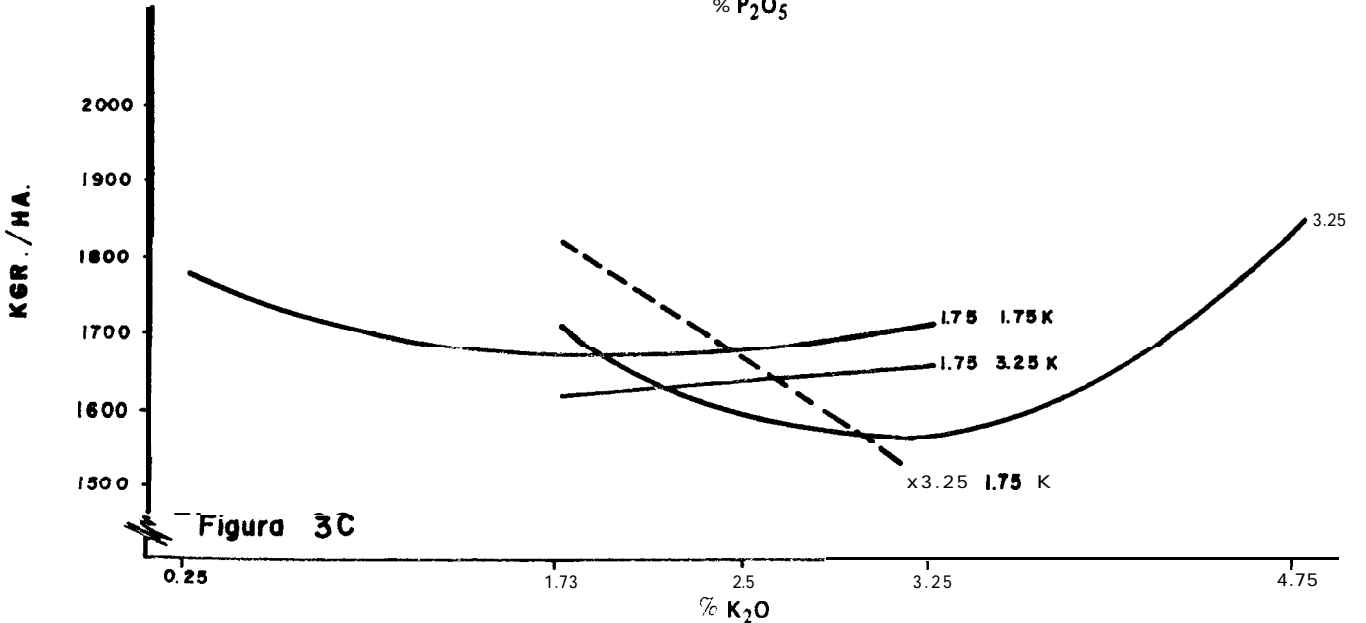


Figure 3B



Figuro 3C

Figura 3 : Efecto de diferentes tratamientos foliares de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  sobre el rendimiento de algod3n , semilla. Variedad delta Pine 61

tajes de  $P_2O_5$ , el rendimiento decrece, para luego incrementarse, con aplicaciones de 2,5 a 4,75% cuando se utilizó 3,25% de N y de  $K_2O$ . Los resultados indican que la respuesta al P no es definida posiblemente debido a que la fuente no es la más adecuada, pues niveles altos de P no causaron fitotoxicidad, ni disminuyeron el rendimiento; y si se tiene en cuenta que al aplicar un compuesto de P en cantidades suficientes que contribuyan a las necesidades totales de P para una cosecha sin causar **daño** en las hojas (1), probablemente al utilizar otra fuente, como por ejemplo ácido ortofosfórico, se podría definir la contribución del P en el rendimiento.

El efecto del K sobre el rendimiento de algodón ■ semilla (Figura 3C), es variable pues con aplicaciones de 0,25 a 1,75% de  $K_2O$  en presencia de 1,75% de N y de  $P_2O_5$ , el valor decrece, hecho que también sucede cuando el K varía de 1,75 a 3,25% en mezcla con 3,25% de N y 1,75 de  $P_2O_5$ .

Varios de los tratamientos foliares de K presentaron efecto **fitotóxico** durante las tres aplicaciones, iniciándose en forma leve cuando la solución contenía 2,5% de  $K_2O$ ; y sí bien, con 4,75% de  $K_2O$ , 3,25% de N y de  $P_2O_5$  se obtuvo mayor rendimiento, también se aumentó **la** fitotoxicidad. El fenómeno se caracterizó por manchas de color claro con posterior manifestación de áreas necrosadas en las hojas que entraron en contacto con el **produc-**

to y aunque la situación permaneció hasta el final del **período** vegetativo, se asume que la formación de nuevas hojas contribuyó a no afectar en forma determinante el rendimiento.

Como **Montaño (25)**, reportó **daño** considerable cuando aplicó KCl en solución del 4% de K<sub>2</sub>O sobre la variedad de algodón D.P. 16 luego de los 68 días de sembrada, se **afirmaría** que niveles superiores a **4,75%** de K<sub>2</sub>O **podrían comprometer** en mayor grado el rendimiento de la variedad D.P.61.

Los rendimientos obtenidos por efecto de los diferentes tratamientos foliares de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, no permiten definir una respuesta positiva o negativa a ninguno de los nutrimentos. En cambio, **Montaño (25)** al aplicar por **vía** foliar N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O utilizando como fuentes úrea, fosfato de calcio y cloruro de potasio, halló respuesta positiva únicamente a la úrea en dosis de 5% para plantas **jóvenes** y de 10% para plantas desarrolladas.

Por otra parte, las fuentes utilizadas es decir, **úrea** SFT y, KCl **a los** niveles aplicados probablemente no son los más adecuados para aspersiones foliares y por tal razón debe investigarse con otras fuentes, dosis y época de aplicación y bajo otras circunstancias, teniendo en **cuenta** que el rendimiento en el algodón depende en primer lugar por el N y en segundo lugar por la acción conjunta de Nk, NPK o NP (10).

## 4.2 Análisis de Componentes del Rendimiento

### 4.2.1 Peso de 100 Motas

En la Tabla 8, puede observarse que aunque el mayor peso por 100 motas, 604,63 g, se presentó con 1,75% de N, 0,25% de  $P_2O_5$  y 1,75% de K<sub>2</sub>O, no se encontró variación significativa al combinar los diferentes niveles de cada uno de los nutrimentos o al utilizarlos independientemente; además en el testigo el valor fue de 541.3 g.

Considerando los resultados obtenidos y en razón a que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos (Anexo 6), es posible asumir que existió adecuada acumulación de nutrimentos en los tejidos de los botones florales y cápsulas (17); además, los valores se acogen a lo expuesto por Chaves (7), puesto que en todas las zonas del país, a excepción del Valle del Cauca, el peso por 100 motas oscila de 400 a 600 g. En este sentido, la variación obtenidas de 497,4 a 604,63 g, se puede analizar como indicio de aceptable rendimiento, pues por investigación del Programa de Algodón (14), el peso promedio para 100 motas de la variedad D.P. 61 es de 570 g en los cultivos de los Llanos Orientales.

Observando separadamente el efecto de cada uno de los nutrimentos foliares sobre el peso de 100 motas, por la Figura 4A, se establece que el mayor valor se presentó con 1,75% de N, 1,74% de  $P_2O_5$  y de K<sub>2</sub>O y que al

TABLA 8. Datos promedios de peso por 100 motas, porcentaje de fibra y número de cápsulas por planta correspondientes a los diferentes tratamientos en la variedad de algodón Delta Pine 61.

Tratamientos			Peso 100 motas (g)	% Fibra	No .Cápsulas
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O			
1,75	1,75	1,75	584,80	38,27	18,6
1,75	1,75	3,25	507,97	38,77	18,0
1,75	3,25	1,75	497,40	39,00	18,3
1,75	3,25	3,25	580,67	41,30	18,0
3,25	1,75	1,75	572,63	40,13	19,3
3,25	1,75	3,25	540,27	39,83	18,6
3,25	3,25	1,75	559,93	41,14	18,0
3,25	3,25	3,25	517,40	39,73	16,7
2,50	2,50	2,50	510,30	39,50	18,0
0,25	1,75	1,75	565,93	40,00	17,3
4,75	3,25	3,25	547,70	41,63	18,6
1,75	0,25	1,75	604,63	37,67	19,3
3,25	4,75	3,25	551,50	39,83	19,0
1,75	1,75	0,25	500,73	39,77	17,0
3,25	3,25	4,75	539,53	39,70	18,3
0,25	3,25	3,25	539,47	40,00	18,6
3,25	0,25	3,25	558,40	39,37	17,3
3,25	3,25	0,25	535,80	40,17	19,0
0	0	0	541,30	39,87	16,8
2,50	0	0	513,97	39,43	18,3
0	2,50	0	546,70	39,67	18,6
0	0	2,50	498,60	38,87	18,0
3,50	2,50	2,50	520,33	40,80	19,0

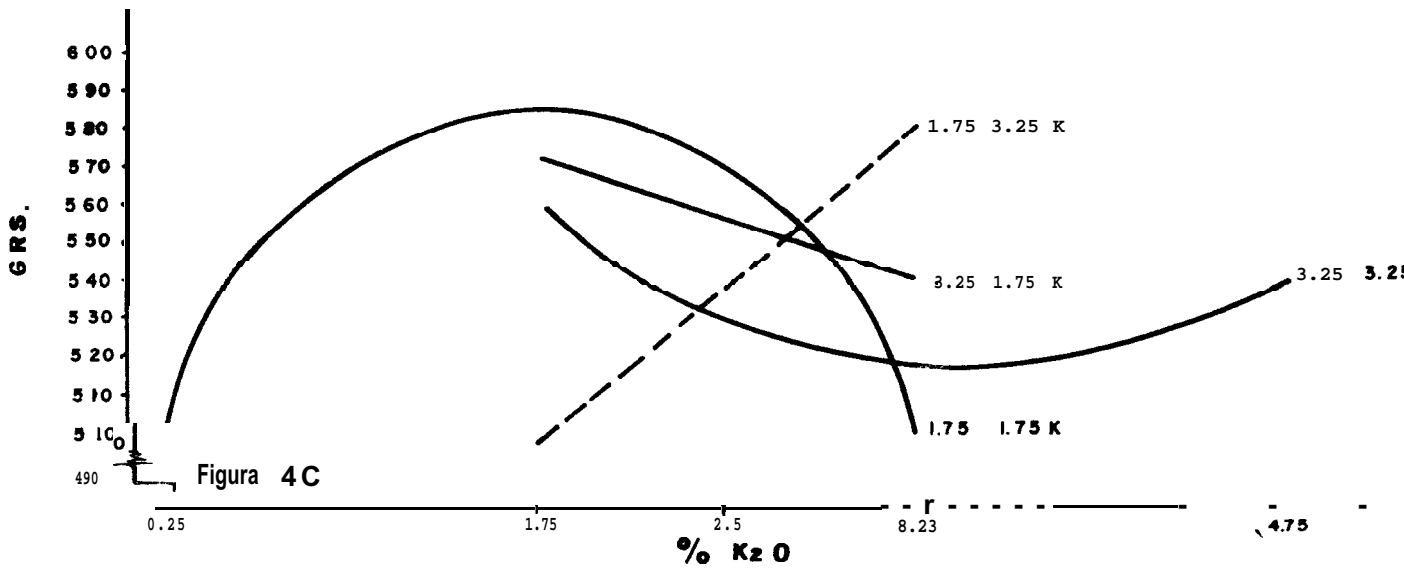
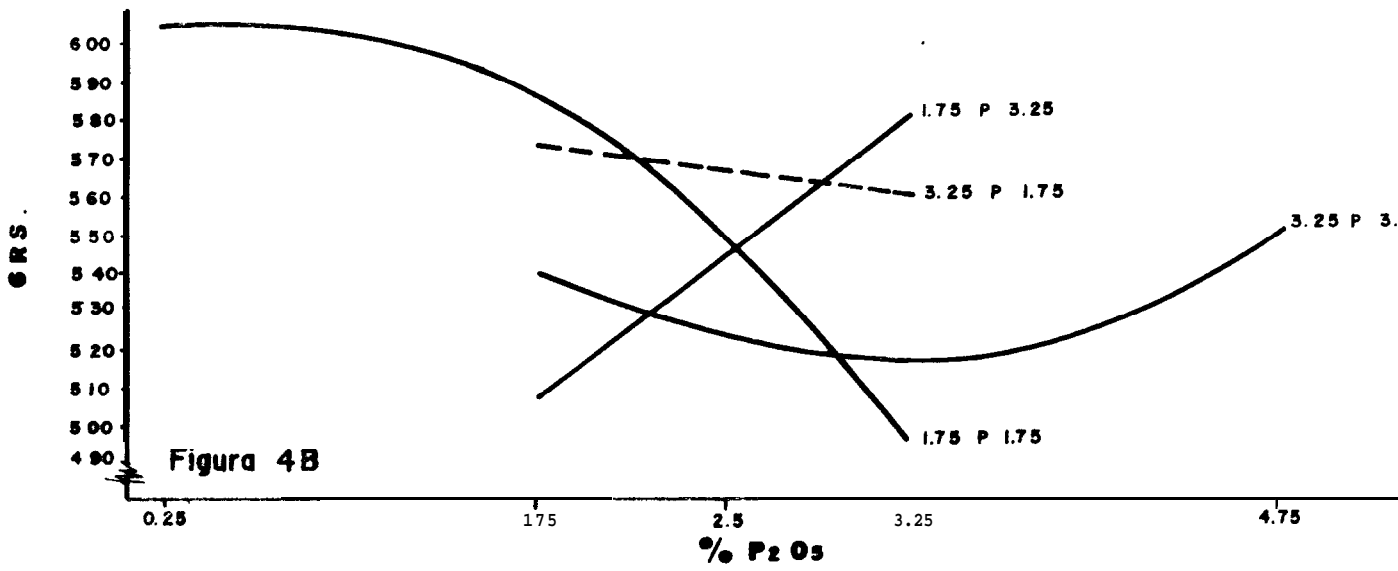
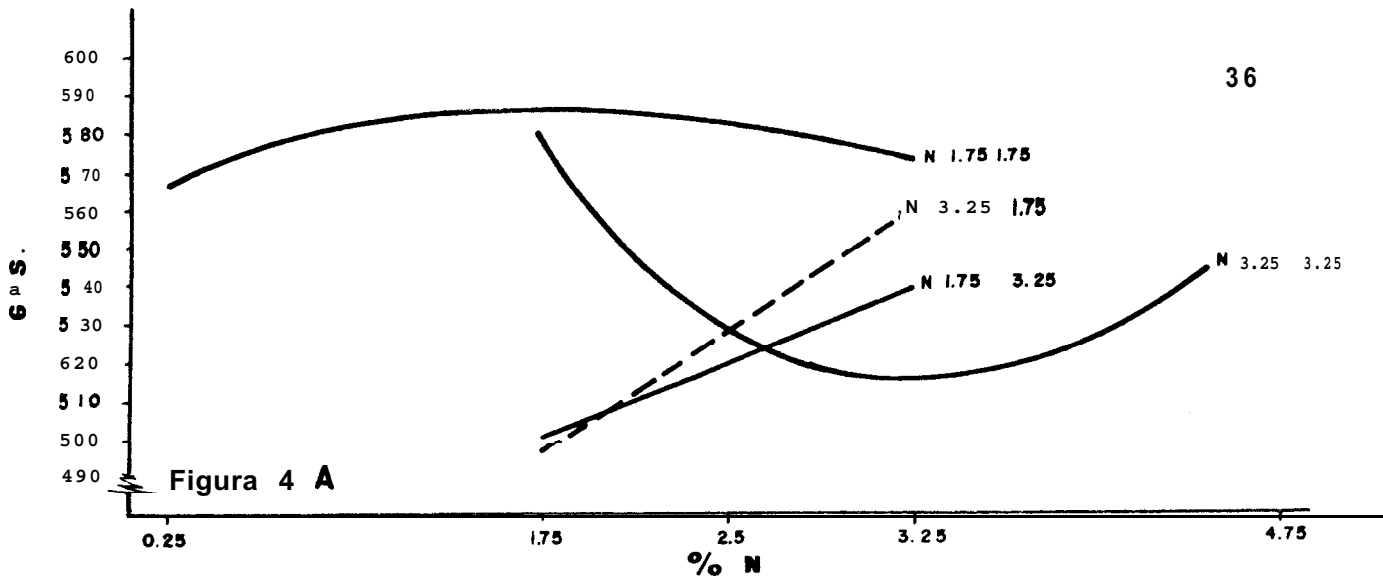


