

RESIDUOS ORGANICOS: INCIDENCIA DE SU APLICACION SOBRE LA COMPOSICION MINERAL DEL FRUTO DEL TOMATE

I. Gómez, J. Navarro-Pedreño y J. Mataix

División de Agroquímica, Fac. Ciencias, Universidad de Alicante.

Apartado de Correos, 99. 03080 - Alicante.

RESUMEN

Se han cultivado plantas de tomate en un suelo calizo con cuatro tratamientos fertilizantes denominados B (no aplicación), A (aplicación de 0.5 kg de epicarpio-mesocarpio de almendra), L (aplicación de 0.5 kg de lodo de depuradora), y AL (aplicación de 0.25 kg de epicarpio-mesocarpio de almendra y 0.25 kg de lodo de depuradora), en tientos conteniendo 15 kg de suelo.

Se han estudiado los efectos sobre la composición (N, P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn y B) del fruto del tomate. Destaca la incidencia sobre el contenido de N y K de los enmendantes utilizados, debido al lodo de depuradora y piel de almendra respectivamente.

Palabras clave: Fruto de tomate. Residuos orgánicos. Composición mineral. Lodo de depuradora. Piel de almendra.

SUMMARY

ORGANIC RESIDUES: EFFECTS ON MINERAL COMPOSITION OF TOMATO FRUIT

Tomato plants were grown in pots containing 15 kg of calcareous soil amended with two organic residues (sewage sludge and almond tree fruit epicarp-mesocarp) Treatments were: B (no organic matter applied), A (0.5 kg of almond by-product in soil), L (0.5 kg of sewage sludge applied) and AL (0.25 almond by-product and 0.25 kg of sewage sludge).

N, P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn and B were analysed in tomato fruit. N content and K are affected mainly by sewage sludge and almond by-product application respectively.

Key words: Tomato fruit. Organic matter. Mineral composition. Sewage sludge. Almond by-product.

INTRODUCCION

La adición de fertilizantes orgánicos es una práctica necesaria en suelos de nuestro entorno (límite tér-

mino municipal de Alicante y Murchamiel) debido a su naturaleza caliza y condiciones de aridez impuesta

por razones climatológicas que favorecen la mineralización de la materia orgánica provocando niveles bajos de la misma. Esta situación produce alteraciones nutricionales y acelera los procesos de erosión del suelo al incidir negativamente sobre aspectos tales como la retención hídrica, el deterioro de la estructura del suelo y el lixiviado de nutrientes entre otros.

Existe una creciente demanda de fertilizantes orgánicos que no puede cubrirse con fertilizantes tradicionales procedentes de explotaciones agropecuarias, pudiendo paliarse esta demanda con el uso de otros materiales con un elevado carácter orgánico como son los lodos de depuradora (Díez, 1986), compost de residuos urbanos y subproductos vegetales derivados de actividades industriales.

En este trabajo se han utilizado dos enmendantes orgánicos de distinto origen y composición: lodo de depuradora y epicarpio-mesocarpio del fruto del almendro (piel de almendra). El primero de ellos se produce por el tratamiento de aguas residuales, que está en continua expansión, y posee un contenido considerable de elementos minerales esenciales para las plantas (Coosemans y Van Assche, 1983) entre los

que podemos destacar el N y P; por otro lado, su constitución orgánica proporciona al suelo unas propiedades físicas beneficiosas para los cultivos (Alloway y Jackson, 1991). El segundo es el epicarpio-mesocarpio o cáscara verde que recubre el fruto del almendro, y es un subproducto frecuente en las regiones mediterráneas. Este posee importantes cantidades de K y otros nutrientes esenciales similares a los de cualquier otro enmendante orgánico (Gómez *et al.*, 1989). La aplicación de este material en el suelo de cultivo puede devengar en mejores condiciones estructurales y aporte de nutrientes que impliquen un mayor desarrollo y producción vegetal.

En los frutos, tanto en volumen de producción como en su composición, se reflejan los efectos derivados del tipo de fertilización que se aplica sobre el sustrato de cultivo. La influencia de la nutrición de la planta en el fruto es especialmente relevante por las posibles alteraciones en su calidad producida por deficiencias o excesos de los elementos nutrientes (López-Andréu *et al.*, 1987). El propósito de este trabajo es evaluar la incidencia de la fertilización debida al uso de piel de almendra y lodo de depuradora sobre la composición mineral del fruto del tomate.

