

Effect of different organic amendments on yield, nutritional value and hygienic-sanitary quality in spinach (*Spinacia oleracea* L.)

Efecto de diferentes enmiendas orgánicas sobre el rendimiento, valor nutricional y calidad higiénico-sanitaria en espinaca (*Spinacia oleracea* L.)

Doñate, M.T.¹, Rodríguez. R.A.², Sidoti Hartmann , B.¹

1. EEA Valle Inferior convenio Provincia de Río Negro- INTA. Ruta Nacional N°3, Km 971, Camino 4, IDEVI. donate.maria@inta.gob.ar

2. Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur.

Recibido: 04/07/2017

Aceptado: 22/03/2018

ABSTRACT

Doñate, M.T., Rodríguez. R.A., Sidoti Hartmann , B. 2018. Effect of different organic amendments on yield, nutritional value and hygienic-sanitary quality in spinach (*Spinacia oleracea* L.). Horticultura Argentina 37 (92): 21-33.

Quality and food safety are of concern in the population, leading to a growing demand for organic food. The study was conducted in Viedma, during the production cycles autumn-winter and spring, between 2007 and 2009. Various organic fertilizers were used with different doses, including composted cow manure, onion-manure compost and a commercial organic fertilizer. Crop yield and the mineral content in edible parts were evaluated in each cycle, and at the time of harvesting, hygienic and sanitary quality of

the spinach by microbiological analysis and the content of iron and vitamins A and C were determined. The results indicate in both crop cycles that the organic greenhouse spinach production is feasible in this region, with yields exceeding 5000 g m⁻² and suitable for human consumption according to the hygienic quality – healthcare obtained in compliance with current regulations. The obtained values of ascorbic acid and beta carotene were higher compared to the reference values of conventionally produced spinach. In all cases the contents of Ca, K, P, Zn and Fe were optimal for crop development.

Additional keywords: Organic food, food safety, *Spinacia oleracea* L., Río Negro lower valley, organic fertilizers.

RESUMEN

Doñate, M.T., Rodríguez. R.A., Sidoti Hartmann , B. 2018. Efecto de diferentes enmiendas orgánicas sobre el rendimiento,

valor nutricional y calidad higiénico-sanitaria en espinaca (*Spinacia oleracea* L.). Horticultura Argentina 37 (92): 21-33.

La calidad y seguridad de los alimentos son motivo de preocupación en la población, lo que conlleva a una creciente demanda de alimentos orgánicos. El estudio se realizó en Viedma, durante los ciclos productivos otoño – invierno y primavera, entre 2007 y 2009. Se utilizaron diversos abonos orgánicos con diferentes dosis, incluyendo estiércol vacuno compostado, compost de cebolla- estiércol y un fertilizante orgánico comercial. Se evaluó el rendimiento del cultivo en cada ciclo, el contenido mineral en partes comestibles y en el momento de la cosecha, se determinó la calidad higiénico-sanitaria de la espinaca, mediante análisis microbiológicos y el contenido de hierro y de vitaminas A y C. Los resultados indican que en esta región es factible la producción

orgánica de espinaca en invernadero en ambos ciclos de cultivo, con rendimientos que superan los 5000 g m⁻² y buena aptitud para el consumo humano en función a la calidad higiénico – sanitaria obtenida, cumpliendo con la reglamentación vigente. Los valores obtenidos de ácido ascórbico y beta caroteno fueron superiores en comparación con los valores de referencia de espinaca producida en forma convencional. En todos los casos los contenidos de Ca, K, P, Zn y Fe fueron óptimos para el desarrollo del cultivo.

Palabras claves adicionales: Alimentos orgánicos, seguridad alimentaria, *Spinacia oleracea* L., Valle Inferior del Río Negro, abonos orgánicos.

1. Introducción

La espinaca es un cultivo de otoño – invierno - primavera, que se puede producir al aire libre y en invernadero según las condiciones climáticas de cada región. Este cultivo pertenece al grupo de las hortalizas frescas, aporta fibras, vitaminas, minerales e hidratos de carbono, y forma parte de una alimentación equilibrada. En Argentina de acuerdo a la ley 25.127, se define como “ecológico, biológico u orgánico a todo sistema de producción agropecuario y su correspondiente agroindustria, como también a los sistemas de recolección, captura y caza, sustentables en el tiempo. Mediante el manejo racional de los recursos naturales y evitando el uso de los productos de síntesis química y otros de efecto tóxicos real o potencial para la salud humana”. Según la FAO, tiene como objetivo principal la optimización de la salud y la productividad de las comunidades interdependientes del suelo, las plantas, los animales y las personas. La propuesta de este sistema de producción, por lo tanto, va más allá del uso o no de determinados insumos. En general, se consideran productos ecológicos aquellos alimentos, incluidas frutas y hortalizas, que en su producción no han intervenido fertilizantes, herbicidas ni pesticidas químicos sintéticos (Ayastuy & Rodríguez, 2009).

Según Sarandón & Flores 2014; la agroecología aprovecha los procesos naturales de las interacciones que se producen en la finca con el fin de reducir el uso de insumos externo y mejorar la eficiencia biológica de los sistemas de cultivo. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) define a la agricultura orgánica o ecológica como “un sistema de manejo holístico de la producción que promueve y mejora la salud del ecosistema, incluyendo los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo”.

Primavesi (1982) indicó que la nutrición vegetal equilibrada no sólo aumenta la producción, sino también su valor biológico, del cual depende en gran parte el vigor y la salud vegetal. Según la autora, la incorporación de micronutrientes no siempre aumenta la producción, pero sí la calidad biológica, por lo tanto mejora la calidad nutricional del producto a su vez Herencia *et al.* (2011) mencionaron que no es posible asegurar que la mayor calidad nutricional de los cultivos orgánicos se deba sólo al tipo de fertilizante, sino que hay otros factores que influyen en la misma.