Figura 4. Efecto de diferentes tratamientos Foliare de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O sobre el peso por Cien motas de algodón. Variedad D.P. 61

variar el N de 1,75 a 4,75%, el peso por 100 motas disminuye. Como los valores se reportaron entre 400 y 600 g, se deduce que los diferentes porcentajes de N no modificaron este componente del rendimiento.

Con respecto a la influencia del P sobre el peso de 100 motas, en la Figura 4B se observa que con 0,25% de  $P_2O_5$ , 1,75% de N y de  $K_2O$  se obtiene el mayor valor, pero que luego al aumentar los niveles de 0,25 a 3,25% de  $P_2O_5$ , el peso decrece tal como lo indica la proyección 1,75 - P - 1,75; posteriormente, al pasar de 1,75 a 3,25% de  $P_2O_5$  el peso se incrementa, tal como lo indica la trayectoria 1,75 - P - 3,25. La situación presentada determina que la aplicación de  $P_2O_5$  en mezcla con diferentes porcentajes de N y de  $K_2O$ , no modificó el peso por 100 motas, pues este componente varió de 400 a 600 g.

La Figura 4C, muestra que con 1,75% de  $K_2O$ , 1,75% de N y de  $P_2O_5$ , se obtiene el mayor peso por 100 motas y que la variación entre 0,25 y 1,75% o 1,75 y 3,25% de  $K_2O$  incrementan el valor, fenómeno que se aprecia en las secuencias 1,75 - 1,75 - K y 1,75 - 3,25 - K. Aunque niveles altos de  $K_2O$  inducen a valores decrecientes del peso por 100 motas, el efecto no fue marcado, por cuanto este componente del rendimiento se mantuvo dentro del rango de 400 a 600 g,



#### 4.2.2 Porcentaje de fibra

Si bien, el máximo porcentaje de fibra, 41,63% se obtuvo con 4,75% de N, 3,25% de  $P_2O_5$  y 3,25% de  $K_2O$  (Tabla 8), no se apreció alguna tendencia que indicara un cambio progresivo, a medida que se variaron los niveles de los tres nutrimentos, además en el testigo, el valor fue de 39,87%.

Observando los diferentes resultados y como no hubo diferencias significativas entre los tratamientos (Anexo 7), ni disminución notoria en dicho porcentaje, se puede asumir que existió adecuada disponibilidad de nutrimentos durante el período de formación de la fibra, según lo expuesto por Lagiere (17). Del mismo modo, la sola fertilización edáfica fue suficiente para obtener porcentajes muy aceptables, apreciación confirmada en el trabajo de fertilización foliar realizado por Sánchez (28), quien para el testigo utilizando la variedad D.P. 16, encontró 39,48% de fibra; por lo anterior, la variación entre 38,27 y 41,63% se considera como indicativo de un alto porcentaje de fibra, hecho comprobado por el Programa de Algodón (14), al estimar para la variedad D.P.61 un promedio de 40%.

Analizando separadamente el efecto de cada uno de los nutrimentos foliares sobre el % de fibra, la Figura 5A muestra que el mayor valor se presentó con 4,75% de N, 3,25% de  $P_2O_5$  y de  $K_2O$ . Como las secuencias, N - 1,75 - 1,75 y N - 3,25 - 3,25 presentan valores crecientes y decre-

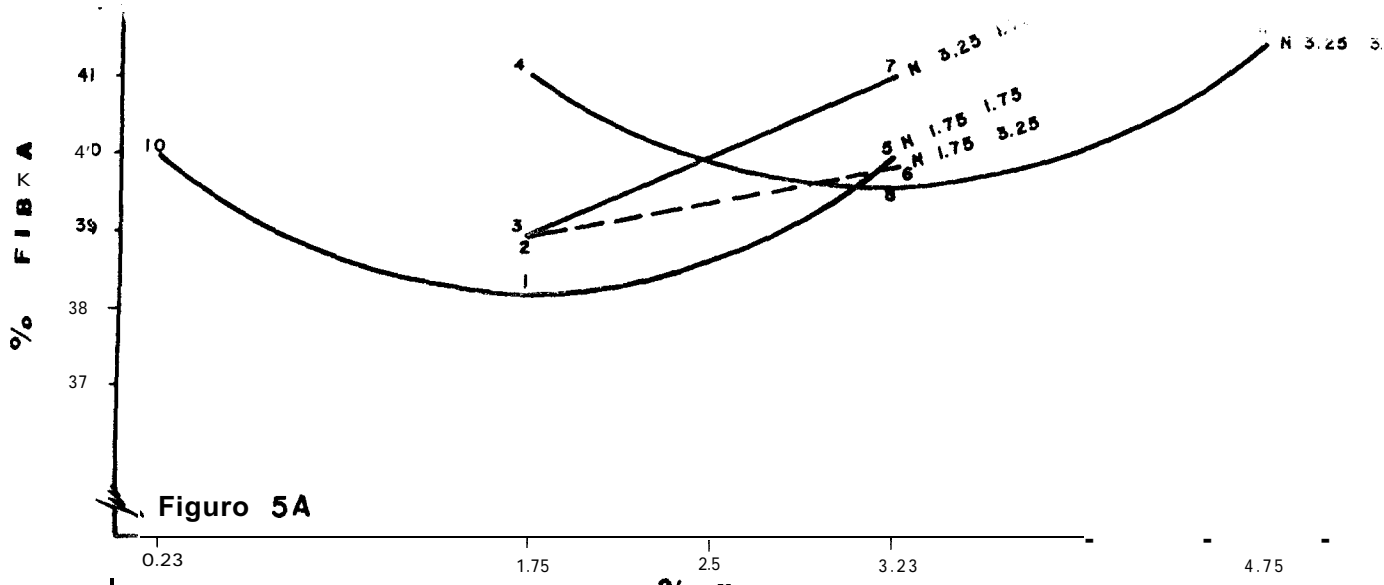


Figura 5A

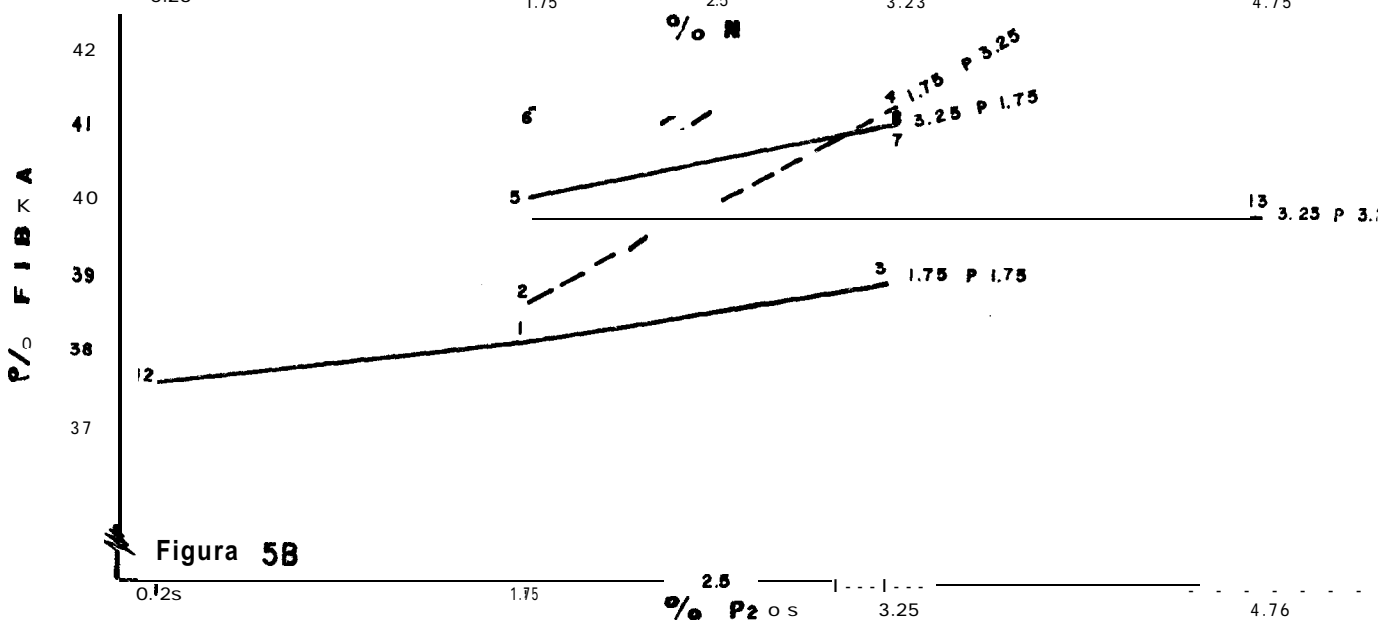


Figura 5B

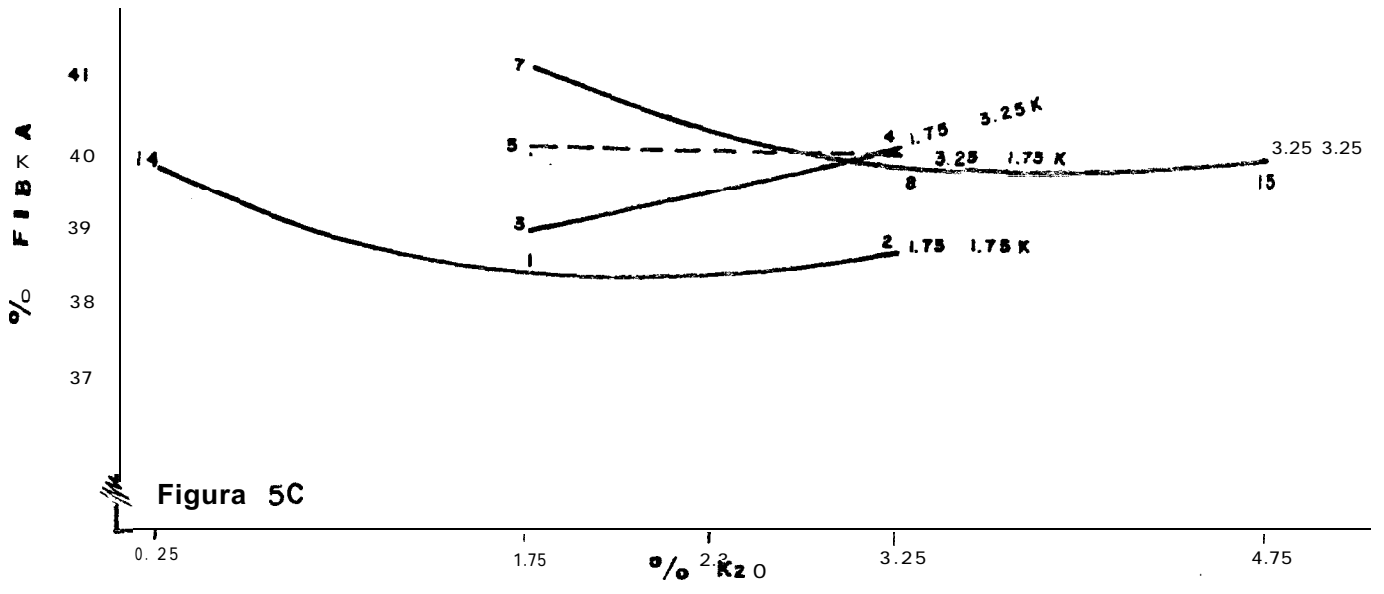


Figura 5C

Figura 5 Efecto de diferentes tratamientos foliares de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  sobre el porcentaje de fibra de algodón.

cientes superiores a 38%, se indica que los diferentes niveles de N no alteraron dicho componente del rendimiento.

Por la Figura 5B, se observa que la aplicación de  $P_2O_5$ , tampoco fue determinante sobre el porcentaje de fibra, pues si bien con 3,25% de  $P_2O_5$  en presencia de 1,75% de N y 3,25% de  $K_2O$  se obtuvo el mayor valor, al aumentar los niveles de  $P_2O_5$ , dicho componente del rendimiento tiende a permanecer constante, tal como se aprecia en el trayecto 3,25 - P 3,25. Se puede asumir que el P no influyó en alguna modificación.

Con relación al comportamiento del K, sobre el porcentaje de fibra, en la Figura 5C., se nota que aunque con 1,75% de  $K_2O$ , 3,25% de N y de  $P_2O_5$  se obtiene el mayor valor, al variar de 0,25 a 3,25% y de 1,75 a 4,75% de  $K_2O$  el porcentaje de fibra decrece, efecto que se manifiesta en las secuencias 1,75 - 1,75 - K y 3,25 - 3,25 - K. Como los valores fueron mayores de 38% de fibra, se establece que el K tampoco indujo algún cambio.

