



Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

Trabajo final de carrera

EFFECTO DE ENMIENDAS ORGANICAS SOBRE EL SUELO Y CULTIVO DE LECHUGA PROTEGIDO

Nombre de los alumnos: Calandrelli Luciano y Falcón María Luz

Legajos: 26619/2 y 26817/6

DNI: 35.610.857 y 36.386.668

Correos electrónicos: calandrelliluciano@gmail.com

marialuzfalcon30@gmail.com

Teléfonos: 011-1557970391 y 02983-15501448.

Directora Ing. Agr. Andrea Edith Pellegrini

Co-directora Ing. Agr (Dra MSc) Margarita Alconada Magliano

Fecha de entrega: Octubre 2018

INDICE

RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	4
HIPOTESIS	6
OBJETIVOS	7
MATERIALES Y METODOS	7
Lugar de realización	7
Suelo estudiado:	8
Cultivo	8
Origen del material orgánico ensayado	8
Evaluaciones en suelo y planta	9
Determinaciones en suelo	9
Propiedades físico-químicas	9
Propiedades Físicas	10
Propiedades Químicas	10
Determinaciones en cultivo	11
RESULTADOS Y DISCUSION	11
pH	12
Conductividad eléctrica	15
Relación de absorción de sodio	19
Estabilidad estructural (diámetro medio ponderado)	20
Carbono Orgánico	21
Ácidos Húmicos	24
Nitrógeno total	25
Fósforo	29
Nitrato en hojas	31
Rendimiento de lechuga	32
CONCLUSION	33
BIBLIOGRAFIA	33

1 RESUMEN

2 En los últimos años la producción de cultivos bajo cubierta en el Cinturón Hortícola
3 Platense creció de manera significativa, logrando producir varios cultivos por año. Una
4 práctica utilizada por los productores de la zona es la incorporación de enmiendas
5 orgánica, esta práctica se repite año tras año sin control de dosis y efectos sobre el
6 recurso suelo. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto que produce la
7 aplicación de cama de pollo fresca y compostada, en las propiedades físicas, físico-
8 químicas y químicas en el suelo y en cultivo de lechuga, *Lactuca sativa L su incidencia*
9 *sobre* calidad y rendimiento. El ensayo se realizó sobre un *Hapludert típico* de la ciudad
10 de La Plata, en invernáculo. Se compararon cuatro tratamientos: suelo con historia
11 hortícola considerado testigo (T1), suelo con cama de pollo fresca, dosis de 30 tha⁻¹ (T2),
12 suelo con incorporación de cama de pollo compostada en dosis equivalente al contenido
13 de carbono orgánico al T2 (T3) y doble dosis que T3 (T4). Las determinaciones en suelo
14 fueron: pH, conductividad eléctrica, la relación de absorción de sodio (RAS), estabilidad
15 estructural, materia orgánica (MO), ácidos húmicos, nitrógeno total (Nt) y fósforo
16 extractable (Pe). A corto plazo la aplicación por primera vez de cama de pollo fresca y
17 cama de pollo compostada, esta última en dosis igual al contenido de carbono de la cama
18 fresca, no produjo aumento de la RAS ni en la salinidad. No incrementó el contenido de
19 Pe y Nt, respecto al testigo, aunque presentó tendencia al aumento. El tratamiento T4
20 mejoró la estabilidad estructural, aumentó los contenidos de CO, Nt y Pe; pero trajo
21 aparejado como factores nocivos el incremento de sales y la RAS razón que limitaría la
22 elección de la dosis analizada. Los rendimientos y los contenidos de nitratos en hojas de
23 la lechuga no respondieron a los diferentes tratamientos.

24

25 **Palabras clave.** Cama de pollo fresca; cama de pollo compostada; *Lactuca sativa*.

26 **INTRODUCCIÓN**

27 El crecimiento sostenido de la producción bajo cubiertas plásticas desde la década
28 del 70 en la Argentina y en el mundo, ha respondido a diferentes circunstancias socio-
29 económicas, y a diferentes objetivos, mejorar una condición ambiental, producir a contra
30 estación, mejorar la calidad de lo producido, satisfaciendo mercados actuales, y una
31 mayor productividad de las tierras. Sin embargo, la forma en que se procura obtener
32 calidad y productividad en estos sistemas productivos es cada vez más discutida por
33 diferentes sectores de la comunidad involucrada, por sus consecuencias no sólo en la
34 propia sustentabilidad de la actividad en términos productivos, sociales y económicos,
35 sino también en el ambiente en general. Las problemáticas que surgen en los sistemas
36 productivos imperantes en el Cinturon flori-hortícola Metropolitano han sido también
37 expuestos en diversos informes realizados por el INTA (Martínez Quintana et al., 1995;
38 INTA EE AMBA, 2011).

