

Contenido nutricional en cultivos hortícolas tratados con varias enmiendas orgánicas líquidas aplicadas al suelo con el riego

M.R. Albiach¹, F. Tarazona¹, R. Canet¹, F. Pomares¹, C. Baixauli² y J.M. Aguilar²

¹ IVIA. Centro para el Desarrollo de la Agricultura Sostenible. Ctra. Moncada-Náquera km 4,5. 46113-Moncada

² Fundación Ruralcaja. Paiporta (Valencia)

Palabras clave: enmiendas orgánicas líquidas, composición nutricional, rotación de cultivos.

Resumen

En un ensayo de campo iniciado en septiembre de 2002 en las parcelas experimentales del Centro de la Fundación Ruralcaja, en Paiporta (Valencia), se estudió la respuesta de diferentes cultivos hortícolas a siete productos comerciales a base de materias orgánicas líquidas: Vit-Humic 26 (L1), Welgrohumus (L2), Naturvital-16 (L3), Disahumic-16 (L4), Disaful (L5), Magic-Humic (L6) y Organ d'Or (L7), que se aplicaron al suelo en los cultivos de coliflor, patata, sandía, hinojo, pimiento y col china mediante el sistema de riego, a una dosis de 45 l/ha, fraccionada en tres veces a lo largo del ciclo de cultivo. Los resultados correspondientes al contenido de nutrientes en los productos cosechados junto a la discusión de los mismos se muestran en esta comunicación.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas han aparecido en el mercado de los agroquímicos una serie de productos orgánicos líquidos, llamados genéricamente ácidos húmicos, que pueden obtenerse a partir de distintas enmiendas sólidas: estiércoles, turbas, lignito, leonardita, compost, etc., cuyo uso se ha generalizado en los sistemas de riego localizado. Los ácidos húmicos y fúlvicos líquidos si bien pueden mostrar efectos positivos en aplicaciones en cultivos hidropónicos (Alarcón et al., 2003), cuando las aplicaciones se realizan en suelos de cultivo, su eficacia agronómica no está suficientemente demostrada (Pomares, 2004).

Se han realizado numerosos estudios de los efectos de las sustancias húmicas sobre la nutrición mineral de las plantas en condiciones experimentales diferentes y con diversas especies, encontrando resultados diversos. Así, hay autores que encuentran efectos positivos de las sustancias húmicas sobre la asimilación de algunos elementos como Rauthan y Schnitzer (1981) que aplicaron dosis crecientes de sustancias húmicas en plantas de pepino en hidroponía, pero este efecto fue distinto según la dosis, ya que a dosis elevadas las concentraciones de los elementos tendían a disminuir; Govindasmy y Chandrasekaran (1992) encontraron que la aplicación de sustancias húmicas provocaba un efecto positivo en todos los elementos analizados, excepto el magnesio, en cultivos de caña de azúcar en campo, y Zachariakis et al. (2001) se encontraron con efectos positivos o no según el elemento analizado y la variedad del portainjerto de viña utilizado en macetas al aire libre.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la respuesta de una rotación de cultivos (coliflor, patata, sandía, hinojo, pimiento y col china) a siete enmiendas orgánicas líquidas aplicadas con el riego.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se inició a principios de septiembre de 2002 en las parcelas experimentales situadas en el Centro de la Fundación Ruralcaja Valencia en Paiporta (Valencia), donde se implantó una rotación de cultivos: coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*, cv. Barcelona), patata (*Solanum tuberosum*, cv. Escort), sandía (*Citrullus lanatus*, cv. Reina de Corazones), hinojo (*Foeniculum vulgare*, cv. Brando), pimiento italiano (*Capsicum annuum*, cv. Palermo) y col china (*Brassica campestris* sp. *pekinensis*, cv. One Kilo). El ensayo consistió en un diseño

