

# B O N P L A N D I A

Tomo II

Diciembre de 1965

Nº 4

## LA ABSORCIÓN DE N, P, K y Ca. POR EL ALGODONERO CULTIVADO EN BAJA INTENSIDAD LUMINICA <sup>1</sup>

POR ISIDORO MOGILNER <sup>2</sup>, BALDEMAR TURN <sup>3</sup>, JOSE ANTONIO ACOSTA <sup>4</sup>  
Y ORLANDO F. PILATTI <sup>5</sup>

La absorción de nutrientes minerales por el algodónero ha sido estudiada por distintos autores: White, 1914; Kudrin, 1929; Dastur y Ahad, 1941; Olson y Bledsoe, 1942; Eaton y Ergle, 1957; Mendes, 1960.

### MATERIAL Y METODO

Se utilizaron semillas de un doble haploide, de material Deltapine, conseguido por la Estación Experimental Nacional de Presidencia Roque Sáenz Peña. Las semillas se hicieron germinar en estufas a 30°C. Luego de germinadas se seleccionaron plántulas por uniformidad de crecimiento (15-I-62) y se colocaron en bandejas, en solución de Knopp con microelementos, diluída al cuarto, donde se las tuvo a luz durante cuatro días. Pasado este lapso, se hizo una segunda

<sup>1</sup> Trabajo realizado en el Instituto de Botánica Aplicada, con fondos provenientes de la Comisión Administradora del Fondo de Promoción de la Tecnología Agropecuaria, creada de acuerdo con lo que establece el artículo 13 de la ley 15.429. Entregado para su publicación el 8 de abril de 1964.

<sup>2</sup> Ingeniero agrónomo. Director del Instituto de Botánica Aplicada. Profesor titular de Fisiología Vegetal en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional del Nordeste.

<sup>3</sup> Ingeniero químico. Técnico del Instituto de Botánica Aplicada.

<sup>4-5</sup> Estudiantes de Agronomía. Ayudantes técnicos del Instituto de Botánica Aplicada.

selección para uniformar el material y se plantaron en macetas cilíndricas de 50 cm de alto y 30 cm de diámetro (21-I-62). En cada maceta se colocaron 30 kg de tierra y se plantaron tres plantas en su centro. Como a los pocos días de plantadas murió una cantidad por damping-off, se las reemplazó por otras plantitas uniformes, que eran tomadas de las bandejas con solución nutritiva.

Pasado el peligro de muerte por damping-off, se dejó una sola plántula por maceta.

El cultivo creció en un cuarto preparado *ad-hoc*, en luz artificial compuesta por luz fluorescente ("luz de día") e incandescente, en la proporción de 3 tubos fluorescentes por cada lámpara incandescente. Los tubos fluorescentes eran de 40 w. y las lámparas incandescentes de 25 w. Las plantas recibieron durante todo su período vegetativo una intensidad lumínica de alrededor de 4.500 luxes. Permanecieron iluminadas doce horas diarias. La humedad de las macetas se mantuvo durante todo el período vegetativo entre 60 y 70 % de humedad de campo.

La composición química de la tierra utilizada se da en la tabla I.

TABLA N° 1  
Análisis de tierra (1)

pH		En gramos por ciento								Fecha de toma de muestras
Actual	Potencial	Mat. org.	P		N	Ca		K		
			Disp.	Total		Disp.	Total	Disp.	Total	
6,8	5,9	2,92	0,0866	0,125	0,42	0,104	0,60	0,05	0,14	19/1/62
6,3	5,6	2,5	0,028	0,062	0,25	0,096	0,10	0,05	0,14	11/V/62

(1) Los análisis de tierra fueron realizados por la Ing. Agr. D. F. de Vidomlansky, técnico de este Instituto.

Las temperaturas medias semanales que hubo en el cuarto de crecimiento durante el período vegetativo se dan en la tabla II.

TABLA N° 2

Temperaturas medias semanales de las 8, 14 y 20 horas.  
Máximas y mínimas medias semanales

Semanas	Fechas	8 hs.	14 hs.	20 hs.	Máxima	Mínima
1	22-28/I	25,1	26,3	26,9	29,4	22,3
2	28/I-5/II	20,6	32,5	30,6	36,8	25,0
3	5-12/I	24,1	31,6	30,1	46,3	22,0
4	12-19/II	29,1	38,0	31,1	33,7	24,0
5	19-26/II	26,1	35,0	29,9	36,8	18,4
6	26/II-5/III	26,1	38,0	36,8	38,8	21,0
7	5-12/III	28,2	37,1	32,8	37,4	23,9
8	12-19/III	23,4	30,1	26,5	33,6	17,6
9	19-26/III	37,7	31,3	34,5	39,1	21,1
10	26/III-2/IV	29,5	36,6	33,3	40,5	24,9
11	2-9/IV	26,1	31,7	28,1	33,7	21,0
12	9-16/IV	22,4	28,6	26,7	31,1	20,7
13	16-23/IV	20,8	27,1	24,9	31,0	19,7
14	23-30/IV	17,3	23,1	20,0	26,4	15,5
15	30 IV-7 V	17,7	25,1	22,3	27,4	16,8
16	7-14/V	17,8	22,1	20,8	27,4	14,9
17	14-21/V	20,0	25,3	20,9	27,9	15,7
18	21-28/V	20,2	24,3	21,2	27,0	16,7
19	28/V-4/VI	16,8	20,0	19,3	23,6	12,4
20	4-11/VI	24,1	30,9	26,9	31,8	20,5
21	11-18/VI	22,3	28,5	27,9	31,3	19,7
22	18-25/VI	30,1	35,2	32,5	36,4	26,7
23	25/VI-2/VII	28,6	34,8	22,8	36,6	26,7
24	2-9/VII	20,7	26,0	22,8	28,0	16,7
25	9-16/VII	23,8	30,3	29,3	33,7	21,1
26	16-23/VII	23,1	32,7	29,6	36,2	20,7
27	23-30/VII	27,1	31,8	28,9	34,1	23,7
28	6-13/VIII	23,4	30,9	28,4	33,5	18,7
30	13-20/VIII	23,9	30,5	28,0	32,5	21,3
31	20-27/VIII	27,1	28,1	28,5	32,5	23,4
32	27/VIII-3/IX	22,7	26,4	25,0	30,3	19,8
33	3-10/IX	27,1	32,3	28,9	32,9	24,0
34	10-17/IX	25,2	28,1	30,4	36,0	21,9
35	17-24 IX	23,2	30,1	25,8	29,4	20,9
36	24/IX-1 X	23,3	29,5	28,5	33,7	21,1

TABLA N° 2 (Concl.)

