

ESTUDIO DEL EFECTO DE LAS APLICACIONES DE BORO,
MOLIBDENO Y CAL SOBRE LA COLIFLOR (*Brassica oleracea*, var.
botrytis, L.), EN LOS SUELOS VOLCANICOS DEL ALTIPLANO
DE PASTO, COLOMBIA (*)

Víctor Aragón, Adriano Montaña, Ricardo Guerrero R.(**)

I.— INTRODUCCION

Es reconocido el papel que juegan los llamados elementos menores en el complejo proceso de la nutrición vegetal. La importancia de estos elementos en el crecimiento normal de la planta ha sido demostrada por varios investigadores.

Pese a lo anterior, en Colombia son muy escasos los estudios que sobre el particular se han conducido. Los trabajos sobre fertilidad de suelos, que se han llevado a cabo hasta el momento, han hecho énfasis en los aspectos relacionados a los elementos que como el N, P y K han acaparado la atención de la investigación tradicional.

En el Departamento de Nariño se ha iniciado la evaluación química cuantitativa de estos elementos en suelos derivados de cenizas volcánicas. El presente trabajo trata de completar tales estudios, especialmente en lo concerniente al boro y molibdeno, a través de los criterios de fertilidad, utilizando a la coliflor como planta indicadora.

II.— REVISION DE LITERATURA

Generalidades del Altiplano de Pasto

Geología.— De acuerdo a los estudios de Bueno (5), las rocas eruptivas modernas, provenientes de la actividad volcánica de fines del terciario y del cuaternario, ocupan una vasta zona del territorio de Nariño. Estos depósitos pueden estar constituidos por materiales exclusivamente volcánicos y por materiales que acusan una acción volcánica y fluvial simultánea. La composición de las rocas eruptivas de los depósitos nevolcánicos del Altiplano de Pasto, consisten principalmente en brechas bastante compactadas, con cantos de an-

(*) Parcial de la tesis presentada por los dos primeros autores para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia del tercero. Instituto Tecnológico Agrícola, Universidad de Nariño, Pasto.

(**) Decano Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto.

deuda, bombas andesíticas de tamaño variado, tobas de lapillis, cenizas en diversos grados de compactación y, finalmente, derrames de andesita.

Suelos.— Los suelos del Altiplano de Pasto se han formado a partir de cenizas volcánicas de reciente deposición y podrían ser clasificados como andosoles (21). La textura predominante es la franco-arcillosa (Bouyoucos). El promedio de la materia orgánica está alrededor del 4%. Son suelos moderadamente ácidos, en general el pH es próximo a 5,5. La capacidad de intercambio catiónico es relativamente alta y varía entre 16 y 52 me/100g. El potasio es el catión cuyo contenido es más constantemente alto, mientras que los niveles de calcio y magnesio varían notablemente y los correspondientes al sodio son bajos (3, 20, 24).

Ecología y clima.— En el Altiplano de Pasto la temperatura media oscila alrededor de los 14°C y su promedio anual de lluvias entre 800 y 1.300 mm/año. En la Granja Experimental de Botana (Universidad de Nariño), situada a 2.750 m.s.n.m., la precipitación es de 74 mm/año. En la Granja Experimental de Botana (Universidad de Nariño), situada a 2.750 m.s.n.m., la precipitación es de 784 mm/año y la temperatura media anual es de 12,5°C.

El Molibdeno y el Boro en la planta.

Funciones del molibdeno.— El molibdeno participa cambiando su valencia en las reacciones óxido-reductoras y es un eslabón importante en la cadena de transporte de electrones del substrato oxidado y la sustancia que se reduce (25).

Juega un papel importante en la actividad de los fermentos flavo-proteínicos relacionados con el metabolismo del nitrógeno (17). Al tomar parte en la fijación del nitrógeno molecular, en las leguminosas, el molibdeno ejerce una influencia importante en el aumento del contenido de albúminas, clorofila y vitaminas en los tejidos de la planta. (8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 32).

Boro.— El boro toma parte en los procesos de oxidación-reducción con su consiguiente acción en el metabolismo de los hidratos de carbono, de las albúminas y de las nucleicas (6). Aumenta la actividad hidrolítica del fermento invertasa y contribuye al desplazamiento de los azúcares hacia los puntos de crecimiento de las plantas, raíces, flores y frutos (25).