39 En el caso del cinturón hortícola platense, el uso intensivo de invernáculos provoca
40 un proceso de degradación de los suelos. La magnitud y dirección de los procesos
41 degradativos se hallan definidos por el tipo de suelo y calidad del agua, aspectos que en
42 general no son considerados adecuadamente (Alconada et al., 2000; Giuffré et al., 2004;
43 Alconada et al., 2011). La principal degradación observada es la salinización-
44 alcalinización edáfica y asociado a esto, anegamientos, desarrollo de plagas y
45 desequilibrios nutritivos (Mendía, 1981; Alconada & Huergo, 1998; Alconada et al., 1999;
46 Alconada et al., 2000; Alconada, 2004; Poncetta et al., 2006; Alconada et al., 2011,
47 Andreau et al., 2012), y es parcialmente coincidente con lo observado en otras regiones
48 del país (Ostarrieth, 2000), y del mundo (Stirzaker, 1999, Magallón et al., 2001; Cabrera et
49 al., 2007, Pérez Vázquez & Landeros Sánchez, 2009).

50 Si bien se reconoce en la bibliografía la utilidad de incorporar estiércol equino,
51 vacuno, de gallina, de conejos o cama de pollo, como fuente de materia orgánica, y
52 mejorador de las propiedades físicas de suelos (Benedicto y Tovar, 1993; Hernández
53 Rodríguez et al., 2010), es necesario conocer su naturaleza, características, composición
54 química (elementos esenciales, metales pesados contaminantes), dosis de aplicación, y
55 su efecto en el tiempo (Sasal et al., 2000, Barbazán et al., 2011; Gracia Fernández, 2012,
56 Román et al., 2013). Esto no es lo que sucede en la región productiva del presente
57 trabajo, así como tampoco en otros sitios del país (Osterrieth, 2000; Molina et al., 2011;
58 Szczesny, 2014), y es coincidente con lo señalado por Barbazán et al., (2011) en
59 sistemas productivos intensivos hortícolas de la RO del Uruguay quienes afirman que la
60 práctica se ha generalizado desconociendo las propiedades físicoquímicas de lo
61 incorporado, no considerando en la dosis el aporte de nutrientes.

62 Los abonos se aplican sin un conocimiento suficiente en los efectos sobre la
63 nutrición vegetal, contaminación ambiental, desestimando las consecuencias sobre los
64 suelos.

65 La lechuga es una planta perteneciente a la familia de las Compuestas. A nivel
66 mundial, *Lactuca sativa*, está ubicada entre las hortalizas más consumidas. En Argentina
67 ocupa el tercer lugar luego de la papa y el tomate, con un consumo por habitante por año
68 de 19 kg (Del Pino M., 2017). En el año 2017 ingresaron al Mercado Central de Buenos
69 Aires 21.475,8 toneladas (Corporación del Mercado Central de Buenos Aires, 2018).
70 Existen en el país alrededor de 40.000 ha sembradas que no se hacen simultáneamente,
71 sino que son 3 o 4 siembras en el mismo suelo a lo largo del año. Esto es posible gracias
72 a su cultivo bajo cubierta y a la gran utilización de insumos que se aplican para lograr
73 mayores rendimientos.

74 Agüero (2011) ha analizado y considerado que la calidad de la lechuga está dada
75 por características fisiológicas, organolépticas, nutricionales, microbiológicas y físico-
76 químicas. Sánchez, (2010) consideró que el nivel de pesticidas y fertilizantes empleados
77 durante su producción y el contenido de sustancias nocivas para la salud en los órganos
78 comestibles, son factores cualitativos de importancia de calidad e inocuidad alimentaria.

79 Uno de los elementos que puede presentarse en exceso en las hojas y constituirse
80 en un riesgo para la salud humana es el N. Este puede acumularse en las hojas bajo la
81 forma de nitratos, pudiendo provenir del abono orgánico incorporado, de los procesos
82 que ocurran en el nitrógeno total en el suelo, así como de su contenido en el agua de
83 riego. En Argentina no existe legislación que indique valores máximos de nitratos en
84 hortalizas, pudiendo tomarse de referencia los indicados en el Reglamento de la
85 Comunidad Europea (Sanchez et al., 2012).

