

RESPUESTA DEL ALGODONERO A LA ASPERSION FOLIAR DE MAGNESIO Y ELEMENTOS MENORES (B.Mn.Zn.Cu) (*)

Por: Amilcar A. Huertas G.

I.— INTRODUCCION

El cultivo del algodón en el país tiene gran importancia, pues está colocado en segundo lugar después del café.

El total de los agricultores algodoneiros registrados en 1.960 el 0.07% de la población colombiana estimada ese mismo año en 15 millones; este número de cultivadores de algodón no sólo lograron obtener un producido que satisfizo las necesidades nacionales, sino que además fué posible exportar 29.000 toneladas netas de fibras de algodón nacional, tal como lo muestra la Tabla I. (Anónimo, 1).

— T A B L A I —

Exportación colombiana de Fibra de Algodón, por países de destino
en kilogramos netos, hecha en 1.960

Países	Kilogramos netos
Inglaterra	6.641.640
Alemania	4.704.536
Japón	4.344.876
Francia	3.610.922
Bélgica	3.296.499
Italia	2.288.096
Suiza	1.863.048
Holanda	1.547.156
Canadá	312.710
Suecia	299.771
Filipinas	127.845
Dinamarca	50.746
Hong Kong	22.480
Australia	2.480
Totales	29.112.805*

(*) Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia del Dr. Adel González M., a quien el autor expresa su gratitud.

El aumento vertiginoso de la producción de algodón en Colombia, el alto costo de la fibra en rama y la importancia de la industria textil reclaman estudios sobre este cultivo tendientes a mejorar las técnicas y a buscar por todos los medios el aumento de los rendimientos. En la actualidad la producción de algodón, por unidad de superficie, es en Colombia inferior a la mayoría de los países cultivadores, como puede verse en la siguiente tabla:

— T A B L A II — (Anónimo 1)

Estadísticas mundiales de fibra de algodón en el año de 1960 por países, rendimiento en kilogramos por hectárea.

Países	Rendimientos (Kgrs/Ha)
Estados Unidos	595
México	526
El Salvador	368
Nicaragua	653
Guatemala	833
Perú	588
Colombia	461

Como se ha notado que la aplicación de magnesio al suelo ha aumentado los rendimientos en el Valle del Cauca, se ha planeado este trabajo a fin de comprobar si la aplicación de este elemento solo o en combinación con elementos menores favorece en igual forma el aumento de la producción por unidad de superficie.

II.— REVISION DE LITERATURA

En vista de que la literatura agrícola no aparecen ensayos específicos sobre el tema tratado, el autor se limitará a hacer una descripción de las funciones, efectos tóxicos, deficiencia de todos los elementos empleados en el experimento y además los efectos antagónicos de algunos de ellos, como también los resultados obtenidos en plantas distintas al algodónero cuando a ellas se les aplicó abonos en forma foliar.

Según Bledsoe (3), todavía no hay evidencia que demuestre satisfactoriamente la necesidad de boro, cobre, manganeso o zinc en un suelo promedio algodónero, pero agrega que en suelos en donde se hayan efectuado aplicaciones fuertes de piedra caliza, algunos de los elementos menores pueden ser necesarios.

A.— Magnesio

El magnesio es absorbido en mayor cantidad que el boro, cobre, manganeso y zinc, estos últimos los absorbe la planta en pequeñas cantidades (Harris, 9).

Webb (18), consideró que el magnesio actúa como un activador

de muchos sistemas de enzimas, particularmente el de vincular fosfatos a la planta; por tanto hay una posible relación del magnesio y el fósforo en las mismas.

El magnesio como constituyente de la clorofila entra en la composición de los tejidos de las plantas y es esencial en el crecimiento de todas las partes verdes. La molécula de clorofila contiene 2.7% de magnesio. El mismo autor, observó que para la producción de mayor cantidad de fotosíntesis se requirió el máximo de magnesio. Anotó que los experimentos realizados, mostraron que con una amplia aplicación de magnesio puede incrementarse una mayor utilización de los fertilizantes fosfatados y aún el contenido de fósforo en la semilla (Christidis, 6).

Las deficiencias de magnesio se manifiestan ocasionando en las hojas gajeras un color rojo púrpura con venas verdes. Las hojas se caen prematuramente. Es difícil distinguir en la maduración de la planta una deficiencia de magnesio de la maduración normal de las hojas, aunque esta última se vuelve, al final del período vegetativo, de color rojo amarillento, mientras que la primera siempre es rojo púrpura. (Cooper, 5).

Christidis (6), indicó que la deficiencia de magnesio en las plantas causa un crecimiento restringido y para contrarrestar este efecto es necesario aplicar este elemento durante el crecimiento. Anota también que la deficiencia del magnesio causa una clorosis característica en las plantas debido a la pérdida de clorofila entre las venas de las hojas, que en el algodón es seguida de un color rojo.