MATERIAL Y METODOS

Plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill, cv. Muchamiel) fueron germinadas en turba y trasplantadas en tiestos pasado un mes. Se establecieron cuatro tratamientos (B, A, L y AL) mediante la adición

de los enmendantes orgánicos, lodo de depuradora y piel de almendra. En la Tabla 1 se exponen las principales características químicas de estos enmendantes. Para cada tratamiento se dispusieron cinco tiestos

TABLA 1

Caracterización del suelo (S), epicarpio-mesocarpio de la almendra (A) y lodo de depuradora (L) empleados en la experiencia.

Análisis	S	A	L
Arcilla (%)	15	—	—
Limo (%)	58	—	—
Arena (%)	27	—	—
Carbonato total (%)	55	—	—
Caliza activa (%)	2.1	—	—
Conductividad (mS cm ⁻¹)	0.39	7.13	6.35
pH (H ₂ O)	7.6	8.9	5.5
Materia orgánica (g kg ⁻¹)	13.6	83.0	56.6
N total (g kg ⁻¹)	1.31	10.3	29.9
P (g kg ⁻¹)	0.022	2.3	17.9
K (g kg ⁻¹)	0.42	42.5	2.6
Na (g kg ⁻¹)	0.19	3.7	0.66
Ca (g kg ⁻¹)	4.40	42.6	49.4
Mg (g kg ⁻¹)	0.54	4.4	5.6
Fe (mg kg ⁻¹)	1.9	995	9700
Mn (mg kg ⁻¹)	1.2	86	115
Cu (mg kg ⁻¹)	0.7	390	272
Zn (mg kg ⁻¹)	1.6	72	1500
B (mg kg ⁻¹)	—	85	79

conteniendo 15 kg de suelo calizo (características indicadas en la Tabla 1), añadiendo en cada uno la cantidad correspondiente de fertilizante orgánico. Dicha cantidad equivale a la aplicación de 100 t ha⁻¹ (Verdú *et al.*, 1992) y aproximadamente a 60 t ha⁻¹ atendiendo al contenido de N (Cogger *et al.*, 1987). Estas fueron en cada tiesto: B— sin aplicación de enmendante, A— con aplicación de 0.5 kg de piel de almendra, L— con adición de 0.5 kg de lodo de depuradora y AL— con el uso de 0.5 kg de una mezcla previa de piel de almendra y lodo de depuradora al 50% preparada el día antes de su aplicación. Todos los fertilizantes se

mezclaron con el suelo con un mes de antelación al trasplante.

Los frutos se recolectaron cuando presentaban el color de madurez característico de esta variedad (rojo con la corona verde) durante 75 días, desde finales de Julio hasta finales de Septiembre. Se dividieron en grupos de 25 días, relacionados con los períodos de floración, obteniendo tres bloques de producción denominados F1, F2 y F3, analizando entre 4 y 6 frutos procedentes de cada tratamiento y período. Los frutos se lavaron y se cortaron en porciones. Se sometieron a secado en estufa de aire forzado a 60 °C durante más de una semana hasta sequedad. Des-

TABLA 2

Variación de los contenidos de N, P y K en fruto de tomate.

Resíduo orgánico	N (g kg ⁻¹)			P (g kg ⁻¹)			K (g kg ⁻¹)		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3
B	20.8	16.8		3.4	2.5		29.5 a	30.4 a	
A	18.2a	15.8b	17.2ab	3.1a	2.9a	3.6	31.4 a	31.3 a	32.3a
L	17.0	21.1a	22.1a	2.7	3.7a	3.7a	30.4 a	31.4 a	27.4
AL	20.7a	22.1b	20.6ab	2.7a	2.6a	4.2	29.2 a	30.4 a	39.8
Valor F	39.8***	136***	21.9***	7.13**	41.7***	8.41**	1.99ns	0.82ns	60.6***

B = Blanco, A = Piel Almendra, L = Lodo, AL = Piel Almendra + Lodo.

***, ** y * expresan significación a p = 0.001, 0.01 y 0.05, respectivamente.

Para cada elemento, los valores medios situados en la misma fila que no tengan letras en común son significativamente diferentes (p = 0.05).