De acuerdo con varios estudios (Woese *et al.*, 1997; Worthington, 2001; Heaton, 2001; Bourn & Prescott, 2002), donde se analizó específicamente la calidad y seguridad de productos de origen vegetal, obtenidos mediante métodos ecológicos y convencionales, surge como tendencia general que los alimentos orgánicos contienen menos residuos de agroquímicos y nitratos (NO_3^-). Otros autores (Gennaro & Quaglia, 2003; Lairon, 2010, Crinnion 2010), mencionan que las hortalizas producidas en forma orgánica poseen mayor contenido de nutrientes esenciales (hierro (Fe), magnesio (Mg), fósforo (P) y potasio (K) y vitamina C, con respecto a las cultivadas en forma convencional., mayores compuestos fenólicos (Faller & Fialho, 2009; Rembialkowska, 2016) como así también niveles más altos de fitonutrientes, lo que realza su valor nutritivo-fisiológico, ya que poseen mayores contenidos de vitamina C, mejores valores gustativos y aumentan los componentes vegetales secundarios promotores de la salud, (Crinnion, 2010); además, Kesse-Guyot (2016) menciona la relación entre el consumo de alimentos orgánicos y un menor riesgo de enfermedades alérgicas.

En lo referido a la producción con destino al mercado interno, se puede decir que el consumo de alimentos orgánicos es incipiente, ya que el volumen de los productos certificados destinados al mercado doméstico representa sólo el 1%, caracterizado por la diversidad en la oferta de productos (SENASA, 2016), cabe mencionar que en los últimos años ha aumentado la demanda de estos alimentos a través de mercados de proximidad, por lo que es muy importante seguir investigando, y tener mayor información sobre los beneficios de las hortalizas orgánicas como mencionan Popa *et al.* 2018 y Simonne *et al.* 2016, como así también identificar puntos claves para el desarrollo de esta producción como lo hicieron en la Unión Europea (Stolze *et al.* 2016).

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de diferentes técnicas de fertilización a través de enmiendas orgánicas sobre la nutrición y el rendimiento del cultivo de espinaca. A su vez, se buscó verificar la calidad higiénico sanitaria del cultivo estudiado para el consumo y determinar el contenido ácido ascórbico y vitamina A en los diferentes tratamientos.

2. Materiales y métodos

El estudio se realizó en Viedma, Río Negro (40° 48' S; 36° 05' O), durante el período 2007-2009 (Año 1: 2007; Año 2: 2008 y Año 3: 2009), bajo invernadero. Los ensayos correspondientes al año 2007 se desarrollaron durante otoño- invierno; los del año 2008 se cultivaron en dos ciclos productivos, otoño- invierno y primavera y el correspondiente al Año 3 se realizó solo en primavera. El material vegetal evaluado fue espinaca (*Spinacia oleracea* L.) Bolero F1 (Seminis). La siembra se realizó en bandejas de germinación de polietileno con 128 alvéolos de 20 ml con sustrato comercial y se trasplantaron con 3 a 4 hojas verdaderas sobre tabloncitos de 0,9 m de ancho por 7,5 m de largo acolchados con polietileno negro de 100 micrones. Sobre cada uno de ellos se trasplantaron seis hileras de plantas separadas a 0,15 m y 0,15 m entre plantas, correspondiente a una densidad de 44 pl m⁻². La superficie efectiva de cada parcela fue de 2,25 m². El suelo era el representativo de la zona con textura franco arcilloso, tenía una conductividad eléctrica de 0.88dS/m, un RAS de 2.80, el Ph de 8.2; el contenido de nitrógeno total fue de 0.155%, el de fosforo disponible de 32 ppm y el de potasio de 407%. El riego fue localizado por goteo, mediante mangueras marca T tape de 200 micrones de espesor, con emisores incorporados a 0,30 m, con un caudal nominal de 1 l.h⁻¹. Todas las enmiendas se aplicaron durante la preparación del suelo antes del trasplante en cada ciclo evaluado. Los tratamientos fueron: Testigo (T: sin enmienda); Compost de cebolla y estiércol vacuno (CE) a razón de 37 Mg.ha⁻¹; Estiércol vacuno (E) compostado durante un período de 6 meses equivalente de 33 Mg.ha⁻¹; Doble dosis de estiércol vacuno (DE) a razón de 66 Mg.ha⁻¹; y Fertilizante orgánico Bioorganutsa (B) (Daasons S.A.), en dosis de 3,3

Mg.ha⁻¹ el cual posee una relación C/N de 3. Las distintas enmiendas incorporadas fueron calculadas para suministrar 300 kg de nitrógeno por hectárea.

Los análisis para determinar la concentración de elementos esenciales en hoja se realizaron en dos momentos del desarrollo del cultivo. El primero fue entre los 30 y 50 días del trasplante y el segundo en el momento de la cosecha (Mills y Benton Jones, 1996). Cuando las plantas alcanzaron tamaño comercial, se cosecharon todas las plantas de las dos hileras centrales, y se pesaron para determinar el rendimiento (g m⁻²). En el ciclo otoño invierno del Año 2, al momento de cosecha se tomaron las muestras para realizar los análisis nutricionales mediante la determinación de ácido ascórbico (método Citef – Metafosfórico) y Beta Caroteno (extracción por solventes). Mediante estudios microbiológicos realizados en el Laboratorio Regional de Salud Ambiental (Ministerio de Salud de la Provincia de Río Negro), se evaluó la presencia de bacterias del grupo coliformes (*Escherichia coli*). Para la determinación de coliformes fecales y *E. coli* se utilizó el método BAM. El recuento se realizó en placa con el siguiente procedimiento: se utilizaron 10 g de hojas de hortalizas, se colocaron en vaso de precipitados estéril. Se agregaron 90 mL de agua peptonada y se homogeneizó en Stomacher a 200-260 rpm durante 2 minutos. Se sembró 1 mL en placa de Petri, luego se incubó en estufa a 37°C durante 48 hs. Se sembraron 3 tubos de caldo lauril sulfato y se incubaron en estufa a 37°C durante 48 hs. Se examinaron las placas con presencia de colonias rojas. Con resultado positivo, indicativo de presencia de coliformes totales, se repicó en caldo verde brillante, incubándose en estufa a 44°C durante 48 hs. La presencia de gas indicó presencia de coliformes fecales, continuándose con la confirmación hasta *E. coli*.