de bloques al azar con cuatro réplicas y ocho tratamientos: un testigo (L0) y siete enmiendas orgánicas líquidas (Vit-Humic (L1), Welgro-Humus (L2), Naturvital (L3), Disahumic 16 (L4), Disaful (L5), Magic Humic (L6) y Organ d'Or (L7), cuyas principales características se muestran en la Tabla 1. Los productos orgánicos líquidos se aplicaron a través de un sistema de riego por goteo a una dosis de 45 l/ha, fraccionada en 3 veces. Todos los tratamientos recibieron la misma dosis de fertilización mineral, en el cultivo de coliflor: 50 kg N/ha, 80 kg P₂O₅/ha y 150 kg K₂O/ha, en el cultivo de patata: 50 kg N/ha, 80 kg P₂O₅/ha y 250 kg K₂O/ha, en sandía: 50 kg N/ha, 80 kg P₂O₅/ha y 150 kg K₂O/ha, en el cultivo de hinojo: 50 kg P₂O₅/ha y 150 kg K₂O/ha, en el cultivo de pimiento: 80 kg P₂O₅/ha y 150 kg K₂O/ha, y en el cultivo de col china: 80 kg P₂O₅/ha y 250 kg K₂O/ha, fraccionados en aplicaciones semanales en forma de nitrato amónico, ácido fosfórico y sulfato potásico.

Para la determinación del contenido nutricional se realizó el muestreo de los diferentes cultivos a la recolección, se lavaron, trocearon, secaron en una estufa a 60 °C y posteriormente se trituraron. Las metodologías empleadas para el análisis del material vegetal fueron las descritas en los Métodos Oficiales de Análisis del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 1986).

Los resultados obtenidos se evaluaron mediante análisis de varianza, considerando tratamientos y bloques como únicas fuentes de variación, mediante el programa Statgraphics Plus.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de nutrientes en el cultivo de coliflor, tanto en pellas como en hojas, tras el aporte de enmiendas orgánicas líquidas se muestra en la Tabla 2. Se puede observar que para ninguna de las dos partes se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas tras la adición de las enmiendas. En las pellas, el contenido de nitrógeno fue ligeramente superior al resto para el aporte de Vit-Humic 26 (L1), pero en el resto de elementos estudiados es, en general, ligeramente superior tras el aporte de Naturvital 16 (L3) y junto al testigo en algunos de ellos. En las hojas de coliflor, los contenidos de nitrógeno y fósforo son ligeramente superiores tras el aporte de Naturvital 16 (L3), junto al Magic Humic (L6) en el fósforo, pero en el resto de elementos no hay una tendencia marcada.

La Tabla 3 muestra los contenidos de nutrientes en el cultivo de la patata tras la aplicación de enmiendas orgánicas líquidas. En los tubérculos tan solo alcanzó diferencias significativas el contenido de cobre, dando los mayores valores tras la aplicación de Disaful (L5) y Magic Humic (L6), siendo los menores valores para la aplicación de Vit-Humic 26 (L1) y Naturvital 16 (L3). En el resto de elementos analizados de los tubérculos se dio bastante variabilidad, lo mismo que en el contenido de nutrientes de las hojas de patata.

Tras la aplicación de las enmiendas orgánicas líquidas en el cultivo de sandía (Tabla 4) se observó que, ni para los frutos, ni para las hojas, se dieron diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, en los frutos se observó que para todos los elementos estudiados, salvo el calcio, los valores obtenidos con el tratamiento Organ d'Or (L7) fueron ligeramente superiores al resto, resultando además los valores del control inferiores para todos los elementos. En el contenido nutricional de las hojas no se observó la misma tendencia, pues para cada elemento dio un contenido superior una enmienda distinta.

El contenido nutricional del cultivo de hinojo se muestra en la Tabla 5. Los contenidos de potasio y hierro no se muestran en la tabla, debido a que las muestras se estropearon. En ambas partes del cultivo, bulbos y hojas, no se alcanzaron diferencias estadísticamente significativas tras la aplicación de las enmiendas, no observándose tampoco una tendencia clara tras la aplicación de las mismas, dando para algunos de los elementos contenidos ligeramente superiores para el control, tanto en bulbos como en hojas (nitrógeno en ambos, fósforo, cobre y cinc en hojas, magnesio y manganeso en bulbos).

El contenido de nutrientes en el cultivo de pimiento italiano tras la aplicación de las enmiendas orgánicas líquidas (Tabla 6), como en la mayoría de cultivos precedentes, no presentó diferencias estadísticamente significativas, pero se observa una tendencia en los contenidos de los frutos similar al de las pellas de coliflor, es la aplicación de Naturvital 16 (L3) la que da lugar a contenidos en la mayoría de los elementos ligeramente superiores al resto. En las hojas del pimiento son la aplicación de Welgro-Humic (L2) la que da valores ligeramente superiores para el fósforo, hierro, cobre, junto a Disaful (L5) este último elemento, y cinc; y la aplicación de Disahumic 16 (L4) el que da lugar a valores ligeramente mayores para el nitrógeno, potasio, calcio, magnesio y manganeso.