TABLA 3

Variación de los contenidos de Na, Ca y Mg en fruto de tomate.

Resíduo orgánico	Na (g kg ⁻¹)			Ca (g kg ⁻¹)			Mg (g kg ⁻¹)		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3
B	0.3	0.5		14.9a	14.7a		13.5	7.5	
A	0.5	0.7	0.9	10.8a	12.4a	12.1a	12.2a	7.0	10.6a
L	0.4	0.6	0.8	11.9a	17.7	12.7a	13.1a	11.0ab	9.3b
AL	0.8a	0.7a	0.9a	10.9a	10.9a	16.0	6.6a	6.7a	11.6
Valor F	25.5***	21.2***	4.21*	9.33***	7.09**	14.8***	15.0***	9.11**	6.88*

B = Blanco, A = Piel Almendra, L = Lodo, AL = Piel Almendra + Lodo.

***, ** y * expresan significación a p = 0.001, 0.01 y 0.05, respectivamente.

Para cada elemento, los valores medios situados en la misma fila que no tengan letras en común son significativamente diferentes (p = 0.05).

TABLA 4

Variación de los contenidos de Fe, Mn y Cu en fruto de tomate.

Resíduo orgánico	Fe (mg kg ⁻¹)			Mn (mg kg ⁻¹)			Cu (mg kg ⁻¹)		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3
B	35a	37a		12	8		1a	1a	
A	35ab	27a	35b	10a	7b	8ab	2a	2a	2a
L	31a	34ab	38b	9a	10a	8a	2a	2a	3a
AL	35a	34a	43	6a	5a	12	2a	2a	3
Valor F	1.46ns	7.22**	5.79*	5.33**	9.03**	2.85ns	1.43ns	16.6***	0.73ns

B = Blanco, A = Piel Almendra, L = Lodo, AL = Piel Almendra + Lodo.

***, ** y * expresan significación a p = 0.001, 0.01 y 0.05, respectivamente.

Para cada elemento, los valores medios situados en la misma fila que no tengan letras en común son significativamente diferentes (p = 0.05).

TABLA 5

Variación de los contenidos de Zn y B en fruto de tomate.

Resíduo orgánico	Zn (mg kg ⁻¹)			B (mg kg ⁻¹)		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3
B	23	18		10	13	
A	23a	17	25a	15	13a	14a
L	25a	28ab	31b	15a	15a	12
AL	26a	26a	34	12a	12ab	14b
Valor F	1.21ns	11.8***	10.7**	10.8***	3.55*	1.00ns

B = Blanco, A = Piel Almendra, L = Lodo, AL = Piel Almendra + Lodo.

***, ** y * expresan significación a p = 0.001, 0.01 y 0.05, respectivamente.

Para cada elemento, los valores medios situados en la misma fila que no tengan letras en común son significativamente diferentes (p = 0.05).

pués se homogeneizaron en molinillo de plástico y se procedió a su análisis. N orgánico más amoniacal se valoró por el método Kjeldahl. P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn y B se determinaron a partir de la calcinación de la muestra seca en horno mufla a 500 °C durante 6 h., y posterior digestión de las cenizas en HCl (1:1) durante dos horas en baño de arena. El P se midió colorí-

métricamente por la formación de molibdovanadato de fosfato (Kitson y Mellon, 1944), el B se determinó colorimétricamente con Azometina-H (Lachica, 1976), ambos en un espectrofotómetro Shimadzu UV-1201. K y Na se analizaron por emisión atómica y Ca, Mg, Fe, Mn, Cu y Zn mediante absorción atómica en un espectrofotómetro de emisión-absorción atómica Pye Unicam SP9.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos de los análisis de frutos así como el tratamiento estadístico aplicado se muestran en las Tablas 2, 3, 4, 5 y 6. Para el tratamiento B, sin fertilización orgánica, no se obtuvieron frutos en el período correspondiente a F3 mostrando la planta una incapacidad productora en ese período, posiblemente debida a la carencia de nutrientes y deficiente producción de carbohidratos necesarios para la fructificación (Papadopoulos y Ormrod, 1991); en consecuencia, no se muestran datos de análisis en F3 para B.