Las unidades experimentales fueron distribuidas en un diseño completamente aleatorizado en 5 tratamientos y 3 réplicas por tratamiento (N=15). Los datos de rendimiento, macro y micronutrientes, ácido ascórbico y beta caroteno se analizaron estadísticamente mediante análisis de varianza (ANOVA) y la comparación de medias se efectuó mediante el test de DMS al 5% (InfoStat, 2011). Al encontrarse interacciones significativas de los tratamientos con el ciclo y con año de cultivo, el análisis se realizó específicamente para cada año y ciclo de cultivo.

3. Resultados

3.1. Rendimiento

El rendimiento en el ciclo productivo otoño invierno en el Año 1, presentó diferencias significativas entre las enmiendas utilizadas respecto del testigo. Con la aplicación de Bioorganutsa y Estiércol (simple y doble dosis) se obtuvieron los mayores rendimientos diferenciándose del Compost de cebolla-estiércol y T. Los rendimientos en el ciclo otoño invierno del Año 1 oscilaron entre 2100 y 3780 g m⁻² para T y B respectivamente. Durante este ciclo productivo se registraron dentro del invernadero temperaturas medias de 8,5 °C, con una mínima absoluta de -5,3 °C. En la Figura 1 se presentan los rendimientos para los diferentes tratamientos realizados.

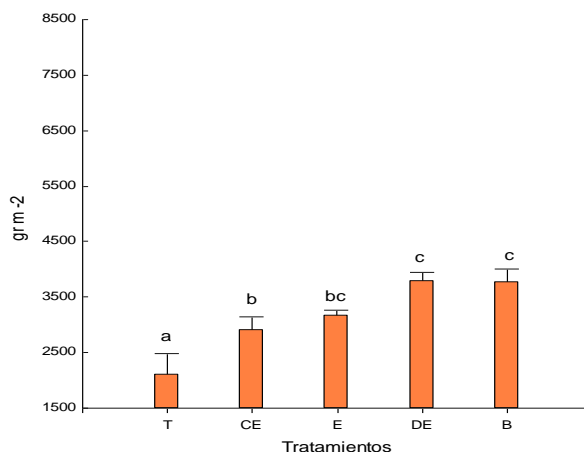


Figura 1. Efecto de distintas enmiendas orgánicas sobre el rendimiento de espinaca. Ciclo productivo otoño-invierno en el Año 1 (2007). T, Testigo; CE, Compost de cebolla-estiércol; E, Estiércol; DE, Doble estiércol; B, Bioorganutsa. Letras distintas entre tratamientos indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Para el ciclo productivo otoño - invierno del Año 2 los rendimientos obtenidos oscilaron entre 3505 a 8076 g m⁻². Para este ciclo productivo las temperaturas medias fueron de 10,5 °C, con una mínima absoluta de - 5.3 °C. Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 2).

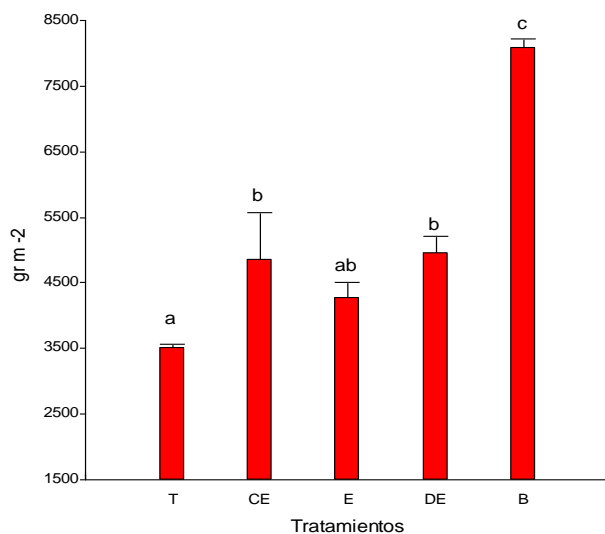


Figura 2. Efecto de distintas enmiendas orgánicas sobre el rendimiento de espinaca. Ciclo otoño-invierno del Año 2 (2008). T, Testigo; CE, Compost de cebolla-estiércol; E, Estiércol; DE, Doble estiércol; B, Bioorganutsa. Letras distintas entre tratamientos indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

El tratamiento con aplicación de B mostró diferencias significativas respecto al resto, con un rendimiento de 8076 g m⁻²; los tratamientos DE, E y CE no mostraron diferencias entre ellos, aunque se diferenciaron estadísticamente de T. El tratamiento con estiércol no se diferenció significativamente del T (Figura 2).

Durante el ciclo productivo del Año 2, se observaron mayores rendimientos en todos los tratamientos respecto al ciclo otoño invierno en el Año 1; el B fue el que se diferenció con 4300 g m⁻²; CE con 1900 g m⁻² y el resto de los tratamientos superaron los 1100 g m⁻², con

respecto al Año 1. Las temperaturas medias registradas durante el ciclo en el Año 2 fueron superiores en 2°C respecto al Año 1.