#### 4.2.3 Número de cápsulas por planta

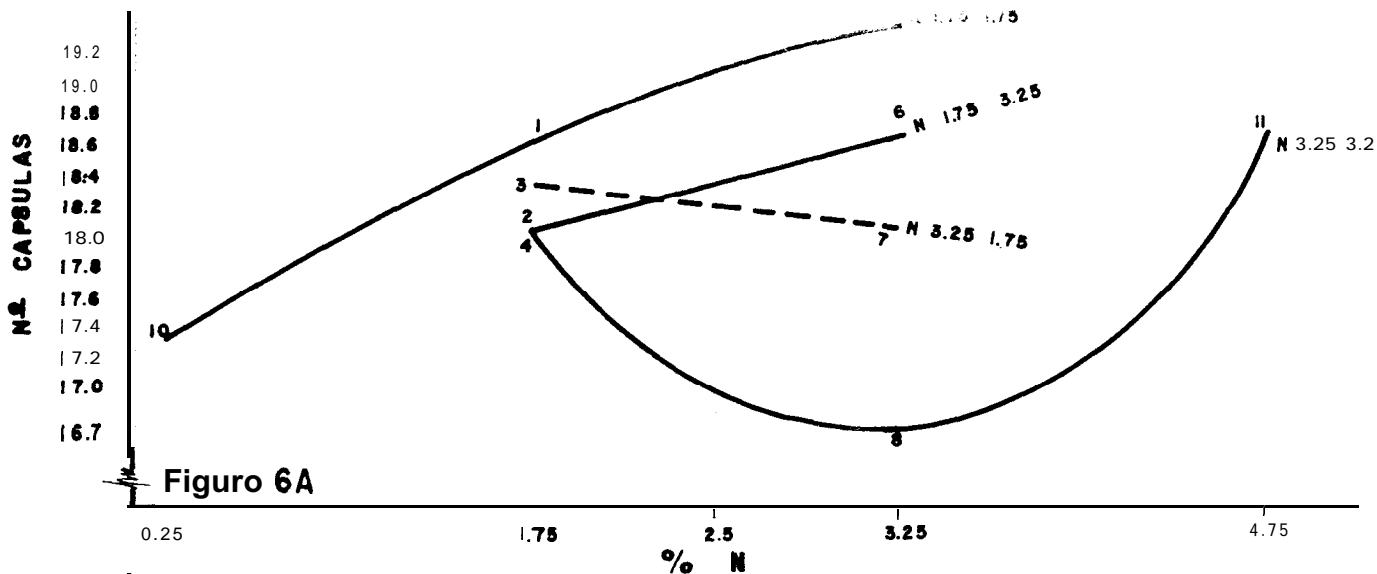
La Tabla 8, muestra que el mayor número de cápsulas, 19.3, se obtuvo con los tratamientos 3,25 - 1,75 - 1,75 y 1,75 - 0,25 - 1,75 de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  respectivamente. Se observa que al combinar los diferentes

niveles de los nutrimentos, no se presenta una variación significativa en el número de cápsulas por planta, pues los valores se manifestaron entre 16,7 y 19,3.

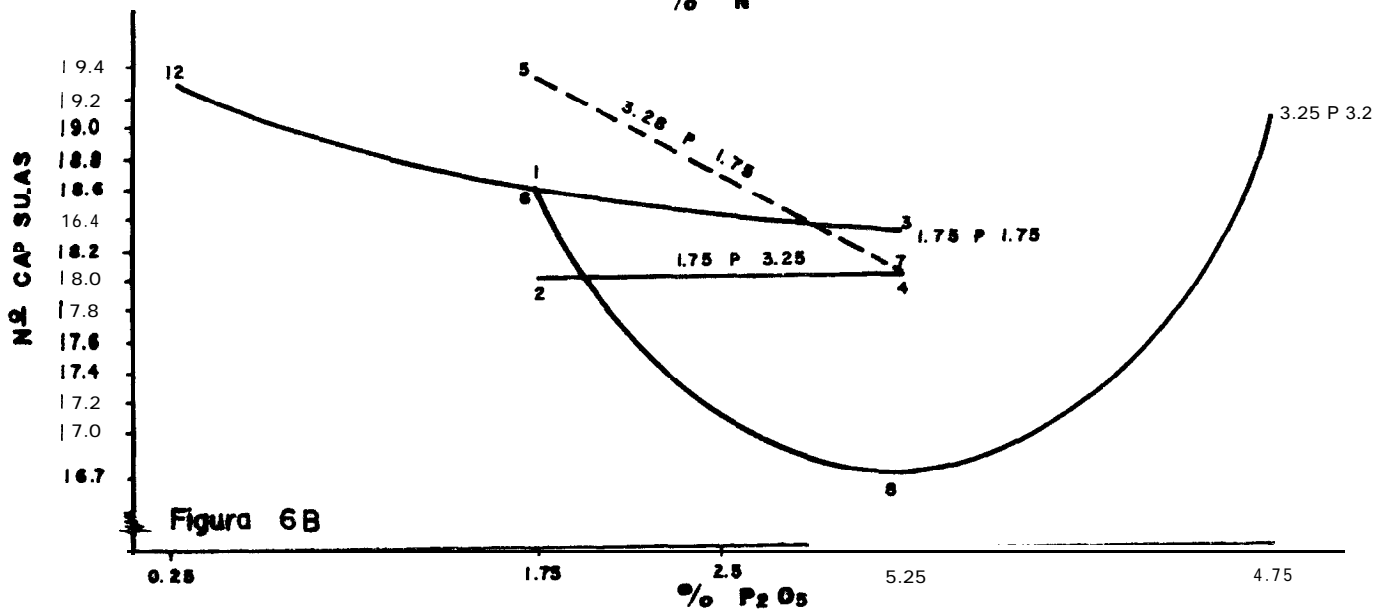
Si bien, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos (Anexo 8), y finalmente el rendimiento fue aceptable, los valores presentados se consideran relativamente bajos, pues por criterios evaluativos un número adecuado es de 24 (7), mientras que desde el punto de vista investigativo, la variedad D.P. 61 rinde en promedio 20 cápsulas por planta (14).

Mirando separadamente el efecto de cada uno de los nutrimentos foliares sobre el número de cápsulas por planta, en la Figura 6A se observa alguna respuesta cuando el N varía de 0,25 a 3,25% en presencia de 1,75% de  $P_2O_5$  y de  $K_2O$  y a pesar de obtenerse el mayor valor con 3,25% de N, la influencia continúa variable, tal como se aprecia la secuencia N-3,25 - 3,25. Podría pensarse que al aplicar otros niveles de N en mezcla de  $P_2O_5$  y de  $K_2O$ , se lograría definir un efecto más claro del N foliar sobre el número de cápsulas.

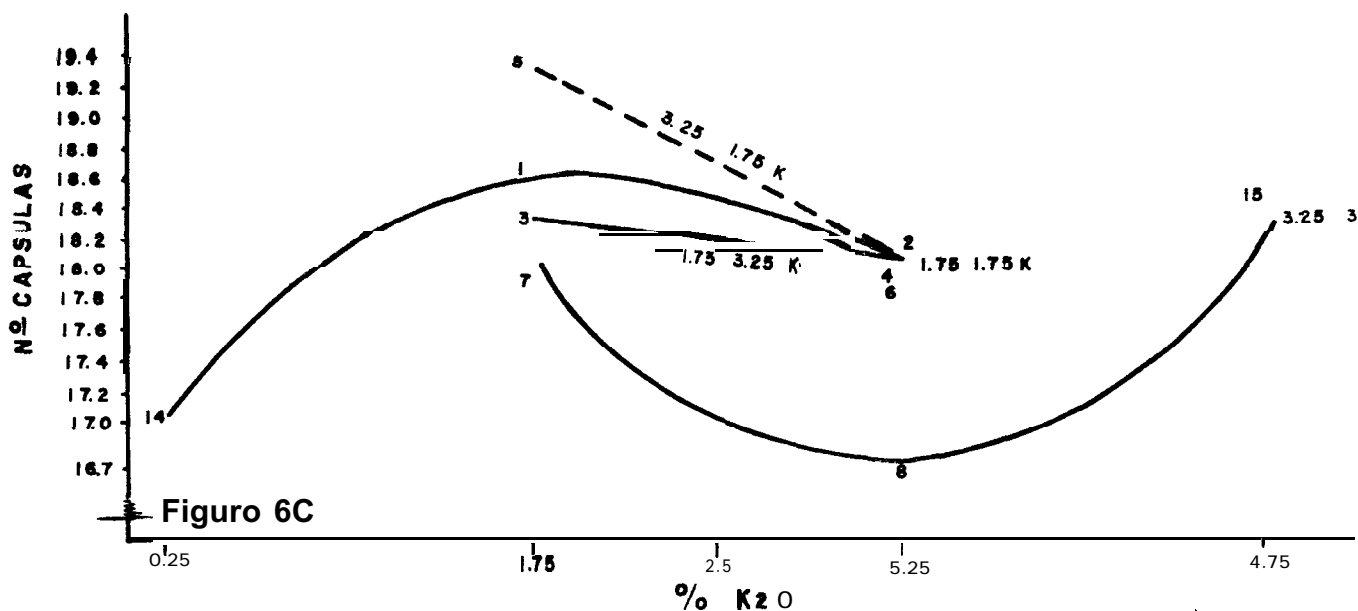
En la Figura 6B, se aprecia que con 0,25% de  $P_2O_5$ , 1,75% de N y de  $K_2O$ , se obtiene el mayor número de cápsulas por planta y que posteriormente al aumentar los niveles de  $P_2O_5$ , el valor decrece. Aunque de 3,25 a 4,75% de  $P_2O_5$  hay incremento del número de cápsulas por planta,



Figuro 6A



Figuro 6B



Figuro 6C

Figuro 6. Efecto de diferentes tratamientos foliares de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O sobre el número de cápsulas por planta de algodón.

Variedad delta Píne 61

el comportamiento de las curvas  $1,75 - P - 1,75$  y  $3,25 - P - 3,25$ , no determina una influencia significativa del P sobre dicho componente del rendimiento.

En relación al comportamiento del K (Figura 6C), se observa que el mayor número de cápsulas por planta se obtuvo con  $1,75\%$  de  $K_2O$ ,  $3,25\%$  de Ny de  $1,75\%$  de  $P_2O_5$ . Si bien, entre  $0,25$  y  $1,75\%$  de  $K_2O$  el valor se incrementa, al aumentar los niveles de  $K_2O$  se manifiesta un efecto variable, hecho que se registra en las secuencias  $1,75 - 1,75 - K$  y  $3,25 - 3,25 - K$ . La situación presentada indica que el  $K_2O$  utilizando como fuente el KCl no causó efecto sobre el número de cápsulas.

Aunque los componentes del rendimiento no fueron modificados por el efecto de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  aplicados foliarmente, es importante hacer notar que en la determinación de peso por mota, porcentaje de fibra y número de cápsulas, intervienen en forma balanceada, primeramente N y en segundo lugar la acción conjunta de NK, NPK o NP, pues según (27) ellos actúan en la **formación** y apertura de estructuras, en la formación y maduración de la fibra; además que su mayor acción se manifiesta cuando hay agua, luz y  $CO_2$  que son condiciones de alta eficiencia fotosintética.

Como el porcentaje de fibra y el peso por 100 motas se mantuvieron dentro de rangos muy aceptables, es posible asumir que si **bajo** otras circuns-

tancias se utilizan otras fuente y/o otros niveles de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$ , se pueda modificar el número de cápsulas por efecto de la fertilización foliar.

#### 4.3 Análisis de Calidad de la Fibra

##### 4.3.1 Longitud

La Tabla 9 muestra que el 83% de los valores de la longitud se encuentran dentro del rango 0,984 a 1,140 Pulg, o sea que corresponden a fibra media, y que el 17% restante está entre 1,141 y 1,390 Pulg, clasificándose de fibra larga; además, que el mayor valor, 1,156 Pulg, se obtuvo con 0,25% de N y 1,75% de  $P_2O_5$  y de  $K_2O$ . De acuerdo a lo anterior, los resultados se consideran aceptables, puesto que se ajustan a las exigencias de la industria textil.

Si bien, la variedad de algodón D.P.61 está clasificado como de fibra media y aunque no hubo diferencias significativas entre los tratamientos (Anexo 9), los resultados obtenidos indican que hubo una tendencia a producir fibra larga, El hecho podría atribuirse a que esta característica genética, puede ser influenciada en cierta medida por la fertilización (2); sin embargo, se ha establecido que una adecuada nutrición con N, P y K y suficiente disponibilidad de agua, son factores que ayudan a desarrollar la fibra hasta su mayor longitud (36).

**TABLA 9.** Datos promedios de análisis de longitud, resistencia y finura correspondientes a los diferentes tratamientos en la variedad de algodón Delta Pine 61.