Webb (18), anotó que la deficiencia de magnesio se manifestó por clorosis intervenal en las hojas jóvenes, siendo éste el primer síntoma notable; más tarde aparecieron manchas rojizas o amarillentas y manchas necróticas entre las venas en el margen de la parte media superior. Las hojas jóvenes se caen prematuramente, ocasionando un retardo en el crecimiento de la planta que desarrolla tallos pequeños y débiles. Pero cuando se hizo la adición de magnesio a las plantas deficientes, éstas se rehabilitaron rápidamente tomando una coloración oscura en las hojas durante el crecimiento, los tallos se tornaron vigorosos y las plantas maduraron más temprano con respecto a las testigos.

Las aspersiones hechas con magnesio incrementaron el tamaño y calidad de las papas y cebollas, aumentó el contenido de azúcar y producción de la remolacha, además el número y tamaño de las cápsulas en el frijol (Harmer, 8).

A su vez Christidis (6) consideró que los iones de magnesio pueden ser utilizados repetidas veces por las plantas, pudiendo ser requerido en pequeñas cantidades.

Cooper (5), sugirió como cantidades correctoras las de 10 a 20 libras de magnesio soluble por acre, para corregir ciertas deficiencias.

B.— Boro

Christidis (6), dijo que la función exacta del boro no se conoce, pero admite que las plantas con bajo contenido de calcio presentan una tolerancia baja de boro. El tratamiento del boro durante la germinación de la semilla aumenta la resistencia a las sales en la producción del algodónero.

Shive, según Purvis (15), encontró que la deficiencia de boro en la planta aumentaba la fracción de nitrógeno soluble por encima de lo normal, las auxinas nitrogenadas eran cuatro veces más numerosas y el contenido de nitrógeno era seis veces mayor.

En la soya, el garbanzo y las habas, cuando se aplicó una cantidad excesiva de boro, se presentaban manchas de color rojizo castaño en las hojas bajas debido a la toxicidad del elemento (Harris, 9).

Willis (19), manifestó que la deficiencia de boro produjo crecimiento anormal de las plantas y hojas, estas últimas se presentaron encrespadas y como síntoma final se observó la acumulación de azúcar en las hojas. El mismo autor dijo que la clorosis producida por la deficiencia de boro es fácil de detectar, pero que puede ser confundida con la deficiencia de magnesio.

Cooper (5), indicó la deficiencia de boro en el algodónero, de la siguiente manera: se presenta al final del crecimiento y los brotes terminales son los que primero mueren impidiendo el crecimiento lineal; las hojas tiernas presentan un color verde amarillento con marchitamiento progresivo o descendente que elimina los brotes terminales, resultando una planta con excesivo número de ramas y los capullos de las flores aparecen cloróticos y se caen.

Mulvehill (13), dijo que la aprovechabilidad del boro se debe al contenido de materia orgánica, a los coloides, las mezclas del suelo y las reacciones que en él se efectúan. Berger, según el autor, concluyó que el boro fue fijado en presencia del calcio libre, por los minerales del suelo y por la materia orgánica.

El crecimiento de las plantas depende de varios factores que pueden contrarrestarse mutuamente; un experimento en la soya mostró que el boro y el magnesio usados individualmente aumentaron ligeramente la producción, pero combinados no tuvieron el mismo efecto, lo que se debió a la acción recíproca de estos dos elementos (Harris, 9).

Purvis (15) recomendó que el boro debe ser aplicado después que la planta ha comenzado a crecer en una dosis de 0.5 a 10 lbs. por acre. En suelos livianos la cantidad debe ser de 30 lbs/acre según experimentos de invernadero, pero en suelos con alto contenido de materia orgánica, alta capacidad de intercambio y pH alcalino pueden aplicarse dosis más altas de boro. La forma de aplicación que este investigador recomienda es un espolvoreo sobre las plantas o directamente al suelo.

Un promedio de resultados de tres años mostraron que cuando se aplicó borax en suelos franco-limosos de Grenada, se produjo un aumento de 125 libras por acre de semilla de algodón. Aspersiones a razón de 20 libras de boro fueron realizadas sin que ello acarreará toxicidad en las plantas, pero cuando la cantidad aplicada fue de 10 libras por acre, ésta fué suficiente para producir un rendimiento máximo en el algodón (Coleman, 4).

Estudios efectuados con suelos franco-arcillosos y franco-arenosos con algodón y tabaco, para determinar la influencia del boro, estuvieron de acuerdo con las observaciones hechas en el campo, al demostrar que las plantas son más susceptibles de daños por el boro en los suelos livianos, pues la aplicación de una libra por acre de borax anhidro dañó las plantas de tabaco e inhibió el crecimiento del algodón en las materias que contenían 5 lbs. de suelo por acre. En los suelos arcillosos tanto el algodón como el maíz mostraron perjuicios severos cuando la cantidad aplicada de borax anhidro fué de 7 lbs/acre, pero las plantas se repusieron más tarde (Plummer, 16).