Durante el ciclo primaveral del Año 2 todas las enmiendas aplicadas se diferenciaron significativamente del testigo. B presentó el mayor rendimiento y T el menor. En tanto CE, E y DE no se diferenciaron entre ellos (Figura 3). En este período la cosecha se realizó sobre plantas no “comerciales” en estado fenológico de floración. Las altas temperaturas registradas en este período fueron propicias para la inducción floral del cultivo.

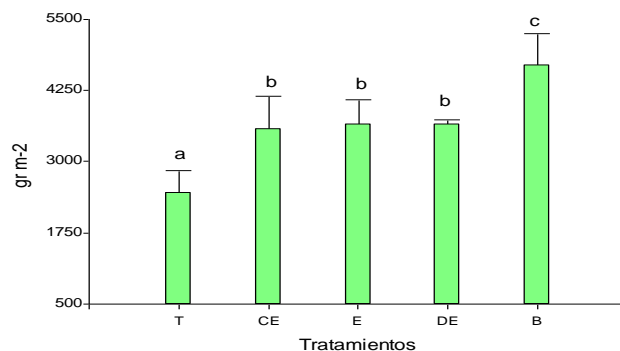


Figura 3. Efecto de distintas enmiendas orgánicas sobre el rendimiento de espinaca. Ciclo productivo primavera del Año 2 (2008). T, testigo; CE, Compost de cebolla-estiércol; E, Estiércol; DE, Doble estiércol; B, Bioorganutsa. Letras distintas entre tratamientos indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Para el ciclo productivo primavera del Año 3 las enmiendas DE y B se diferenciaron significativamente del testigo y presentaron resultados similares al año 2008, aunque con rendimientos entre un 25 y 50% menores. La cosecha se realizó sobre plantas de tamaño comercial. La aplicación de B mostró diferencias significativas respecto a los demás tratamientos, con un rendimiento de 4222 g m⁻², DE se diferenció del testigo y en el resto de los tratamientos no mostraron diferencias significativas con respecto al testigo (Figura 4).

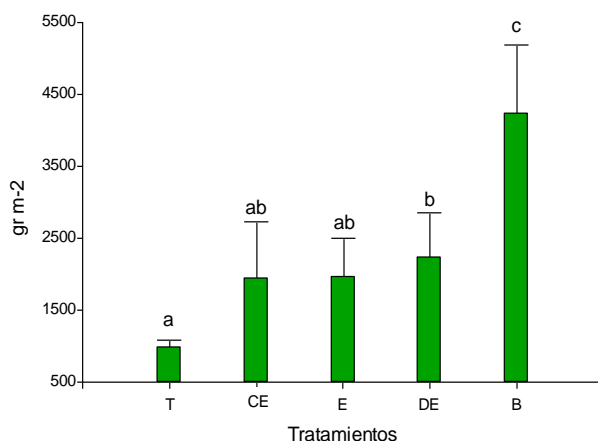


Figura 4. Efecto de distintas enmiendas orgánicas sobre el rendimiento de espinaca. Ciclo productivo primavera del Año 3 (2009). T, Testigo; CE, Compost de cebolla-estiércol; E, Estiércol; DE, Doble estiércol; B, Bioorganutsa. Letras distintas entre tratamientos indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

3.2. Composición elemental de la espinaca

De acuerdo a lo establecido por Mills & Benton Jones (1996), el contenido de N total es suficiente con valores entre 4 y 6%; por lo tanto en la fecha correspondiente a los 45 días de muestreo, el contenido de N total en la planta resultó suficiente para todos los tratamientos. En tanto, para el resto de los nutrientes analizados las concentraciones fueron altas, de acuerdo a los mismos autores que proponen valores de $P > 0,7\%$, de $K > 8\%$; y de $Ca > 1,2\%$. Para el caso del hierro, resultó suficiente (de 60 a 200 ppm) para DE y B y alto (>200 ppm) para el resto de tratamientos. Para la fecha correspondiente a momento de cosecha, el contenido de N total fue suficiente para el tratamiento B y bajo (de 3 a 3,49 %) para el resto de los tratamientos. Para los otros elementos analizados, las concentraciones fueron altas según los autores mencionados anteriormente. No se encontró diferencia estadística entre los tratamientos, para cada elemento y momento de muestreo (Tabla 1).

Tabla 1. Contenido de elementos esenciales, ciclo otoño – invierno del cultivo de espinaca a los 45 días del trasplante y al momento de cosecha en el Año 1 (2007).

Tratamientos	Muestreo	Nt (%)	Ca (%)	K (%)	P (%)	Zn (ppm)	Fe(ppm)
T	45 días	4,4 a	2,53 a	11,61 a	1,10 a	173,1 a	220,8 a
	Cosecha	3,3 a	2,88 a	15,21 a	1,05 a	218,7 a	125,2 a
CE	45 días	4,1 a	1,88 a	10,89 a	0,95 a	138,0 a	266,4 a
	Cosecha	3,3 a	2,46 a	14,47 a	1,23 a	213,2 a	133,4 a
E	45 días	4,2 a	1,92 a	11,18 a	1,06 a	131,6 a	256,0 a
	Cosecha	3,3 a	1,98 a	15,10 a	1,23 a	184,7 a	126,4 a
DE	45 días	4,5 a	2,06 a	11,83 a	1,12 a	140,5 a	229,0 a
	Cosecha	3,4 a	1,99 a	15,60 a	1,19 a	185,4 a	181,1 a
B	45 días	4,6 a	2,39 a	11,76 a	1,17 a	189,1 a	220,2 a
	Cosecha	3,7 a	2,18 a	16,32 a	1,22 a	203,1 a	125,1 a

T, testigo; CE, compost de cebolla-estiércol; E, estiércol; DE, doble estiércol; B, bioorganutsa. Letras diferentes en columnas para cada momento de muestreo indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamiento.