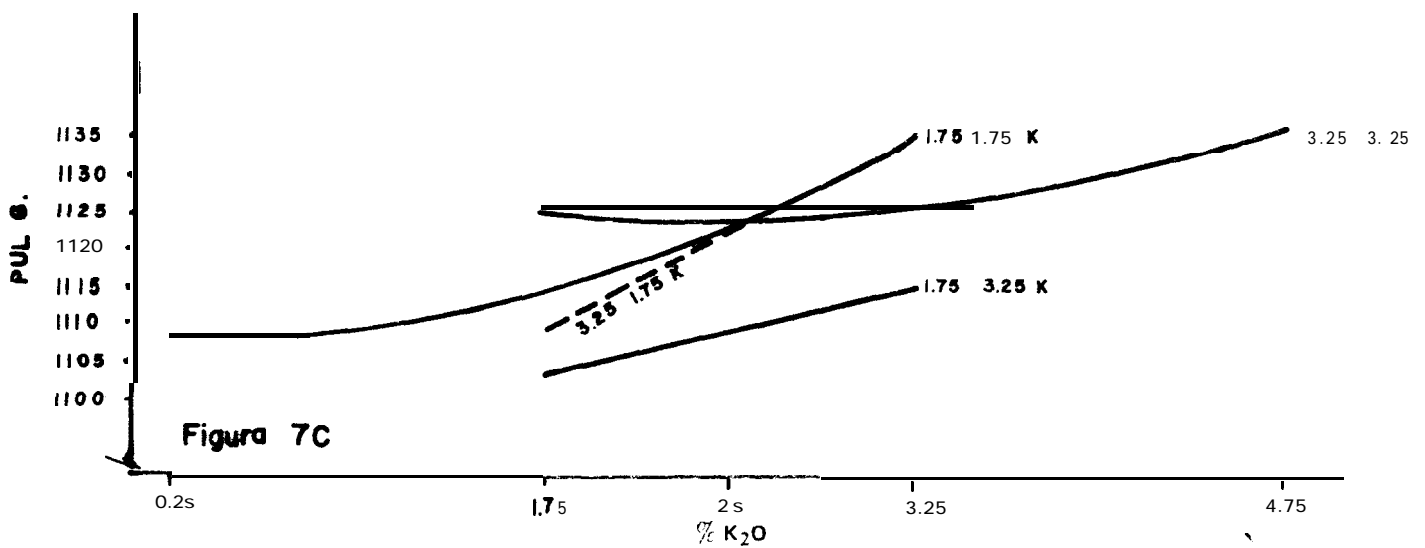
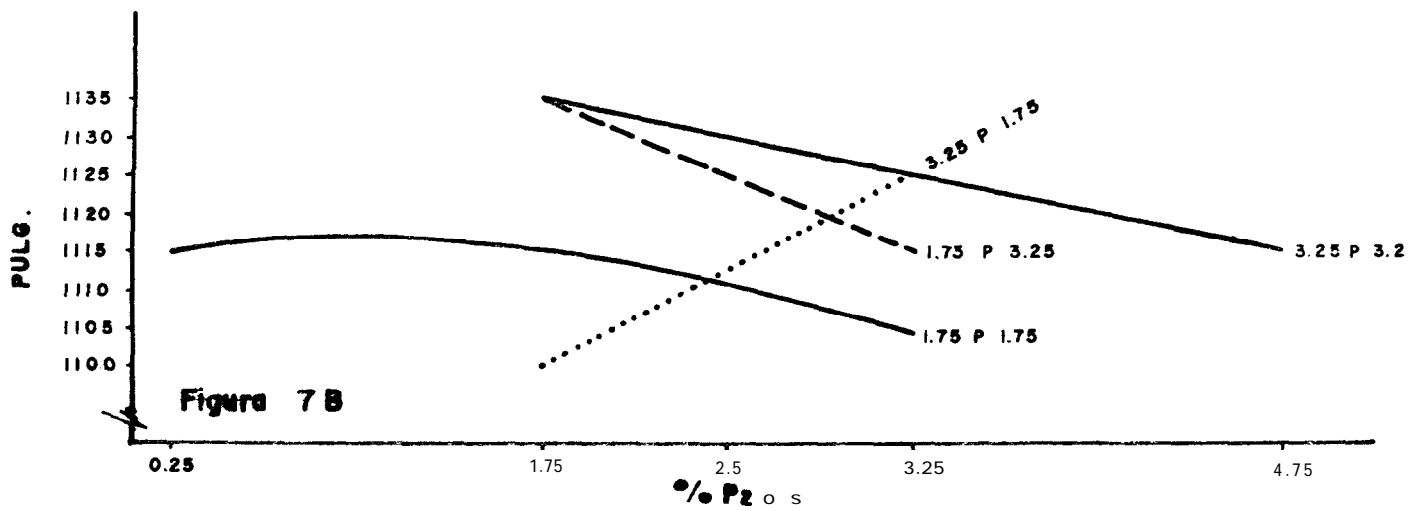
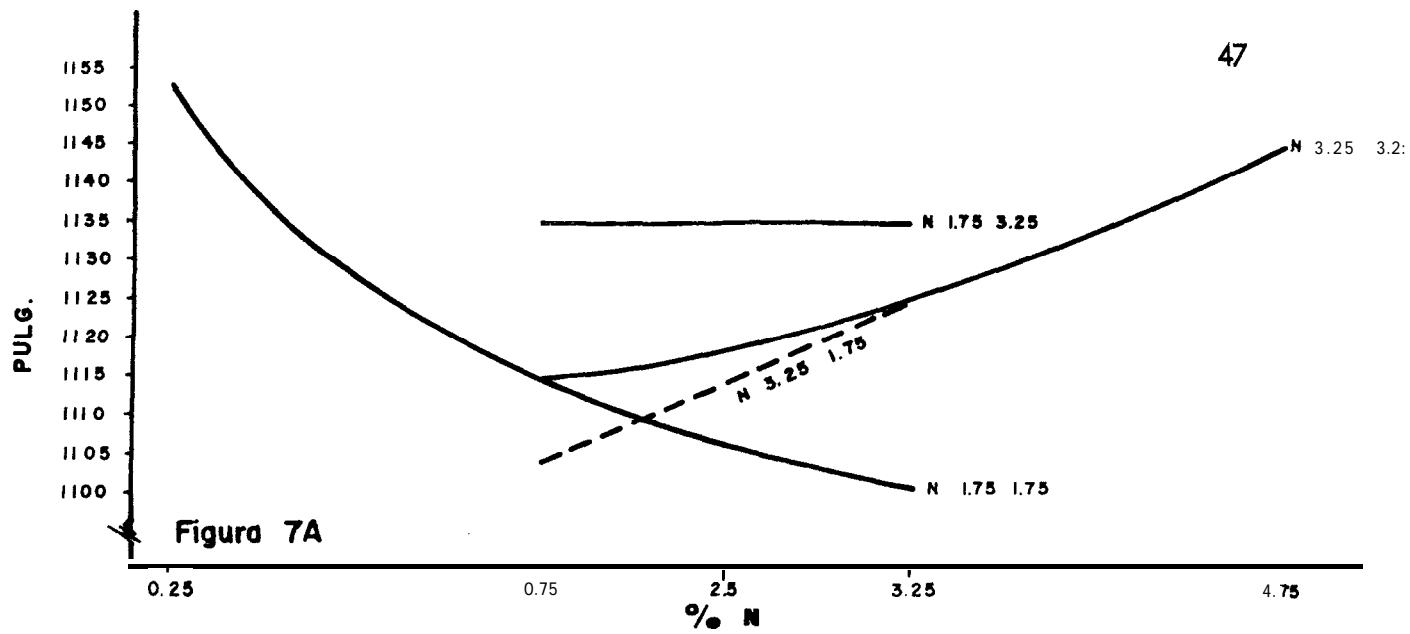
N	Tratamientos		Longitud (Pulg.)	Resistencia (Lbs/Pulg <sup>2</sup> )	Finura Microg/Pulg	R. U.
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O				
1,75	1,75	1,75	1,115	77,333	4,63	49,23
1,75	1,75	3,25	1,135	79,667	4,43	49,62
1,75	3,25	1,75	1,104	78,000	4,23	45,80
1,75	3,25	3,25	1,115	79,000	4,50	47,65
3,25	1,75	1,75	1,100	78,000	5,00	49,92
3,25	1,75	3,25	1,136	75,333	4,60	50,62
3,25	3,25	1,75	1,125	76,333	4,63	48,81
3,25	3,25	3,25	1,125	78,667	4,47	47,71
2,50	2,50	2,50	1,104	77,667	4,23	46,28
0,25	1,75	1,75	1,156	76,000	4,50	53,29
4,75	3,25	3,25	1,146	77,000	4,63	49,94
1,75	0,25	1,75	1,115	74,667	4,70	48,34
3,25	4,75	3,25	1,115	77,000	4,53	46,49
1,75	1,75	0,25	1,084	77,333	4,33	46,12
3,25	3,25	4,75	1,135	78,000	4,57	48,87
0,25	3,25	3,25	1,146	75,000	4,67	50,66
3,25	0,25	3,25	1,146	77,667	4,53	48,42
3,25	3,25	0,25	1,094	80,000	4,30	49,14
0	0	0	1,135	78,333	4,40	48,52
2,50	0	0	1,115	79,000	4,63	46,99
0	2,50	0	1,104	77,333	4,33	47,38
0	0	2,50	1,115	76,000	4,23	50,29
3,50	2,50	2,50	1,135	76,000	4,40	50,17

Por la Figura 7A, se aprecia que el N, fue el nutrimento que mejor participó para determinar valores de fibra larga. Con 0,25% de N y 1,75% de  $P_2O_5$  y de  $K_2O$ , se obtuvo una longitud equivalente a 1,156 Pulg. y aplicaciones entre 1,75 y 4,75% de N mezcladas con 3,25% de  $P_2O_5$  y de  $K_2O$  incrementaron el valor hasta llegar a 1,146 Pulg. con el tratamiento 4,75 - 3,25 - 3,25. El efecto de P sobre la longitud (Figura 7B), indica que niveles entre 0,25 y 3,25% de  $P_2O_5$  en mezcla con 1,75% de N y de  $K_2O$ , ocasionan disminución en la longitud; fenómeno similar se presenta por la trayectoria 3,25 - P - 3,25. Si bien, el máximo valor se obtuvo con 1,75% de  $P_2O_5$  cuando se utilizó 1,75% de N y 3,25% de  $K_2O$  o 3,25% de N y de  $K_2O$ , los resultados se mantuvieron dentro de los límites de fibra media.

Por la Figura 7C, se nota que cuando el K varía de 0,25 a 3,25% en presencia de 1,75% de N y de  $P_2O_5$ , la longitud se incrementa, situación similar se observa en la secuencia 3,25 - 3,25 - K. Aunque el mayor valor se obtuvo con 4,75% de  $K_2O$ , 3,25% de N y de  $P_2O_5$ , no se indicó alguna modificación, pues la longitud se clasificó de fibra media.

#### 4.3.2 Resistencia

De acuerdo a los valores de la Tabla 9, la resistencia varió entre 74.667 y 80.000 Lbs/Pulg<sup>2</sup>, obteniéndose este último con 3,25% de N, - 3,25% de  $P_2O_5$  y 0,25% de  $K_2O$ . En el testigo, la resistencia fue de -



**Figura 7 . Efecto de diferentes tratamientos foliares de N, P<sub>2</sub> O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O sobre la longitud de la fiebre de algodón. Variedad delta Pine 61**

70.333 **Lbs/Pulg<sup>2</sup>**. Por lo anterior, los resultados se clasifican de resistencia promedio, considerándose **ajustados** a las exigencias de la industria textil, pues según **(3,36)**, valores de resistencia superiores a 75.000 **Lbs/Pulg** aumentan la eficiencia del proceso de hilandería.

Por ser la variedad D.P.61 de resistencia promedio y además como no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, **(Anexo 10)**, se deduce que este componente de la calidad no fue modificado por efecto de la aplicación foliar de N, P y K. La situación podría obedecer a que dicha característica depende más de la constitución genética de la variedad que de factores externos como la fertilización **(2)** y aunque algunos investigadores han determinado **reducción** en la resistencia de la fibra cuando los niveles de K son **bajos (31)**, vale destacar que los resultados están de acuerdo con Sánchez **(28)**, quien no encontró influencia del K sobre esta **característica**.

Por otra parte, como en cierta medida la resistencia está influenciada por factores ambientales, especialmente la humedad del suelo durante la época de formación de las fibras **(31)**, **podría** decirse que este factor estuvo disponible durante dicho período.

La Figura **8A**, muestra que la influencia del N sobre la resistencia es variable, pues con aplicaciones de **0,25** a **3,25%** de N en mezcla de

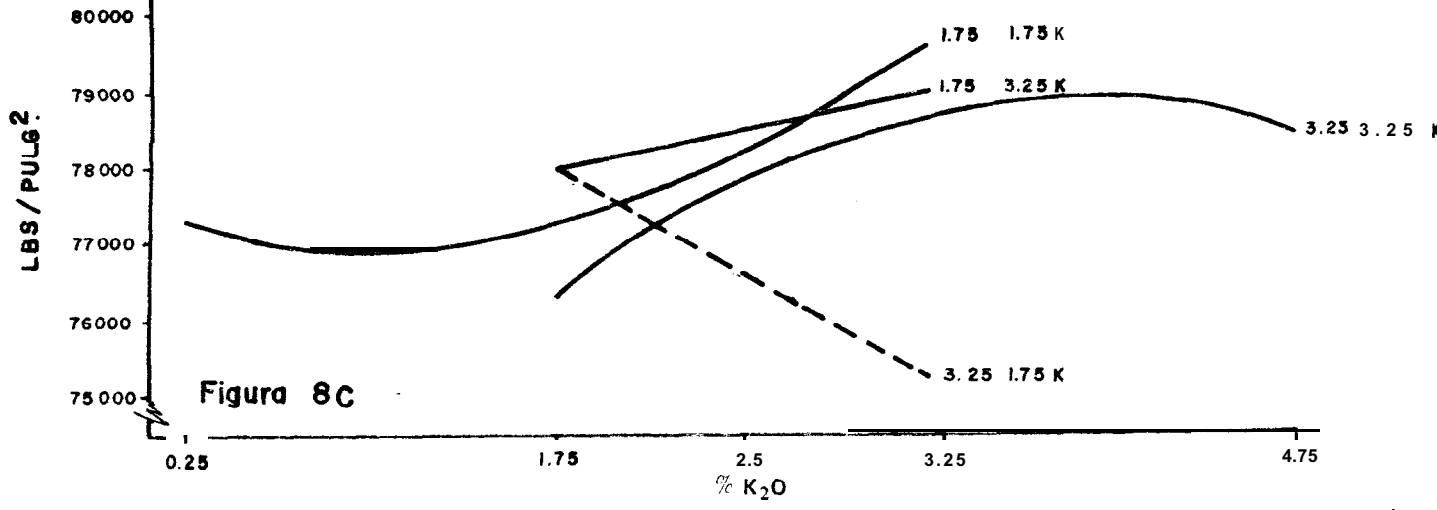
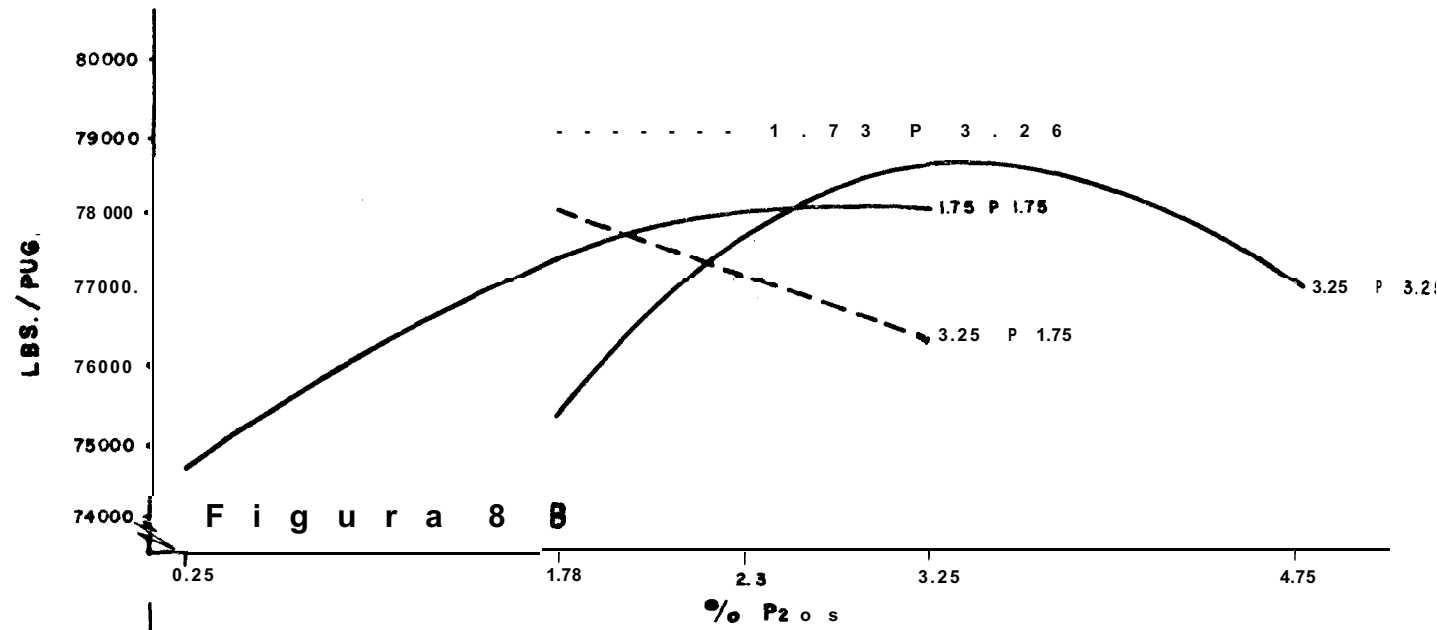
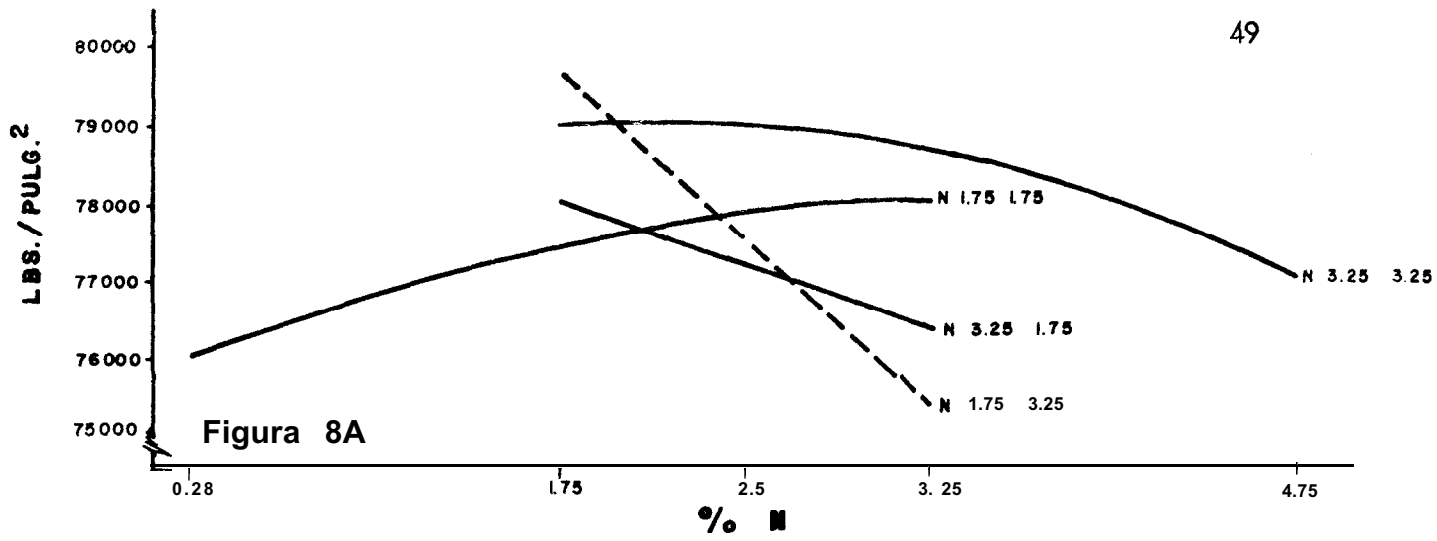