Cita Christidis (6), los trabajos de Eaton quien aplicó 10 p.p.m. de boro produciendo esta dosis un considerable aumento en la producción de fibra en el número de cápsulas del algodón; 1 p.p.m. no dió resultado positivo pero con 10 a 15 p.p.m. las plantas fueron severamente afectadas.

Hernández-Medina (10), trabajó con cinco niveles de boro y seis de manganeso en soya, y seis niveles de manganeso y cinco de boro en maíz. El experimento dió como resultado que cinco p.p.m. de manganeso fueron tóxicos a las plantas de soya pero esa toxicidad fue disminuyendo por el incremento de 0.5 p.p.m. de boro en la solución nutriente. En las plantas de maíz 2.5 p.p.m. de boro redujeron la producción haciendo caso omiso del manganeso.

C.— Cobre

Millar (12), dice que el cobre es considerado como activo en los procesos de respiración, en asociación con proteínas sirve como catalizador en varios procesos de oxidación de la planta. Muchos investigadores afirman que la adición de cobre aumenta el contenido de proteínas en la planta. Estudios efectuados sugieren que el cobre sirve de agente protector contra la destrucción de la clorofila, pero esta acción no está bien definida ya que no se sabe si es por la acción de la unión del elemento con la clorofila o si se debe a otros procesos. Se ha sugerido que el cobre beneficia la planta porque neutraliza algunas condiciones perjudiciales en el suelo. Agregó el investigador que la presencia más evidente de deficiencia de cobre fue el marchitamiento progresivo o descendente, seguido por una proliferación de cogollos axilares y en el ápice de las ramas, resultando una especie de roseta; además, la deficiencia se manifestó por clorosis en las hojas viejas. Las plantas muestran gran variedad en el contenido, pero si los suelos son alcalinos rara vez respondieron a la aplicación de sales de cobre. En suelos ácidos algunas plantas necesitaron de la adición del elemento y especialmente en suelos orgánicos.

Aplicaciones de sulfato de cobre dieron un promedio de 10.4% en el rendimiento del tabaco, de 7.2% en el rendimiento del algodón, los rendimientos de 3.25% y 15% en el maíz (Russel, 17).

D.— Manganeseo

Willis (19), afirma que el manganeseo aparece como un catalizador particularmente en el equilibrio del sistema ferroso-férrico, esto contribuye a la regeneración de la clorofila.

Los compuestos de manganeseo en pequeñas cantidades pueden estimular la nitrificación del suelo (Nelson, 14).

El mismo autor afirma que altas concentraciones de sales de manganeseo retardan la nitrificación pero no detienen el proceso y agrega que la cal es muy efectiva en la reducción de los efectos tóxicos del manganeseo en la nitrificación del suelo.

Cooper (5), citó los investigadores Neal y Lavett y afirmó que ellos informaron sobre la ocurrencia de las hojas arrugadas en el algodón debido a la presencia de cantidades excesivas de manganeseo soluble en el agua del suelo. El informe de toxicidad fue como sigue: la primera demostración notoria fué la aparición de hojas anormales, ellas aparecieron fruncidas, moteadas, parcialmente cloróticas y bastante destorcionada en los primeros estados del crecimiento, con lesiones necróticas que aparecen después a lo largo de las venas y cuando la planta llega a su madurez ellas se vuelven ligeramente gruesas, quebradizas y achaparradas en las márgenes; los síntomas de hojas arrugadas se pudieron evitar aumentando el pH del suelo al adicionar cal. Una deficiencia de este nutriente afecta primeramente las hojas más tiernas que aparecen con un color gris amarillento y rojo grisáceo con venas verdes.

Garey (7), afirma que la deficiencia de manganeseo en ciertos suelos de Indiana (EE.UU.) ha sido reconocido como un problema para la producción de las cosechas. La deficiencia ocurre más comúnmente en suelos de pH alto, con alto contenido de materia orgánica. Se encontró que una aplicación foliar de 10 lbs/acre de sulfato de manganeseo o 25 lbs/acre de sal de manganeseo mezcladas con el fertilizante que en esa zona se emplea en el momento de la siembra es lo más acertado.

El algodón mostró síntomas severos de toxicidad a concentraciones de 50 p.p.m. y 20 p.p.m. de manganeseo aplicadas a las hojas; síntomas bastante pronunciados a concentraciones de 5 p.p.m. Las medidas de peso mostraron claramente retardo en el crecimiento con concentraciones de 20 p.p.m. (Anónimo, 2).

Las aplicaciones de sulfato de manganeseo en aspersión dieron marcado incremento en la producción de varias cosechas, corrigiendo completamente la clorosis apical, característica de suelos orgánicos, produciéndose un crecimiento vigoroso y un color verde intenso en el follaje (Harmer, 8).