86 **HIPOTESIS**

87 -La cama de pollo, sin estabilizar, fresca, comúnmente utilizada en las
88 producciones intensivas bajo coberturas plásticas en el Gran La Plata, no mejora las
89 características físicas y físico-químicas del suelo. A corto plazo aumenta la salinidad y
90 alcalinidad del suelo, y favorece los desbalances nutritivos si es agregada en dosis muy
91 elevadas o sin ajustar a los requerimientos del cultivo y a las características químicas del
92 suelo.

93 -El material orgánico estabilizado o compostado, obtenido a partir de cama de
94 pollo, presenta una composición físico-química que mejora aspectos de la física del suelo
95 si es que las dosis son suficientes como para incidir en la estructura del mismo. Si se
96 conocen los aportes de nutrientes que efectúa, podría utilizarse en reemplazo o
97 complementando los fertilizantes químicos de síntesis.

98 **OBJETIVOS**

99 ***Objetivo general***

100

101 -Evaluar el efecto que produce la aplicación de cama de pollo fresca y
102 compostada, en las propiedades físicas, físico-químicas y químicas en el suelo y sobre el
103 cultivo de lechuga, *Lactuca sativa L. respecto a su* calidad y rendimiento.

104 ***Objetivos parciales***

105 - Evaluar contenido de materia orgánica, pH, conductividad eléctrica, relación de
106 adsorción sodio, nitrógeno total y fósforo extractable de la cama de pollo fresca y
107 estabilizada.

108 - Analizar propiedades edáficas como, pH, conductividad eléctrica, relación de
109 adsorción sodio, estabilidad estructural, materia orgánica, relación E4/E6 de los ácidos
110 húmicos, nitrógeno total, fósforo extractable del suelo del invernáculo ensayado y con
111 cama de pollo fresca y dos dosis de cama de pollo compostada.

112 - Analizar la calidad de la *Lactuca sattiva* a través del contenido de nitratos en
113 hoja.

114 - Evaluar los rendimientos de la *Lactuca sattiva* en función de las diferentes
115 aplicaciones de enmienda.

116 **MATERIALES Y METODOS**

117 ***Lugar de realización:*** Chacra Experimental de Gorina-Ministerio de Asuntos
118 Agrarios, Provincia de Buenos Aires, ubicado en la localidad de Gorina, partido de La
119 Plata (tareas realizadas por personal de campo de dicha institución en el marco del
120 Proyecto de Incentivos (A302, UNLP) y Proyectos INTA (Marisol Cuellas) en convenio con
121 FCAYF (Margarita Alconada) (PNHFA-1106082).

122 **Suelo estudiado:** *Hapludert típico* (Serie Gorina, Hurtado et al., 2006), en
123 producción intensiva bajo cobertura plástica, invernáculo tipo capilla con riego por goteo.

124 **Cultivo:** Lechuga (*Lactuca sativa*), variedad Lores fue tratado conforme a las
125 prácticas que se realizan en la región, fue conducido por el personal de campo del MAA,
126 Chacra Experimental Gorina (Encargado Jorge Luna). Se plantó con una densidad de 8 a
127 12 plantas/m². En ningún caso se aplicó fertilizante inorgánico de modo de comparar solo
128 el efecto del material orgánico aplicado. Los plantines se plantaron el 20 de mayo de 2015
129 y la cosecha de lechuga fue el 29 de julio del mismo año.

130 **Origen del material orgánico ensayado:** Se utilizó cama de pollo fresca y cama
131 de pollo compostada, como consecuencia de un proceso de transformación aeróbica
132 controlada de los materiales orgánicos contenidos en los residuos, por medio de
133 microorganismos, logrando conseguir un material estabilizado. Este proceso transcurre a
134 campo, durante 1 año en pilas de aproximadamente 1 m³.

135 Se dispuso, de los materiales utilizados, los contenidos de Cu, Fe, Mn, Zn, Co, Ni,
136 Pb (analizados en el CINDEFI, CONICET-UNLP), extracción con EDTA y medidos por
137 absorción atómica.