El boro está estrechamente relacionado con los procesos de fecundación de las plantas. Acelera el crecimiento del polen y de los tubos polínicos. El desarrollo de los ovarios y del folículo se retrasa y los procesos de maduración de la semilla se interrumpen cuando hay insuficiencia del boro (19).

Síntomas de deficiencia y toxicidad.

Molibdeno.— De acuerdo a Higuera (16), cuando el molibdeno se encuentra en el suelo en muy baja cantidad, o en alta cantidad pero en forma no aprovechable, se presenta mal-formación y reducción

del limbo de las hojas, excesivo crecimiento de los pecíolos y atrofia del punto de crecimiento. En tomate, la deficiencia del molibdeno produce un moteado en las hojas inferiores, de color amarillo pálido y casi todas las inflorescencias se caen antes de fructificar (2, 28).

Algunos de los casos más severos de deficiencia de molibdeno se han encontrado en cultivos que requieren altas dosis de cal, como la coliflor, cuando se siembra en suelos que han sido dedicados a cultivos de suelos ácidos como la papa (4).

Boro.— Uno de los primeros síntomas que se presentan en plantas, bajo condiciones de deficiencia severa de boro, es el aspecto negro y muerte de la yema terminal (22, 23, 26, 27, 30).

La deficiencia de boro en coliflor produce bronceado o pudrición parda o roja, cambios en el color del follaje, posterior coloración púrpura de los bordes de las hojas más viejas y su enrollamiento seguido por el desarrollo de ampollas sobre el lado superior de la nervadura central (29, 31).

La toxicidad de boro puede producir clorosis y aún abscisión de las hojas viejas en muchas plantas (7, 26, 27).

Ensayos

Bajo condiciones de invernadero, en suelos de la Sabana de Bogotá, (Colombia), Higuera y Lora (16) investigaron el comportamiento de la coliflor frente a diferentes dosis de cal y molibdato de sodio. El mejor tratamiento fue el de 6 toneladas por hectárea de cal y 4,8 kg/ha de molibdato de sodio.

Kisis (18), hizo una aplicación foliar de boro en plantas de repollo, y obtuvo un aumento del 23% en la cosecha. Cuando el tratamiento se aplicó a plantas de zanahoria, la producción de semilla se incrementó en 0,22 T/ha.

En praderas, Kisis (18), aplicó molibdato de sodio a razón de 6,25 onzas por hectárea y obtuvo una respuesta equivalente a un incremento del 50% en la producción, en comparación a los testigos. En este experimento, 3 toneladas de cal dieron un resultado comparable al obtenido con la aplicación del molibdeno.

En experimentos realizados en Rusia, la aplicación de boro aumentó la producción de papa en 7,52 kg/ha., y la de pepinos en un 12 al 25% (17).

Recientemente, Gupta (15), trabajando con suelos ácidos del Canadá, cuyo pH era igual o inferior a 5,5, encontró que la producción y el contenido de molibdeno de la coliflor, se incrementaban sustancialmente al aplicar molibdeno, cal o la combinación de los dos. Este efecto no se presentó en suelos con pH: 6,5.

III.— MATERIALES Y METODOS

Para la investigación se utilizaron suelos de dos localidades en el altiplano de Pasto, situados en las veredas de La Laguna y Botana (Granja Experimental Botana). Los sitios mencionados tienen

condiciones climáticas análogas: 12°C - 14°C. de temperatura promedio anual y 900 a 1.300 mm/año de precipitación promedio.

El suelo Botana es de textura arcillosa a franco-arcillosa y en su horizonte A, de 50 cm. de profundidad tiene las siguientes características: pH: 5,9 (agua 1:1), % C: 3,18% N: 0,26, P-aprovechable: 20,2 ppm. (Bray II), Ca: 12,7 m.e./100 g., Mg: 3,2 m.e./100 g, K: 0,4 m.e./100 g, Na: 0,3 m.e./100 g, C.I.C.: 31,58 m.e./100 g, Sat. bases: 32,5%. Además, el suelo presenta condiciones físicas poco deseables debido a drenaje deficiente.