Semanas	Fechas	8 hs.	14 hs.	20 hs.	Máxima	Mínima
37	1-8/X	26,1	29,1	26,7	32,3	22,4
38	8-15/X	21,1	23,0	22,8	27,5	18,1
39	15-22/X	25,5	28,0	26,5	29,1	20,3
40	22-29/X	30,0	33,8	31,8	36,7	27,1
42	5-12/XI	31,1	34,1	33,0	37,7	27,7
43	12-19/XI	36,1	39,3	37,3	41,0	32,0
44	19-26/XI	31,6	36,3	35,7	42,8	30,3
46	4-10/XI	28,2	30,2	29,1	34,5	23,8

Los análisis se realizaron en las siguientes fases fenológicas:

Análisis del contenido de las semillas:

- 1º Terminación del crecimiento de la primera hoja (42 días después de la germinación).
- 2º Aparición de la primera hoja "pentalobada" (60 días ídem).
- 3º Aparición de pimpollos florales (68 días ídem).
- 4º Aparición de la primera flor (85 días ídem).
- 5º Principio de fructificación (110 días ídem).
- 6º Comienzo de maduración de frutos (158 días ídem).
- 7º Plantas con 6-7 frutos maduros (188 días ídem).
- 8º Plantas con 12-13 frutos maduros (216 días ídem).

Para el primer análisis se tomaron 16 plantitas, que se reunieron en 4 grupos, cada uno de 4 plantitas, que fue analizado separadamente, promediándose los resultados.

Para los análisis posteriores se utilizaron de 4 a 5 plantas, las que fueron analizadas individualmente, promediándose los resultados.

Se analizó la planta entera, incluyendo la raíz. Se recogieron también las hojas secas y los pimpollos florales, flores y frutitos que abortaban en cada planta, y se incluyeron en los análisis de las plantas respectivas.

Se determinó: materia seca, contenido en N, P, Ca y K. El N y el P se determinaron con fotocolorímetro; el K y el Ca, por fotometría de llama.

Aproximadamente a los 4 meses de plantadas las plantitas en las macetas, se volvió a realizar un análisis de la tierra (ver tabla 1) y

como se notó una disminución muy aparente del contenido de N, P y Ca, al poco tiempo, al notarse síntomas de deficiencia en las hojas, se procedió a enriquecer en elementos minerales el suelo.

Los tratamientos utilizados fueron los siguientes: del 28-V-62 al 13-VI-62 se suministró a cada maceta 3 litros de solución de Knopp; el 2-VI-62 se abonó cada maceta con 2 gramos Ammo-phos-ko (13-13-13) y este abonado se repitió el 27-VI-62 y el 24-VIII-62.

#### RESULTADOS OBTENIDOS

Ver tablas números 3, 4, 5 y 6 y gráficas números 1, 2 y 3.

A los 216 días de iniciarse la germinación, las plantas (valores promedios por planta) habían formado 12-13 frutos maduros, tenían una altura promedio de 146 cm, 116,28 g de materia seca y habían absorbido 2,17 g de N, 0,82 g de P, 3,76 g de K y 3,01 g de Ca. (Ver tabla n° 3).

Los incrementos en peso seco y en los elementos minerales absorbidos en los distintos subperíodos se dan en la tabla n° 4.

La tendencia de acumulación de materia seca y de los elementos minerales absorbidos se visualiza mejor dividiendo el período vegetativo de las plantas en 3 subperíodos: 1º, de germinación a formación de los primeros pimpollos florales (68 días); 2º, de formación de los primeros pimpollos florales a comienzo de fructificación (42 días); 3º, de comienzo de fructificación a maduración de 12-13 frutos (106 días). (Ver tabla n° 5).

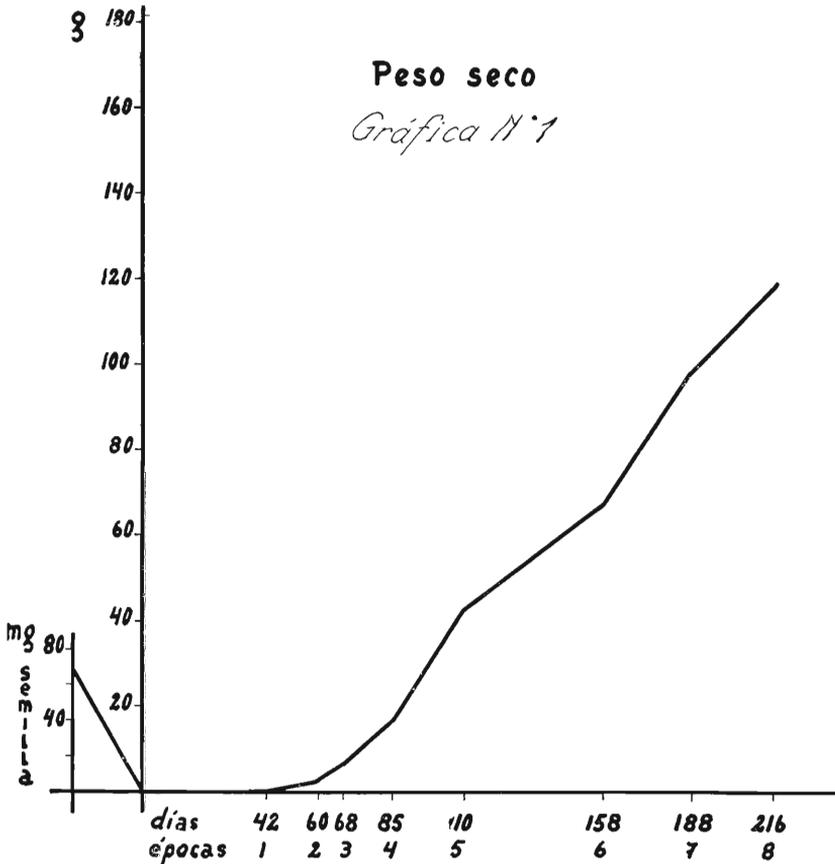
El mayor incremento de materia seca y de P, K y Ca se realiza en el tercer subperíodo (63,00 %, 77,80 %, 77,40 % y 68 %, respectivamente del total acumulado).

En N, el incremento en el 2º subperíodo es un poco mayor que en el 3º (48,10 % y 47,10 % respectivamente).

Sin embargo, si observamos las pendientes de las curvas de incremento, notamos que para peso seco es levemente superior en el 2º que en el 3º subperíodo (0,75 y 0,60, respectivamente); que para el N es muy superior en el 2º que en el 3º (1,15 y 0,44, respectivamente), y que para el P, K y Ca son superiores las del 3º a las del 2º subperíodo (0,42, 0,44 y 0,50 respectivamente para el 2º subperíodo, contra 0,73, 0,73 y 0,65 para el 3º).