Figura 8 . Efecto de diferentes tratamientos foliares de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O sobre la resistencia de la fibra de algodón .Variedad delta Pine 61 .

1,75% de  $P_2O_5$  y de  $K_2O$ , la resistencia se incrementó, pero al posar de 1,75 a 4,75% de N, el valor es decreciente, hecho apreciado en la *curva* N - 3,25 - 3,25. El máximo valor de este componente de la calidad se obtuvo con 1,75% de N cuando se utilizó 1,75% de  $P_2O_5$  y 3,25% de K20.

Observando la Figura 8B, se establece que aplicaciones entre 0,25 y 2,5% de  $P_2O_5$  en presencia de 1,75% de N y  $K_2O$  incrementan el valor de la resistencia; fenómeno similar se presenta cuando el P varía de 1,75 a 3,25% combinado con 3,25% de N y de  $K_2O$ . Aunque la mayor resistencia se obtuvo con 1,75% de  $P_2O_5$ , 1,75% de N y 3,25% de K20, no es posible definir influencia de P, pues la característica se mantuvo dentro del rango promedio.

La aplicación de K foliar no define alguna influencia sobre la resistencia (Figura 8C), y aunque aplicaciones entre 1,75 y 3,25% de K20 incrementan dicho valor cuando se utiliza 1,75% de N y de  $P_2O_5$  o 1,75% de N y 3,25% de  $P_2O_5$ , los diferentes niveles de  $K_2O$ , no modificaron la resistencia promedio que caracteriza a la variedad D.P.61.

#### 4.3.3 Finura

La Tabla 9, muestra que aunque el mayor valor de la finura, 5.0 microgramos/Pulg., se obtuvo con 3,25% de N y 1,75% de  $P_2O_5$  y de  $K_2O$ ,

el 96% de los resultados se encuentran dentro del rango 4 a 4,9 microgramos/  
Pulg, clasificándose con un micronaire promedio. En el testigo, la finura fue  
de 4.40 microgramos /Pulg . Por lo anterior, se consideran dentro de los límites  
de aceptación en el mercado, pues según (2), algodones con finura entre  
3.5 y 4.9 no tienen castigo por concepto de micronaire, siendo en esta forma  
muy apetecidos por la industria textil.

En razón a que la variedad de algodón D.P. 61, está clasificada de  
finura promedia y como no hubo diferencias significativas entre los tratamien-  
tos, (Anexo 1 1), este componente de la calidad no fue modificado por efec-  
to de la aplicación foliar de N, P y K. El hecho, es explicable ya que dicha  
característica depende más de la constitución genética de la variedad que de  
factores externos como la fertilización (2); sobre el particular, Sánchez  
(28), encontró que el K tendía a aumentar la finura, pues al variar de cero  
(o) a 60 Kg/ha de  $K_2O$ , dicha característica pasó de 3.6 a 4.6 microgramos/  
Pulg.

Por otra parte, como la finura también está influenciada por facto-  
res ambientales, especialmente, la humedad del suelo durante la época de  
formación de las fibras (31), podría deducirse que este factor estuvo dispo-  
nible durante dicho período.

Observando separadamente el efecto de la aplicación foliar de N, P y K, sobre la finura, por la Figura 9A, puede apreciarse que al variar el N, de 0,25 a 3,25% en presencia de 1,75% de  $P_2O_5$  y  $K_2O$  el micronaire aumenta hasta obtener el máximo valor con 3,25% de N. Cuando el N pasó de 1,75 a 4,75%, la respuesta tendió a ser constante, situación que se nota por la trayectoria N-3,25 = 3,25. Como el micronaire se mantuvo dentro del rango establecido, el N foliar no intervino en modificación de este componente de la calidad.

El efecto del P sobre la finura (Figura 9B), no manifestó alguna influencia definida y aunque con 1,75 de  $P_2O_5$ , 3,25% de N y 1,75% de  $K_2O$ , se presentó el máximo valor, al pasar a 3,25% de  $P_2O_5$ , el micronaire disminuye. De 1,75 a 4,75 de  $P_2O_5$ , la finura tiene variaciones mínimas, las cuales son indicadas por la secuencia 3,25-P = 3,25.

La aplicación de K foliar sobre la finura (Figura 9C) no presentó alguna tendencia especial. Aspersiones entre 1,75 y 3,25% de  $K_2O$  con 3,25% de N y 1,75% de  $P_2O_5$ , conllevaron a disminución de la finura, mientras que entre 1,75 y 4,75% de  $K_2O$ , el micronaire manifestó alteraciones mínimas. Aunque el mayor valor se obtuvo con 1,75% de  $K_2O$ , 3,25% de N y 1,75% de  $P_2O_5$ , los valores se enmarcaron dentro del rango promedio.

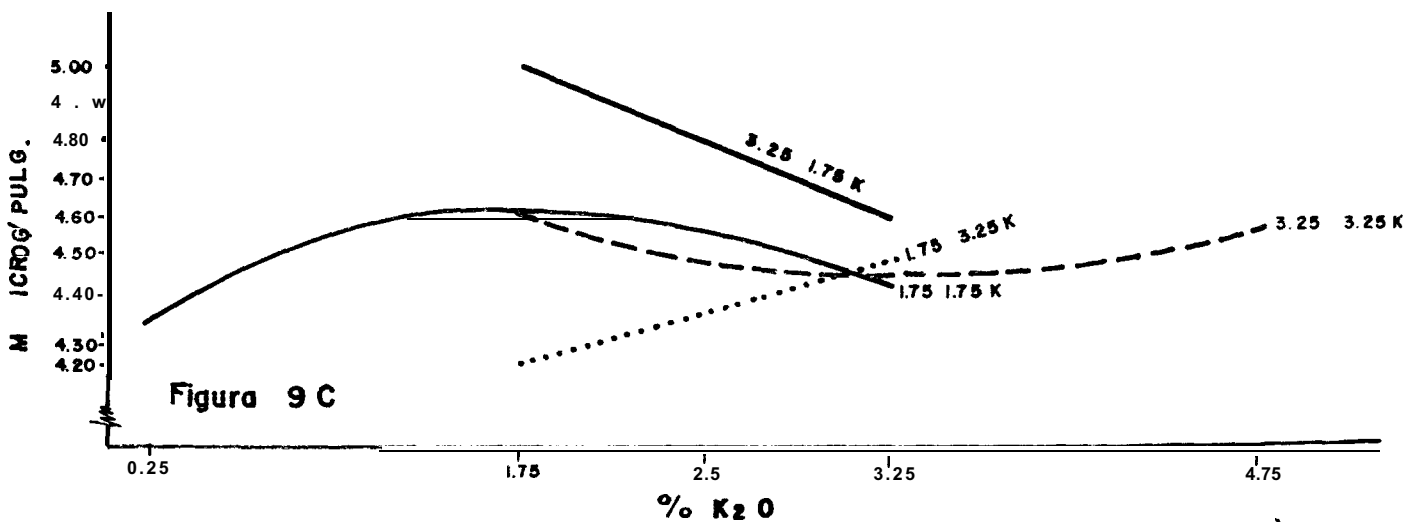
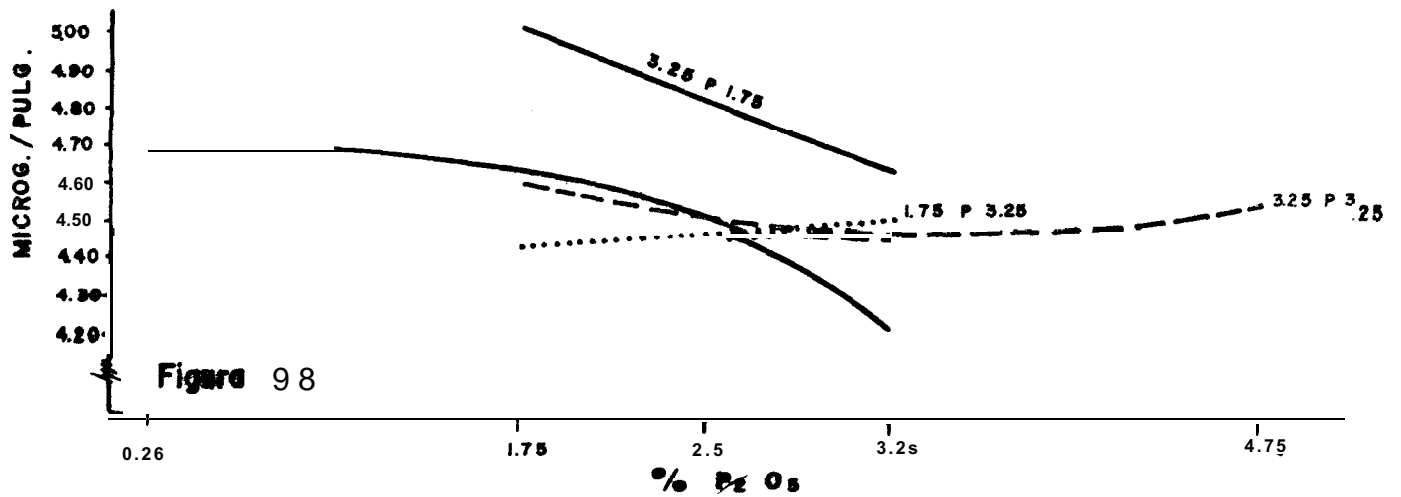
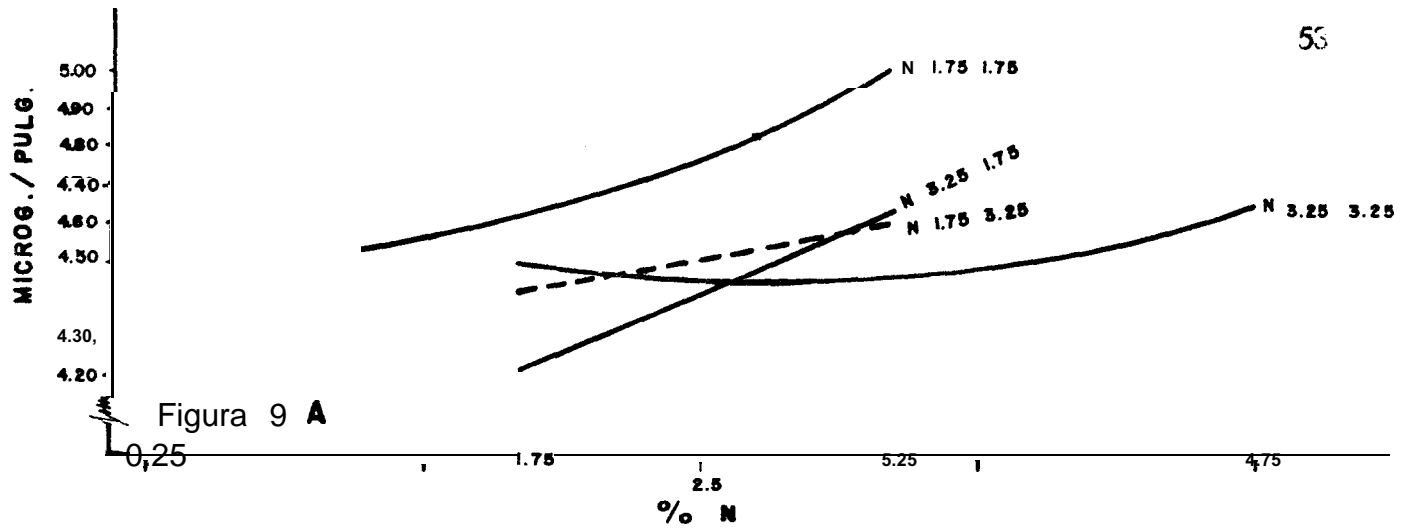


figura 9 . Efecto de diferentes tratamientos foliares de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O sobre la finura, de la fibra de algodón. Variedad delta Pine 61

#### 4.3.4 Relación de uniformidad

Lo Tabla 9, muestra que el 74% de los volores son mayores de 47, o sea que corresponden a una relación de uniformidad muy **alta** y que el 26% restante por encontrarse dentro del rango 46 a 47, se clasifican con una relación **alto**. El mayor valor **50,56**, se obtuvo con **0,25%** de N, **3,25%** de  $P_2O_5$  y de  $K_2O$ .