E.— Zinc.

Christidis (6), anotó que las deficiencias del zinc se manifestaron por una clorosis, siendo éste el síntoma que más comunmente ocurrió. Los tejidos cloróticos variaron en las diferentes plantas de verde pálido a blanco y la decoloración ocurrió generalmente entre las venas.

La corrección de la deficiencia del elemento en las plantas y especialmente en los árboles presentó un gran problema porque los suelos frecuentemente tuvieron gran capacidad de fijación de zinc convirtiéndolo en formas no aprovechables por las plantas (Leyden, 11).

III.— MATERIALES Y METODOS

El presente experimento fué realizado en la Hacienda "Santa Bárbara", situada en el Municipio de Palmira, que posee una temperatura promedio de 24°C y una precipitación pluvial de 1.100 m.m. anuales (*).

La hacienda se encuentra a la orilla izquierda de la carretera directa Cali-Palmira.

La preparación del terreno, siembra, prácticas del cultivo y control de plagas se hicieron tal como lo recomiendan los técnicos del Instituto de Fomento Algodonero (I.F.A.) y bajo su asesoría (**).

El lote experimental se escogió teniendo en cuenta que tuviera la máxima uniformidad topográfica y el diseño experimental fué el de lotes al azar, con cuatro replicaciones y trece tratamientos incluyendo el testigo.

Las parcelas fueron de 10 mts. de longitud por cuatro de ancho. La distancia entre surcos fue de un metro y con distancia entre plantas de 0.40 mts. Entre los bloques se dejaron dos metros, y las parcelas fueron continuas dentro de ellos. Sólo se cosecharon y pesaron los dos surcos centrales de cada parcela.

Para el estudio fueron usadas dos dosis de sulfato de magnesio y dos de elementos menores (sulfato de manganeso, sulfato de zinc, sulfato de cobre y bórax): una dosis alta y otra baja. Véase Tabla III.

Al suelo se aplicó la fórmula 80-30-30 Kg./Ha., para contrarrestar la posible deficiencia de nitrógeno, fósforo y potasio en el lote experimental escogido y mantener en esa forma el equilibrio de los elementos nutritivos.

Como fuente de nitrógeno se aplicó sulfato de amonio que contiene 21% de este elemento, como fuente de fósforo se empleó superfosfato triple con un contenido de 46% de P_2O_5 y el suministro de

(*) Angel Ibarra (Comunicación personal).

(**) Hernán Cortés (Comunicación personal)

potasio fue aportado por cloruro de potasio con un 60% del contenido del elemento. Se empleó sulfato de magnesio para suministrar este último y para los elementos menores se aplicó sulfato de manganeso, sulfato de cobre, sulfato de zinc y bórax.

Las aplicaciones de sulfato de amonio, superfosfato triple y cloruro de potasio se hicieron mezclándolos y por el método de bandas al lado del surco superficialmente, después del raleo, el que fue efectuado mes y medio después de la siembra. El abono foliar se aplicó en forma de solución con bombas de espalda.

IV.— RESULTADOS Y DISCUSION

A.— Producción:

De acuerdo con los resultados obtenidos hubo respuesta significativa de todos los tratamientos comparados con el testigo, como puede observarse en la tabla IV lo cual indica que el suelo empleado en el ensayo no disponía de suficientes elementos menores y que cuando éstos fueron aplicados a la planta, dieron como resultado una respuesta que se manifestó en el aumento de la producción.

Para comparar los diferentes tratamientos se calculó estadísticamente la diferencia mínima significativa.

El tratamiento completo mayor tuvo diferencia altamente signi-

— T A B L A III —

Cantidad en Kilos por Hectárea de los compuestos
usados en este experimento.

Número de Tratamiento	Sulfato de Manganeso	Sulfato de Magnesio	Sulfato de Zinc	Bórax	Sulfato de Cobre
1	62,5 +	12,5 +	12,5 +	62,5 +	36,25 +
2	62,5 +				
3		62,5 +			
4			12,5 +		
5				36,25 +	
6					12,5 +
7	40	40	8,0	20,0	8,0
8	40				
9		40			
10			8,0		
11				20,0	
12					8,0
13	0	0	0	0	0

Para todos los tratamientos, incluyendo el testigo, se usaron 80-30-30 kilos por hectárea de N - P₂O₅ y K₂O.

+ Dosis altas.