Es decir, que la tendencia al acumulo de materia seca es prácticamente constante desde la formación de los primeros pimpollos flora-

les hasta el final del período vegetativo. La tendencia de la absorción de N es muy superior (más del doble) en el subperíodo que va de “formación de los primeros pimpollos florales a comienzo de fructificación” que en el subperíodo siguiente: “de comienzo de fructificación a maduración de 12-13 frutos”. (Quizá esto sea debido a las

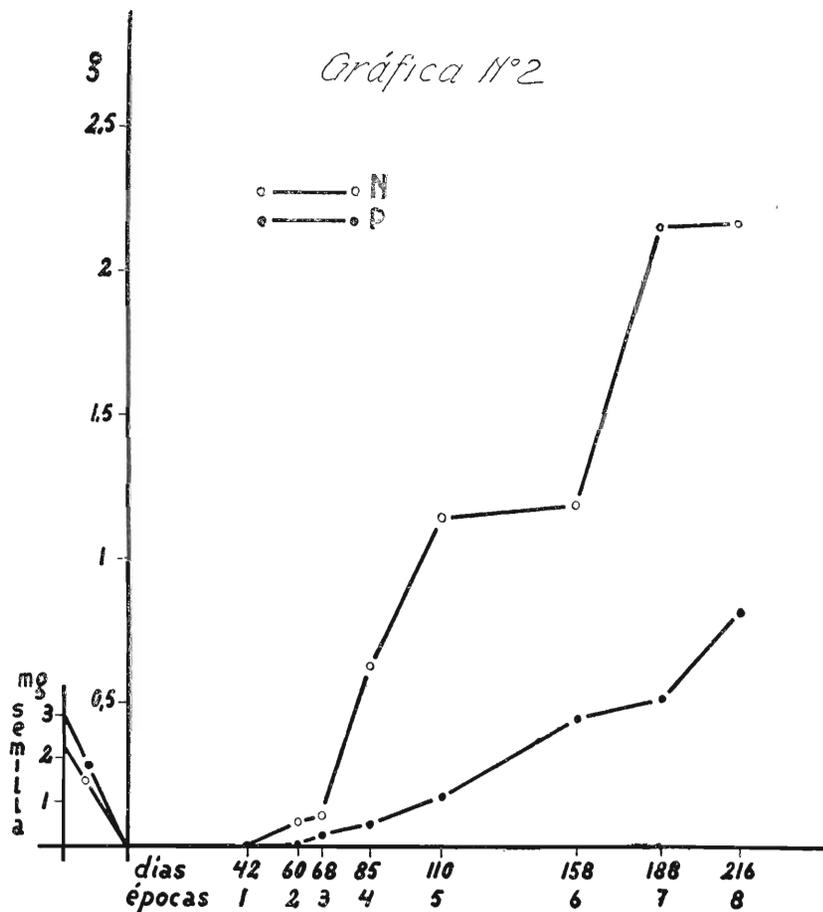


condiciones del suelo en que crecían las plantas; insuficiencia de N para satisfacer sus necesidades en el último subperíodo).

En cambio, la tendencia de la absorción del P, K y Ca es superior en el tercer subperíodo que en el segundo.

En lo que respecta al primer subperíodo (“de germinación a formación de los primeros pimpollos florales”) que abarca la fase vegetativa (68 días), la acumulación de materia seca y de elementos minerales es muy pequeña en relación a la que se produce en los dos

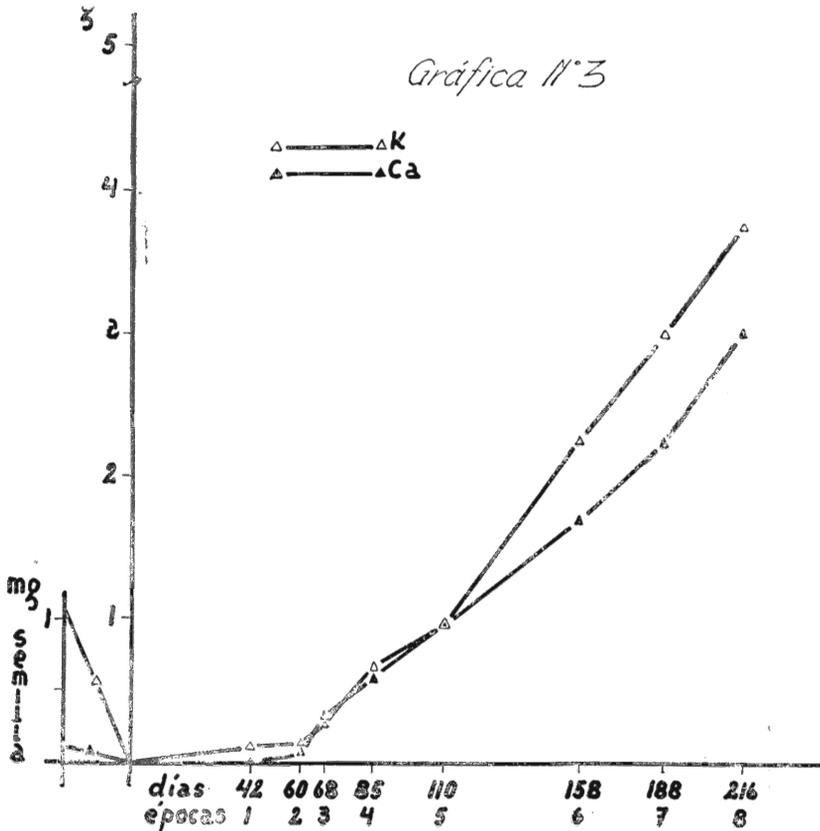
subperíodos siguientes (fase reproductiva). Pero si comparamos el contenido en materia seca y de N, P, K y Ca de las semillas con el de las plantas al finalizar la fase vegetativa, notamos un aumento notable, tanto en peso seco como en la absorción de los elementos minerales nombrados. Los valores son, para las semillas, de aproxi-



madamente 70 mg de materia seca, 2,2 mg de N, 3 mg de P, 1,1 mg de K, y 0,2 mg de Ca. Al final de la fase vegetativa (68 días) estos valores son de 6,250 g, 0,104 g, 0,039 g, 0,26 g y 0,334 g, respectivamente.

En síntesis: las curvas de acumulación obtenidas para materia seca, N, P, K y Ca, pueden dividirse cada una en 3 tramos, con una tendencia de acumulación distinta en cada uno. Estos tramos coinciden con los siguientes subperíodos:

1<sup>er</sup> tramo (de germinación a formación de pimpollos florales, 68 días), con un incremento de peso seco, N, P, K y Ca, en % del máximo observado, de 5,40, 4,80, 4,70, 7,00 y 11,00, respectivamente, y con una pendiente de sus respectivas curvas de acumulación de 0,080, 0,071, 0,070, 0,10 y 0,16.



2<sup>o</sup> tramo (de aparición de primeros pimpollos florales a comienzos de fructificación, 42 días), con un incremento en % de 31,60 en peso seco, 48,10 en N, 17,50 en P, 18,60 en K y 21,00 en Ca, y con una pendiente de sus curvas de acumulación de 0,75, 1,15, 0,42, 0,44 y 0,50, respectivamente.

3<sup>er</sup> tramo (de comienzo de fructificación a terminación del período vegetativo, 106 días), con un incremento en % de 63,00, 47,10, 77,80, 77,40 y 68,00, y con una pendiente de sus respectivas curvas de 0,60, 0,44, 0,73, 0,73 y 0,65.

