

EFFECTO DE LA MATERIA ORGANICA EN LA DISPONIBILIDAD DE FOSFORO, HIERRO, COBRE Y CINCO EN SUELO OSORNO¹

Effect of organic matter on soil availability of phosphorous, iron, copper and zinc in Osorno

María Aguilera S.², Inés Pino U.³, Cristián Reyes de la P.² y Mario Caiozzi M.²

SUMMARY

A greater availability of P and other nutrients was observed in studies using algae and other vegetable residues as fertilizers. In order to discover some of the chemico-biological mechanisms involved, a study was done using carbohydrates, manitol and cellulose, of varying complexity so as to determine their effect on the availability of phosphorus and the micronutrients Fe, Cu and Zn.

A study was done using ballica Manawa (*Lolium perenne*) as indicator plant cultivated in Osorno. Three cuts every 20 days were performed, collecting the aerial section. P, Fe, Cu and Zn were determined in the vegetable material. The P available in the soil was determined at the end of the experience.

The results show that adding organic matter favors the release of the fixed phosphorous as well as that of the micronutrients Fe and Cu in the soil.

The greater P availability in the soil was determined at the end of the experience.

Key words: volcanic soils, organic matter, algae, P availability, microelements.

INTRODUCCION

Entre las principales funciones de la materia orgánica (m.o.) del suelo está el ser fuente de C, P y N, para los organismos que allí se desarrollan y también actúa regulando la concentración de elementos catiónicos en la solución mediante su poder complejante (Zunino y Martín, 1977).

La mayor o menor capacidad de un suelo para proveer adecuadamente al medio estos elementos nutrientes y energéticos, depende, en gran medida, de la cantidad y de la calidad de su m.o. (Aguilera, 1990). Esta cumple dicho rol por su aporte directo, como también indirectamente a través de una mayor mineralización de la m.o. estable o humificada. La adición de m.o. fresca de fácil disponibilidad permite activar este último mecanismo (Zunino y otros, 1971; Zunino y Borie, 1985; Iribarra, 1987; Caiozzi y otros, 1986; Caiozzi, 1986).

Para dilucidar algunos de estos mecanismos, se estudió en un suelo Osorno, el efecto de la adición de sustratos carbonados de distinta complejidad y accesibilidad para los microorganismos, en la disponibilidad de P y de los microelementos Fe, Cu y Zn.

MATERIALES Y METODOS

Se escogió para este trabajo un suelo Osorno con un contenido de C orgánico de 8,2% y de una actividad microbiológica alta (Zunino y otros, 1982).

Se utilizó manitol como sustrato fácilmente disponible para la microflora y celulosa como sustrato carbonado más estable. Ambos se usaron en una dosis de 0,3%.

Se fertilizó con superfosfato triple (SFT) en dosis de 24 mg P/kg suelo.

La movilización y absorción de P y micro-elementos se determinó usando como planta indicadora, ballica (*Lolium perenne*) a la cual se le realizaron tres cortes periódicos a los 25, 45 y 65 días después de la emergencia.

¹Recepción de originales: 24 de abril de 1991.

Trabajo presentado en el VI Congreso Nacional de las Ciencias del Suelo, Temuco, Chile, 14 al 16 de noviembre de 1990.

²Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, Casilla 233, Santiago, Chile.

³Comisión Chilena de Energía Nuclear. Nueva Bilbao 12501, Santiago, Chile.

Mediante análisis foliar se determinó P, Fe, Cu y Zn.

Una vez finalizada la experiencia en ballica, se procedió a determinar la disponibilidad de P en el suelo por el método de Olsen.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos por efecto del material orgánico agregado al suelo y a suelo adicionado de superfosfato, se encuentran en los cuadros 1 a 3.

En el Cuadro 1 se puede apreciar el efecto del C y P en el rendimiento foliar, en los distintos tiempos trabajados. El material orgánico produce un leve efecto positivo, especialmente en el segundo corte, lo que permitiría suponer un mayor efecto luego de que el material orgánico ha podido ser aprovechado por la microflora. Luego, el sustrato se haría insuficiente para la biomasa microbiana, la que incluso sería competitiva con la planta, bajando así su rendimiento. Cabe destacar que en el segundo corte el rendimiento de ballica se incrementa entre un 4% para manitol y un 19% para manitol asociado a celulosa.

Haciendo el mismo análisis, para el efecto de la adición de sustratos orgánicos junto a P, se puede apreciar el efecto sólo en la adición de manitol en el segundo corte, con respecto del superfosfato, lo que haría pensar que en esta experiencia, con un suelo Osorno, el factor limitante es el P, por lo que su adición en concentración adecuada basta para un óptimo desarrollo de la planta.