El suelo La Laguna es de textura franca y en su horizonte A, de 50 cm. de profundidad, presenta las siguientes características: pH: 5,5 (agua 1:1), %C: 4,94, %N: 0,4 P/aprovechable: 18,5 ppm (Bray II), Ca: 3 m.e./100 g, Mg: 6,7 m.e./100 g. K: 0,9 m.e./100 g, Na: 0,4 m.e./100 g, C.I.A.: 24,6 m.e./100 g, Sat. de bases: 43,6%. El suelo tiene buen drenaje.

La coliflor de la variedad "Super Snowball", la cual es bastante susceptible a la deficiencia de molibdeno y boro, se transplantó 4 semanas después de la siembra al sitio definitivo, con distancia de 50 cm. entre plantas y en parcelas de 10,0 x 2,80 m. La parcela efectiva tuvo 4 surcos. Los tratamientos aplicados fueron los siguientes: 1) Mo: 0 ppm, B: 0 ppm. CaCO₃: 0 Kg./Ha.; 2) Mo: 0,47 ppm., B: 0 ppm., CaCO₃: 0 Kg./Ha.; 3) Mo: 0,93 ppm., B: 0 ppm., CaCO₃: 0 Kg./Ha.; 4) Mo: 0 ppm., B: 0,84 ppm., CaCO₃: 0 Kg./Ha.; 5) Mo: 0 ppm., b: 1,69 ppm., CaCO₃: 0 Kg./Ha.; 6) Mo: 0,47 ppm., B: 0,84 ppm., CaCO₃: 0 Kg./Ha.; 7) Mo: 0,93 ppm., B: 1,69 ppm., CaCO₃: 0 Kg./Ha.; 8) Mo: 0 ppm., B: ppm., CaCO₃: 1.000 - 2.000 Kg./Ha.; g) testigo absoluto. Todos los tratamientos, excepción hecha del testigo absoluto, llevaron una fertilización básica con 40 Kg./Ha. de N, 120 Kg./Ha. de P₂O₅ y 40 Kg./Ha. de K₂O.

Como fuente de los elementos nutritivos se utilizaron los siguientes: fertilizante de fórmula 10-30-10, molibdato de sodio 39% de Mo) y Bórax (11,37% de B). Como cal se utilizó el hidróxido de calcio (82,4% de CaCO₃). El molibdato de sodio y el borax se aplicaron al suelo un mes después del trasplante en forma de solución. La cal se aplicó un mes antes del trasplante y en cantidades equivalentes a 1 ton./ha. en el suelo Botana y 2 ton./ha. en el suelo La Laguna, requerimientos que se determinaron de acuerdo a la prueba de Dunn.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con cuatro repeticiones. Las plantas se cosecharon tres meses después del trasplante y la producción se evaluó estadísticamente en términos de materia seca por parcela.

IV. — RESULTADOS Y DISCUSION

En las tablas I y II se presentan los rendimientos de coliflor en gramos de materia seca por tratamiento, y en las figuras 1 y 2 la representación gráfica de los mismos. En la tabla III se presenta el análisis de variancia para la variable de respuesta materia seca.

— T A B L A I —

PRODUCCION DE MATERIA SECA DEL ENSAYO EN EL SUELO BOTANA

(g./parcela)

T R A T A M I E N T O S

Repl.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	943	935	992	938	928	975	883	952	785
II	963	998	1000	945	936	951	898	970	768
III	948	984	996	952	944	980	906	984	776
IV	956	990	1010	940	930	965	917	975	790
Media	952,5	976,75	1001,5	943,75	934,5	967,75	901	970,27	779,75

PRODUCCION DE MATERIA SECA DEL ENSAYO EN EL SUELO LA LAGUNA
(g./par cela)

		T R A T A M I E N T O S								
Repl.		1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	1555	1663	1723	1503	1487	1550	1445	1623	1254	
II	1570	1643	1706	1509	1452	1580	1465	1619	1220	
III	1544	1636	1738	1501	1466	1596	1439	1598	1275	
IV	1532	1652	1715	1519	1477	1585	1407	1621	1242	
Media	1550,25	1648,5	1720,5	1508	1470,5	1577,75	1439	1615	1247,25	