En el muestreo realizado el 31 de julio de del Año 2, se pudo comprobar que para los tratamientos DE y B el contenido de N total resultó suficiente, mientras que para el resto de los tratamientos fue bajo (Tabla 2). Para el caso del Hierro, resultó suficiente (de 60 a 200 ppm) para DE y B y alto (>200 ppm) para el resto de tratamientos. Mientras que para el Ca, P y K las concentraciones fueron altas ($Ca > 1,2\%$; $P > 0,7\%$ y $K > 8\%$) para todos los tratamientos (Mills & Benton Jones 1996). En el momento de la cosecha de la espinaca, el contenido de N total mostró un comportamiento similar que en los casos anteriores. Para el tratamiento B el contenido fue suficiente y para el resto de los tratamientos bajo. No se encontró diferencia estadística entre los tratamientos, para cada elemento y momento de muestreo. Los valores para el resto de los nutrientes fueron altos para todos los tratamientos.

Tabla 2. Contenido de elementos esenciales, ciclo otoño- invierno en el Año 2 a los 45 días del trasplante y al momento de cosecha (2008).

Tratamientos	Muestreo	Nt (%)	Ca (%)	K (%)	P (%)	Zn (ppm)	Fe (ppm)
T	45 días	3,8 a	3,08 a	23,97 a	0,99 a	252,3 a	242,9 a
	Cosecha	2,2 a	4,48 a	19,88 a	1,26 a	440,5 a	480,7 a
CE	45 días	3,5 a	3,41 a	24,90 a	1,19 a	254,5 a	366,9 a
	Cosecha	2,6 a	4,33 a	21,54 a	1,23 a	347,0 a	412,3 a
E	45 días	3,9 a	2,92 a	24,10 a	1,22 a	251,4 a	207,2 a
	Cosecha	2,4 a	4,59 a	21,22 a	1,05 a	314,0 a	348,1 a
DE	45 días	4,2 a	3,00 a	24,21 a	1,17 a	246,2 a	190,7 a
	Cosecha	2,5 a	4,10 a	20,84 a	1,22 a	352,5 a	336,9 a
B	45 días	4,3 a	3,45 a	23,62 a	1,00 a	285,2 a	170,9 a
	Cosecha	3,7 a	4,52 a	21,97 a	8,6 a	391,2 a	464,0 a

T, testigo; CE, compost de cebolla-estiércol; E, estiércol; DE, doble estiércol; B, bioorganutsa. Letras diferentes en columnas para cada momento de muestreo indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.

En los ciclos primaverales correspondientes a los años 2 y 3 se observaron, en los dos momentos de muestreo resultados similares. En esta oportunidad el contenido de N total fue bajo para todos los tratamientos, en cambio para el resto de los nutrientes la concentración fue elevada para ambas fechas de muestreo (Mills & Benton Jones, 1996). No se encontró diferencia estadística entre los tratamientos, para cada elemento y momento de muestro (Tabla 3 y 4).

Tabla 3. Contenido de elementos esenciales, ciclo primaverales del Año 2 a los 45 días del trasplante y al momento de cosecha (2008).

Tratamientos	Muestreo	Nt (%)	Ca (%)	K (%)	P (%)	Zn (ppm)	Fe (ppm)
T	45 días	3,07 a	5,70 a	16,57 a	0,82 a	281,7 a	447,2 a
	Cosecha	2,0 a	5,76 a	14,58 a	1,71 a	488,5 a	287,0 a
CE	45 días	3,09 a	5,17 a	18,02 a	0,89 a	350,8 a	336,8 a
	Cosecha	1,9 a	5,56 a	14,46 a	1,74 a	476,7 a	399,8 a
E	45 días	3,46 a	5,95 a	17,69 a	0,84 a	251,5 a	426,6 a
	Cosecha	1,8 a	5,27 a	15,81 a	1,57 a	455,1 a	287,4 a
DE	45 días	3,39 a	5,32 a	19,01 a	0,91 a	259,4 a	355,7 a
	Cosecha	1,9 a	4,73 a	15,96 a	1,35 a	381,5 a	255,2 a
B	45 días	2,88 a	5,59 a	17,43 a	0,83 a	353,5 a	461,2 a
	Cosecha	1,7 a	5,94 a	15,76 a	1,58 a	455,9 a	352,2 a

T, testigo; CE, compost de cebolla-estiércol; E, estiércol; DE, doble estiércol; B, bioorganutsa. Letras diferentes en columnas para cada momento de muestreo indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.

Tabla 4. Contenido de elementos esenciales, ciclo primaveral del Año 3 a los 45 días del trasplante y al momento de cosecha (2009).

Tratamientos	Muestreo	Nt (%)	Ca (%)	K (%)	P (%)	Zn (ppm)	Fe (ppm)
T	45 días	2,8 a	5,04 a	11,39 a	0,74 a	273,0 a	384,8 a
	Cosecha	1,2 a	5,76 a	6,55 a	1,40 a	348,0 a	284,5 a
CE	45 días	2,6 a	4,29 a	12,49 a	0,96 a	266,9 a	430,9 a
	Cosecha	1,1 a	4,93 a	8,60 a	1,26 a	354,8 a	419,3 a
E	45 días	3,1 a	5,30 a	13,54 a	0,75 a	264,2 a	464,4 a
	Cosecha	1,3 a	5,14 a	9,31 a	1,38 a	364,3 a	327,4 a
DE	45 días	2,9 a	3,54 a	15,00 a	0,99a	278,5 a	405,2 a
	Cosecha	1,0 a	4,16 a	8,82 a	1,40 a	324,9 a	413,0 a
B	45 días	3,6 a	5,40 a	13,51 a	0,86 a	264,2 a	386,2 a
	Cosecha	1,5 a	46,6 a	10,62 a	1,18 a	319,6 a	414,7 a

T, testigo; CE, compost de cebolla-estiércol; E, estiércol; DE, doble estiércol; B, bioorganutsa.