En los tratamientos con sustratos carbonado solos, el déficit de P en el suelo, hace que el crecimiento del vegetal dependa obligadamente de la movilización microbiológica del mismo, por lo tanto, una activación microbiológica por fuentes energéticas adecuadas redundará en mayor movilización del P estabilizado en el suelo y aumento de rendimiento.

Lo anterior, se ve corroborado en el Cuadro 2, en que se presentan los datos de P foliar absorbido por la planta. Se puede apreciar claramente cómo la adición al suelo de fuentes carbonadas produce un aumento del P foliar absorbido, aumento que se produce en todos los casos, pero se hace más importante en el corte 1 y corte 2 (30 y 60 días), lo que indicaría que en este plazo se produce la mayor movilización de P por activación microbiológica.

Es importante hacer notar que el aumento de P disponible para la planta, por la adición de sustratos orgánicos, fue de hasta 23%, lo que representa una importante movilización del P desde el suelo.

Se puede también observar que el efecto de la m.o. adicionada junto al fertilizante fosfatado, en este caso, es menos importante si se le compara al sistema superfosfato (SF).

La movilización del P desde el suelo, por efecto de la adición de sustratos orgánicos de fácil disponibilidad, se refleja también en la determinación de P disponible en el suelo por el método de Olsen (Cuadro 2). Como se puede apreciar, la mayor disponibilidad de P en el suelo, por efecto de la m.o. adicionada, es de un 8 y 15%, lo que puede incidir en la economía del fósforo para nuestros

CUADRO 1. Rendimiento de materia seca por corte y acumulado. Datos absolutos* y relativos al testigo (%)

TABLE 1. Dry matter yields in there cuts and accumulated total. Absolute and relative values with respect to control (%)

Tratamiento	Corte 1		Corte 2		Corte 3		Cortes 1 + 2		Total	
T	0,80*	100	0,63*	100	0,99*	100	1,43*	100	2,42*	100
SF		146		207		147		173		162
SF + M		124		228		141		170		158
SF + MC		149		204		139		173		159
SF + C		142		188		132		163		150
M		98		104		105		101		102
MC		100		119		91		109		102
C		105		106		95		106		102

* = gramos/maceta, T = Testigo, M = Manitol, C = Celulosa, SF = Superfosfato.

CUADRO 2. Fósforo total absorbido por corte y acumulado. Datos absolutos* y relativos al testigo (%) y fósforo disponible en el suelo (mg/kg)

TABLE 2. Totally absorbed phosphorous by cut and accumulated. Absolute* and relative values with respect to control (%) and available phosphorous in soil (mg/kg)

Tratamiento	Corte 1		Corte 2		Corte 3		Cortes 1 + 2		Total		P disp. (Olsen)	
	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%
T	1,13*	100	0,71*	100	1,50*	100	1,84*	100	3,34*	100	7,4*	100
SF		338		477		261		392		333		314
SF + M		271		530		262		371		322		319
SF + MC		341		430		262		375		324		296
SF + C		339		401		245		363		310		321
M		109		107		120		108		113		108
MC		103		123		101		110		106		115
C		106		110		102		108		105		115

* = gramos/maceta, T = Testigo, M = Manitol, C = Celulosa, SF = Superfosfato.

suelos. De igual forma, es importante la mayor disponibilidad de P que se logró en los suelos en que se adicionó superfosfato junto a manitol o celulosa. En estos casos, la efectividad del superfosfato solo, fue superada en un 5 y 7%, respectivamente.

El efecto de la m.o. en la disponibilidad de Fe, Cu y Zn se describe en el Cuadro 3. Se aprecia claramente el distinto comportamiento de los microelementos, frente a los sustratos carbonados que se adicionaron. El Fe y Cu tienen una gran respuesta a la adición de hidratos de carbono en los dos primeros cortes, lo que se traduce en mayores

absorciones por la planta, entre un 9 y un 19% para Fe y de un 35 a 89% para Cu. En cambio, la absorción de Zn no tuvo igual comportamiento. Es notorio, además, la disminución de absorción el tercer corte, efecto que, se supone, tiene la misma explicación anteriormente expuesta, es decir, el agotamiento de carbono adicionado, deja de potenciar a la microflora para movilizar elementos catiónicos, y, tampoco, puede aportar su capacidad complejante propia como es el caso de manitol. El efecto de la m.o. adicionada junto a SF, en general, no tiene respuestas positivas.