**TABLA N° 4**  
Incrementos en % en los distintos subperíodos

Subperíodos	Peso seco	N	P	K	Ca
1. De germinación a terminación de crecimiento de primera hoja (42 días).....	0,26	0,56	0,21	0,30	0,33
2. Determinación de crecimiento de primera hoja a aparición de primera hoja «pentalobada» (18 días).....	2,10	3,42	1,69	3,20	3,00
3. De aparición de primera hoja pentalobada a aparición de primeros pimpollos (8 días) ..	3,04	0,82	2,80	3,50	7,67
4. De aparición de los primeros pimpollos a aparición de primera flor (17 días).....	9,00	24,10	4,70	10,70	9,30
5. De aparición de primera flor a principios de fructificación (25 días).....	22,60	24,00	12,80	7,90	11,70
6. De principio de fructificación a comienzo de maduración de frutos (48 días).....	20,20	2,30	33,30	34,20	25,30
7. De comienzo de maduración de frutos a maduración de 6-7 frutos (30 días).....	23,40	44,60	8,10	19,50	13,40
8. De maduración de 6-7 frutos a fin de período vegetativo (28 días).....	19,40	0,20	36,40	20,70	29,30

En realidad el 2º tramo de las curvas que hemos considerado desde “aparición de primeros pimpollos florales a comienzo de fructificación”, debiera adelantarse 8 días a la aparición de los primeros pimpollos florales. Si se hace así, el 2º tramo de la curva correspondería con el subperíodo “aparición de 1ª hoja pentalobada, a comienzos de fructificación”. Si comparamos las pendientes de las curvas de incremento del 2º tramo, considerado de esta manera, observamos que sus pendientes coinciden bastante con las del 2º tramo, tal como lo consideramos antes. (Ver tablas N°s 5 y 6). Creemos que esta manera de considerar el 2º tramo de las curvas de acumulación está más de acuerdo con los datos obtenidos, pues se observa que en los 8 días que median entre la aparición de “primera hoja pentalobada a aparición de primeros pimpollos florales”, se produce un incremento im-

**TABLA N° 5**  
**Incrementos en % y pendiente de las curvas en distintos subperíodos**

Subperíodos	Incremento en %					Pendiente de la curva de incremento				
	Peso seco	N	P	K	Ca	Peso seco	N	P	K	Ca
1. De germinación a formación de los primeros pimpollos florales (68 días)... .	5,40	4,8	4,7	7,00	11,0	0,080	0,071	0,070	0,10	0,16
2. De formación de los primeros pimpollos florales a comienzo de fructific. (42 días)...	31,60	48,1	17,5	18,60	21,0	0,75	1,15	0,42	0,44	0,5
3. De comienzo de fructificación a maduración de 12-13 frutos (fin del período vegetativo) (106 días)...	63,00	47,10	77,8	77,40	68,0	0,60	0,44	0,73	0,73	0,65

TABLA N° 6

Subperíodos	Incremento en %					Pendiente de la curva de incremento				
	Peso seco	N	P	K	Ca	Peso seco	N	P	K	Ca
1. De germinación a aparición de primera hoja « pentalobada » (60 días) . . . . .	2,26	3,42	1,90	3,50	3,33	0,038	0,057	0,032	0,058	0,056
2. De aparición de primera hoja pentalobada a comienzo de fructific. (50 días) ..	34,64	48,92	20,30	22,10	28,67	0,694	0,980	0,405	0,442	0,575
3. De comienzo de fructificación a maduración de 12-13 frutos (fin del período vegetativo) (106 días) ...	63,00	47,10	77,80	77,40	68,0	0,595	0,445	0,735	0,734	0,642

portante en materia seca y en la absorción de elementos minerales, excepto de N, que posiblemente sea debido a las causas antes mencionadas. (Ver tabla N° 4).

#### DISCUSION

White (1914) investigó durante 4 años seguidos la acumulación de N, P, K, Ca, Mg y S en cultivos de algodónero que crecieron en condiciones de campo. Los estados fenológicos en que se hicieron los análisis fueron:

- a) Formación del primer pimpollo floral (de 30 a 40 días después de la germinación) ;
- b) Aparición de la primera flor (de 25 a 30 días después de a) ;
- c) Dehiscencia del primer fruto (50 a 60 días después de b).
- d) Madurez y muerte de la planta (90 a 100 días después de c).

Usó para cada análisis de 5 a 10 plantas, variando la cantidad con la edad, eligiéndolas entre las más vigorosas y sanas y desechando las raíces.

El porcentaje de absorción de los distintos elementos minerales y de acúmulo de materia seca, calculado en base a lo acumulado por las plantas (promedio de 4 años), (tomando como 100 % su contenido al finalizar el período vegetativo), dio los siguientes valores en los distintos subperíodos:

Subperíodos	% de acúmulo de materia seca	% de absorción de			
		N	P	K	Ca
De germinación a formación del primer pimpollo floral (30 a 40 días) . . . .	12,20	34	37	35	33
De formación del primer pimpollo floral a aparición de la primera flor (24 a 32 días) . . . . .	16,60	32	40	28	41
De aparición de la primera flor a dehiscencia del primer fruto (57 a 58 días) . .	19,70	18	18	13	10
De dehiscencia del primer fruto a madurez (muerte) de la planta (90 a 100 días)	51,50	16	5	14	16

Al finalizar el período vegetativo las plantas dieron los siguientes valores (promedio de los 4 años, por planta):

Materia seca.....	165,74 g
N.....	2,50 g
P.....	0,372 g
K.....	1,235 g
Ca.....	1,315 g

Kudrin (1929) dice que en el estado de pimpollos a formación de flores, la planta de algodónero absorbe la mayor cantidad de nutrientes del suelo, observándose una incrementada absorción de Ca y N en comparación a la de  $P_2O_5$  y Mg.

Dastur y Ahad (1941) analizaron cada 15 días plantas de algodónero de 2 variedades en condiciones de campo. Para los primeros análisis utilizaron de 30 a 40 plantas y posteriormente redujeron la cantidad a 10. Las plantas fueron analizadas con gran parte del sistema radicular. Encontraron que la máxima absorción de K, N y P es realizada por las plantas en el subperíodo que va de floración a fructificación. Al finalizar el período vegetativo las plantas tenían la siguiente composición:

Variedad	Peso seco	N	K <sub>2</sub> O	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
4. <i>F. American</i> . . . . .	864,7	14,5	17,8	19,3	3,02	en g por planta
<i>Mollison desi</i> . . . . .	552,1	9,3	9,6	13,1	1,80	

La distribución de la materia seca y de los elementos minerales entre las partes vegetativas y fructíferas al final del período vegetativo, expresado en por ciento, fue el siguiente <sup>1</sup>:

Variedad	Peso seco		N <sub>2</sub>		K <sub>2</sub> O		CaO		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
	Veg.	Fruct.	Veg.	Fruct.	Veg.	Fruct.	Veg.	Fruct.	Veg.	Fruct.
4. <i>F. American</i> . . . . .	69	31,0	54,5	45,5	71,5	28,5	92,0	8,0	53,3	46,7
<i>Mollison desi</i> . . . . .	57,3	42,7	45,0	55,0	45,5	54,5	85,5	14,5	30,2	69,8

<sup>1</sup> Calculado por nosotros en base a los datos de los autores.