Como en el testigo la relación fue de 48, 52, **podría** decirse que la aplicación foliar de N, P y K, no determinó alguna modificación. De todas maneras, la clasificación presentada es aceptable por **cuanto** conlleva a mayor eficiencia en el proceso textil, aumentando la **calidad** en la **hilandería** y disminuyendo el porcentaje de desperdicio (2).

Como no hubo diferencias significativas por los diferentes **parámetros** de la calidad de la fibra por efecto de la aplicación foliar de N, P y K, es importante anotar que aunque dichas características se consideran hereditarios (31), las fluctuaciones de la calidad son el producto de **diferentes** factores, entre ellos, genéticos, prácticos culturales, condiciones climáticas y técnicos de desmote (35). Es **así** que cuando la formación de la fibra coincide con un **período** de **sequía**, las fibras se acortan y tanto la resistencia como la finura presentan valores mayores **al** promedio que **caracterizo** o la variedad (31). Del mismo modo, cuando la temperatura de se

cado se incrementa excesivamente, se origina rotura de las fibras, disminuyendo así la uniformidad de la longitud (35). De acuerdo a lo anterior y teniendo en cuenta que la longitud de la fibra fue el único componente de la calidad que tendió a manifestar modificación por efecto de la aplicación foliar de N, P y K, es posible que bajo otras condiciones y mediante la utilización de otras fuentes y/o otros niveles de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$ , se pueda lograr que la longitud llegue a su máxima expresión sin modificación sustancial de la resistencia y la finura.

#### 4.4 Efecto de la Aplicación Foliar de N, $P_2O_5$ y $K_2O$ sobre el Contenido de estos nutrientes en las hojas.

Con el fin de tener una idea del estado nutricional del algodónero después de efectuar la fertilización foliar y su posible relación con el rendimiento y la calidad de la fibra, se determinó el contenido de N, P y K en las hojas de las ramas fructíferas a los 80 días de edad del cultivo; los respectivos valores se presentan en la Tabla 10.

##### 4.4.1 Nitrógeno

La Tabla 10, muestra que el contenido de N, en las hojas a los 80 días, varió entre 1,40 y 2,60% y que el último porcentaje se encontró con 4,75% de N, 3,25% de  $P_2O_5$  y 3,25% de  $K_2O$ ; aunque se nota alguna variación al combinar los niveles de los diferentes nutrientes, no hubo diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 12).

Por la figura 10A, se aprecia que al aumentar los niveles de N, su contenido en las hojas se incrementa y ello es notorio cuando el N varía de

**TABLA 10.** Contenido de nitrógeno, fósforo y potasio presentes en hojas de algodón, variedad Delta Pine 61. (Promedio de tres replicaciones).

Tratamientos			N	P	K
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O			
Porcentaje			Porcentaje		
1,75	1,75	1,75	1,43	0,33	1,80
1,75	1,75	3,25	2,20	0,34	1,60
1,75	3,25	1,75	1,47	0,35	1,07
1,75	3,25	3,25	1,80	0,34	1,80
3,25	1,75	1,75	2,07	0,33	1,36
3,25	1,75	3,25	1,90	0,29	1,30
3,25	3,25	1,75	1,90	0,34	1,53
3,25	3,25	3,25	1,70	0,27	1,80
2,50	2,50	2,50	2,13	0,25	1,23
0,25	1,75	1,75	1,60	0,33	1,30
4,75	3,25	3,25	2,60	0,35	1,77
1,75	0,25	1,75	1,73	0,29	1,27
3,25	4,75	3,25	1,90	0,31	1,53
1,75	1,75	0,25	1,86	0,35	1,47
3,25	3,25	4,75	1,73	0,31	1,43
0,25	3,25	3,25	1,87	0,33	1,33
3,25	0,25	3,25	2,03	0,29	1,47
3,25	3,25	0,25	2,20	0,27	1,53
0	0	0	1,60	0,25	1,60
2,50	0	0	1,50	0,32	1,73
0	2,50	0	2,16	0,30	1,47
0	0	2,50	1,40	0,25	0,93
3,50	2,50	2,50	1,40	0,31	1,37

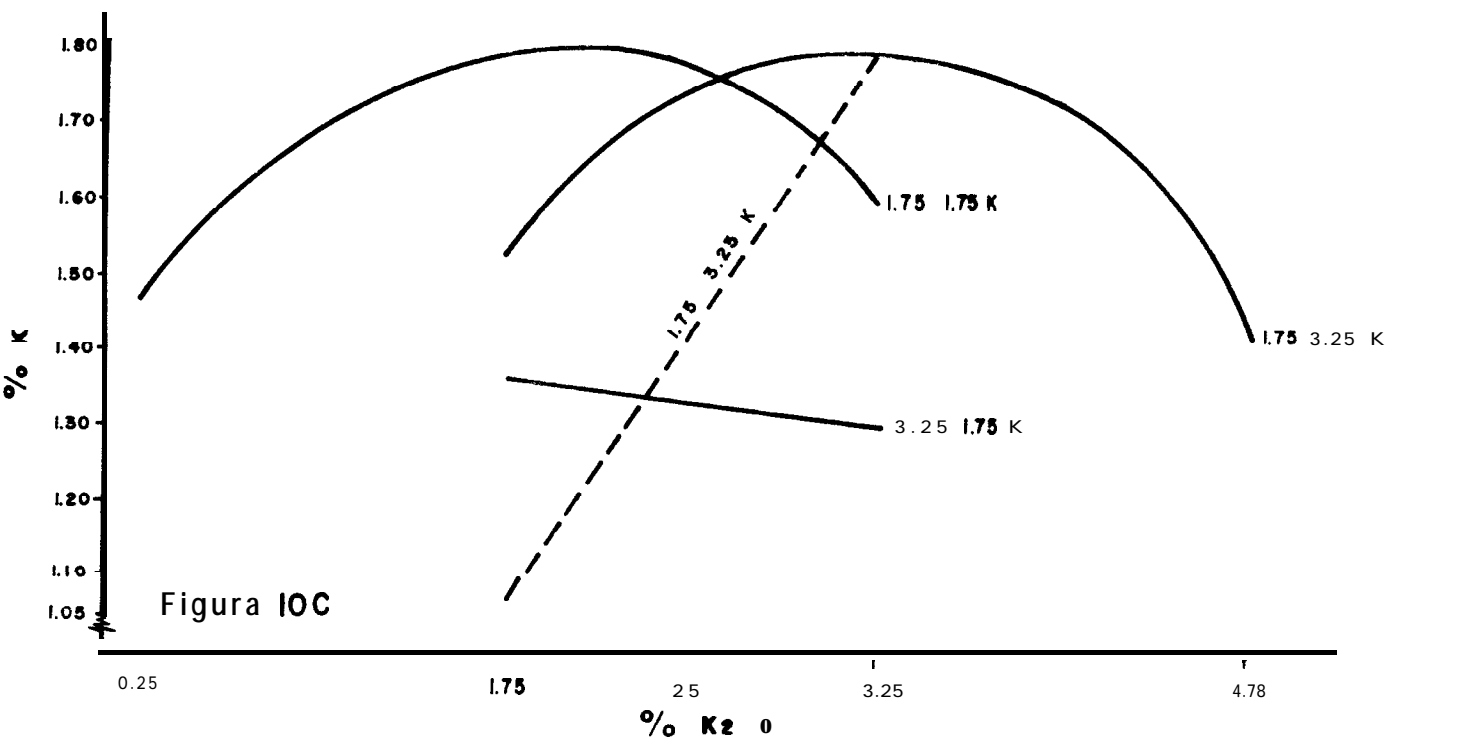
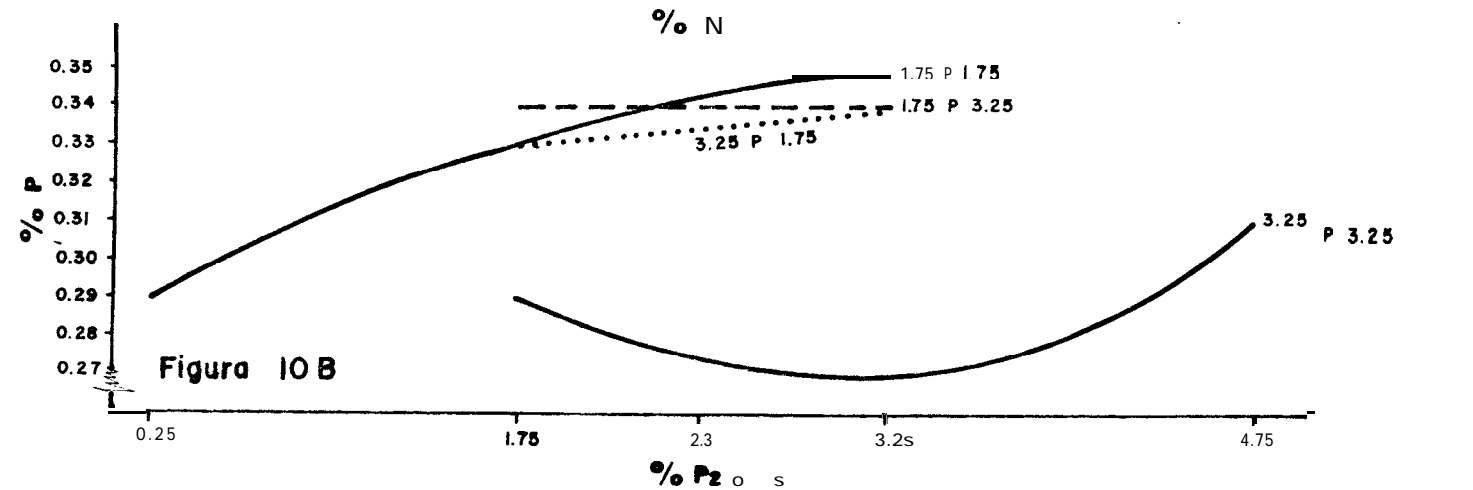
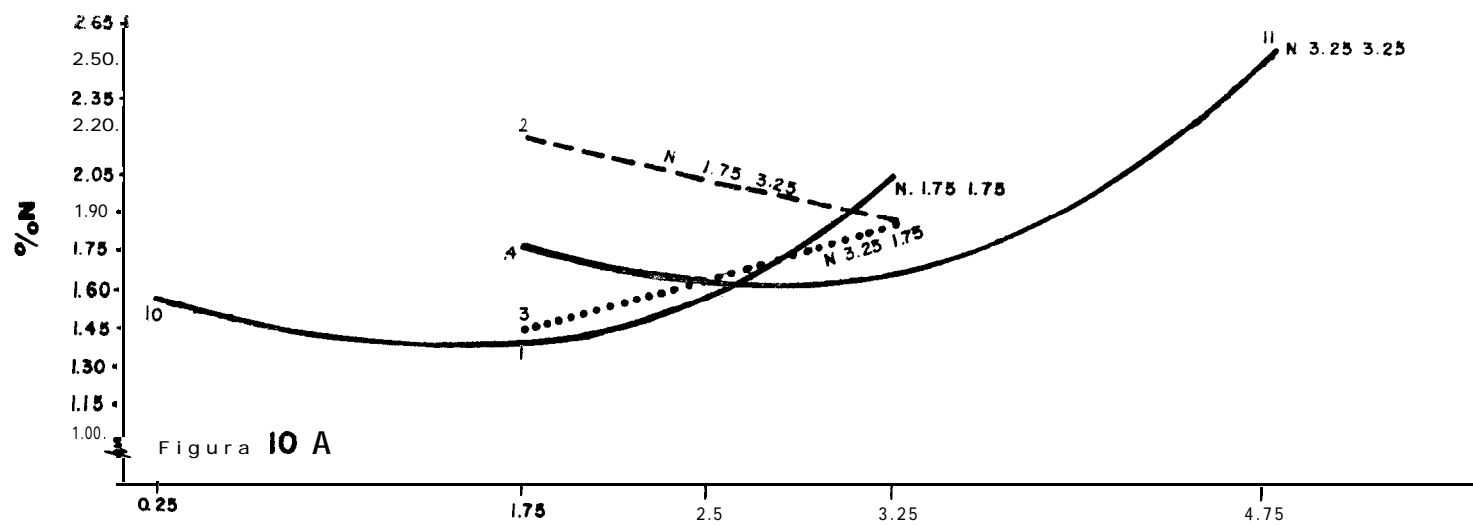


Figura 10. Efecto de diferentes tratamientos foliares de N, P<sub>2</sub>O y K<sub>2</sub>O sobre el contenido de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en los Rojos de la variedad de Algodón delta Pine 61

**3,25 a 4,75%**, donde se obtuvo el máximo valor al utilizar **3,25%** de  $P_2O_5$  y de  $K_2O$ .

Si bien, la mayor parte de estudios sobre análisis foliar de N, indican que conforme aumenta el **período** vegetativo del algodnero, dicho valor disminuye en las hojas, los resultados fueron menores en comparación a los encontrados en el estudio de interpretación del análisis del algodnero (15) pues luego de los 80 días, el porcentaje de N fue menor de **3,5%**. Del mismo modo, los valores fueron menores a los obtenidos por Frye (II), teniendo en cuenta que en el estudio con la variedad del algodón **D. P. 16**, el valor promedio de N en las **hojas** de las ramas **fructíferas** fue de **5.05%**; hecho similar se presenta al comparar los **porcentajes** de N determinados por **Tincknell** y Otros citados por Jones (16), pues 4.5% de N **para** hojas de algodón entre 60 y 80 días fue considerado como rango bajo.

Una posible explicación del bajo contenido de N en las hojas **po - dría atribuirse a** que los requerimientos aumentaron con rapidez durante la fase de prefloración y parte de la floración acumulándose principalmente en los tejidos de los botones florales y posteriormente en las cápsulas, según lo expuesto por Lagiere (17). El hecho es probable al considerar que el N fue el único nutrimento que ayudó **a** desarrollar la fibra **a** una mayor longitud , excluyendo en esta forma una posible deficiencia.