La aplicación de las enmiendas orgánicas líquidas en el cultivo de col china no dio lugar a contenidos de nutrientes en los cogollos estadísticamente diferentes (Tabla 7). Para el nitrógeno y el fósforo dio valores ligeramente superiores la enmienda Vit-Humic 26 (L1), pero para el resto de elementos fue muy variable.

Dados los resultados obtenidos tras la aplicación de las enmiendas orgánicas líquidas al suelo mediante el riego por goteo, se puede indicar no se han obtenido variaciones significativas en el contenido nutricional de los cultivos, tan solo para uno de los elementos (Cu) en uno de los cultivos (tubérculos de patata) la aplicación ha provocado un efecto significativo en el contenido de nutrientes.

Agradecimientos

Este trabajo ha contado con el apoyo financiero del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Agroalimentaria, proyecto INIA RTA04-150, y de la Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Generalitat Valenciana.

Referencia

- Alarcón, A.L., Fernández, P., Egea, C. y Pérez, J.L. 2003. Utilización de Materia Orgánica líquida en cultivo sin suelo de pimiento. Influencia sobre el desarrollo radicular y producción. *Fruticultura Profesional* 139:12-15.
- Govindasmy, R., Chandrasekaran, S. 1992. Effect of humic acids on the growth, yield and nutrient content of sugarcane. *Sci. Total Environ.* 117/118: 575-581.
- MAPA. 1986. Métodos Oficiales de Análisis del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Tomo III. Madrid.
- Pomares, F. 2004. Elaboración de programas de fertirrigación en cultivos hortícolas al aire libre. Resultados de experiencias. I Congreso Internacional de Horticultura Intensiva. Fundación Ruralcaja, Paiporta, 2 y 3 diciembre 2004. pp. 70-76.
- Rauthan, B.S., Schnitzer, M. 1981. Effects of a soil fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*Cucumis sativus*) plants. *Plant Soil* 63: 491-495.
- Zachariakis, M., Tzorakakis, E., Kritsotakis, I., Siminis, C.I., Manios, V. 2001. Humic substances stimulate plant growth and nutrient accumulation in grapevine rootstocks. *Acta Horticulturae* 549: 131-136.

Tabla 1. Principales características de las enmiendas orgánicas líquidas utilizadas.

	Ácidos húmicos (%)	Ácidos fúlvicos (%)	Total
Vit-Humic 26 (L1)	10	16	26
Welgro-Humic (L2)	-	-	15
Naturvital 16 (L3)	9	7	16
Disahumic 16 (L4)	10	6	16
Disaful (L5)	1	15	16
Magic Humic (L6)	10	5	15
Organd' Or (L7)	-	-	30 (MO)

Tabla 2. Contenido nutricional en el cultivo de coliflor (pellas y hojas) tras la aplicación de enmiendas orgánicas líquidas.

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
Pellas									
L0	3,53	0,710	4,98	1,11	0,335	66,5	7,49	34,0	44,5
L1	4,91	0,585	4,16	0,910	0,285	55,5	7,00	26,5	39,0
L2	4,47	0,630	4,82	1,00	0,300	48,5	6,50	29,5	41,0
L3	4,75	0,720	5,10	1,12	0,335	63,0	8,00	31,0	45,0
L4	4,70	0,670	4,53	1,04	0,315	57,5	7,00	32,5	41,0
L5	4,28	0,660	4,54	0,940	0,295	54,0	6,50	28,9	42,0
L6	4,62	0,585	4,23	0,860	0,270	47,0	5,50	26,0	37,0
L7	4,71	0,580	4,26	0,925	0,285	50,0	6,00	26,5	37,0
Signif.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Hojas									
L0	5,03	0,435	3,26	5,34	0,565	77,0	26,5	117	37,0
L1	4,98	0,420	3,22	5,17	0,570	65,0	18,0	115	32,0
L2	5,10	0,400	3,48	5,22	0,585	73,5	24,5	111	44,0
L3	5,20	0,440	2,60	5,23	0,545	74,5	24,0	108	38,5
L4	5,01	0,420	3,75	4,89	0,560	66,5	27,0	106	33,5
L5	4,83	0,425	4,13	4,56	0,525	58,0	22,0	83,5	30,5
L6	4,98	0,440	2,76	5,05	0,560	65,0	21,0	106	30,0
L7	4,65	0,405	4,03	4,92	0,565	58,5	21,0	98,0	29,5
Signif.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

En cada columna letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos mediante test de Duncan ($p < 0,05$)

Tabla 3. Contenido nutricional en el cultivo de patata (tubérculos y hojas) tras la aplicación de enmiendas orgánicas líquidas.