CUADRO 3. Hierro, cobre y cinc totales absorbidos. Datos absolutos (mg/kg)*

TABLE 3. Absorbed iron, copper and zinc totals. Absolute and relative values (mg/kg)*

Tratamiento	Fe			Cu			Zn											
	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 1	Corte 2	Corte 3									
T	646*	100	593*	100	738*	100	7*	100	9*	100	16*	100	101*	100	122*	100	95*	100
SF		122		128		105		96		167		113		104		96		110
SF+M		131		129		90		148		161		123		104		84		79
SF+MC		104		126		87		100		152		120		118		85		82
SF+C		113		120		79		175		129		106		92		87		73
M		109		116		83		151		152		96		102		79		74
MC		113		119		73		189		141		103		99		97		81
C		104		117		85		135		136		99		89		101		103

* = mg/kg; T = Testigo, M = Manitol, SF = Superfosfato, C = Celulosa.

Los resultados obtenidos, para movilizar a los microelementos y al P, parecen muy promisorios, ya que implican un camino simple y accequible, para aprovechar el P que se ha fijado en los suelos volcánicos. Estos antecedentes servirán para que en un futuro inmediato puedan probarse sustratos

carbonados naturales, como residuos que contienen niveles altos en manitol y además componentes orgánicos con una estructura de mayor complejidad y, por lo tanto, su efecto podrá ser mantenido en el tiempo.

RESUMEN

En estudios con algas y otros residuos vegetales usados como fertilizantes, se ha observado una mayor disponibilidad de P y otros nutrientes. A objeto de dilucidar algunos de los mecanismos químicos y biológicos involucrados, se realizó un estudio con hidratos de carbono de distinta complejidad, manitol y celulosa para determinar su efecto sobre la disponibilidad de fósforo y los micronutrientes Fe, Cu y Zn.

Para llevar a efecto el estudio se realizó un ensayo en maceta con ballica Manawa (*Lolium perenne*), como planta indicadora, cultivada en un suelo de la serie Osorno. Se realizaron tres cortes cada 20 días, cosechando la parte aérea.

En el material vegetal se determinó P, Fe, Cu y Zn. Al finalizar la experiencia se determinó P disponible en el suelo.

Los resultados indican que la adición de materia orgánica favorece la movilización de P fijado en el suelo como también de los micronutrientes de Fe y Cu. La mayor disponibilidad de P se comprobó también en el suelo al término de la experiencia luego de 60 días.

Palabras claves: suelos volcánicos, materia orgánica, alga, disponibilidad de fósforo, microelementos.

LITERATURA CITADA

- AGUILERA S., MARIA. 1990. Materia orgánica de suelos volcánicos de Chile. Estudio de sus principales características físico-químicas. Univ. de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Santiago, Chile. p. 174 (Tesis para optar al título de Magister en Química).
- CAIOZZI M., MARIO. 1986. Uso de algas marinas como fertilizantes en suelo derivados de cenizas volcánicas. Soc. Chilena de la Ciencia del suelo. Boletín N° 6. p.: 91-117.
- CAIOZZI M., MARIO, BORIE B., GILDA, BAHERLE V., PEDRO, MATUS, MONICA, ZAMBRANO, KRISTEL. 1986. Uso de algas marinas como matriz de fertilizante de entrega lenta y acción sostenida. I. Estudio del comportamiento del sistema *Macrocystis*-fósforo. Anales de Edafología y Agrobiología Tomo XLIV. p.: 1.717-1.726.
- IRIBARRA, PAULINA. 1987. Velocidad de humificación de C¹⁴ en suelos volcánicos chilenos. Univ. de Chile, Fac. de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Santiago, Chile. p. 46 (Tesis para optar al título de Químico-Farmacéutico).
- ZUNINO V., HUGO y MARTIN P., JAMES. 1977. Metal-binding organic macromolecules in soil. I. Hypothesis interpreting the role of soil organic matter on the translocation of metal ions from rocks on biological systems. Soil Sci. 123: 67-76.
- ZUNINO V., HUGO, PEIRANO V., PEDRO, AGUILERA S., MARIA, GONZALEZ, R. y CAIOZZI M., MARIO. 1971. Effect of seaweed on phosphorus availability of a soil derived from volcanic ash. Agron. J. 63: 116-119.
- ZUNINO V., HUGO, BORIE B., FERNANDO, AGUILERA S., MARIA, PEIRANO V., PEDRO, CAIOZZI M., MARIO y MARTIN P., JAMES. 1982. Bioquímica de suelos derivados de cenizas volcánicas. I. Ecología microbiana y su relación con las propiedades físico-químicas de ellos. Agricultura Técnica (Chile) 42: 67-72.
- ZUNINO V., HUGO y BORIE B., FERNANDO. 1985. Materia orgánica y procesos biológicos en suelos alofánicos. En: Juan Tosso T. (ed.). Suelos volcánicos de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Santiago, Chile. p.: 435-480.