

EFFECTO DE DOS METODOS DE FERTILIZACION CON MOLIBDENO EN LOS RENDIMIENTOS DE LA COLIFLOR (*Brassica oleracea* var. Bola de Nieve) EN UN SUELO DE LA SERIE MOSQUERA*

Beatriz Motta de M.
Alfredo León S.**

1. INTRODUCCION

Una considerable extensión de los suelos colombianos son ácidos y a pesar de ser los trabajos de investigación sobre la determinación de molibdeno muy escasos, su deficiencia se ha determinado en suelos de la Sabana de Bogotá (Lora e Higueta, 1969), en algunos suelos y sub-suelos del altiplano de Pasto (Barros, 1969) y en suelos rojos de Antioquia (Rodríguez y Mac Clung, 1964).

Se consideró de interés, en vista de la posible deficiencia de molibdeno en los suelos de la Sabana de Bogotá, ensayar dos métodos de fertilización molíbdica: tratamiento a la semilla y tratamiento al fertilizante. Estos dos métodos son de fácil aplicación y podrían ser utilizados fácilmente por el agricultor.

Como planta indicadora se utilizó la coliflor (*Brassica oleracea*, var. Bola de Nieve) debido a sus altos requerimientos, se puede esperar respuesta a la fertilización con molibdeno en términos de rendimiento.

Los métodos de fertilización y las dosis, se ensayaron en suelo encalado y sin encalar, puesto que la adición de cal al suelo es práctica común en zonas de suelos ácidos y se considera en sí misma, como un método para suprimir la deficiencia de molibdeno.

Se determinó además el contenido de molibdeno aprovechable en el suelo de todas las parcelas antes del ensayo y después de la cosecha, a fin de evaluar el efecto residual de los métodos de aplicación y las dosis, como un criterio para determinar la frecuencia de las aplicaciones.

Por último se trató de establecer si en el momento de la cosecha, los métodos de fertilización o las

dosis afectaba el contenido de molibdeno en las hojas de la coliflor.

2. MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en el lote No. 3 del Centro Experimental de Tibaitatá, en un suelo de la Serie Mosquera (Morales, 1976), clasificado como Aquic Andic Autropept (Hugo Villota).*

El cultivo utilizado fue coliflor (*Brassica oleracea* var. Bola de Nieve). La semilla se sembró a chorro directamente sobre el terreno a razón de 2,2 kg/Ha. Se utilizaron 48 parcelas de 10 m de largo, con cuatro surcos espaciados a 0,72 m. En el raleo se distanciaron las plantas a 0,45 m, dejando 22 plantas por surco. La coliflor se cosechó ya madura y el rendimiento se midió, por parcela, sobre las cabezuelas cosechadas en los dos surcos centrales.

Como material de encalado se utilizó CaO (87% en términos de carbonato de calcio) el cual se aplicó al voleo, a razón de 6,2 t/Ha (para elevar el pH a 6,0 de acuerdo al requerimiento de cal realizado por el método de White, 1945), incorporándolo con el rastrillo, 20 días antes de la siembra.

El tratamiento a la semilla se realizó disolviendo la cantidad de molibdato de sodio en el agua necesaria para humedecer la semilla y luego ésta se agregó a la solución. Se agitó fuertemente durante media hora y se dejó secar al aire. Posteriormente se pasaron las cantidades de semilla correspondiente a cada

* Comunicación personal - CIAF.

* Contribución del Programa de Estudios para Graduados en Ciencias Agrarias UN-ICA. Adaptación y resumen de la Tesis de Grado presentada por el autor principal a dicho Programa como requisito parcial para optar al título de Magister Scientiae.

** Respectivamente: Químico M.S., e Ingeniero Químico Ph.D., estudiante y profesor consejero del Programa de Estudios para Graduados en Ciencias Agrarias UN-ICA.

surco. Las dosis empleadas fueron: 0-16-32 g de molibdato de sodio para la semilla correspondiente a una hectárea. El recubrimiento se hizo de manera similar al de la semilla excepto que se utilizó aceite mineral para humedecerlo. Se le agregó el molibdato de sodio en polvo y se agitó durante media hora.