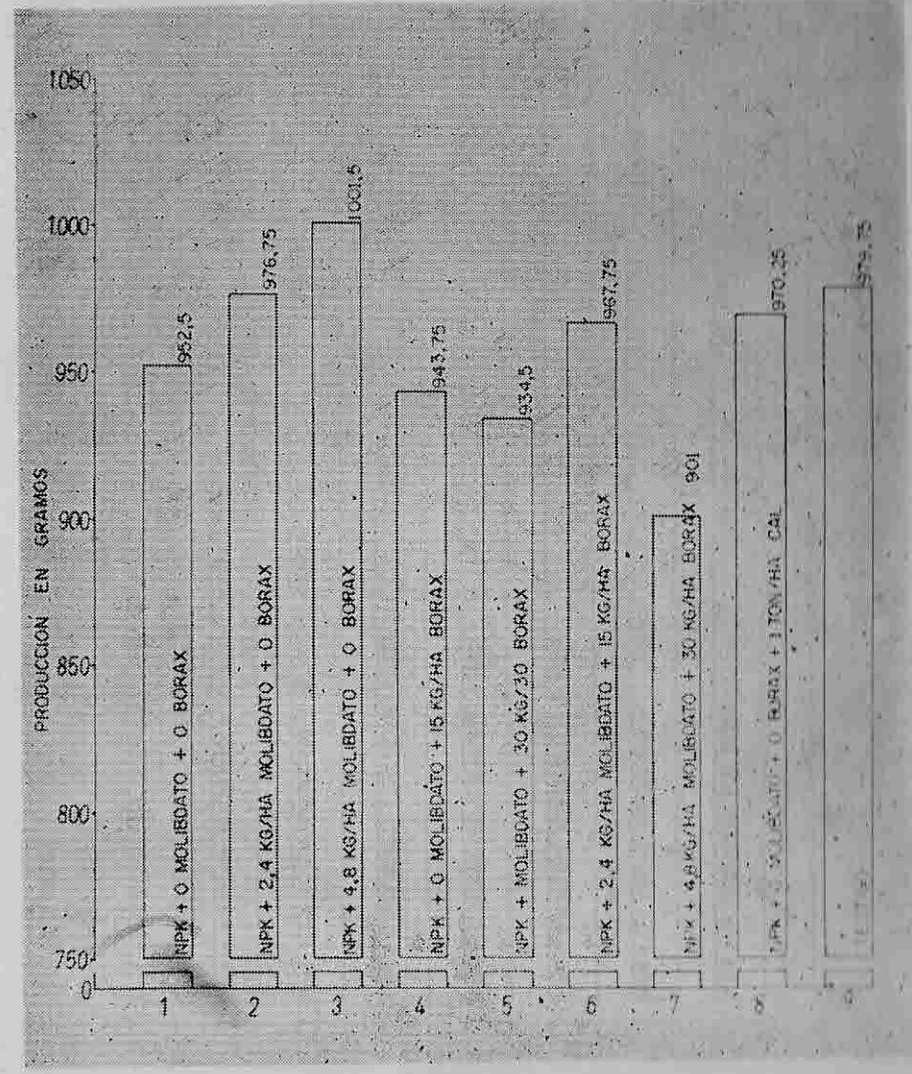


FIGURA 1.— Producción promedio para los diferentes tratamientos en el suelo Botana.