Subperíodo	Aumento de peso seco por acre (en %)			Acrúmulo en elementos minerales por acre (en %)											
				N			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			K			Ca		
	1	2*	3*	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1. De siembra a estado de plántula...	3,1	0,5	2,0	7,5	1,4	4,3	3,3	0,8	2,9	5,5	1,0	5,3	5,3	1,0	3,1
2. De estado plántula a comienzo de formación de pimpollos florales.....	8,0	4,3	7,7	11,7	11,3	12,4	7,9	6,2	10,1	24,9	7,0	17,6	9,2	7,0	11,4
3. De comienzo de formación de pimpollos florales a comienzo de fructificación.....	37,6	17,2	37,6	41,3	42,5	46,0	27,7	22,4	35,1	38,6	28,2	33,5	35,7	28,0	54,6
4. De comienzo de fructificación a fin del período vegetativo.....	51,2	77,9	52,5	36,4	44,8	37,4	51,1	70,5	52,0	31,0	62,9	43,6	49,8	64,0	30,8

1\* Cecil Sandy Loam, Experiment, Georgia.

2\* Tifton Sandy Loam, Oak Park, Georgia.

3\* Clarksville Sandy Loam, Cave Spring, Georgia.

Olson y Bledsoe (1942) analizaron durante 2 años plantas de algodónero crecidas en condiciones de campo, en 3 tipos de suelos. Los análisis se hicieron en 4 estados fenológicos:

- 1) Estado de plántula (seedling stage), 30 a 60 días después de la siembra.
- 2) Comienzo de formación de pimpollos florales (75 a 90 días ídem).
- 3) Comienzo de fructificación (110 a 130 días ídem).
- 4) Plantas maduras (130 a 150 días ídem).

En dos de los suelos, la mayor absorción de nutrientes minerales se realizó en el subperíodo que va desde comienzo de fructificación hasta maduración de las plantas (fin del período vegetativo), mientras que en el otro suelo una cantidad ligeramente mayor de nutrientes fue absorbida en el subperíodo que va desde comienzo de formación de pimpollos florales a comienzo de fructificación.

Para darnos una idea de la variación en la absorción de los elementos minerales y en el acúmulo de materia seca, en las plantas que crecieron en las tres condiciones ecológicas distintas, citaremos los porcentajes de peso seco, N, P, K y Ca acumulados en los distintos subperíodos en que se hicieron los análisis. (Tabla realizada por nosotros en base a los datos que dan los autores). Ver Tabla pág. 14.

Promedio de los años 1939 y 1940.

Al final del período vegetativo las plantas que crecieron en Cecil Sandy Loam, Experiment Georgia, tenían la siguiente composición química (calculada por nosotros en base a los datos de los autores):

Peso seco .....	190,5 g
N.....	2,63 g
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	1,193 g
K <sub>2</sub> O.....	2,85 g
CaO .....	3,17 g

No citamos contenido en Mg. La distribución del peso seco y de elementos minerales entre las partes vegetativas y los frutos fue la siguiente:

	Peso seco por acre en %	Nutrientes acumulados por acre en % (1)			
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
Partes vegetativas.....	34,2	42,7	21,3	33,5	66,5
Pimpollos y frutos.....	65,8	57,3	78,7	66,5	33,5

(1) No se cita Mg.

Protasova y Petrovoi (citado por Avdonin, pág. 225, 1954) hallaron los siguientes valores de absorción de elementos minerales (N, P, K):

Subperíodos	Absorción por las plantas, en kg por ha		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1. De germinación a formación de pimpollos florales (57 días)	14,3	3,6	16,0
2. De formación de pimpollos florales a fructific. (64 días)..	101,9	24,8	101,4
3. De fructificación a fin de período vegetativo (57 días)...	54,5	15,80	42,3

El agrónomo Yorikov (citado por Avdonin, pág. 225, 1954), generalizando los resultados básicos obtenidos, dice que el algodón absorbe al comienzo de su crecimiento, hasta la formación de pimpollos florales, aproximadamente de 2 a 3 % de K y 3-5 % de N y P de la cantidad total que absorbe durante todo su período vegetativo. Desde la formación de pimpollos florales a plena floración, del 25 al 30 % del N y 15 a 20 % del P y K. De plena floración a plena maduración de los frutos, absorbe la mayor parte del N, P y K. Aproximadamente 65-70 % del N y 75 a 80 % del P y K.

Eaton y Ergle (1957) estudiaron la acumulación de elementos minerales en el algodón en los primeros días de su crecimiento (hasta los 30 días), en solución nutritiva. Analizaron las plantitas cada 5 días. Durante los primeros 5 días hallaron un aumento sorprendente de Ca, N, K y una pequeña pérdida de P. Desde el décimo día hasta los 30 días hubo una tendencia a duplicar su contenido en N, P, K y Ca y en peso seco. Los autores dicen que en ningún período posterior de la vida del algodón se produce un cambio tan sorprendente en

la composición mineral de la planta. De los 30 a los 150 días recalcularon los datos obtenidos por Olson y Bledsoe.

Mendes (1960) estudió la absorción de elementos minerales en plantas de algodónero cultivadas en solución nutritiva durante un lapso de 150 días. Las soluciones en los vasos se cambiaban cada diez días. La diferencia entre los tenores de cada elemento al comenzar y al finalizar cada década se consideró como cantidad de elemento absorbido por la planta. Simultáneamente con el análisis de las soluciones, al finalizar la década fueron analizadas las plantas. Con los datos y gráficos que da el autor hemos compuesto la siguiente tabla, en la que se visualiza la absorción en % en los distintos subperíodos:

Subperíodos	N	P	K	Ca
1. De germinación a comienzo de formación de pimpollos florales (30 días).....	14,00	13,26	11,30	13,28
2. De comienzo de formación de pimpollos florales a principio de floración (20 días).....	23,89	20,69	31,53	30,54
3. De principio de floración a comienzo de fructificación (10 días).....	11,74	6,44	6,53	4,50
4. De comienzo de fructificación a inicio de maduración de frutos (60 días).....	38,55	44,85	39,99	38,56
5. De inicio de maduración de frutos a fin del período vegetativo (30 días).....	11,82	14,76	10,65	13,12

¿A qué se deberá esta falta de coincidencia entre los resultados obtenidos por los distintos experimentadores? Creemos que entre las causas que pueden influir deben citarse las siguientes:

a) Los distintos experimentadores han realizado los análisis en diferentes períodos fenológicos.

b) Aun en aquellos casos en que aparentemente se pueden hacer coincidir períodos fenológicos hay, salvo excepciones, falta de precisión en cuanto a la exactitud de los mismos. Se dice: "comienzo de formación de pimpollos florales, comienzo de fructificación", etc., sin precisar cuántos órganos se han formado y qué edad tienen. Esto es de suma importancia en el algodónero, porque los órganos reproduc-

tores tienen períodos de muy rápida acumulación de elementos minerales en algunas edades. [Mogilner, I.; B. Turn y O. Pilatti, "Acumulación de N, P, K y Ca en pimpollos florales, flores y frutos de distinta edad hasta su maduración, en el algodónero. ,(Inédito)].

c) Las condiciones ecológicas, climáticas y edáficas, en que trabajaron fueron distintas. Creemos que es difícil, si no imposible, visualizar exactamente la tendencia a la absorción de elementos minerales en condiciones de campo. Bien podría suceder que, siendo la planta potencialmente capaz de absorber gran cantidad de determinados elementos minerales en determinado período de su vida, se vea frustrada o por condiciones de sequía o porque el suelo no puede suministrarle la cantidad adecuada de los mismos. Como dato ilustrativo véase la tendencia a la absorción en las 3 localidades en que crecieron las plantas analizadas por Olson y Bledsoe, especialmente en lo que respecta a K y Ca.