El fertilizante básico utilizado fue un producto comercial de grado 10-30-10 a razón de 300 kg/Ha. En el recubrimiento del fertilizante se usaron dosis de 0-500-1.000 g de molibdato de sodio para los 300 kg correspondientes a una hectárea. Se pesó la cantidad de fertilizante necesaria para cada surco y se aplicó en bandas al tiempo de la siembra. Los tratamientos a la semilla y al fertilizante con el molibdato se realizaron dos días antes de la siembra.

A una muestra representativa del lote tomada a una profundidad de 0-15 cm se le practicó el análisis de caracterización, de acuerdo a las técnicas utilizadas en el Laboratorio de Suelos del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" (Silva *et al.*, 1973). El contenido de molibdeno aprovechable del suelo se determinó antes del encalado y de la siembra en cuatro submuestras representativas del lote. Al finalizar el ensayo el contenido de molibdeno se determinó de acuerdo a la técnica dada por Ressinauer, 1965.

Dos días antes de la primera cosecha se realizó en cada parcela, un muestreo de la primera hoja abierta. La muestra se lavó con agua desmineralizada, se separó la nervadura central del limbo, se secó en estufa a 65°C, se molió en un molino Willey, se tamizó a 20 mallas y se envasó en recipiente plástico. Para la determinación de molibdeno, la muestra se calcinó con mufla a 550°C, se disolvió en solución ácida y el molibdeno se determinó por el método de tiocianato (Chapman y Pratt, 1961). Los nitratos se determinaron por el método del ácido fenol disulfónico (Jonhson y Ulrich, 1959). La investigación en el campo se efectuó bajo dos experimentos de bloques al azar: uno en suelo encalado y el otro en suelo sin encalar. Para una mejor interpretación de los resultados en los casos en que se creyó necesario, se complementó con un análisis combinado entre los dos ensayos y con algunas comparaciones ortogonales.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

El lote en ensayo presentó las características de un suelo franco, medianamente ácido (pH 5,3), con contenido de aluminio bajo (0,2 me/100 g); suficiente Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ y K⁺ de intercambio; capacidad catiónica de cambio a pH alto (33,9 me/100 g); bien saturado (72,3%); buen contenido de carbón orgánico (3,89%), y de fósforo aprovechable (183 kg/Ha). El suelo tuvo un alto valor de sodio de intercambio (3,3 me/100 g) sin que su saturación alcanzara el 15% necesario para considerarlo sódico. La conductividad eléctrica del extracto de saturación fue de 6,7 mmhos/cm a 25°C, por lo que se clasificó como moderadamente salino (USDA, 1954).

La condición moderadamente salina del lote limitó de por sí el rendimiento de cualquier cultivo. En el caso de la coliflor, considerada como una hortaliza moderadamente tolerante a las sales, el rendimiento se puede disminuir en un 50%, cuando la conductividad del extracto de saturación es aproximadamente 7 mmhos/cm a 25°C (USDA, 1954).

Respecto al molibdeno, el factor salinidad puede incidir desfavorablemente en su aprovechabilidad puesto que si existe una alta concentración de sulfato en la solución del suelo, éste compite con el ión molibdato por los sitios de absorción de las raíces (Stout *et al.*, 1951).

El contenido de aluminio del suelo (0,2 me/100 g) no justificó un encalado a altas dosis y menos si su capacidad de cambio efectiva (capacidad de cambio efectiva = Al⁺⁺⁺ + Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺ + K⁺ + Na⁺ de cambio = 34,1 me/100 g) fue alta. La saturación de Al, con base en esta capacidad, fue muy baja (0,8%) y por lo tanto no es probable que exista problemas de toxicidad al Al.

A pesar de que en este suelo, por las razones anteriormente expuestas, no se justifica el encalado, se creyó conveniente realizar el experimento a un pH superior al del suelo a fin de comprobar su efecto en la disponibilidad del molibdeno.