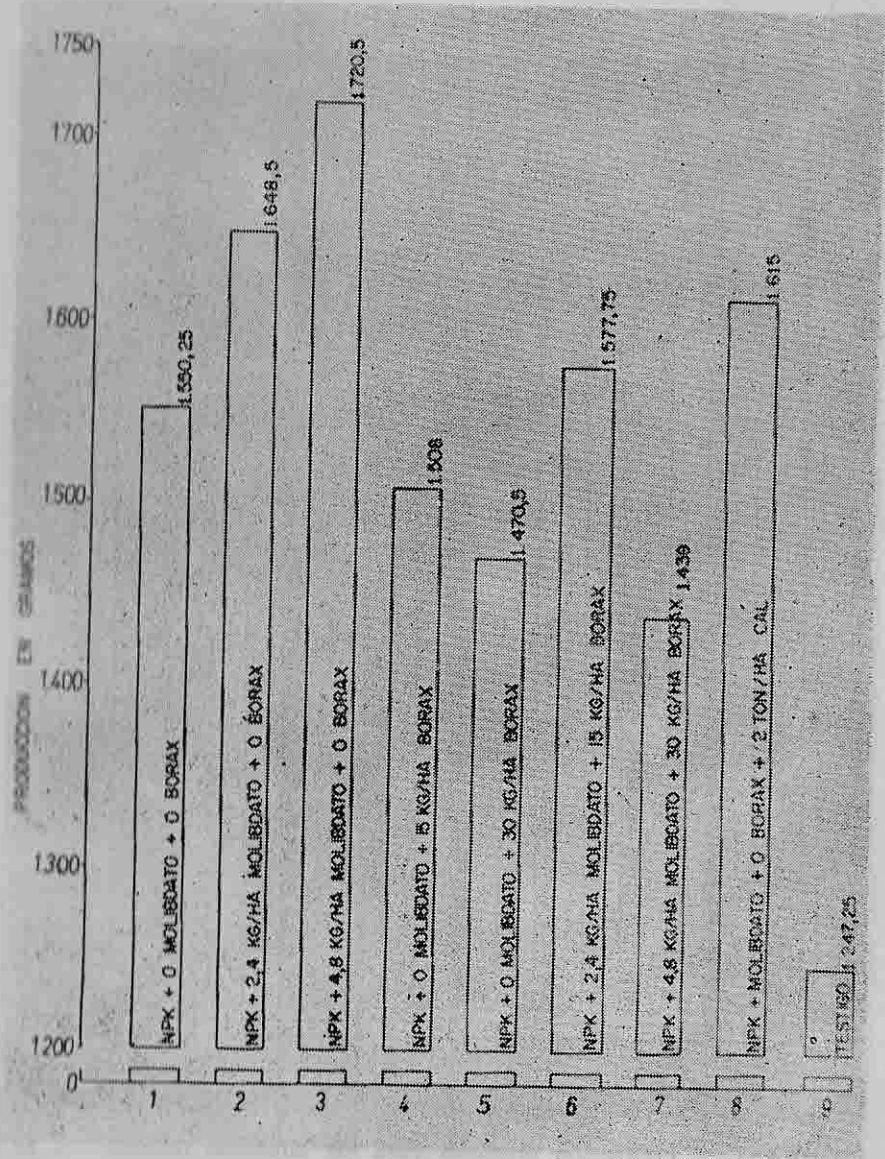


FIGURA 2. — Producción promedio para los diferentes tratamientos en el suelo Botana.

— T A B L A III —

ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA LA VARIABLE DE RESPUESTA PES OSECO

Fuentes de variac.	B O T A N A			L A L A G U N A		
	S.C.	G.L.	C.M.	S.C.	G.L.	C.M.
Replicaciones	1.475,41	3	491,8 N. S.	199,52	3	66,51 N. S.
Tratamientos	136.416,00	8	17.052,0 *	609.981,50	8	76.247,68 *
Error	39.813,34	24	1.658,5	7.195,73	24	293,28
Total	177.704,75	35		617.376,75	35	

N.S.: no significativo al nivel del 5%.
 * : significativo al nivel del 5%.

En general, la producción de materia seca en el suelo de La Laguna supera ampliamente, en todos los tratamientos, a la producción obtenida en el suelo de Botana. Sin duda, esta situación se relaciona, más que todo, con las condiciones físicas poco aceptables del suelo de Botana.

La aplicación de NPK incrementó significativamente ($P \Delta 0,05$) la producción de materia seca en los dos suelos, de acuerdo a la prueba de Duncan. (Tablas IV y V). En el suelo de Botana este incremento fue del 22%, en el de La Laguna del 25%.

Respuesta de la coliflor a la aplicación de Molibdeno.

El análisis de variancia y la prueba de Duncan, indicaron que la aplicación de molibdeno produjo un incremento en la producción, estadísticamente detectable, en el suelo de La Laguna, no así en el de Botana. Probablemente, esta situación está asociada con las condiciones de drenaje defectuoso en el suelo de Botana, y más que todo, con el contenido moderadamente alto de molibdeno en este suelo (2 ppm), en comparación al contenido del mismo elemento en el suelo de La Laguna (0.73 ppm) (3). No obstante, es de notar que en el suelo de Botana la aplicación de molibdeno, en los dos niveles, llevó también a una mayor producción en comparación al tratamiento NPK, pero estas diferencias no fueron estadísticamente detectables ($P \Delta 0,05$).