Con respecto del N, relacionado directamente con el contenido protéico (Kjellbom y Larsson, 1984), es destacable que, en general, sean mayores los valores de los tratamientos con presencia de lodo (L y AL), debido sin duda, al aporte y rápida mineralización de este material, que permite la disposición de N para la planta.

El P alcanza su mayor concentración en el último período de recolección de frutos (Marcelle, 1984), F3, posiblemente cuando menor

necesidad del mismo tiene la planta y puede traslocarse hacia los frutos con más facilidad.

En cuanto al K, se ha encontrado que un aporte suplementario conduce a un incremento en la producción y calidad de la misma (Borkowski y Szwonek, 1986) lo que resulta interesante desde el punto de vista comercial. La piel de almendra tiene una elevada capacidad de fertilización potásica (Gómez *et al.*, 1989). Los mayores valores de K se encuentran precisamente en los tratamientos A y AL de los frutos de F3. Es destacable que la combinación de lodo y piel de almendra en AL ha provocado que sea este tratamiento el que alcance los valores superiores de N y de K. Este hecho es importante desde el punto de vista de la calidad de los frutos de tomate, que se halla relacionada con estos dos elementos a través de sus procesos de cuajado y madurez y el contenido protéico del mismo.

El Na, al igual que ocurre con el K, es en los tratamientos con piel de almendra donde alcanza su máximo, coincidiendo con el último período

TABLA 6

Aplicación del Test de Rango Múltiple de Duncan ($p = 0.05$), al efecto que la incorporación de residuos orgánicos al suelo tiene sobre la composición de frutos de tomate.

Elemento	F1				F2				F3		
N	L	A	<u>AL</u>	<u>B</u>	A	B	L	AL	A	<u>AL</u>	<u>L</u>
P	AL	L	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>B</u>	<u>AL</u>	<u>A</u>	<u>L</u>	A	L	AL
K	<u>AL</u>	<u>B</u>	<u>L</u>	A	<u>B</u>	<u>AL</u>	<u>B</u>	<u>L</u>	L	A	AL
Na	<u>B</u>	<u>L</u>	<u>A</u>	AL	<u>B</u>	<u>L</u>	<u>A</u>	<u>AL</u>	L	<u>A</u>	<u>AL</u>
Ca	<u>A</u>	<u>AL</u>	<u>L</u>	B	<u>AL</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>L</u>	<u>A</u>	<u>L</u>	AL
Mg	AL	<u>A</u>	<u>L</u>	<u>B</u>	<u>AL</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>L</u>	<u>L</u>	<u>A</u>	<u>AL</u>
Fe	<u>L</u>	A	<u>AL</u>	<u>B</u>	A	<u>AL</u>	<u>L</u>	<u>B</u>	<u>A</u>	<u>L</u>	AL
Mn	AL	<u>L</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	AL	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>L</u>	<u>L</u>	<u>A</u>	AL
Cu	<u>B</u>	A	<u>L</u>	<u>AL</u>	B	<u>A</u>	<u>L</u>	AL	<u>A</u>	<u>L</u>	<u>AL</u>
Zn	<u>A</u>	B	<u>L</u>	<u>AL</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>AL</u>	<u>L</u>	A	<u>L</u>	<u>AL</u>
B	<u>B</u>	<u>AL</u>	<u>L</u>	<u>A</u>	<u>AL</u>	B	<u>A</u>	L	<u>L</u>	A	<u>AL</u>

F3. Sin embargo, a pesar de la significación de las variaciones, las diferencias de concentración son muy pequeñas.

Para el Ca y el Mg, en los distintos tratamientos se dan las mayores concentraciones en F2 (para el Ca) y en F1 (para el Mg), excepto en el tratamiento AL donde se obtiene la máxima en F3 para ambos. Estos nutrientes están relacionados con el aspecto externo del fruto, provocando su carencia frutos rajados y deformes, que no se han observado, indicando este hecho que la disponi-

bilidad de ambos debió ser suficiente.

El Fe y el Zn, alcanzan valores superiores a los de los otros micronutrientes, destacando los obtenidos en la época de muestreo 3 (F3). Estos pueden estar en consonancia con procesos de senescencia de la planta que favorecen la disponibilidad y posterior traslocación de nutrientes al fruto.