#### 4.4.2 Fósforo

La Tabla 8, muestra que el contenido de P en las **hojas a los 80 días** varió de **0,25 a 0,35%**, se aprecia que el máximo valor de este nutrimento se encontró con **1,75 y 3,25%** de  $P_2O_5$  en presencia de niveles altos y bajos de N y de K<sub>2</sub>O. Estadísticamente como puede verse en el Anexo 13, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

El contenido de P elemental se va incrementando con aplicaciones entre **0,25 y 3,25%** de  $P_2O_5$ , obteniéndose el máximo valor con **3,25** de  $P_2O_5$ , el porcentaje de P en las hojas disminuye, fenómeno que se aprecia en la curva **3,25- P = 3,25**. El hecho puede estar ligado a un posible **dese-**quilíbrio entre los nutrimentos.

Como en los diferentes tratamientos el contenido de P en base a materia seca varió de **0,25 a 0,35%**, los valores se consideran similares a los encontrados por Bingham (4), quien en dicho estudio definió **0,18%** de P como rango bajo y **0,32%** como rango intermedio; además, están de acuerdo con los resultados del estudio sobre interpretación del análisis foliar del algodón (15) y con la investigación realizada por Frye (11), en razón a **que** en dichos trabajos se establece que luego de los **80 días**, el contenido en las hojas es menor de 0.30%. En esta forma, los porcentajes se pueden interpretar como indicadores de adecuada disponibilidad del P durante el periodo de

fructificación del algodónero, máximo cuando según Bassett y Mackenzie (3), un alto nivel no define abundancia de P disponible, pues una deficiencia marcada de N puede causar acumulación de fosfatos en las hojas.

#### 4.4.3 Potasio

La Tabla 8, muestra que el contenido de K en las hojas a los 80 días varió de 0.93 a 1.80%; se observa que el máximo valor de este nutri-  
mento se encontró con 1,75 y 3,25% de  $K_2O$  en combinación de 1,75 y 3,25% de N y de  $P_2O_5$ . Estadísticamente como puede verse en el Anexo 14, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

Por la Figura 10C se deduce que aplicaciones entre 0,25 y 1,75% de  $K_2O$  en mezcla con 1,75% de N y de  $P_2O_5$ , incrementan el contenido de K. Caso similar se presenta cuando el  $K_2O$  varía de 1,75 a 3,25 y se utiliza con 1,75% de N y 3,25% de  $P_2O_5$  o 3,25% de N y de  $K_2O$ . Observando las secuencias 1,75 - 1,75 - K o 3,25 - 3,25 - K, se determina que al aumentar niveles de K, su contenido en las hojas disminuye, situación que puede deberse a un posible desequilibrio entre los nutrimentos.

Dado que en los diferentes tratamientos el contenido de K en base a materia seca varió de 0,93 a 1,80%, los valores de consideran similares a los encontrados por Ticknell y Otros, citados por Ulrich y Ohki (33), puesto que en dicha investigación, definieron que el síntoma de deficiencia se

presentaba con 0,90% y que el rango intermedio era de 1,5 a 2,0% de K; además, están de acuerdo con los resultados del estudio sobre interpretación del análisis foliar del algodón (15), pues en dicho trabajo luego de los 80 días, el contenido de K en las hojas es menor de 2%. Del mismo modo, son superiores al 1,05% de K que encontró Frye (11), en hojas de la variedad D. P. 16, cuando tenía 80 días de período vegetativo.

Los resultados obtenidos permiten indicar que existió adecuada disponibilidad de K durante el período fructificación del algodón, evitando así una eventual deficiencia.

Aunque una muestra foliar tomada al final del ciclo del algodón se considera necesaria para apreciar el desarrollo de un programa de fertilización durante todo el período vegetativo (3), la información obtenida a los 80 días sirve no solo para observar el comportamiento de la carga del tercio superior, sino también para verificar el efecto de alguna práctica realizada (35); en este caso, la aplicación foliar de N, P y K.

En base a lo anterior y como no fue notoria alguna deficiencia de N, P o K, los resultados obtenidos podrían utilizarse como puntos de referencia para un programa similar o para una posible determinación de relaciones nutritivas, las cuales según el estudio de interpretación del análisis foliar del algodón (2), se conservan en algodones bien nutridos desde el estado de plántula hasta la madurez del cultivo.

## 5. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las condiciones ecológicas y de suelo y la metodología utilizada en este trabajo, se pueden indicar las siguientes conclusiones:

1. La aplicación foliar de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  en diferentes porcentajes, no influyó significativamente sobre el rendimiento de algodón-semilla.
2. A los 35 días, el N aplicado en dosis de 2,5% causó quemazón leve y la situación continuó a los 55 y 75 días cuando se utilizó 4,75% de N.
3. El P foliar usando como fuente S.P.T, no produjo efecto fitotóxico sobre el follaje en la variedad de algodón D. P. 61.
4. Varios de los tratamientos foliares con K presentaron efecto fitotóxico, iniciándose en forma leve cuando la solución contenía 2,5% de  $K_2O$ ; con 4.75% de  $K_2O$  se aumentó la fitotoxicidad y aunque la situación permaneció hasta el final del período vegetativo, finalmente no hubo afección sobre el rendimiento.
5. Los componentes del rendimiento, tales como peso por 100 motas, porcentaje de fibra y número de cápsulas por planta, no se modifica-

caron significativamente por la fertilización foliar con N,  $P_2O_5$  y K<sub>20</sub> en sus diferentes porcentajes.

6. La calidad de la fibra del algodón integrada por longitud, resistencia, finura y relación de uniformidad, no fue modificada significativamente por la aplicación foliar de N,  $P_2O_5$  y K<sub>20</sub>, debido a que dichos componentes se encontraron dentro de los rangos que caracterizan a la variedad.
7. El contenido de N, P y K en las hojas de la variedad de algodón D.P. 61 a los 80 días de realizado el muestreo, varió así: N de 1.40 a 2.60%, P de 0,25 a 0,35% y K de 0,93 a 1,80. A pesar de estas variaciones, no hubo alteraciones significativas en el contenido de dichos nutrimentos. Tampoco se encontró ninguna relación entre el porcentaje de N, P y K en el follaje a los 80 días con el rendimiento y la calidad de la fibra.
8. Es conveniente adelantar nuevos estudios con otras dosis, fuentes de nutrimentos, épocas de aplicación de acuerdo a la fisiología del cultivo y bajo diferentes condiciones de fertilización edáfica, para descartar o confirmar el uso de fertilizantes foliares que continuan siendo un tema de mucha discusión y poca literatura.

## 6. RESUMEN

En la Escuela Agropecuaria "La Holanda" localizada en el Municipio de Granada, Departamento del Meta (Colombia) a una altura de 380 metros sobre el nivel del mar, temperatura promedio de 24°C y precipitación promedio anual de 2500 milímetros, se realizó un trabajo de investigación sobre respuesta del algodónero (Gossypium hirsutum), variedad Delta Pine 61, a la fertilización foliar. El estudio se adelantó a partir del 24 de agosto de 1978 hasta enero 20 de 1979.

El objetivo de la presente investigación fue estudiar el efecto de la aplicación foliar de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O en diferentes concentraciones sobre rendimiento y sus componentes, calidad de la fibra y el contenido de dichos nutrientes en el follaje.

Para el experimento se empleó la Matriz "Plan Puebla II" en un diseño básico de bloques al azar con tres replicaciones. Los tres factores experimentales fueron: nitrógeno (N), fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y potasio (K<sub>2</sub>O) con un espacio de exploración de 0 a 5% de cada nutriente. Como fuentes se emplearon úrea del 46% de N, superfosfato triple del 45% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y cloruro de potasio del 60% de K<sub>2</sub>O. Las aplicaciones se realizaron a los 35, 55 y 75 días después de germinado el cultivo; para ello se utilizó un volumen de agua de 100 l/ha. Al suelo se le aplicó una fertilización constante de 80, 75 y 25 kg/ha. respectivamente, utilizando las mismas fuentes anteriores.

De acuerdo con los resultados obtenidos se concluyó que la aplicación foliar de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  en diferentes porcentajes y con las fuentes empleadas no influyó significativamente en el rendimiento de algodón-semilla; tampoco modificó los componentes del rendimiento y la calidad de la fibra.

Se estableció que niveles mayores de 2,5% de N y de  $K_2O$  causaron quemazón leve en las hojas a los 35 días; y aunque a los 55 y 75 días la situación continuó similar con 4,75% de N y de mayor efecto fitotóxico con 4,75% de  $K_2O$  finalmente no hubo afección sobre el rendimiento y la calidad de la fibra. El P en forma de SPT no causó fitotoxicidad en el follaje del algodónero .

Los resultados del análisis químico de las hojas indicaron que no hubo alteraciones significativas en el contenido de N, P y K , pues altas o bajas concentraciones no tuvieron relación con el rendimiento y la calidad de la fibra, asumiéndose en esta forma que posiblemente hubo poca absorción de dichos nutrimentos, o si la hubo en mayor cantidad, no modificó significativamente su contenido en el follaje.

## 7. SUMMARY

This research was carried out at the Escuela Agropecuaria "La Holanda" located in Granada Town, Meta, Colombia, at 380 meters above the sea level with an average temperature of 24°C and an annual precipitation of 2.500 mm, to determine the answer of cotton (Gossypium hirsutum) Delta Pinea 61 variety, to foliar fertilization. The study was conducted from August 25, 1978 until January 20, 1979.

The objective of this research was to study the effects of foliar application at different concentrations of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O on yields, fibre quality and nutrient content in the foliage.

Matrix "Plan Puebla II, in a basic design of random blocks, with three replications was used in the experiment. The three experimental factors were nitrogen (N), phosphorus (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and potassium (K<sub>2</sub>O) with an exploration space from 0 to 5% of each nutrient. Urea 46% of N, triple superphosphate 45% of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and potassium chloride 60% of K<sub>2</sub>O were used as sources. The applications were realized 35, 55 and 75 days after culture germination; a water volume of 100 l/ha was used. A constant fertilization of 80, 75 and 25 kg/ha was applied to soil using the sources.

According to the results obtained it was concluded that foliar application

of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O in different percentages, employing the sources did not influence significantly the cotton -seed yields or fibre quality.

Levels greater than 2,5% of N and K<sub>2</sub>O were established to cause little burn in leaves at 35 days; at 55 and 75 days, the situation was similar with 4,75% of N and of greater phytotoxic effect with 4,75% of K<sub>2</sub>O but finally it did not affect the yields and fibre quality . The P in the form of STP did not cause phytotoxicity in the cotton plant foliage.

The results of chemical analysis of leaves indicated that there were no significant alterations in N, P and K content, since high or low concentrations had no relation with yields and fibre quality. So, it was assumed that there was little absorption of nutrients, or if there was, it did not modify significantly their content in the foliage.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BAREL, D.; BLACK, C. A. Foliar application of P.I. screening of various Inorganic and organic P compounds. Agronomy Journal (Estados Unidos) v. 71 no.1, p. 15-24. 1979.
2. BASES PARA la interpretación de los resultados de los ensayos (Válida para algodones tipo Americano). Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, s. f. 10p.
3. BASSETT, A. D. M.; MACKENZIE, A. J. Plant analysis as a guide to cotton fertiration. Alabama, National Fertilizer Development Center, 1973. 10p. (Bulletin Y-57).
4. BINGHAM, F. T. Phosphorus. En: Chapman, H. D. Ed. Diagnostic criteria for plants and soils. California, University of California, Division of Agricultural Sciences, 1966. p. 324-361 .
5. CABAL, R. E. Efectos de la aplicación de úrea en el suelo por aspersión foliar en pasto Bermude de la Costa Cynodon dactylon. Acta Agronómica (Colombia) v.15 no. 1-4, p. 1-32. 1965.

6. CAMARGO, M. H. Nutricao do algodoneiro. En: \_\_\_\_\_.  
**Nutricao** mineral; cultura e adubacao do algodoneiro. San Pablo, Instituto **Brasileiro** de Potassa, 1965. p.461-473.
7. CHAVES, R. **Agronomia**. En: Federacion Nacional de Algodoneros, Departamento Técnico **Agrícola**. Bogotá (Colombia). Bases Técnicas para el cultivo del algodón en Colombia. Bogotá, 1978. p. 62-60.
8. DONAHUE, R. L. Plant Nutrition. En: \_\_\_\_\_ **Soils; and in-**  
 troduction to **soils** and plant growth. New Jersey, **Prentice-**  
 Hall, 1965. p. 148- 152.
9. GLANDER, H.; TEIWES, G. El aprovisionamiento del algodón con elementos nutritivos bajo especial consideración del abono -  
 miento con potasa. Boletín Verde (Alemania) no.4, p. 28.  
 1962.
10. FRYE, C. A. **Manejo** del suelo y uso de fertilizantes. En: Federa-  
 ción Nacional de Algodoneros, Departamento Técnico **Agrícola**.  
 Bogotá (Colombia). Bases técnicas para el cultivo del algodón en Colombia. Bogotá, 1978. p. 89-155.



11. FRYE, C. A. Porcentajes promedios en base seca de nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio, según épocas, partes de planta y partes de hoja contenidos en algodón (Gossypium hirsutum) D. P. 16. cultivado experimentalmente. Tolima Sur 77A. En: \_\_\_\_\_ . Datos preliminares. Espinal, Federación Nacional de Algodoneros, s. f. s. p. (Tabla 41).
12. \_\_\_\_\_ . Porcentaje promedio base seca de nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio, según épocas partes de planta y partes de hoja contenidos en algodón (Gossypium hirsutum) Del tapine 16 cultivado experimentalmente. Tolima Sur 77A. En: \_\_\_\_\_ . Datos preliminares. Espinal, Federación Nacional de Algodoneros, s. f. s. p. (Tabla 70).
13. \_\_\_\_\_ ; MOLINA, G. C. E. El análisis foliar para la fertilización del algodón; principios generales y sistemas de muestreo. Espinal, Tolima, Federación Nacional de Algodoneros, Programa de Suelos, 1980. 9 p. (mimeografiado).
14. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. PROGRAMA DE ALGODON. VILLAVICENCIO (COLOMBIA). Resultados de ensayos. En: \_\_\_\_\_ . Informe Anual de Labores, 1978B - 1979A. Villavicencio, 1979. p. 80-93. (mecanografiado).