La mayor producción se obtuvo con el nivel más alto de molibdeno (0,93 ppm); sin embargo, entre este nivel y el nivel de 0,47 ppm. no hubo diferencia significativa. Con respecto al tratamiento que solo contenía KPK, el aumento provocado por el nivel más alto de molibdeno fue de 11,0% para el ensayo de La Laguna. En este suelo se observó que las plantas de coliflor, en los tratamientos que no llevaban molibdeno, presentaban fasciculación y deformación de las hojas, lo cual indicó deficiencia de molibdeno asimilable en ese suelo. En cambio, se observaron plantas normales en el tratamiento que llevaban molibdeno. Esta situación ratifica el nivel relativamente bajo el molibdeno observado por Barros (3), en el suelo de La Laguna.

Respuesta de la coliflor a la aplicación de Boro.

En el suelo de La Laguna, la aplicación de boro produjo una disminución estadísticamente detectable ($P < 0,05$), en la producción de materia seca con relación al tratamiento NPK. Este efecto detrimental fue de mayor magnitud con el nivel de 1,69 ppm., que con el nivel de 0,84 ppm. de boro; no obstante, entre estos dos niveles no hubo diferencia significativa. Esta situación parece estar asociada con un efecto tóxico del boro, sobre todo en el caso del nivel más alto. Efectivamente, algunas plantas de las parcelas correspondientes al tratamiento 5 presentaron síntomas típicos de toxicidad de boro. En el suelo de Botana, el efecto deprimente de la aplicación de boro sobre la producción no fue estadísticamente detectable ($P \Delta 0,05$).

— T A B L A IV —

PRUEBA DE DUNCAN PARA LOS DATOS DE PRODUCCION EN EL ENSAYO DE BOTANA

No. Trat.	3 NPK-4,8-0	2 NPK-2,4-0	8 NPK-0-0 + cal	6 NPK-2,4-15	1 NPK-0-0	4 NPK-0-15	5 NPK-0-30	7 NPK-4,8-30	9 Testigo absoluto
3	1001,5	976,75	970,25	967,15	952,5	943,75	934,5	901,0	779,75
2	0	24,75	31,25	34,75	49,0	57,75	67,0	100,5*	221,75*
8	0	0	6,50	9,00	24,25	33,0	42,25	75,75*	197,0*
6	0	0	0	2,50	17,75	26,5	35,75	69,25*	190,5*
1	0	0	0	0	15,25	24,0	33,25	66,75*	188,0
4	0	0	0	0	0	8,75	18,0	51,5	172,75*
5	0	0	0	0	0	0	9,25	42,75	164,00*
7	0	0	0	0	0	0	0	33,5	154,75*
9	0	0	0	0	0	0	0	0	121,25*

*: Significativo al 5%.

PRUEBA DE DUNCAN PARA LOS DATOS DE PRODUCCION EN EL ENSAYO DE LA LAGUNA

No. Trat.	3 NPK-4,8-0	2 NPK-2,+0	8 NPK-0-0 + cal	6 NPK-2,4-15	1 NPK-0-0	4 NPK10-10	5 NPK-0-30	7 NPK-4,8-30	9 Testigo absoluto
	1720,5	1648,5	1615,0	1577,75	1550,2	1508,0	1470,6	1439,0	1247,25
3	1720,5	0	10,5*	142,75*	170,25*	212,5*	250,0*	281,5*	473,25*
2	1648,5	0	33,5*	70,75*	98,25*	140,5*	178,0*	209,5*	401,25*
8	1615,0		0	37,25*	64,75*	107,0*	144,5*	176,0*	367,75*
6	1577,75			0	27,50*	69,75*	107,25*	138,75*	330,50*
1	1550,2				0	42,25*	79,75*	111,25*	303,0*
4	1508,0					0	37,50*	69,0*	260,75*
5	1470,6						0	31,5*	223,25*
7	1439,0							0	191,75*
9	1247,25								0

*: Significativo al 5%.

Respuesta de la coliflor a la aplicación conjunta de boro y molibdeno.