El Mn, Cu y B están en bajas concentraciones en el fruto, a pesar del aporte que de ellos se hace al aplicar enmendantes, sobre todo el lodo de depuradora.

CONCLUSIONES

Los tratamientos fertilizantes con residuos orgánicos tienen influencia en la composición mineral de los frutos, y por tanto en su calidad, tal como se observa en los resultados y la aplicación del test de Duncan. Así mismo, esta composición debe ser determinada en cuanto que es preciso saber las concentraciones de nutrientes y contaminantes que podemos ingerir al consumir estos productos. Respecto de la calidad, es interesante hacer notar los efectos del N y el K, que son fundamentales en el cultivo de tomate, y que se han visto influidos por la fertilización aplicada.

Para los micronutrientes, especialmente los metales, la incidencia de los tratamientos se da para el caso del Fe y Zn, siendo en L y AL donde mayor concentración se determinó, pudiendo estar relacionada con la composición del lodo de depuradora.

Es indudable, que el uso de estos residuos con alto carácter orgánico puede resultar beneficioso, no sólo desde el punto de vista agrícola con el aporte de nutrientes para las plantas y mejora de las condiciones del suelo, sino que también desde la perspectiva de su eliminación del medio e incorporación al mismo como recurso.

BIBLIOGRAFIA

- ALLOWAY, B. J. and JACKSON, A. P., 1991. The behavior of heavy metals in sewage sludge-amended soils. *Sci. Total Environ.*, 100: 151-176.
- BORKOWSKI, J. and SZWONEZ, E., 1986. Effect of potassium and magnesium on the quality of tomato fruits. *Act. Hort.*, 191: 133-139.
- COGGER, C., ENGLE, C. F. and HERMANSON, R. E., 1987. Sewage Sludge Guidelines for Washington. Part Three: Sample problem and worksheet for calculating sludge applications rates. En *Cooperative Extension*, 1-8. Ed. U. S. Department of Agriculture and Washington State University Cooperative Extension (Washington).
- COOSEMANS, J. and VAN ASSCHE, C., 1983. Possibilities of sewage sludge used a fertilizer in agriculture. *Act. Hort.*, 150: 491-502.
- DIEZ, T., 1986. Agricultural use of sewage sludge in densely populated areas demonstrated at the example of the city of Munich. *Mitteilgn. Dtsch. Bondenkundl. Gesellschaft.*, 49: 234-238.
- GOMEZ, I., GOMEZ, B. y MATAIX, J., 1989. Evaluación mediante un sistema E. U. F. de la fertilidad potásica de un suelo compostado con piel de almendra. *Agrochimica*, 33: 458-467.
- KJELLBOM, P. and LARSSON, C., 1984. Preparation and polypeptide composition of chlorophyll-free plasma membranes from leaves of light-grown spinach and barley. *Physiol. Plant.*, 62: 501-509.
- KITSON, R. E. and MELLON, M. G., 1944. Colorimetric determination of phosphorus as molybdovanadophosphoric acid. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, 16: 379-383.

- LACHICA, A., 1976. Estudio sobre la determinación de Boro en plantas con Azometina-H. En Proc. 4th International Colloquium on the Control of Plant Nutrition (Gent), 2: 53-61. Ed. Rijksuniversiteit, B-9000 Gent.
- LOPEZ-ANDREU, F. J., ESTEBAN, R. M., LOPEZ, G. J. and COLLADO, J. G., 1987. Incidence of nutrition in acidity and mineral content of tomato fruits. *Agrochimica*, 31: 201-217.
- MARCELLE, R. D., 1984. Mineral analysis storage properties of fruit. *Actas VI A. I. O. N. P. / G. E. R. D. A. T. (Montpellier-Francia)*, 2: 365-371. Ed. Martín-Prevel, Montpellier (Francia).
- PAPADOPOULOS, A. P. and ORMROD, D. P., 1991. Plant spacing effects on growth and development of the greenhouse tomato. *Can. J. Plant Sci.*, 71: 297-304.
- VERDU, I., GOMEZ, I., BURLO, F. y MATAIX, J., 1992. Incidencia del Fósforo en la mineralización del nitrógeno orgánico de un lodo de depuradora en dos suelos calizos. Extracción mediante EUF. *Suelo y Planta*, 2: 151-161.

Recibido: 3-2-92.
Aceptado: 12-6-92.