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
Tubérculos									
L0	1,77	0,270	2,19	0,075	0,165	67,0	10,0bc	9,50	19,5
L1	1,72	0,245	2,07	0,065	0,160	28,5	9,00a	7,50	18,5
L2	1,84	0,275	2,25	0,075	0,170	67,0	10,0bc	9,00	24,5
L3	1,89	0,265	2,14	0,070	0,170	34,5	9,00a	8,50	19,0
L4	1,84	0,260	2,14	0,060	0,170	30,0	9,50ab	8,50	20,0
L5	1,83	0,275	2,19	0,065	0,170	32,5	10,5c	8,50	20,0
L6	1,82	0,280	2,18	0,070	0,175	49,0	10,5c	9,50	20,5
L7	1,85	0,265	2,06	0,060	0,165	27,0	9,50ab	8,0	19,0
Signif.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	95%	n.s.	n.s.
Hojas									
L0	4,78	0,240	4,98	2,86	0,920	103	398	181	23,0
L1	4,74	0,240	4,92	2,85	0,975	101	419	189	22,5
L2	4,74	0,240	5,21	2,94	0,930	102	394	192	25,5
L3	4,52	0,235	5,09	2,91	0,965	109	426	191	23,5
L4	4,47	0,230	4,99	2,99	0,935	97,5	395	194	22,5
L5	4,49	0,225	4,97	2,89	0,920	101	403	189	22,0
L6	4,50	0,225	4,90	2,64	0,915	90,5	386	178	22,5
L7	4,51	0,230	4,81	2,85	0,975	92,5	368	179	22,0
Signif.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

En cada columna letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos mediante test de Duncan ($p < 0,05$)

Tabla 4. Contenido nutricional en el cultivo de sandía (frutos y hojas) tras la aplicación de enmiendas orgánicas líquidas.

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
Frutos									
L0	2,89	0,330	3,07	0,215	0,255	47,5	9,00	9,50	21,0
L1	3,57	0,415	4,00	0,345	0,340	71,0	9,00	13,0	23,0
L2	3,77	0,470	4,66	0,310	0,340	66,0	10,0	13,0	26,5
L3	3,48	0,455	3,77	0,315	0,325	68,5	11,5	13,5	27,0
L4	3,09	0,385	3,52	0,245	0,290	58,5	11,0	11,0	22,5
L5	3,66	0,470	4,31	0,410	0,370	70,0	11,5	14,5	29,5
L6	3,66	0,505	4,13	0,305	0,345	67,5	12,0	13,0	26,5
L7	4,52	0,560	5,49	0,370	0,415	74,0	13,0	14,5	31,5
Signif.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Hojas									
L0	5,11	0,375	2,60	2,88	0,600	88,5	12,5	27,5	29,5
L1	4,89	0,370	2,45	3,00	0,585	82,5	11,5	26,5	25,5
L2	4,95	0,365	2,43	2,89	0,575	88,0	13,5	27,5	26,5
L3	5,04	0,390	2,47	2,63	0,545	88,5	13,0	25,5	27,0
L4	4,98	0,325	2,46	3,27	0,625	92,0	13,0	25,5	23,0
L5	5,01	0,345	2,40	3,20	0,640	90,5	11,0	27,5	25,5
L6	5,08	0,405	2,51	2,70	0,585	92,0	12,5	26,5	25,5
L7	5,04	0,345	2,43	3,05	0,595	100	11,5	28,5	26,5
Signif.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

En cada columna letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos mediante test de Duncan ($p < 0,05$)

Tabla 5. Contenido nutricional en el cultivo de hinojo (bulbos y hojas) tras la aplicación de enmiendas orgánicas líquidas.