Los resultados y la prueba de Duncan indican que la aplicación de boro, en adición a cualquier nivel de molibdeno, produjo un efecto depresivo sobre la producción de materia seca, en comparación a los tratamientos con solo molibdeno, la aplicación de 0,84 ppm. de boro, en asocio al nivel más bajo de molibdato, incrementó significativamente la producción de materia seca con relación al tratamiento con NPK. No obstante, tal como se explicó antes, este tratamiento fue inferior al tratamiento con solo molibdeno. La combinación de los niveles más altos de boro y molibdeno, provocó un efecto depresivo ($P < 0,05$) sobre la producción de materia seca, en relación a los demás tratamientos, excepción hecha del testigo absoluto, en el suelo de La Laguna. En el ensayo de Botana, esta misma combinación produjo un efecto similar, pero solo fue significativo en comparación a los tratamientos 3, 2, 8 y 6.

Respuesta de la coliflor a la aplicación de cal.

La aplicación de cal produjo un efecto positivo sobre la producción de materia seca, en comparación al tratamiento NPK. Este efecto fue significativo únicamente en el ensayo de La Laguna. Además, el tratamiento con cal, solamente fue inferior ($P < 0,05$ - suelo La Laguna) a los tratamientos 3 y 2 (NPK + 0,93 ppm. de molibdeno y NPK + 0,47 ppm. de molibdeno).

Lo anterior lleva a concluir que la aplicación de 0,93 ppm. y aún de 0,47 ppm. de molibdeno, sustituye muy ventajosamente a la aplicación de 2 ton. de cal por hectárea en el suelo de La Laguna.

V.— CONCLUSIONES

1. La aplicación de molibdeno aumentó la producción de materia seca en ambos ensayos, en comparación al tratamiento con NPK. Este incremento sólo fue significativo en el ensayo de La Laguna. Este resultado parece estar relacionado con los bajos niveles de molibdeno en el suelo La Laguna y los relativamente altos en el de Botana. La mayor producción se obtuvo aplicando 0,93 ppm. de molibdeno, pero entre este nivel y el de 0,47 ppm. de molibdeno no hubo diferencia estadísticamente detectable ($P < 0,05$).

2. La aplicación de boro produjo un efecto detrimental sobre la producción de materia seca en ambos suelos. Este efecto fue significativo en el suelo de La Laguna ($P < 0,05$), y seguramente está asociado con una acción tóxica del boro. La combinación boro-molibdeno también produjo una disminución en la producción en relación a los tratamiento con molibdeno solo.

3. En el ensayo de La Laguna, la aplicación de cal produjo un efecto positivo y estadísticamente detectable ($P < 0,05$) sobre la producción. Este efecto fue superado significativamente por la aplicación de molibdato de sodio. Esto lleva a concluir que la aplicación de 0,93 ppm. y aún de 0,47 ppm. de molibdeno puede sustituir ventajosamente a la aplicación de 2 ton/ha. de cal.

VI.— RESUMEN

Se llevaron a cabo dos ensayos, bajo condiciones de campo, en dos suelos volcánicos del Altiplano de Pasto, para buscar el efecto de tres niveles de molibdeno, tres niveles de boro y del encalamiento sobre la producción de la coliflor (*Brassica oleracea*, var. botrytis, L.).

La aplicación de 0,47 ppm. de molibdeno incrementó la producción de materia seca en ambos ensayos, en relación al tratamiento con NPK. Este efecto sólo fue significativo en el suelo La Laguna y se asoció con la aparición de síntomas de deficiencia de estos elementos en esos suelos (0,75 ppm. de Mo total).

La aplicación de los niveles de boro (0,84 ppm., 1,69 ppm) produjo un efecto depresivo sobre la producción. Esta situación se encontró asociada con la aparición de síntomas de toxicidad del boro. Por otra parte, la combinación boro-molibdeno también produjo una caída en la producción de materia seca, en comparación a los tratamientos con molibdeno solo. Ambos efectos fueron detectables estadísticamente ($P < 0,05$).

La aplicación de cal produjo un efecto positivo sobre la producción; sin embargo, este efecto fue superado por la aplicación del molibdeno. La aplicación de 0,93 ppm. y aún de 0,47 ppm. de molibdeno puede sustituir ventajosamente a la aplicación de 2 ton. de cal.