El contenido de molibdeno aprovechable del suelo se determinó en cuatro muestras representativas del lote, antes del encalado y de la siembra. El valor promedio fue 0,145 ppm (M₁ = 0,13 ppm, M₂ 0,13 ppm, M₃ = 0,16 ppm, M₄ = 0,16 ppm). Este nivel de molibdeno se puede considerar bajo, especialmente si está asociado con un pH de 5,3. Numerosos investigadores han obtenido respuestas al molibdeno en suelos con contenidos de elementos entre 0,12 y 0,16 ppm, con niveles de pH entre 5,7 y 6,3 (Hagstrom y Berger, 1965; Gupta y MacKay, 1968).

Si se tiene en cuenta las anteriores respuestas, es posible que no solamente el suelo considerado, sino también otros suelos de la Sabana de Bogotá, sean deficientes en molibdeno de acuerdo a los pHs y los niveles de molibdeno aprovechable dados por Muñoz y Luna (1966).

Inicialmente el tratamiento a la semilla se planeó con dosis de molibdeno de amonio de 64 y 128 gramos aplicados a la semilla correspondiente a una hectárea y así se realizó. Sin embargo, con estos tratamientos no hubo germinación y fue necesario disminuir la dosis. La solubilidad del molibdato de sodio, unida a la condición salina del suelo, pudo crear un microambiente que impidió la germinación. Es posible que con fuentes de menor solubilidad y/o en un suelo no salino, este problema no se presente.

El cultivo en general se desarrolló normalmente. Ninguna de las plantas murió en estado temprano de crecimiento. Posteriormente se desarrollaron las hojas típicas de cola de látigo, características de la deficiencia de molibdeno, cuyos síntomas visuales describe Hewit (1956). No se notaron diferencias de coloración entre las distintas parcelas ni entre las plantas de cada parcela. Los síntomas de cola de látigo se manifestaron en las hojas que se presenta-

ron gruesas, túrgidas, con varios grados de estrecheces e irregularidades en los limbos y en la falta de formación de cabezuela o formación de cabezuela defectuosa. Estos dos grupos de síntomas fueron generales para todas las parcelas, con la diferencia de que en algunas predominaron las plantas sanas y en otras las plantas afectadas. En el momento de la cosecha se hizo conteo, en los dos surcos centrales, de plantas sin cabezuela o con cabezuela defectuosa. Este conteo se expresa en porcentaje de plantas afectadas (Tabla 1).

En los tratamientos sin cal se observó una disminución en el porcentaje de plantas afectadas de 30 a 9% para el método de fertilización a la semilla y del 25 al 9% para el tratamiento al fertilizante, a medida que aumentó la dosis de molibdeno.

En los tratamientos con cal la tendencia fue completamente inversa. A medida que aumentó la dosis de molibdeno, en las dos formas de aplicación, se incrementó el porcentaje promedio de plantas afectadas. Esto fue especialmente notable en los tratamientos a la semilla, en donde el porcentaje promedio pasó del 7 al 25%. En el método de aplicación al fertilizante, el porcentaje promedio de plantas enfermas aumentó apreciablemente con la dosis más baja. Aparentemente la cal, sin aplicaciones de molibdeno, redujo notoriamente el porcentaje de plantas sin cabezuela (del 30 al 7% y del 24 al 8%).

Los resultados del ensayo, en relación con los rendimientos de la coliflor se presentan en la Tabla 2.

TABLA 1. Síntomas visuales de cola de látigo apreciados por el porcentaje de plantas de coliflor sin cabezuela en los dos surcos centrales.

Tratamientos	Promedios de plantas sin cabezuela	
	Parcelas sin cal %	Parcelas con cal %
A	30	7
B	11	20
C	4	25
D	24	8
E	16	14
F	9	13

A, B, C = Tratamientos con 0-16-32 g de molibdato de sodio a la semilla de 1 Ha.

D, E, F = Tratamientos con 0-500-1.000 g de molibdato de sodio al fertilizante de 1 Ha.

TABLA 2. Rendimientos promedio de la coliflor obtenidos por tratamientos con molibdeno aplicados a la semilla y al fertilizante en un suelo de la Serie Mosquera.

Tratamiento	Rendimientos Promedio		
	Suelo sin cal	kg/2 surcos centrales	Suelo con cal
A	8,830		9,003
B	12,985		10,734
C	15,582		7,444
D	8,656		14,379
E	12,985		11,253
F	18,005		12,811
F - Replicaciones	8,813**		ns
F - Tratamiento	4,256*		3,910*
Coefficiente de variabilidad %	27,81		23,17

A, B, C = Tratamientos con 0-16-32 g de molibdato de sodio a la semilla de 1 Ha.