— T A B L A I V —

Rendimientos de algodón con semilla producidos por los distintos
tratamientos usados en el experimento

Fuentes	Tratamientos (Kg./Ha.)					Producción en Kg./Ha.
	Sulfato de Manganeso	Sulfato de Magnesio	Sulfato de Zinc	Bórax	Sulfato de Cobre	
Complemento Mayor	62.5	62.5	12.5	36.25	12.5	3.177,95
Sulfato de Manganeso	62.5					3.025,86
	40					3.090,69
Sulfato de Magnesio		62.5				3.444,77
		40				3.414,56
Sulfato de Zinc			12.5			3.240,77
			8			3.236,66
Bórax				36.25		2.968,63
				20		2.968,63
Sulfato de Cobre					12.5	3.224,57
					8	3.336,65
					8	2.833,94
Complemento menor	40	40	8	20	8	3.501,64
Testigo	0	0	0	0	0	2.677,95

Para todos los tratamientos se usó la fórmula 80-30-30, incluyendo el testigo
D.M.S. para 0,05 = 137 Kg./Ha. D.M.S. para 0,01 = 355 Kg./Ha.

ficativa comparada con el testigo; lo mismo ocurrió con el completo menor, que fue mayor la producción en este último. Según este resultado se corrobora lo afirmado por Harris (9), quien afirma que los elementos menores son absorbidos en pequeñas cantidades. La aplicación de magnesio de 40 Kg./Ha. adicionada a la mezcla del tratamiento a que se hace referencia, fue benéfica y por contener este tratamiento menor dosis de todos los elementos comparado con el completo mayor, es lógico deducir que es más económico.

Con la dosis de 62.5 Kg./Ha. de sulfato de manganeso se obtuvo un rendimiento de 3.025,86 Kg./Ha. de algodón con semilla los cuales dieron diferencia mínima significativa al compararlo con el testigo; en cambio la dosis de 40 Kg./Ha. del mismo elemento dió una diferencia altamente significativa. Se supone que so con este último fue mayor la producción, comparada con la dosi sde 62.5 Kg./Ha., se debió a que ésta fué excesiva, y por tanto innecesaria. Garey (7), cuando aplicó una dosis de 11.36 Kg./Ha., foliarmente, en cultivos similares al algodnero, afirma haber obtenido los mejores resultados.

La aplicación foliar de las dosis 62.5 y 40 Kg./Ha., de sulfato de magnesio produjo diferencias altamente significativas cuando fueron comparadas con el testigo. Este resultado muestra objetivamente la deficiencia que este suelo presenta de ese elemento y es de notar que la aplicación de 62.5 Kg./Ha. dió mayor rendimiento que la dosis de 40 Kg./Ha.

Tanto la dosis mayor como la menor de sulfato de zinc tuvieron diferencias altamente significativas en relación con el testigo. Las plantas aprovecharon las cantidades suministradas de sulfato de zinc en buena forma y se explica esto por la deficiencia que se presentó en el suelo. Cooper (5) recomienda una dosis de 12.5 a 25 Kg./Ha. de sulfato de zinc para evitar posibles deficiencias en las cosechas, dosis que se ajusta en este caso al tratamiento mayor.

El tratamiento con la dosis alta de bórax o sean 36.25 Kg./Ha. produjo un rendimiento de 2.968,63 Kg./Ha. y la de 20 Kg./Ha. del mismo compuesto dió un rendimiento de 3.224,57 Kg./Ha. al ser comparadas con el testigo, dieron un resultado significativo y altamente significativo respectivamente; los tratamientos referidos confirman la carencia del elemento en el suelo. Hay una diferencia significativa en la producción al comparar la dosis menor y mayor, en favor de la primera, lo cual indica una mejor aprovechabilidad por parte de la planta de las dosis mínimas del compuesto.

El rendimiento obtenido con 12.5 Kg./Ha. de sulfato de cobre fue de 3.336,65 Kg./Ha. el cual relacionado con el testigo dió diferencia altamente significativa, mientras que con la dosis baja de 8 Kg./Ha. se obtuvo una diferencia significativa. La acción de este elemento tal como se observa en los rendimientos fué efectiva, poniendo de manifiesto la importancia que tiene este elemento sobre la planta, según lo afirma Millar (12).

Relacionando las dosis bajas con las dosis altas de sulfato de

manganeso y de bórax, se observa que las dosis bajas dieron mayor producción, en cambio las dosis altas de sulfato de magnesio, sulfato de zinc y sulfato de cobre al ser comparadas con las dosis bajas obtuvieron mayor rendimiento por unidad de superficie.

Comparando los tratamientos completo mayor y completo menor, se observa que los rendimientos de este último dieron diferencias significativas sobre el primero, excediendo los rendimientos en 323,69 Kg./Ha.

No hubo entre las dosis alta y baja del sulfato de manganeso diferencias al ser comparadas entre sí, lo mismo ocurrió con el sulfato de magnesio y el sulfato de zinc, manifestándose así un comportamiento similar.

La dosis baja de 20 Kg./Ha. de bórax produjo 3.224,57 Kg./Ha., producción que es significativa relacionada con aquella de la dosis alta que fué de 2.968,63 Kg./Ha, mientras que la dosis alta del sulfato de cobre produjo un rendimiento significativamente mayor que la dosis baja.