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
Bulbos									
L0	3,49	0,891	-	1,27	0,418	-	18,8	19,6	38,3
L1	3,11	0,828	-	1,28	0,404	-	19,8	17,5	36,8
L2	3,18	0,707	-	1,07	0,351	-	19,3	16,9	27,4
L3	3,11	0,913	-	1,33	0,393	-	19,5	17,8	37,9
L4	3,11	0,817	-	1,10	0,351	-	18,5	16,4	26,9
L5	3,44	0,962	-	1,07	0,371	-	19,0	15,9	43,7
L6	3,46	0,865	-	1,15	0,398	-	19,3	16,6	34,8
L7	3,28	0,781	-	1,10	0,368	-	19,7	18,8	27,3
Signif.	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.		n.s.	n.s.	n.s.
Hojas									
L0	3,72	0,547	-	2,89	0,436	-	9,48	68,8	49,9
L1	3,49	0,500	-	2,92	0,426	-	8,23	60,9	43,9
L2	3,68	0,540	-	2,64	0,427	-	8,84	60,6	47,3
L3	3,59	0,528	-	2,77	0,423	-	9,07	51,3	39,8
L4	3,61	0,394	-	3,03	0,437	-	8,09	70,0	42,8
L5	3,53	0,456	-	2,76	0,371	-	8,44	59,3	46,1
L6	3,50	0,477	-	2,74	0,422	-	8,59	59,0	45,3
L7	3,56	0,437	-	2,99	0,488	-	7,84	68,8	40,3
Signif.	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.		n.s.	n.s.	n.s.

En cada columna letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos mediante test de Duncan ($p < 0,05$)

Tabla 6. Contenido nutricional en el cultivo de pimiento italiano (frutos y hojas) tras la aplicación de enmiendas orgánicas líquidas.

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
Frutos									
L0	3,15	0,440	3,54	0,250	0,185	75,5	15,5	13,5	28,0
L1	3,30	0,480	4,19	0,265	0,195	76,5	16,5	13,5	30,0
L2	3,02	0,430	3,73	0,230	0,180	72,5	15,5	13,0	28,0
L3	3,43	0,520	4,31	0,265	0,205	77,0	17,5	14,5	32,0
L4	3,25	0,500	3,87	0,275	0,200	78,0	16,5	15,0	30,5
L5	3,23	0,490	3,71	0,275	0,190	73,5	17,0	13,5	29,0
L6	3,15	0,470	3,50	0,265	0,170	69,5	15,5	13,0	26,5
L7	3,12	0,455	2,83	0,250	0,180	71,5	15,0	13,0	28,0
Signif.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Hojas									
L0	4,72	0,300	4,73	2,59	0,605	119	14,5	60,0	41,5
L1	4,79	0,280	4,38	2,53	0,575	107	13,0	52,5	38,5
L2	4,91	0,305	4,54	2,61	0,610	129	15,5	58,0	43,5
L3	4,85	0,275	4,44	2,63	0,595	123	14,0	56,0	38,5
L4	4,93	0,295	4,75	2,78	0,640	118	14,5	62,0	43,0
L5	4,90	0,290	4,58	2,58	0,600	121	15,5	55,0	42,0
L6	4,91	0,290	4,57	2,58	0,590	118	14,0	55,0	37,5
L7	4,81	0,285	4,56	2,68	0,605	113	14,0	56,5	41,5
Signif.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

En cada columna letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos mediante test de Duncan ($p < 0,05$)

Tabla 7. Contenido de nutrientes en los cogollos de col china tras la aplicación de enmiendas orgánicas líquidas.

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
L0	3,16	0,722	4,60	2,28	0,322	90,0	3,00	69,3	32,0
L1	3,44	0,778	4,69	2,35	0,340	69,8	3,83	62,2	36,7
L2	3,33	0,697	5,21	2,62	0,345	139	4,92	67,0	39,7
L3	3,34	0,735	5,64	2,13	0,315	110	4,00	56,2	37,3
L4	3,37	0,768	5,29	2,06	0,298	100	5,58	62,3	46,3
L5	3,39	0,665	5,32	2,43	0,308	141	3,92	69,5	33,7
L6	3,27	0,697	5,35	2,12	0,303	92,2	3,33	59,7	35,5
L7	3,38	0,687	5,27	1,93	0,303	108	2,92	50,0	31,7
Signif.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

En cada columna letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos mediante test de Duncan ($p < 0,05$)