15. INTERPRETACION DEL análisis foliar en el algodón. El Algodonero (Colombia) v.12 no. 149, p. 44-49. 1980.
16. JONES, W. W. Nitrogen. En: Chapman, H. D. Ed. Diagnostic criteria for plants and soils. California, University of California, Division of Agricultural Sciences, 1966. p. 310-323.
17. LAGIERE, R. Nutrición del Algodonero. En: \_\_\_\_\_. El Algodón. Barcelona, Blume, 1969. p. 38-41.
18. LORA, S. R. Algunos aspectos sobre micronutrientes. Temas de Orientación Agropecuaria (Colombia) no. 97-98, p.79-92. 1974.
19. \_\_\_\_\_. Algunos aspectos de la fertilización foliar. En: Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá (Colombia). Los suelos y su fertilidad. Bogotá, ICA, 1978. p. 294-330. (Compendio, no. 23).
20. \_\_\_\_\_. Análisis foliar; técnicas de muestreo y preparación del material para su análisis químico. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, 1970. 24p.

21. LORA, S. R.; OSPINA, G. E.; ZANDSTRA, H. Determinación del nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en muestras vegetales usando una sola digestión. Revista **ICA** (Colombia) v. 8 no. 3, p. 245-249. 1973.
22. **MARIN, H. C.; ALVAREZ, R. A.; POSADA, O. L.** Guía general de manejo de plagas en el cultivo de algodón en Colombia. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, 1979. 54 p.
23. **MICHELENA, V. A.** Fertilización foliar en maní. Jusepin, **Venezuela**, Estado de Monagas, Universidad de Oriente, Escuela de Ingeniería, 1973. 49p. (Tesis Ing. Agr.).
24. MINISTERIO DE AGRICULTURA. OFICINA DE PLANEAMIENTO DEL SECTOR AGROPECUARIO. **BOGOTA** (COLOMBIA). **Algodón**. En: \_\_\_\_\_ . Programas Agrícolas. **Bogotá**, 1975. p. 15 -21.
25. **MONTAÑO, C. J.** Aplicación foliar de fertilizantes en **algodón**. Bogotá, Federación Nacional de Algodoneros, 1969. 26p. (mimeografiado).

26. OWEN, B., E. J. ; SANCHEZ, L. F. Clasificación de las asociaciones de los suelos según su aptitud de uso. En: \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ . Uso y manejo de los suelos de la parte plana del Departamento del Meta. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, 1979. p. 14-32. (Boletín Técnico, no. 67).
27. PEREZ, A. Morfología y Fisiología. En: Federación Nacional de Algodoneros, Departamento Técnico Agrícola. Bogotá (Colombia). Bases técnicas para el cultivo del algodón en Colombia. Bogotá, 1978. p. 23-32.
28. SANCHEZ, L. F. Respuesta del algodón a la fertilización con potasio y magnesio en suelos de Vega de los Llanos Orientales. En: Instituto Colombiano Agropecuario. Programa Nacional de Suelos. Bogotá (Colombia). Informe de Progreso 1978. Bogotá, 1979. p. 12-14.
29. Fertilización y labores culturales del algodón. (Gossypium hirsutum L.) en suelos de los Llanos Orientales. En: Instituto Colombiano Agropecuario. Programa Nacional de Suelos. Bogotá (Colombia). Informe de Progreso 1979. Bogotá, 1980. p. 28-33.

30. SANCHEZ, L. F.; OWEN B., E. J.; FRYE, A. Fertilización del algodón en suelos de Vega de los Llanos Orientales. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, 1978. 4p. (Plegable de Divulgación, no. 142).
31. SUMMARY OF Cotton fiber and procesing test results; crop of 1977. Memphis, Tennessee, USDA, Agricul ture Marke ting Service Cotton Division, 1978. 126p.
32. TURRENT, F. A.; LAIRD, R. J. Motrices: Plan Puebla; escritos sobre la metodología de la investigación en productividad de suelo. Chapingo, México, Escuela Nacional de Agricultura, 1975. 42 p.
33. ULRICH, A.; OHKI, K. Potasium. En: Chopman H . D. Ed . Diagnostic criterio for plants and soils, California, University of California, Division of Agricultura1 Sciences, 1966. p. 362- 323.
34. VALENCIA, A. H.; CARVAJALINO, A. M. La fertilización foliar; informe técnico. Bogotá, COLINAGRO, s. f. 7p. (mimeografiado.).

35. VALLEJO, G. G. Factores que influyen en la calidad de la fibra del algodón. *El Algodonero (Colombia)* v. 8 no. 93, p.14-16. 1976.
36. WITWER, S. H. La alimentación foliar. *Agricultura de las Américas (Estados Unidos)* v.9 no.6, p. 50-52. 1960.
37. \_\_\_\_\_; BUKOVAC, J. M.; TUKEY, B. H. **Advances in** foliar teeding of plant nutrients. En: \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. **Fertilizae Technology and usage**. East Lasing, Michigan **State** University, 1963. p. 429-455.

# A N E X O S

ANEXO 1. Datos promedios de rendimiento (Kg/Ha.) de Algodón - semi-  
 lla correspondientes a los tratamientos de la Matriz Plan Puebla  
 II, en la variedad de algodón Delta Pine 61 .

N	Tratamientos		Rendimiento Kg/Ha.
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Porcentaje	K <sub>2</sub> O	
1,75	1,75	1,75	1665,2
1,75	1,75	3,25	1711,3
1,75	3,25	1,75	1617,8
1,75	3,25	3,25	1651,6
3,25	1,75	1,75	1816,2
3,25	1,75	3,25	1500,4
3,25	3,25	1,75	1705,9
3,25	3,25	3,25	1559,7
2,50	2,50	2,50	1717,2
0,25	1,75	1,75	1787,5
4,75	3,25	3,25	1890,8
1,75	0,25	1,75	1950,0
3,25	4,75	3,25	1864,8
1,75	1,75	0,25	1776,9
3,25	3,25	4,75	1840,3

ANEXO 2. Datos promedios de peso por cien motas, porcentaje de fibra y número de cápsulas por planta, correspondientes a los tratamientos de Matriz Plan Puebla II, en fa variedad de algodón Delta Pine 61.

N	Tratamientos		Peso 100 Motas (g)	% Fí bra	No. de Cápsulas
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Porcentaje	K <sub>2</sub> O			
1,75	1,75	1,75	584,80	38,27	18,6
1,75	1,75	3,25	507,97	38,77	18,0
1,75	3,25	1,75	497,40	39,00	18,3
1,75	3,25	3,25	580,67	41,30	18,0
3,25	1,75	1,75	572,63	40,13	19,3
3,25	1,75	3,25	540,27	39,83	18,6
3,25	3,25	1,75	559,93	41,13	18,0
3,25	3,25	3,25	517,40	39,73	16,7
2,50	2,50	2,50	510,30	39,50	18,0
0,25	1,75	1,75	565,93	40,00	17,3
4,75	3,25	3,25	547,70	41,63	18,6
1,75	0,25	1,75	604,63	37,67	19,3
3,25	4,75	3,25	551,50	39,83	19,0
1,75	1,75	0,25	500,73	39,77	17,0
3,25	3,25	4,75	539,33	39,70	18,3

**ANEX03.** Datos promedios de longitud, resistencia y finura correspondientes a los tratamientos de la Matriz Plan Puebla II, en la variedad de algodón Delta Pine 61.

N	Tratamientos		Longitud (Pulg)	Resistencia (Lbs/Pulg <sup>2</sup> )	Finura (Microg/Pulg)
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Porcentaje	K <sub>2</sub> O			
1,75	1,75	1,75	1,115	77,333	4,63
1,75	1,75	3,25	1,135	79,667	4,43
1,75	3,25	1,75	1,104	78,000	4,23
1,75	3,25	3,25	1,115	79,000	4,50
3,25	1,75	1,75	1,100	78,000	5,00
3,25	1,75	3,25	1,135	75,333	4,60
3,25	3,25	1,75	1,125	76,333	4,63
3,25	3,25	3,25	1,125	78,667	4,47
2,50	2,50	2,50	1,104	77,667	4,23
0,25	1,75	1,75	1,153	76,000	4,50
4,75	3,25	3,25	1,145	77,000	4,63
1,75	0,25	1,75	1,115	74,670	4,70
3,25	4,75	3,25	1,115	77,000	4,53
1,75	1,75	0,25	1,083	77,333	4,33
3,25	3,25	4,75	1,133	78,000	4,57

**ANEXO4.** Contenidos de N, P y K en las hojas de la variedad de algodón Delta Pine 61. Tratamientos correspondientes a la Matriz Plan Puebla II.

N	Tratamientos		Contenido en el Follaje		
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N %	P %	K %
1,75	1,75	1,75	1,43	0,33	1,80
1,75	1,75	3,25	2,20	0,34	1,60
1,75	3,25	1,75	1,47	0,35	1,07
1,75	3,25	3,25	1,80	0,34	1,80
3,25	1,75	1,75	2,07	0,33	1,36
3,25	1,75	3,25	1,90	0,29	1,30
3,25	3,25	1,75	1,90	0,34	1,53
3,25	3,25	3,25	1,70	0,27	1,80
2,50	2,50	2,50	2,13	0,25	1,23
0,25	1,75	1,75	1,60	0,33	1,30
4,75	3,25	3,25	2,60	0,35	1,77
1,75	0,25	1,75	1,73	0,29	1,27
3,25	4,75	3,25	1,90	0,31	1,53
1,75	1,75	0,25	1,86	0,35	1,47
3,25	3,25	4,75	1,73	0,31	1,43

ANEXO 5. Análisis de varianza para rendimiento de los tratamientos correspondientes a la Matriz Plan Puebla II, en la variedad de algodón Delta Pine 61.

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F <sub>c</sub>	F <sub>t</sub>	0,05
Tratamientos	14	667433,4	47673,8	0,68	2,06	NS
Replicaciones	2	169956,0	84978,0	1,21	3,34	
Error	28	1951595,6	69735,5			
<b>TOTAL</b>	<b>44</b>	<b>2789985</b>				

Media: 1737,03

C. V.: 15,20%

ANEXO 6. Análisis de varianza para peso por mota de los tratamientos correspondientes a la Matriz Plan Puebla II, en la variedad de algodón Delta Pine 61.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0,05
Tratamientos	14	46496,428	3321,173	1,27	2,06 N S
Replicaciones	2	28718,896	14359,448	5,51	3,34
Error	28	72979,804	2606,41		
<b>TOTAL</b>	<b>44</b>	<b>148195,128</b>			
Media:	545,426			C.V.: 9,36%	

**ANEXO 7. Análisis de varianza para porcentaje de fibra de los tratamientos correspondientes a la Matriz Plan Puebla II, en variedad de algodón Delta Pine 61.**

<b>F. de V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F<sub>c</sub></b>	<b>F<sub>t</sub> 0,05</b>	
<b>Tratamientos</b>	<b>14</b>	<b>48,666</b>	<b>3,476</b>	<b>1,10</b>	<b>2,06</b>	<b>NS</b>
<b>Replicaciones</b>	<b>2</b>	<b>9,180</b>	<b>4,59</b>	<b>1,46</b>	<b>3,34</b>	
<b>Error</b>	<b>28</b>	<b>88,326</b>	<b>3,154</b>			
<b>TOTAL</b>	<b>44</b>	<b>146,172</b>				

**MEDIA: 39,751**

**C.V.: 4,47%**

**ANEXO 8.** Análisis de **varianza** para número de cápsulas de los tratamientos correspondientes a la Matriz Plan Puebla II, en la variedad de **algodón** Delta Pine **61**.

<b>F. de V.</b>	<b>G. L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft 0,05</b>
Tratamientos	<b>14</b>	<b>25,777</b>	<b>1,8412</b>	<b>1,489</b>	<b>2,06 N . S .</b>
Replicaciones	<b>2</b>	<b>1,377</b>	<b>0,6885</b>	<b>0,557</b>	<b>3,34</b>
Error	<b>28</b>	<b>34,622</b>	<b>1,2365</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>44</b>	<b>61,776</b>			
<b>Media:</b>	<b>18,2</b>			<b>C.V.:</b>	<b>6,1%</b>

ANEXO 9. Análisis de varianza para longitud de la fibra de los tratamientos correspondientes a la Matriz Plan Puebla II, en la variedad de algodón Delta Pine 61.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0,05	
Tratamientos	14	0,01509		1,06	2,06	NS
Replicaciones	2	0,00491		2,43	3,34	
Error	28	0,02838	0,00101			
TOTAL	44	0,04839				

Media: 1,1206

C.V .: 2,84%

ANEXO 70. Análisis de **varianza** para resistencia de la fibra de los tratamientos correspondientes a la Matriz Plan Puebla II, en la variedad de algodón Delta Pine 67.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0,05
Tratamientos	14	76,667	5,476	0,50	2,06 N S
Replicaciones	2	50,800	25,400	3,32	3,34
Error	28	306,533	70,948		
<b>TOTAL</b>	<b>44</b>	<b>434,000</b>			

Media: 77,333

C.V.: 4,28%

ANEXO II. Análisis de varianza para finura de la fibra de los tratamientos correspondientes a la Matriz Plan Puebla II, en la variedad de algodón Delta Pine 61.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F <sub>t</sub> 0,05	
Tratamientos	14	1,5533	0,1109	0,80	2,06	NS
Repl icaciones	2	1,2253	0,6126	4,40	3,34	
Error	28	3,9014	0,1393			
<b>TOTAL</b>	<b>44</b>	<b>6,6800</b>				

Media: 4,53

C.V.: 8,23%

ANEXO 12. Análisis de varianza para porcentaje de nitrógeno contenido en las hojas de la variedad de algodón Del ta Pine 61. Tratamientos correspondientes a la Matriz Plan Puebla II.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0,05	
Tratamientos	14	3,750	0,268	<b>1,73</b>	<b>2,06</b>	NS
Replicaciones	2	0,301	0,150	<b>0,97</b>	<b>3,34</b>	
Error	28	4,345	0,155			
<b>TOTAL</b>	<b>44</b>	<b>8,394</b>				

Media : 1,869

C.V.: 21,08%

ANEXO 13. Análisis de **varianza** para porcentaje de fósforo contenido en las hojas de la variedad de algodón **Delta Pine 61**. Tratamientos correspondientes a la Matriz Plan Puebla II.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0,05	
Tratamientos	<b>14</b>	0,039	<b>0,003</b>	<b>0,37</b>	<b>2,06</b>	NS
Replicaciones	2	0,056	0,028	<b>3,66</b>	<b>3,34</b>	
Error	28	0,213	<b>0,008</b>			
<b>TOTAL</b>	<b>44</b>	<b>0,308</b>				

Media: 0,318

C . V . 27,41%

ANEXO 14. Análisis de varianza para porcentaje de potasio contenido en las hojas de la variedad de algodón Delta Pine 61. Tratamientos correspondientes a la Matriz Plan Puebla II.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0,05
Tratamientos	14	2,301	0,164	1,05	2,06 N S
Replicaciones	2	0,337	0,168	1,08	3,34
Error	28	4,370	0,156		
TOTAL	44	7,008			

Media : 1,484

C.V.: 26,62%