D, E, F = Tratamientos con 0-500-1.000 g de molibdato de sodio al fertilizante de 1 Ha.

Comparaciones ortogonales para la variable rendimiento permitieron hacer las observaciones siguientes en los dos ensayos: en el ensayo sin cal, los dos métodos mostraron la misma eficiencia en aumentar los rendimientos y puesto que la comparación de las dosis de 16 g a la semilla con 500 g al fertilizante y la de 32 g a la semilla con 1.000 g al fertilizante no presentaron diferencias significativas con respecto al rendimiento, es de suponer que son comparables. Se obtuvo una diferencia altamente significativa en la comparación testigos contra tratamientos, lo que da base para sustentar la necesidad de fertilización con molibdeno y es posible que a dosis más altas que las empleadas en este ensayo se consiga un mayor aumento en el rendimiento; ya que a las dosis más altas utilizadas, persistieron los síntomas de deficiencia en las hojas y hubo plantas sin cabezuela o con cabezuela mal formada.

En el ensayo con cal solamente fueron significativas las comparaciones entre los testigos y las dosis más altas en ambos métodos de aplicación. Se observó la tendencia a la disminución de los rendimientos, cuando se agregó molibdeno. Esto concordó con las investigaciones de Foy y Barber (1959) quienes encontraron en suelos ácidos, que recibieron altas dosis de cal, disminución en los rendimientos de la alfalfa, cuando se fertilizó con molibdeno. Es posible que el aumento en el pH no haya hecho más disponible el molibdeno del suelo por ser muy bajo su contenido en este elemento y en cambio haya inducido una disminución en su absorción por la planta, reflejándose este efecto en el rendimiento (Stout, *et al.* 1951).

Lora e Higuera (1969) en ensayos de campo realizados en el Centro Experimental Tibaitatá en un suelo no salino (pH 5,7, Al intercambiable 0,2 me/100 g), encontraron para la coliflor, disminución en los rendimientos, con dosis de 1,6 kg/Ha de molibdato aplicado al suelo sin encalar. Posteriormente en ensayos de invernadero obtuvieron como dosis óptima 5 t/Ha de cal y 4,8 kg/Ha de molibdato. En este mismo ensayo, dosis de cal superiores a 12 t/Ha produjeron fitotoxicidad. En un nuevo ensayo de campo, encalado el suelo con la dosis de 6 t/Ha y aplicando 4,8 kg de molibdato los rendimientos disminuyeron, comparados con los obtenidos con las dosis 3,2 kg/Ha.

Los resultados sugieren que el encalado de este suelo, con el único objeto de aumentar la disponibilidad del molibdeno, no se justifica puesto que los rendimientos en relación con el suelo sin encalar no aumentaron significativamente. Por otra parte la dosis de cal requerida para aumentar el pH en 0,6 unidades es excesiva. Prácticamente, en estos suelos es necesaria 1 t de cal para varias 0,1 unidades de pH. Sería aconsejable por lo tanto la sola fertilización molibídica sin adición de cal.

Algunas consideraciones de índole económica sustentan el mismo punto de vista. Actualmente en el país, solamente se ofrece molibdato de amonio a

razón de \$780,00 el kg. Esto da un costo por gramo de molibdeno de \$1,44 (molibdato de amonio 54% de molibdeno). Expresando en términos de molibdeno, las dosis de molibdato de sodio (39% de molibdeno) utilizadas en este ensayo, el costo por hectárea sería de \$8,98 y \$17,97 para el tratamiento a la semilla y de \$280,00 y \$560,00 para el tratamiento al fertilizante, con un aumento en los rendimientos de la coliflor, expresado en t/Ha* de: 3,78 - 6,14 - 3,94 y 8,50, respectivamente.