De los tratamientos efectuados en el ensayo se ve que el completo menor produjo los mayores rendimientos colocándose en segundo término el tratamiento con sulfato de magnesio. Sin duda alguna el resultado manifiesta la acción que ejerció este elemento sobre la planta y la deficiencia de él en el suelo para el algodónero.

El tratamiento completo menor cuya producción fue de 3.501,64 Kg./Ha. resultó altamente significativa relacionada con las de boro en la dosis mayor y con el cobre tanto en la dosis mayor como en la menor.

La dosis completa menor manifiesta una diferencia significativa al ser comparada con el sulfato de zinc y bórax en las dosis alta y baja y con los tratamientos de dosis baja de magnesio y manganeso.

Mientras que la mayor producción se obtuvo con el tratamiento completo menor, la mayor utilidad fué dada por el tratamiento con 40 Kg./Ha. de sulfato de magnesio, pues dió un ingreso adicional sobre el testigo de \$ 1.017,31, como puede verse en la Tabla V. Este tratamiento asumiendo sea aplicado en aviones con capacidad de 200 Lts. de agua por hectárea, se necesitan 7 aplicaciones aproximadamente a una concentración del 3%. Para coonseguir una mayor economía el autor aconseja el fertilizante sea aplicado con los insecticidas siempre y cuando sean compatibles.

El gran vigor que presentaban las plantas debido al efecto producido por los distintos tratamientos hizo difícil la recolección, por esta razón al usar estos elementos en algodónero se deben aplicar defoliantes, efectuar descope y aumentar la distancia de siembra, prácticas éstas motivo de otras investigaciones.

INGRESOS, COSTOS Y UTILIDADES ADICIONALES DE LOS TRATAMIENTOS MAS ECONOMICOS

ITEM	T-Nº 9+	T-Nº 3	T-Nº 10	T-Nº 4	T-Nº 11	T-Nº 7	T-Nº 6
Ingreso Adicional	\$ 1.377,46	\$ 1.433,85	\$ 1.044,78	\$ 1.052,47	\$ 1.022,18	\$ 1.540,30	\$ 670,00
Costos Adicionales	360,15	475,50	225,87	258,45	278,30	819,35	146,07
Valor Fertilizante	88,00	137,50	44,00	73,75	88,00	403,60	27,50
Valor Aplicación	70,00	110,00	20,00	20,00	40,00	190,00	20,00
Recolección	184,15	191,00	147,17	140,70	136,65	205,75	89,67
Transporte	18,00	19,00	14,70	14,00	13,65	20,00	8,90
Utilidad Adicional	\$ 1.017,31	\$ 976,35	\$ 818,91	\$ 794,02	\$ 743,83	\$ 730,95	\$ 523,93

(+) Mayor utilidad adicional.

(*) Se tomó un precio de \$ 1.870,00 para la tonelada de algodón con semilla clasificado en grado cuatro.
 Los costos adicionales se calcularon según los precios de la plaza.
 Los datos de producción están calculados por hectárea.

B.— Calidad de la fibra:

Los resultados presentados en la tabla VI, indican que la aplicación foliar de elementos menores al algodónero no tuvo ninguna influencia satisfactoria notable con relación al tanto por ciento de fibra, longitud comercial, resistencia y finura.

1)—El mayor porcentaje de fibra se obtuvo con el tratamiento completo menor, pero comparado con el testigo no muestra ventajas apreciables dignas de tener en cuenta. Todos los tratamientos tienen un porcentaje por encima de la media normal del Valle; ello se debe a que la fibra del experimento no pasó a través de la desmotadora común y corriente, sino por una especial de laboratorio.

El menor porcentaje de fibra se obtuvo con la aplicación de 62.5 Kg./Ha. de borax que fué de 39.76% la cual comparada con el testigo no presenta diferencias apreciables.

— T A B L A VI —

Características que presenta la fibra de los diferentes tratamientos (*)

FUENTES	Dosis	% Fibra	Longitud comercial	Resistencia	Finura
Completo	Mayor	40.48	1" 1/16	65	4.40
Sulfato de Mn.	Mayor	39.76	1" 3/32	64	4.20
Sulfato de Mg.	Mayor	40.00	1" 1/16	66	4.10
Sulfato de Zn.	Mayor	40.20	1" 3/32	67	4.25
Borax	Mayor	39.80	1" 3/32	69	4.00
Sulfato de Cu.	Mayor	40.00	1" 3/32	67	4.10
Completo	Menor	42.00	1" 1/16	66	4.25
Sulfato de Mn.	Menor	39.88	1" 1/32	63	4.20
Sulfato de Mg.	Menor	40.00	1" 3/32	60	4.10
Sulfato de Zn.	Menor	40.00	1" 3/32	65	4.25
Borax	Menor	40.00	1" 1/16	64	4.20
Sulfato de Cu.	Menor	41.00	1" 1/16	65	4.35
Testigo		40.40	1" 1/16	66	4.10
Patrón		38,20-38,65	1"-1"1/8		3.5-4.5

Las parcelas de todos los tratamientos recibieron la fórmula 80-30-30 Kg./Ha.