Letras diferentes en columnas para cada momento de muestreo indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.

3.3. Contenido de ácido ascórbico y beta caroteno

Los valores obtenidos de ácido ascórbico y beta caroteno encontrados fueron superiores a los citados por Salunke y Kadam (2004), referidos a espinaca, aunque sin diferenciar el tipo de producción orgánica o convencional (Tabla 2). No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, para ninguno de los nutrientes.

Tabla 2. Contenido de vitaminas en el ciclo otoño- invierno del Año 2 (2008).

Tratamiento	Ácido Ascórbico (mg/100g)	Beta Caroteno (mg/100g)
T	68,6 a	9,3 a
CE	74,9 a	9,0 a
E	66,9 a	8,3 a
DE	71,4 a	7,5 a
B	77,3 a	10,9 a

T, testigo; CE, Compost de cebolla-estiércol; E, Estiércol; DE, Doble estiércol; B, Bioorganutsa. Letras diferentes en columnas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.

3.4. Calidad higiénico sanitaria

En lo referido a la calidad higiénico sanitaria no se detectó presencia de *E. coli* en ninguna de las espinacas cosechadas en los tratamientos evaluados. Los valores de recuento de coliformes totales se encuentran dentro de los parámetros establecidos por el Código Alimentario Argentino, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación. Los

mismos fueron inferiores en el T y E para la primavera (2000 y 2560 Unidades Formadoras de Colonias / g respectivamente) respecto al ciclo otoño invierno (4000 y 4560 UFC / g), en tanto para el DE fueron similares ambos ciclos (4880 y 5040 UFC / g).

4. Discusión

4.1. Rendimiento

Los mayores rendimientos se obtuvieron en el ciclo invernal del Año 2. Con menores valores de rendimientos, y en orden decreciente, se ubicaron los ciclos en: primavera del Año 2, invierno del Año 1 y primavera del Año 3. En el caso del tratamiento B los valores fueron superiores a los obtenidos habitualmente por los agricultores del Valle Inferior del Río Negro (hasta 5000 g m⁻²), como así también a los obtenidos por Rodríguez *et al.* (2007) en la región de Bahía Blanca, con 5720 g m⁻² en otoño invierno. Mezquiriz (2007) en el cinturón hortícola de La Plata mencionó rendimientos de 2000 g m⁻² en los ciclos de verano y 3000 a 3200 g m⁻² en ciclos invernales. En este estudio los tratamientos CE, E y DE produjeron rendimientos que oscilaron entre 4200 y 4950 g m⁻². Otros autores (Samih *et al.* 2010) mencionan rendimientos de 2700 g m⁻² en invierno. Los rendimientos obtenidos durante el ciclo primaveral del Año 3 fueron inferiores a los ciclos otoño invernales debido probablemente a que las condiciones de temperatura y fotoperíodo no fueron las óptimas para el desarrollo vegetativo. En el ciclo primaveral del Año 2 los rendimientos fueron superiores a los del mismo ciclo en el Año 3, este resultado se podría atribuir al desarrollo del tallo floral e inflorescencia, que produjo mayor peso fresco, inducido por la mayor duración del período iluminado y temperatura.

En este estudio y para todos los ciclos evaluados, el tratamiento B fue el que produjo mayor rendimiento; esto puede atribuirse a los aportes de nitrógeno, fósforo y microelementos rápidamente disponibles que posee la enmienda (Relación C/N: 3). El bajo porcentaje de disponibilidad del nitrógeno en los compost y la resistencia a la mineralización suelen ser referenciados a la inmovilización del nitrógeno, especialmente en los primeros tiempos. Los compost son considerados fertilizantes nitrogenados muy diluidos, ya que su contenido de nitrógeno ronda en el 1% (Moral-Herrero, 2007).

La tasa de mineralización para el compost es inferior al 15% (entre 5 y 15%) en el primer año de aplicación, continuando con una tasa de 2 a 8 % por año (Amlinger, *et al.* 2003). En estudios realizados en compost de cebolla estiércol se obtuvo una tasa de mineralización del 9 % (Cardoso *et al.* 2012); Eghball (2000) mencionó una tasa del 11% para un compost de estiércol y de 21% para el estiércol no compostado, si bien no se realizaron incubaciones “in situ” para comprobar estos porcentajes podría atribuirse mayor disponibilidad de nitrógeno en el segundo año, según los autores mencionados; aumentando así los rendimientos en el ciclo otoño invierno del Año 2.

4.2. Contenido de ácido ascórbico y beta caroteno

Algunos autores indican que las hortalizas producidas orgánicamente poseen mayor contenido de nutrientes esenciales como Fe, Mg, P y K y vitamina C, en relación a las producidas de manera convencional (Worthington, 2001; Gennaro & Quaglia, 2003; Maggio *et al.* 2013; Mie 2016). En tomate, lechuga, espinaca y repollo se hallaron mayores concentraciones de P y Mg, mientras que el contenido de vitamina C fue mayor en hortalizas orgánicas como papa, zanahoria, lechuga, espinaca y repollo (Gennaro & Quaglia, 2003). En lechuga, la incorporación de humus incrementó el peso seco, los contenidos de P, K, Ca, Mg, Mn y Cu (Granval *et al.*, 2013). Los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con los mismos

para la mayoría de los elementos minerales y vitaminas estudiados, fortaleciendo la calidad de la espinaca orgánica.