En el suelo encalado el promedio de los testigos fue 10,69 t/Ha, si se compara con el mismo promedio de 7,94 t/Ha en el suelo sin encalar. El aumento en rendimientos, producido por la cal, fue de 2,75 t/Ha, substancialmente inferior a todos los aumentos en rendimientos obtenidos con la sola fertilización con molibdeno. El costo del encalado, con la dosis de 6 t/Ha, fue aproximadamente seis veces superior al costo de la más alta dosis de molibdeno utilizada en este ensayo.

Después de la cosecha, en las parcelas se tomaron muestras y se determinó su contenido de molibdeno. Los valores promedio de las replicaciones se presentan en la Tabla 3.

De acuerdo con los datos obtenidos en la determinación de molibdeno aprovechable en el suelo, después de la cosecha, se puede concluir, en vista de no haber significación estadística alguna entre los tratamientos, que los métodos y las dosis no variaron apreciablemente el contenido de molibdeno aprovechable del suelo. En el método de fertilización a la semilla y con las dosis tan bajas utilizadas no era de esperarse un efecto residual.

Con las aplicaciones al fertilizante, donde se utilizaron dosis mayores se podría esperar un cambio en el nivel de molibdeno aprovechable del suelo, ya que la literatura habla de efectos residuales por más de una cosecha: una sola aplicación al suelo, a la tasa de 143 g/Ha permaneció efectiva para la mayoría de los cultivos por varios años (Anderson, 1956). Una dosis de 1.800 g/Ha de molibdeno, puesta al suelo, para un cultivo de coliflor, suficientes para una respuesta residual por un período de tres años y para cebolla, 444 g/Ha, fueron suficientes para el mismo tiempo (Mulder, 1954).

El hecho que la fertilización con molibdeno no haya alterado apreciablemente el contenido de este elemento en el suelo se puede explicar bien porque la cosecha consumió la totalidad de la aplicación o porque el suelo en el que se trabajó, era un suelo fijador de molibdeno con altos contenidos de óxidos de hierro y aluminio. En ambos casos el suelo requeriría aplicaciones frecuentes.

Los resultados promedios de las replicaciones para el contenido de molibdeno de las hojas se presentan en la Tabla 4. Las determinaciones se realizaron individualmente para cada parcela y no se diferenciaron entre plantas afectadas y sanas.

Únicamente los contenidos de molibdeno en los limbos, en el suelo no encalado, mostraron diferen-

* Los rendimientos expresados en t/Ha, se obtienen multiplicando los rendimientos en los dos surcos centrales por 0,909.

TABLA 3. Contenido promedio de molibdeno aprovechable en el suelo después de la cosecha de coliflor, en un suelo de la serie Mosquera.

Tratamientos		Suelos sin cal	Suelo con cal
		Mo ppm	Mo ppm
A	0,090,12	0,09	0,12
B	0,140,17	0,14	0,17
C	0,140,17	0,14	0,17
D	0,090,15	0,09	0,15
E	0,160,22	0,16	0,22
F	0,270,17	0,27	0,17
F - Replicaciones	nsns	ns	ns
F - Tratamientos	nsns	ns	ns

A, B, C = Tratamientos con 0-16-32 g de molibdato de sodio a la semilla de 1 Ha.

D, E, F = Tratamientos con 0-500-1.000 g de molibdato de sodio a la semilla de 1 Ha.

TABLA 4. Contenidos promedio de molibdeno en las hojas de coliflor obtenidos por tratamientos con molibdeno aplicado a la semilla y al fertilizante en un suelo de la Serie Mosquera.

Tratamientos	Limbos	Sin cal		Con cal	
		Nervaduras	Mo ppm	Limbos	Nervaduras
A	0,12	0,88	0,29	0,11	
B	0,22	0,24	0,23	0,22	
C	0,25	0,13	0,39	0,12	
D	0,18	0,15	0,17	0,15	
E	0,17	0,15	0,33	0,23	
F	0,46	0,20	0,38	0,43	
F - Tratamientos	6,298**	ns	ns	ns	

A, B, C = Tratamiento con 0-16-32 g de molibdato de sodio a la semilla de 1 Ha.

D, E, F = Tratamiento con 0-500-1.000 g de molibdato de sodio al fertilizante de 1 Ha.