Lo mejor sería trabajar con soluciones nutritivas de un nivel adecuado para que puedan satisfacer los requerimientos del algodónero, especialmente en el período reproductivo.

d) Por otra parte, la absorción de elementos minerales en los distintos subperíodos del período reproductivo, dependerá de la cantidad de órganos que forme la planta y de la cantidad de frutos que se desarrollen, pues los órganos sexuales son sumamente ricos en elementos minerales.

e) Además, los autores citados no han tomado en cuenta para el análisis las hojas que mueren y caen y la enorme cantidad de órganos sexuales que abortan (pimpollos, flores y frutitos de pocos días).

f) Hay que tener en cuenta que en condiciones de campo puede haber pérdida de algunos elementos minerales móviles por lixiviación.

Inclusive la proporción entre la materia seca y los elementos minerales que se encuentran en las partes vegetativas y reproductivas, al final del período vegetativo, no puede considerarse fija, sino que fluctúa de acuerdo a las condiciones específicas en que creció el cultivo y a la cantidad de frutos que alcanzan a formarse. Compárense los resultados obtenidos por Dastur y Ahad con los de Olson y Bledsoe.

Los resultados obtenidos por nosotros, se aproximan en líneas generales a los que dice ser agrónomo Yorikov la tendencia de absorción del algodónero y a lo obtenido por Olson y Bledsoe en las plantas que crecían en Tifton Sandy Loam, Oak Park, Georgia.

Creemos que pese a las condiciones en que crecieron las plantas (baja intensidad lumínica) sus curvas de absorción de elementos, deducidas de los acúmulos registrados, reflejan aproximadamente la tendencia normal de ese cultivo, por lo menos para el P, K y Ca. En cuanto al N los datos obtenidos están en parte viciados porque evidentemente el suelo no pudo satisfacer adecuadamente en determinadas épocas, las necesidades de las plantas.

En lo que respecta a la distribución del peso seco entre las partes vegetativas y reproductivas al final del período vegetativo, obtuvimos los siguientes valores promedio por planta: partes vegetativas: 60,5 %; partes reproductivas: 39,5 %, valores que se aproximan a los obtenidos por Dastur y Ahad y muy diferentes a los de Olson y Bledsoe.

Pero pese a la diferencia que se encuentra entre los distintos autores con respecto a la absorción en los diferentes subperíodos y a cuál es el subperíodo en que se produce la máxima absorción, es evidente que todos coinciden en que durante la fase reproductiva es cuando se produce la gran absorción de elementos minerales. Además no hay que perder de vista lo demostrado por Eaton y Ergle: que durante los primeros días de su vida el algodón aumenta notablemente la acumulación de elementos minerales.

Los datos obtenidos por los distintos autores y por nosotros, nos dan la base para programar una norma de alimentación mineral que con grandes visos de verdad contemple los requerimientos del algodón:

1) El suelo en que se implante el cultivo debe tener un tenor adecuado en elementos minerales (N, P, K, Ca, etc.) para satisfacer las primeras necesidades del algodón.

2) Un poco antes de comenzar la fase reproductiva (aparición de pimpollos florales) el suelo debe suministrar a las plantas cantidades muy grandes de N, P, K y Ca y presumiblemente este alto suministro debe mantenerse hasta muy cerca del final del período vegetativo.

3) Es evidente que en aquellos suelos pobres que no tienen la riqueza adecuada para satisfacer plenamente las necesidades de este cultivo, no se debe hacer un programa de abonaduras en el que todo el abono se coloque antes de la siembra.

El abonado debe hacerse fraccionando; una parte antes de la siembra, posteriormente nuevas abonaduras que comiencen un poco antes

de la aparición de los pimpollos florales, continuándolas hasta la fructificación de las plantas.

4) Un esquema tentativo de abonado podría ser el siguiente: 1/6 de la totalidad del abonado programado, antes de la siembra; 1/6 unos días antes (10 a 15 días) de la formación de pimpollos florales; 2/6 al comienzo de la floración (cuando se abre la primera o segunda flor) y 2/6 al comienzo de la fructificación, cuando hayan 4 ó 5 frutitos de aproximadamente 10 días.

5) Este esquema de abonado no contempla las cantidades totales a aplicarse (lo que dependerá del suelo específico y de problemas económicos), como tampoco contempla si el abono ha de ser mineral u orgánico-mineral, lo que ha de resolverse en cada caso particular de acuerdo al tenor en materia orgánica del suelo. Pero nos inclinamos por un abonado orgánico-mineral, no sólo por las ventajas que reporta en la nutrición mineral de las plantas en sentido lato, sino también por el enriquecimiento en CO<sub>2</sub> de la capa de aire en contacto con el suelo ("respiración del suelo") lo que va a aumentar la actividad fotosintética del cultivo.

#### RESUMEN

1. Se estudió la absorción de N, P, K y Ca durante el período vegetativo del algodónero.

2. Las plantas crecieron en macetas cilíndricas de 0,50 m de alto por 0,30 m de diámetro, con 30 kg de tierra. La humedad fue mantenida entre 60 y 70 % de capacidad de campo. Las macetas estaban en un cuarto de crecimiento y recibían una intensidad lumínica de aproximadamente 4.500 luxes y un fotoperíodo de 12 horas.

3. Los análisis de las plantas se hicieron en distintas fases fenológicas, analizándose individualmente cada planta y las hojas secas, pimpollos, flores y frutos caídos de la misma.

4. Los resultados obtenidos demuestran que en el subperíodo comprendido entre germinación y aparición de los primeros pimpollos florales (68 días), la acumulación de materia seca y de N, P, K y Ca fue muy pequeña en relación a la que se produce en los siguientes subperíodos; pero hubo un incremento notable si se compara con el contenido de esos elementos y el peso seco que tenía la semilla. En el subperíodo comprendido entre aparición de primeros pimpollos florales a comienzo de fructificación (42 días), hubo un incremento, expresado en % del máximo hallado en todo el período vegetativo, de 31,60 para peso seco; de 48,10 para N; de 17,50 para P; de 18,60 para K y de 21,00 para Ca. En el tercer subperíodo, que abarcó de comienzo de fructificación a terminación del período vegetativo (106 días), en plantas con 12-13 frutos maduros, los incrementos fue-

ron: 63,00 % para materia seca; 47,10 para N; 77,80 para P; 77,40 para K y 68,00 para Ca.