VII.— LITERATURA CITADA

1. ANDERSON, A. J. and R. H. ARNOT.— Fertilizer studies on basaltic red loam soil from Lismore district. New South Wales Australian J. Agr. Res. 4: 29 - 43. 1953.
2. ARNON, D. I.— The essential nature of molybdenum for the growth of higher plants. Chron. Bot. 6: 56 - 57. 1940.
3. BARROS P.— Determinación de molibdeno, cobre y cobalto en algunos suelos del Altiplano de Pasto. Tesis no publicada. Univ. de Nariño, I.T.A. Pasto. 1969. p. 106.
4. BEAR, F. E.— Chemistry of the soil. Trace elements. John Wiley Sons, Inc. New York. 324 - 347. 1953.
5. BUENO, J.— Estudio Geológico del Departamento de Nariño. Informe mecanografiado. Ministerio de Minas y Petróleos, Bogotá. s.p.
6. CHAVERRA, G. H. y G. M. MARIN.— Los elementos menores y su importancia en la agricultura. I El molibdeno. Agr. Trop. 15: 531-534. 1959.
7. EATON, F. M. and L. V. WILCOX.— The behavior of boron in soils. U. S. D. A. Technical Bull. 696. 58 p. 1959.
8. EVANS, H. J.— Role of molybdenum in plant nutrition. Soil Sci. 81: 199 - 208. 1955.

9. EVANS, H. J., E. R. PURVIS and F. E. BEAR.— Molybdenum nutrition of alfalfa. Plant Physiol. 25: 555-572. 1950.
10. FUJIMOTO, G. and G. D. SHERMAN.— Molybdenum content of typical soils and plants of Hawaiian Islands. Agron. Jour. 43-424.
11. GALEANO, S., F. y F. GONZALEZ.— Elementos traza en cultivos colombianos. Rev. del Inst. Tec. Bogotá 3 (9): 27 - 28. 1961.
12. GAMMON, Jr. et al.— Soils factors affecting molybdenum uptake by cauliflower. Soil Sci. Amer. Proc. 18: 212 - 305. 1954.
13. GIDDENS, J. and P. J. BERGEAUX.— Molybdenum status and needs in the Southern Region. Plant food rev. Washington. 7 (3): 4 - 6. 1962.
14. —————.— Boron status and needs of the Southern Region. Plant food rev. Washington. 7 (4): 12 - 17. 1962.
15. GUPTA, V. C.— Effect and interaction of molybdenum and limestone on growth and molybdenum content of cauliflower, alfalfa and bromegrass on acid soils. Soil Sci. Soc. of Am. Proc. 33 (6): 929-932. 1969.
16. HIGUITA, F. y R. LORA.— Respuesta de la coliflor a la aplicación de molibdeno. Agr. Trop. 25 (11): 638 - 643. 1964.
17. KATALINOV, M. V.— Microelementos y microfertilizantes. (B, Mo, Cu, Zn, Mn). Edit. de Literatura Química. Moscú. Leningrado. 1965. 319 p.
18. KISIS, J. R.— Apuntes de biología. Instituto de biología. Letonia. 1962. p. 210.
19. MESA, B. D.— Funciones del boro en la vida vegetal. Agr. Trop. 7 (2): 57 - 61. 1951.
20. MOLINA, A. C.— Estudio sobre algunos aspectos del nitrógeno en los suelos del Altiplano de Pasto, Nariño, Colombia. Instituto Tecnológico Agrícola, Universidad de Nariño. Tesis no publicada. 68 p. 1969.
21. MORA, T., E. y L. LEGARDA.— Estudios de ciertas características de algunos suelos de Nariño relacionadas con las formaciones ecológicas. Univ. de Nariño. Tesis no publicada. 1969. p. 13 - 14, 25 - 28.
22. MULLER L.— Observación y control de las deficiencias de elementos menores en el café. Turrialba (Costa Rica). 8 (4): 126-135. 1958.
23. —————.— Coffee nutrition. In: Childers, N. F., ed. Nutrition of fruit crops. New Brunswick, New Jersey. Rutgers State University. pp. 685-776. 1966.
24. ORDOÑEZ, C. H.— Estudio sobre el potasio en algunos suelos del Altiplano de Pasto (Colombia). Instituto Tecnológico Agrícola, Universidad de Nariño. Tesis no publicada. 113 p. 1969.