** Significativos al nivel del 0,01% de probabilidad.

cias altamente significativas respecto a las dosis de molibdeno utilizadas. Los contenidos de los testigos fueron 0,12 y 0,18 ppm. En los tratamientos a la semilla, el molibdeno se incrementó en 0,25 ppm a la dosis de 32 g de molibdato de sodio y en el tratamiento al fertilizante aumentó en 0,46 ppm a la dosis de 1.000 g de molibdato. En general, tanto en los suelos sin cal como en los suelos encalados, el nivel de molibdeno fue mayor en los limbos que en las nervaduras, pero comparativamente fueron mayores los contenidos de molibdeno en el suelo encalado.

4. CONCLUSIONES

El tratamiento a la semilla o al fertilizante, con molibdato de sodio, incrementó significativamente los rendimientos de la coliflor (*Brassica oleracea* var. Bola de Nieve) en un suelo de la Serie Mosquera (Aqueic Andic Eutropept), en la Sabana de Bogotá.

La dosis de 16 g de molibdato aplicados a la semilla y de 500 g al fertilizante resultaron equivalentes en cuanto al incremento en los rendimientos de la coliflor, en el suelo sin cal. La dosis de 1.000 g de molibdato aplicados al fertilizante que corres-

ponde a una hectárea, fue mucho más eficiente, respecto a aumentar los rendimientos, que la dosis de 32 g a la semilla necesaria para una hectárea. Esto no significa que fue mejor el método de aplicación al fertilizante. Es muy posible que dosis mayores a la semilla produzcan el mismo aumento en rendimientos.

Combinaciones de cal y molibdeno añadidas a las dosis utilizadas en este ensayo, mostraron tendencia a disminuir los rendimientos de la coliflor con respecto al testigo. Por lo tanto, se aconseja el encalado únicamente para neutralizar la acidez producida por el aluminio intercambiable. El tratamiento con molibdeno, tanto a la semilla como al fertilizante, se considera, en este suelo, más efectivo y económico que el encalado para evitar la deficiencia de molibdeno en la coliflor.

Los tratamientos a la semilla y al fertilizante no variaron significativamente el nivel de molibdeno aprovechable del suelo encalado y sin encalar, lo que puede sugerir la necesidad de hacer aplicaciones frecuentes, considerándose necesario evaluar con otra cosecha el efecto residual del fertilizante.

Hubo diferencias altamente significativas en el contenido de molibdeno en los limbos de las hojas de la coliflor, en el ensayo sin cal, lo que mostró que los tratamientos fueron efectivos para aumentar el nivel de molibdeno en las hojas.

Se recomienda realizar posteriores investigaciones con este suelo para definir si los síntomas de deficiencia están asociados con bajo contenido de molibdeno total o si se trata de baja absorción producida por alto contenido de sulfatos de hierro y manganeso.

5. RESUMEN

En ensayos de campo, en un suelo de la Serie Mosquera (Aquic Andic Eutropept) encalado y sin encalar, se utilizaron dos métodos de fertilización con molibdeno en coliflor (*Brassica oleracea*, var. Bola de Nieve). El primer método consistió en tratar la semilla necesaria para sembrar una hectárea con

0-16-32 g de molibdato de sodio y en otro método, la sal de molibdeno se agregó al fertilizante de grado 10-30-10, a distribuir en una hectárea (300 kg/Ha), a la dosis de 0-500-1.000 g.

Ambos métodos de aplicación de molibdeno incrementaron significativamente los rendimientos y el contenido de molibdeno, de los limbos de las hojas, en el suelo sin encalar. Análisis estadísticos combinados de los rendimientos obtenidos en los dos ensayos en suelo sin cal y encalado no dieron respuesta significativa a la cal. Los rendimientos mostraron tendencia a disminuir con la combinación cal-molibdeno. Los métodos de fertilización y las dosis no aumentaron significativamente el contenido de molibdeno aprovechable del suelo.

6. SUMMARY

Effect of two methods of fertilization with molybdenum in the yield of the cauliflower (*Brassica oleracea* Var. Bola de Nieve) in a soil of the Mosquera Series.