(*) Según los resultados del Laboratorio de Fibras del Instituto de Fomento Algodonero (I.F.A.).— Bogotá.

Los demás tratamientos se comportaron paralelamente con el testigo, indicando respuestas negativas.

2)—Longitud comercial.

En relación con esta propiedad de la fibra tampoco se observan

diferencias convincentes del efecto producido por los tratamientos ya que comparados los resultados con el patrón de la zona, quedó clasificada como fibra media al igual que el testigo.

El testigo, el nivel alto y el nivel bajo del tratamiento completo dieron resultados mayores, pero éstos no fueron apreciables.

3)—Resistencia y Finura.

La resistencia, como se observa en la Tabla V, tiene valores similares al del testigo. Todos los tratamientos quedaron incluidos dentro de la clasificación "finura media" que oscila de 3.5 a 4.5. Con respecto a la resistencia los tratamientos con 12.5 Kg./Ha. de zinc y 36.25 Kg./Ha. de borax dieron el valor más alto, ambos con 67 puntos de resistencia después de lo que dió el tratamiento con 36.25 de borax con 69 puntos. El testigo dió 66 mientras que el valor menor resultó del tratamiento con 40 Kg./Ha. de magnesio.

Con respecto a la finura, el valor más alto se manifestó con el tratamiento mayor completo, siendo ésta de 4.40. El valor menor lo dió la aplicación de 36.25 Kg./Ha. de borax y el del testigo 4.10.

V.— CONCLUSIONES

El algodonero (*Gossypium hirsutum*. L) respondió a la aplicación foliar de elementos menores, tanto en tratamientos completos, como a los individuales:

- 1) Los mayores rendimientos se obtuvieron con la aplicación foliar del tratamiento completo menor y completo mayor, sulfato de magnesio con dosis alta y baja, con sulfato de zinc tanto con la dosis mayor como la menor, con 40 Kg./Ha. de sulfato de manganeso, con 12.5 Kg./Ha. de sulfato de cobre y con la aplicación de 20 Kg./Ha. de borax, encontrándose diferencias altamente significativas con respecto al testigo.
- 2) Los rendimientos más altos se obtuvieron con el tratamiento completo menor.
- 3) Hubo diferencia significativa cuando se aplicaron los tratamientos 62.5 Kg./Ha. de sulfato de manganeso, 36.25 Kg./Ha. de borax y 8 Kg./Ha. de sulfato de cobre.
- 4) Las mayores utilidades se obtuvieron con 40 Kg./Ha. de sulfato de magnesio aplicado foliarmente.
- 5) Para mayor economía se sugiere aplicar el abono acompañado con el insecticida, siempre y cuando sean compatibles.
- 6) El abono se aplicó al 3% y no produjo ninguna quemazón a la planta.
- 7) Las aplicaciones de sulfato de cobre y sulfato de zinc produjeron

quemazones leves en las hojas, las cuales desaparecieron después de tres días.

- 8) No hubo respuesta que aumentara la calidad de la fibra.

VI.— RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo fundamental observar:

- a)—La respuesta del algodón (*Gossypium hirsutum*, L.) a la aplicación foliar de Magnesio, Borax, Cobre, Manganeso y Zinc;
- b)—Las cantidades necesarias que deben usarse para obtener un mayor rendimiento por unidad de superficie; y
- c)—Establecer la influencia que aquellos podrían ejercer sobre la calidad de la fibra.

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones y trece tratamientos.

Como fuentes de elementos menores fueron utilizados: Sulfato de Magnesio 62.5 y 40 Kg./Ha.; Borax 36.25 y 20 Kg./Ha.; Sulfato de Cobre 12.5 y 8 Kg./Ha.; Sulfato de Manganeso 62.5 y 40 Kg./Ha.; Sulfato de Zinc 12.5 y 8 Kg./Ha. Fueron utilizadas además dos mezclas completas con las dosis altas y bajas, como también la fórmula 80-30-30 aplicada a todos los tratamientos.

La mejor respuesta se observó al tratamiento completo menor con una producción de 3.501,64 Kg./Ha.

La mayor utilidad se produjo con la aplicación de 40 Kg./Ha. de sulfato de Magnesio.

No hubo tratamiento que aumentara la calidad de la fibra.

S U M M A R Y

The present work had as its fundamental objective to observe:

- a)—The response of the cotton plant (*Gossypium hirsutum*, L.) to foliar applications of Magnesium, Boron, Copper, Manganese and Zinc;
- b)—The necessary amounts which must be used in order to obtain larger yields per unit surface, and
- c)—To establish the influence that those applications could exercise over the quality of the fiber.