4.3. Calidad higiénico sanitaria

Varios autores (AFSSA, 2003; Velimirov & Muller, 2003; Tauscheret *al.*, 2003) acuerdan que en relación a los riesgos de contaminación por presencia de microorganismos patógenos, micotoxinas y/o bacterias, los productos alimentos orgánicos resultan igual de seguros que los convencionales. Los resultados obtenidos resultan muy importantes en función de la calidad higiénico-sanitaria de las espinacas producidas en forma orgánica. El hecho de utilizar abonos orgánicos en base a estiércoles conlleva un riesgo asociado a la contaminación por los microorganismos fecales citados (Fernández & Peña 2012). Por esta razón, resulta fundamental realizar el compostado previo de estos materiales para eliminar dicha posibilidad. La correcta transformación de los estiércoles mediante el compostado, a causa de las temperaturas que se alcanzan, disminuyen o eliminan los riesgos de presencia y desarrollo de microorganismos potencialmente patógenos, que puedan resultar peligrosos para la salud de los consumidores. Asimismo, adquiere una gran importancia la manipulación segura de los estiércoles por parte del productor, máxima cuando se utilizan sobre cultivos de hortalizas para consumo en fresco.

5. Conclusión

El rendimiento de espinaca respondió a la dosis y el tipo de enmienda orgánica aplicada como fertilizante. Todas las enmiendas aplicadas se diferenciaron del tratamiento testigo. En los ciclos de otoño invierno y primaverales los tratamientos a base de estiércol (dosis única y doble) y compost no se diferenciaron entre ellos, por lo que no se justificaría aumentar la dosis única de estiércol propuesta. La utilización de compost de residuos de cebolla-estiércol provocó la misma respuesta productiva en el cultivo que la aplicación de estiércol a dosis única. Por lo tanto, podría utilizarse una u otra enmienda en función de la disponibilidad de las mismas.

En todos los casos los contenidos de Ca, K, P, Zn y Fe fueron óptimos para el desarrollo del cultivo; mientras que el N sólo fue elevado en el Año 1 y luego mantuvo esta condición sólo para el tratamiento Bioorganutsa.

El contenido de Ácido ascórbico y beta caroteno, en los dos ciclos analizados para el momento de cosecha, fue elevado. Para el caso del hierro los valores obtenidos fueron bajos en el ciclo otoño del Año 2 y elevados en el Año 3. Para el resto de los nutrientes estudiados, las concentraciones fueron superiores a lo indicado en la bibliografía para espinaca de producción convencional.

En los análisis microbiológicos realizados no se detectó presencia de *E. Coli* y los valores de coliformes totales se encuentran muy por debajo de los citados por el Código Alimentario Argentino.

De acuerdo a lo expuesto, la espinaca producida en forma orgánica en invernadero, presenta buena calidad nutritiva, con elevado contenido de vitaminas A y C. En tanto, resulta factible obtener una hortaliza segura para su consumo, referido a sus riesgos higiénico-sanitarios, aun utilizando estiércol como fertilizante.

6. Bibliografía

- AFSSA (Agence française de Sécurité Sanitaire des Aliments, 2003. Evaluation nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique. 265 S. En https://www.anses.fr/fr/system/files/NU_T-Ra-AgriBio.pdf
- AMLINGER F., GÖTZ B., DREHE, P., GESZTI J., WEISSTEINER C., 2003. Nitrogen in biowaste and yard waste compost: dynamics of mobilisation and availability- a review. *El Sevier. European Journal of Soil Biology*, 39: 107-117.
- AYASTUY M. E. Y RODRÍGUEZ R. A., 2009. Agricultura orgánica, AGRO UNS. Año VI. 11: 5-11.
- BOURN D., PRESCOTT J., 2002. A comparison of the nutritional value, sensory qualities and food safety of organically and conventionally produced foods. *Food Science and Nutrition*, 42: 1-34.
- CARDOSO C.E., LAURENT G.C., RODRÍGUEZ R.A., MINOLDO G.V., 2012. Estimación de nitrógeno potencialmente mineralizable de diferentes enmiendas orgánicas mediante incubación anaeróbica. XIX Congreso Latinoamericano de la ciencia del suelo. Mar del Plata, Argentina. Trabajo completo en CD-ROM.
- CRINNION, W. J., 2010. Organic foods contain higher levels of certain nutrients, lower levels of pesticides, and may provide health benefits for the consumer. *Alternative Medicine Review*, 15 (1), 4-13.
- DAASONS S.A., 2017 en www.daasons.com.ar/index.php/Action/bio-organutsa&main/productos.
- EGHBALL, B. 2000. Nitrogen Mineralization from Field-Applied Beef Cattle Feedlot Manure or Compost Joint contribution of USDA-ARS and Univ. of Nebr. Agric. Res. Div., Lincoln, NE, as Paper no. 12863. *Soil Science Society of America Journal*, 64 (6), 2024-2030.
- FALLER, A. L. K., & FIALHO, E. 2009. The antioxidant capacity and polyphenol content of organic and conventional retail vegetables after domestic cooking. *Food Research International*, 42 (1), 210 - 215.
- FERNÁNDEZ ESCARTÍN E. & PEÑA CABRIALES J., 2012. Riesgos microbiológicos en la producción de alimentos frescos en áreas urbanas y periurbanas de América Latina. Ed. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N. México. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/141538042/riesgos-microbianos-en-la-produccion-de-alimentos-frescos-en-areas-urbanas-y-periurbanas-de-america-latina>. Consultado el 25/04/2017.
- GENNARO L., QUAGLIA G.B., 2003. Food safety and Nutritional of Organic Vegetables. *Acta Horticulturae*, 614: 675- 680.
- GRANVAL N., GONZÁLEZ M., MAFFEI J., 2013. Los alimentos orgánicos y la calidad y seguridad alimentaria, 49-53. Consultado Mayo 2017. En: http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/revista/ediciones/47/articulos/r47_11_OrganicosCalidad.pdf
- HEATON S., 2001. Organic farming, food quality and human health: a review of the evidence. Soil association. Bristol, Great Britain, 87 pp.
- HERENCIA J.F., GARCÍAGALAVÍS P.A., RUÍZ DORADO J.A., MAQUEDA C., 2011. Comparison of nutritional quality of the crops grown in an organic and conventional fertilized soil. *Scientia Horticulturae*, 129: 882 - 888.
- INFOSTAT, 2011. Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.