Field trials in limed and unlimed soil (Serie Mosquera, Aquic Andic Eutropept) were carried out by two methods in order to apply molybdenum in cauliflower (*Brassica oleracea*, var. Snow Ball). The first method consisted of treating the seeds with 0-16 and 32 g of sodium molybdate per hectare; the other method was to add the molybdenum salt directly to the fertilizers at the rate of 0-500 and 1.000 grams per hectare.

By the two methods there was a significant increase in the yield and also in the molybdenum content of the leaf sheath with the unlimed soil. The combined statistical analysis of the field trials with limed and unlimed soils did not show significant answer to lime. Where lime plus molybdenum were applied, yield trend decreased. Neither the methods of fertilization nor the different amounts of molybdenum applied, increased the amount of available molybdenum in the soil.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ANDERSON, A.J. Molybdenum deficiencies in legumes in Australia. *Soil Sci.* 81:173-182. 1956.
2. BARROS, M.R. Determinación de molibdeno, cobre y cobalto en algunos suelos del altiplano de Pasto. Tesis Ing. Agr. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Instituto Tecnológico Agrícola. 1969. 106 p.
3. CHAPMAN, H.D. and PRATT, P.F. Methods of analysis for soils plants and waters. Riverside, University of California, Division of Agr. Sci. 1961. pp. 145-149.
4. EVANS, H.J. Role of molybdenum in plant nutrition. *Soil Sci.* 87:199-208. 1956.
5. FOY, C.D. and BARBER, S.A. Mo responses of alfalfa of Indiana Soils in Greenhouse. *Soil Sci. Amer. Proc.* 23(1):36-39.
6. GUPTA, U.C. and MACKAY, D.E. Crop responses to applied molybdenum and copper on podzol soils. *Can J. Soil Sci.* 48:235-242. 1968.
7. HAGSTRON, G.R. and BERGER, K.C. Molybdenum status of three Wisconsin soils. *Soil Sci.* 100:52-56. 1965.

8. HEWITH, E.J.; JONES, E.W. and WILLIAMS, H.H. Symptoms of molybdenum deficiency in plants. *Soil Sci.* **81**:159-171. 1956.
9. JONHSON, C.M. and ULRICH, A. II Analytical methods for use in plant analysis. California, University of California, Agricultural Experimental Station. 1959. pp. 31-32, 44-45. (Bulletin, 766).
10. LORA, R. e HIGUITA F. Respuesta de la coliflor a la cal y al molibdeno. *Agric. Trop.* **25**(9):437-475. 1969.
11. MORALES, J.M. Reconocimiento detallado de los suelos del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Tibaitatá, Bogotá, ICA. 1976. 170 p.
12. MULDER, E.G. Molybdenum in relation to growth of higher plants and microorganisms. *Plant and soil.* **5**:368-415. 1954.
13. MUÑOZ, B. de y LUNA, C. Micronutrientes en suelos de la Sabana de Bogotá. Bogotá, IGAC, Laboratorio de Suelos. 1966. 23 p. (Mecanografiado).
14. REISENAUER, M.M.; TABICKH, A.A. and STOUT, P.R. Molybdenum. *In* Black, C.A. ed., *Methods of Soils Analysis*. Part. 2. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, 1965. pp. 1050-1057.
15. RODRIGUEZ, M. y MAC CLUNG, A.C. Respuesta al molibdeno en los suelos rojos de Antioquia. *Agric. Trop.* **20**:504-512. 1964.
16. SILVA, F., OLARTE, L.I. y MUÑOZ, B. de. Métodos analíticos del Laboratorio de Suelos. 3 ed. Bogotá, Instituto Geográfico "Agustín Codazzi". 1973. 176 p.
17. STOUT, P.R.; MEAGHER, W.R. and JOHNSON, C.M. Molybdenum nutrition of crop plants. I The influence of phosphate and sulphate on the absorption of molybdenum from soil and solution cultures. *Plant and Soil* **3**:51-87. 1951.
18. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Salinity Laboratory Staff. Plant response and crop selection for saline and alkali soils. *In* Richards. L.A. ed. *Diagnosis Improvement of Saline and Alkali Soils* Riverside, California. 1954. pp. 55-68.
19. WHITE, J.A. A comparison of base saturation of soil and the response of sweet clover to lime. Thesis, M.S. Oklahoma State University. 1945. 120 p.