5. Se propone un plan de abonado del algodónero.

### SUMMARY

1. The absorption of N, P, K and Ca, was studied during the vegetative period of the cotton plant.

2. The plants grow in cylinder shaped pots 0.50 meters high by 0.30 meters in diameter holding 30 kilos of soil. Humidity was maintained between 60 and 70 % of field capacity. The plants were in growing-room and received a light intensity of approximately 4500 luxes and a photoperiod of twelve hours.

3. The plant analysis were made through different phenologic phases, each plant and dry leaves, buds, flowers and fruits fallen from it being analysed individually.

4. The results obtained show that in the subperiod that runs between germination and the appearance of the first flower buds (68 days) the accumulation of dry matter and N, P, K and Ca was very small compared to that produced in the following subperiods; but there was a remarkable increase, in the contents of these elements if compared to the weight the dry seeds had. In the subperiod that runs between the appearance of the first flower buds and the beginning of fructification (42 days) there was an increase, in percent, from the maximum found in all the vegetative period, of 31,60 % for dry weight; 48,10 % for N; 17,50 % for P; 18,60 % for K and 21 % for Ca. In the third subperiod, which runs from the beginning of fructification until the end of the vegetative period (106 days), in plants with 12-13 ripe fruits, the increase was: 63 % for dry matter; 47,10 % for N; 77,80 % for P; 77,40 % for K and 68 % for Ca.

5. It is advised a tentative plan of manuring the cotton plant.

### BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. AVDONIN, N. C. 1954. "Podmopreka sielskejoziasvienej rastieni" (en ruso). Moscú. Editorial estatal de literatura agrícola.
2. BROWN, H. B. and J. O. WARE. 1958. Third edition "Cotton", McGraw-Hill Book Comp.
3. DASTUR, R. H. and AHAD, A. 1941. "Studies on the periodic partial failures of Punjab". III. The uptake and the distribution of minerals in the cotton plant. Indian Journal of Agricultural Science. Vol. XI, págs. 279-300.
4. EATON, F. M. 1955. "Physiology of the cotton plant". Annual Rev. of Plant Physiology. Vol. 6, págs. 299-323.
5. EATON, F. M. and D. R. EGGLE. 1957. "Mineral nutrition of the cotton plant". Plant Physiol. 32 (3) : 169-175.
6. KUDRIN, S. A. 1929. Der Zeitliche Verlauf des Wachstums und der Nährstoffaufnahme durch die Baumwollpflanze. Z. Pfl. Ernerhr. Daeng. 13 : 91-93.

7. MÉNDEZ, H. C. 1960. Nutrição de algodoneiro. II. Absorção mineral por plantas cultivadas em soluções nutritivas. *Bragantia*. Vol. 19, págs. 435-458.
8. OLSEN, L. C. and R. P. BLEDSOE. 1942. "The chemical composition of the cotton plant and the uptake of nutrients at different stages of growth". Georgia Experiment. Station, Bulletin 222.
9. PÉCORA, J. E. y J. ABIBOL. 1938. "Composición química de la planta de algodón". Junta Nacional del Algodón. Ministerio de Agricultura. Rep. Argentina, Boletín n° 36.
10. WHITE, H. C. 1914. The feeding of cotton. Georgia Experiment. Station Bulletin 108.
- 10a. WHITE, H. C. 1915. The feeding of cotton. II. 1915. Georgia Experiment Station. Bulletin 114.

Análisis N°	Fecha	Estado fenológico	Planta N°	Cantidad de pimpollos	Cantidad de flores	Cantidad de frutos verdes	Cantidad de frutos maduros	Altura de la planta en cm (prom.)	PESO SECO						NITROGENO			Total por planta en gramos		
									Raíz por planta en gramos	Tallos por planta en gramos x	Hojas por planta en gramos	Frutos por planta en gramos xx	Total por planta en gramos	Promedio por planta en gramos	% de máximo hallado	Total por planta en gramos	Promedio por planta en gramos		% de máximo hallado	
1.....	26/2/62	Fin de crecimiento de primera hoja (42 días después de la germinación)	xxx	—	—	—	—	—						0,3075 0,3070 0,3113 0,3082			0,01241 0,01179 — 0,01266	0,01228	0,56	0,0021 0,0018 0,0012 —
2.....	15 3/62	Aparición de primera hoja « pentalo-bada » (60 días id.)	1 2 3 4 5	— — — — —	— — — — —	— — — — —	— — — — —	29	0,1465 0,2476 0,3373 0,1974 0,2723	0,6737 0,7959 0,7319 0,6087 0,8409	1,4640 1,9255 1,9518 1,8195 1,7041	— — — — —	2,2839 2,9690 3,0240 2,6274 2,8173		2,7444	2,36	— 0,0807 0,0846 0,0875 0,0889	0,0854	3,98	0,0131 0,0157 0,0161 0,0137 0,0200
3.....	23/3 62	Aparición de pimpollos florales (68 días id.)	1 2 3 4 5	5 4 4 5 3	— — — — —	— — — — —	— — — — —	53	0,7835 0,6761 0,6076 0,7355 0,6500	1,6584 1,6392 1,7284 1,7035 1,3874	4,2415 4,3508 3,8562 3,9198 3,3361	— — —( ) — —	6,6634 6,6661 6,1910 6,3588 5,3735		6,2507	5,40	0,1153 0,1096 0,1006 0,1087 0,0862	0,1041	4,80	0,0371 0,0431 0,0440 0,0381 0,0301
4.....	9/4/62	Aparición de primera flor (85 días id.)	1 2 3 4 5	9 9 9 8 9	1 1 1 2 1	— — — — —	— — — — —	73	2,2850 2,0237 1,2740 0,9912 1,3996	4,8451 4,7675 4,7799 4,7161 4,5961	10,0340 11,1489 9,3125 8,7759 10,0387	0,6591 0,6169 0,5790 0,7453 0,5786	17,8232 18,5570 15,9454 15,2281 16,6110		16,8330	14,40	0,7218 0,7423 0,5182 0,5330 0,6229	0,6276	28,90	0,0881 0,1021 0,0661 0,0641 0,0691
5.....	4 5/62	Principio de fructificación (110 días id.)	1 2 3 4	— — — —	3 (3)' 2 (3)' 6 (2)' 4 (1)'	10 6 7 7	— — — —	85	4,9386 3,5566 2,6542 1,9773	10,4303 8,2307 10,1340 8,7159	18,4558 14,2945 19,0617 14,0934	12,1041 11,7446 11,8571 19,2678	45,9288 37,8264 43,7070 44,0544		42,8791	37,00	1,5616 0,9267 1,1582 0,9472	1,1484	52,90	0,2171 0,1571 0,2031 0,1531
6.....	22 6/62	Comienzo de maduración de frutos (158 días id.)	1 2 3 4	— — — —	(10)' (14)' (14)' (9)'	3 3 — —	3 4 6 5	114	3,6121 3,2288 3,2370 3,3160	10,1658 13,8908 13,5729 11,2496	21,2733 26,0728 26,4769 23,1038	25,8946 32,2993 25,8181 23,3616	60,9448 75,5017 69,1049 61,0310		66,5456	57,20	1,0391 1,2500 1,3061 1,2175	1,1964	55,20	0,3831 0,4831 0,5091 0,4411
7.....	22, 7/62	Plantas con 5-7 frutos maduros (188 días id.)	1 2 3 4 5	7 4 4 3 12	1 (27)' 1 (25)' 2 (33)' 4 (17)' 5 (26)'	4 13 5 9 2	7 6 6 5 6	130	3,5207 4,6751 11,8933 3,5151 6,0400	18,0493 17,6043 21,9735 21,8806 20,6780	30,4645 32,9070 37,8218 37,9785 36,0105	28,5317 40,5306 31,2940 33,4961 29,7097	80,5662 55,7170 102,8926 96,8703 92,4382		93,6968	80,60	1,8579 2,1258 2,1201 2,5890 2,1465	2,1678	99,80	0,4631 0,5521 0,4921 0,5671 0,5221
8.....	18/8/62	Plantas con 12-13 frut. maduros (216 días id.)	1 2 3 4	3 — — 5	— (35)' — (32)' — (34)' — (30)'	— — — —	13 12 13 13	146	4,2106 4,1506 8,8346 9,6657	22,1985 27,0294 20,2934 24,9967	37,3393 45,6092 39,0009 37,7692	45,2669 53,3215 46,8053 38,6269	109,0153 130,1107 114,9342 111,0585		116,2797	100,00	2,0074 2,5140 2,1026 2,0661	2,1725	100,00	0,7471 0,9911 0,7331 0,8101