- KESSE-GUYOT, E., 2016. Studies on the health effects of organic food in humans. *Human Health Implications of Organic Food and Organic Agriculture*, 12 – 18.
- LAIRO, D., 2010. Nutritional quality and safety of organic food. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30: 33 - 41.
- MAGGIO, A.; DE PASCALE, S.; PARADISO, R.; BARBIERI, G., 2013. Quality and nutritional value of vegetables from organic and conventional farming. *Scientia Horticulturae* 164 532 – 539
- MEZQUIRIZ N., 2007. Espinaca bajo cubierta plástica. *Boletín Hortícola*. Año 12. N° 36.
- MIE, A., ANDERSEN, H. R., GUNNARSSON, S., KAHL, J., KESSE-GUYOT, E., REMBIAŁKOWSKA, E., GRANDJEAN, P. 2017. Human health implications of organic food and organic agriculture: a comprehensive review. *Environmental Health*, 16 (1), 111.
- MILLS H.A., BENTON JONES J., 1996. Plant analysis. Handbook II. Micro-Macro Publishing, 422 pp.
- MORAL-HERRERO R., 2007. Manejo, dosificación y gestión agronómica del compost. En: Moreno-Casco, J., Moral Herrero, R. *Compostaje*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España, 353 - 378.
- POPA, M.E.; MITELUT, A.M.; POPA, E.E.; Stan, A., Popa, V.I, 2018. Organic foods contribution to nutritional quality and value. *Trends in Food Science & Technology*.
- PRIMAVESI A., 1982. Manejo ecológico del suelo. 5° ed. Ed. El ateneo. Argentina. 495 pp.
- REMBIAŁKOWSKA, E. 2016. Production system and composition of plant foods. *Human Health Implications of Organic Food and Organic Agriculture*, 33 – 40.
- RODRÍGUEZ R.A., AYASTUY M.E., MIGLIERINA A M., LUSTO J., LOBARTINI J.C., LANDRISCINI M.R., CRESCENCI F., 2007. Producción de espinaca en ciclo otoño invernal en la región de Bahía Blanca. Libro de resúmenes del XXX Congreso Argentino de Horticultura, La Plata, 85 p.
- SALUNKE D.K., KADAN S.S., 2004. Tratado de ciencia y tecnología de las hortalizas. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. 739 pp.
- SAMIH M.A., TALEB R., YASIN A., TAREK A. AND ALAEDDIN B., 2010. Nitrate accumulation in spinach (*Spinacia oleracea* L.) tissues under different fertilization regimes. *Journal of Food Agriculture and Environment* Vol. 8 (2):778 - 780.
- SARANDÓN, J., FLORES, C., 2014. Agroecología bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. 1a ed. Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires. Argentina, 466 p.
- SENSA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria), 2016. Situación de la Producción Orgánica en la Argentina durante el año 2015. Dirección Nacional de Fiscalización Agroalimentaria. Dirección de Calidad Agroalimentaria. Coordinación de Productos Ecológico. Consultado el 6/6/2013 en http://www.mapo.org.ar/web_2007/wp-content/uploads/2008/08/Informe-SENSA-2015.pdf
- SIMONNE, A., OZORES-HAMPTON, M., TREADWELL, D., HOUSE, L., 2016. Organic and conventional produce in the US: examining safety and quality, economic values, and consumer attitudes. *Horticulturae*, 2 (2), 5.
- STOLZE, M., ZANOLI, R., MEREDITH, S., 2016. Organic in Europe: expanding beyond a niche. Prospects and developments. IFOAM EU, FiBL, Marche Polytechnic University and Naturland.
- TAUSCHER B., BRACK G., FLACHOWSKY G., HENING M., 2003. Bewertung von Lebensmitte

- Inverschiedener productions verfahren susbericht. Senatsabeitsgruppe. Qualitative Bewertung von Lebensmitteln aus al ternativer und konventioneller produktion. En Dossier FiBl. 2007. La calidad y seguridad de los alimentos ecológicos. Comparación de los sistemas alimentarios 1° Ed. N°4, 22 pp. En: Dossier FiBl. 2007. La calidad y seguridad de los alimentos ecológicos. Comparación de los sistemas alimentarios 1° Ed. N° 4, 22 pp.
- VELIMIROV A., MULLER W., 2003. Die qualitat biologisch erzeugter lebensmittel. En: Dossier FiBl. 2007. La calidad y seguridad de los alimentos ecológicos. Comparación de los sistemas alimentarios 1° Ed. N° 4, 22 pp.
- WOESE K., LANGE D., BOESS C., ANDERNER B.K., 1997. A comparison of organically and conventionally grow foods results of a review of the relevant literature. Journal of the Science Food and Agriculture, 74: 281 - 293
- WORTHINGTON V., 2001. Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables and grains. Journal Alternative Complent. Med., 7:161 - 173.