An experimental design was carried out in randomized blocks with four replications and thirteen treatments.

Magnesium sulphate 62.5 and 40 Kg./Ha.; Boron 3.25 and 20 Kg./Ha.; Copper sulphate 12.5 and 8 Kg./Ha.; Sulphate of Manganese 62.5 and 40 Kg./Ha.; Sulphate of Zinc 12.5 and 8 Kg./Ha. were used as minor elements. Furthermore, two complete mixtures with high and low doses were utilized, as well as the formula 80-30-30 applied to all the treatments.

The best response was observed on the complete minor treatment with a production of 3.501.64 Kg./Ha.

There was no satisfactory response to any treatment which would influence the increasing of the quality of the fiber.

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. ANONIMO.— 1960. Colombia algodón y oleaginosas, economía y estadística. Instituto de Fomento Algodonero. (I.F.A.). Departamento de investigaciones económicas. p. 52-59.
2. ———.— 1937. Manganese deficiency and toxicity studies: Range of concentration for normal growth. New Jersey Agr. Exp. Sta. 58th Rpt. 86: 7. (Res: Bibliography of the literature on the minor elements and their relation to plant and mineral nutrition. Vol. I p. 1.379 (1).
3. BLEDSOE, R. P. 1937. Minor elements in cotton fertilizers. Am. Fertilizer. 87: 8-9. (Res: Bibliography of the literature on the minor elements and their relation to plant and mineral nutrition. Vol. I p. 1.283 (6).
4. COLEMAN, R. 1945. Yield and quality of cotton can be improved by B. Better crop with plant food 4: 18-20, 48-50. (Res: Bibliography of the literature on the minor elements and their relation to plant and mineral nutrition. Vol. I p. 142 (5).
5. COOPER, H. P. and L. DONALD.— 1949. Hunger signs in crops. American Soc. of Agronomy. Washington, D. C. p. 135-162.
6. CHRISTIDIS, B. C. and G. J. HARRISON.— 1955. Cotton growing problems. Mc Graw-Hill. New York. p. 633.
7. GAREY, C. L. and S. A. BARBER.— 1952. Evaluation of certain factors involved in increasing manganese availability with sulfur. Soil Sc. Soc. Amer. Proc. 16: 173. p.
8. HARMER, M. P. and G. D. SHERMAN.— 1943. The effect of manganese on several crops growing on organic soil when applied in solution as a stream or spray on the crop. Soil Sc. Soc. Amer. Proc. 8: 334-340.
9. HARRIS, H. C.— 1942. The effect of minor elements on the growth of certain crops. Soil Sc. Soc. Amer. Proc. 7: 345-351.

10. HERNANDEZ-MEDINA, E., M. A. LUGO LOPEZ. —1958. Observation on the boron-manganese relationships in soybean and corn plants. *J. Agric. Univ. Puerto Rico*, 42: 27-34. (Res: *Soil. and Fertilizers* 21: 1.943. 1.958).
 11. LEYDEN, R. F. and S. J. TOTH.— 1.960. Behavior of zinc sulfate as foliar applications and as soil application in some New Jersey soils. *Soil Sc.* 89: 223-228.
 12. MILLAR, C. E.— 1.955. *Soil Fertility*, Wiley, New York 436 p.
 13. MULVEHILL, J. F. and J. M. MACGREGOR.— 1.955. The effect of some trace elements on the yield and composition of alfalfa and oats in Minnesota. *Soil. Sc. Soc. Amer. Proc.* 19: 204-207.
 14. NELSON, D. H.— 1.929. Some effects of manganese sulfate chloride nitratification. *Jour. of the Amer. Soc. of Agronomy* 29: 559.
 15. PURVIS, E. R.— 1.939. The present status of boron in American agriculture. *Soil Sc. Soc. Amer. Proc.* 4: 316-317.
 16. PLUMMER, J. K. and F. A. WOLF.— 1.920. Injury to crops by borax. *N. C. Dpt. Agr. Bul.* 41: p. 20. (Res: *Bibliography of the literature on the minor elements and their relation to plant and mineral nutrition*. Vol. I p. 244 (6).
 17. RUSSEL, R. and T. F. MANS.— 1.934. Cooper sulfate as a plant nutrient. *Trans. Peninsula Hort. Soc.* 97: p. 129. (Res: *Bibliography of the literature on the minor elements and their relation to plant and mineral nutrition*. Vol. I p. 744 (1).
 18. WEBB, J. R., A. J. CHLROGGE and S. A. BARBER.— 1.954. The effect of manganese upon the growth and the phosphorus content of soybean plants. *Soil Sc. Soc. Amer. Proc.* 18: 458-462.
 19. WILLIS, L. G.— 1.943. The minor elements in relation to emergency crop production problems. *Soil Ss. Soc. Amer. Proc.* 8: 55-61.
-