x Englobados tallo principal y ramas vegetativas y fructíferas.

xx Englobados pimpollos, flores, frutos, incluso los abortados o caídos.

xxx En el primer análisis se analizaron grupos de plantas constituidos cada uno por cuatro plantitas

que se cultivaron simultáneamente con tallos

PESO SECO							NITROGENO			FOSFORO			POTASIO			CALCIO		
Raíz por planta en gramos	Tallos por planta en gramos x	Hojas por planta en gramos	Frutos por planta en gramos xx	Total por planta en gramos	Promedio por planta en gramos	% de máximo hallado	Total por planta en gramos	Promedio por planta en gramos	% de máximo hallado	Total por planta en gramos	Promedio por planta en gramos	% de máximo hallado	Total por planta en gramos	Promedio por planta en gramos	% de máximo hallado	Total por planta en gramos	Promedio por planta en gramos	% de máximo hallado
				0,3075			0,01241			0,00219			0,01091			0,00862		
				0,3070	0,3085	0,26	0,01179	0,01228	0,56	0,00186	0,00177	0,21	0,01105	0,01116	0,30	0,01089	0,00980	0,33
				0,3113			—			0,00125			0,01152			0,00989		
				0,3082			0,01266			—			—			—		
0,1465	0,6737	1,4640	—	2,2839			—			0,01313			0,1142			0,08450		
0,2476	0,7959	1,9255	—	2,9690			0,0807			0,01559			0,1395			0,10985		
0,3373	0,7319	1,9518	—	3,0240	2,7444	2,36	0,0846	0,0854	3,98	0,01615	0,01586	1,90	0,1451	0,1313	3,50	0,11189	0,09985	3,33
0,1974	0,6087	1,8195	—	2,6274			0,0875			0,01377			0,1195			0,09722		
0,2723	0,8409	1,7041	—	2,8173			0,0889			0,02065			0,1380			0,09579		
0,7835	1,6584	4,2415	—	6,6634			0,1153			0,03731			0,2959			0,3246		
0,6761	1,6392	4,3508	—	6,6661			0,1096			0,04346			0,2799			0,3653		
0,6076	1,7284	3,8562	—(.)	6,1910	6,2507	5,40	0,1006	0,1041	4,80	0,04408	0,03878	4,70	0,2576	0,2608	7,00	0,3405	0,3343	11,00
0,7355	1,7035	3,9198	—	6,3588			0,1087			0,03815			0,2556			0,3643		
0,6500	1,3874	3,3361	—	5,3735			0,0862			0,03089			0,2149			0,2767		
2,2850	4,8451	10,0340	0,6591	17,8232			0,7218			0,08894			0,7040			0,5703		
2,0237	4,7675	11,1489	0,6169	18,5570			0,7423			0,10225			0,7534			0,6634		
1,2740	4,7799	9,3125	0,5790	15,9454	16,8330	14,40	0,5182	0,6276	28,90	0,06633	0,07830	9,40	0,6218	0,6676	17,70	0,6019	0,6146	20,30
0,9912	4,7161	8,7759	0,7453	15,2284			0,5330			0,06487			0,5664			—		
1,3996	4,5961	10,0387	0,5786	16,6110			0,6229			0,06910			0,6927			0,6229		
4,9386	10,4303	18,4558	12,1041	45,9288			1,5616			0,2177			1,0839			1,1574		
3,5566	8,2307	14,2945	11,7446	37,8264	42,8791	37,00	0,9267	1,1484	52,90	0,1574	0,1831	22,20	0,8019	0,9627	25,60	0,8095	0,9667	32,00
2,6542	10,1340	19,0617	11,8571	43,7070			1,1582			0,2036			1,0490			0,9528		
1,9773	8,7159	14,0934	19,2678	44,0544			0,9472			0,1537			0,9163			0,9472		
3,6121	10,1658	21,2733	25,8946	60,9448			1,0391			0,3839			2,1026			1,5724		
3,2288	13,8908	26,0728	32,2993	75,5017	66,5456	57,20	1,2500	1,1964	55,20	0,4832	0,4551	55,50	2,4915	2,2549	59,80	1,8120	1,7280	57,30
3,2370	13,5729	26,4769	25,8181	69,1049			1,3061			0,5090			2,3496			1,9902		
3,3160	11,2496	23,1038	23,3616	61,0310			1,2175			0,4442			2,0750			1,5379		
3,5207	18,0493	30,4645	28,5317	80,5662			1,8579			0,4697			2,6842			2,0022		
4,6751	17,6043	32,9070	40,5306	55,7170			2,1258			0,5534			3,1352			2,2809		
11,8933	21,9735	37,8218	31,2940	102,8926	93,6968	80,60	2,1201	2,1678	99,80	0,4955	0,5226	63,60	2,9617	2,9853	79,30	2,0560	2,2425	70,70
3,5151	21,8806	37,9785	33,4961	96,8703			2,5890			0,5659			3,1301			2,6256		
6,0400	20,6780	36,0105	29,7097	92,4382			2,1465			0,5287			3,0154			2,2476		
4,2106	22,1985	37,3393	45,2669	109,0153			2,0074			0,7476			3,6701			3,0618		
4,1506	27,0294	45,6092	53,3215	130,1107	116,2797	100,00	2,5140	2,1725	100,00	0,9917	0,8221	100,00	4,2904	3,7581	100,00	3,5397	3,0131	100,00
8,8346	20,2934	39,0009	46,8053	114,9342			2,1026			0,7388			3,3254			2,7777		
9,6657	24,9967	37,7692	38,6269	111,0585			2,0661			0,8105			3,6467			2,6733		