138 Los materiales fueron aportados por el Ing. Agr. Luciano Juan, quien tiene una
139 producción cría de pollos parrilleros.

140 **Tratamientos ensayados instalados en abril del 2015:**

141 ✓ **Tratamiento 1**, (T1), testigo sin aplicación de enmiendas.

142 ✓ **Tratamiento 2**, (T2), agregado de enmienda orgánica conforme se efectúa
143 en la región, cama de pollo fresca, dosis aproximada equivalente a 30 t ha⁻¹
144 que representa en volumen, 100 m³.ha⁻¹, (*densidad 0,30 t m⁻³ y 72% materia*
145 *orgánica*).

146 ✓ **Tratamiento 3**, (T3), agregado de cama de pollo estabilizada, dosis
147 correspondiente al contenido de materia orgánica del tratamiento 2.

148 ✓ **Tratamiento 4**, (T4), agregado de cama de pollo estabilizada, con doble
149 dosis del T3.

150 Total 16 parcelas, cada una de 5,2m² (dos bordos por parcela, cada bordo 0,52m*5m= 2,6
151 m²), superficie total de invernáculo de 250 m².

152 Diseño y análisis estadístico: Análisis de Varianza (ANOVA) para un diseño de
153 bloques al azar con cuatro repeticiones, total 16 parcelas Comparación de medias por
154 Tukey INFOSTAT (Di Rienzo et al., 2011).

155 **Agua de riego:** El agua de riego utilizada en el ensayo tenía pH 7,6; conductividad
156 eléctrica (CE) de 0,75 dS m⁻¹; RAS 5,8 y nitratos 47,76 ppm (mg/L).

157 **Muestreo de suelo**

158 Muestreo de suelo: Se efectuó el primer muestreo el 22 de mayo de 2015,
159 cumplido el mes de haber incorporado los abonos, y al final del ciclo del cultivo de lechuga
160 (cosecha) el 29 de julio de 2015.

161 Se tomaron muestras de 0-10 cm y 10-20 cm de profundidad. Cada muestra fue
162 integrada por 6 submuestras extraídas al costado de la línea de riego y entre dos plantas
163 consecutivas en el sector de bulbo húmedo.

164 **Determinaciones en suelo**

165 **Propiedades físico-químicas**

166 ✓ pH, en pasta saturada por potenciometría en todas las muestras.

167 ✓ Conductividad eléctrica (CE), determinada en el extracto de pasta de
168 saturación por conductimetría en todas las muestras.

169 ✓ Relación de adsorción sodio (RAS), SAMLA (SAGPyA, 2004), determinada
170 en el extracto de pasta de saturación. Se analizaron sobre el muestreo final
171 superficialmente del ensayo.

172 **Propiedades Físicas**

173 ✓ Estabilidad estructural (Le Bissonnais, 1996). Sobre muestras provenientes
174 del segundo muestreo. A 10 g de agregados de 3-5 mm se efectuó el
175 procedimiento de humectación rápida por inmersión en agua. La fracción >
176 50 micrómetros se seca en estufa y posteriormente se pasa por columna
177 de tamices para obtener los agregados de >2000, 2000-1000, 1000-500,
178 500-200, 200-100 y 100-50 micrómetros. Se calculó el diámetro medio
179 ponderado de agregados estables (DMP).

180 **Propiedades Químicas**

181 ✓ Materia orgánica (MO) se obtiene multiplicando el valor de Carbono
182 Orgánico total, método de Walkley – Black modificado (PROMAR 1991)
183 por el factor de Van Bemmelen: 1,724. Se analizó en las dos fechas y
184 profundidades.

185 ✓ Ácidos húmicos - Relación E4/E6. A partir de la dilución de 30 mg de
186 carbono total con 20 ml de Na OH 0,1 mol l⁻¹ y posterior centrifugación se
187 obtiene el sobrenadante que se ajusta a pH 1. Se obtuvieron las relaciones
188 E4/E6 (previo ajuste a pH 7) de los ácidos húmicos cociente entre las
189 intensidades de absorbancia en 465 y 665 nm (Benites et al., 2003). Se
190 analizó en muestras de superficie del segundo muestreo.

191 ✓ Nitrógeno total (Nt), evaluación por método MicroKjeldhal, (SAMLA. 2004).
192 Se analizó sobre las muestras iniciales y finales a las dos profundidades.

193 ✓ Fósforo extractable (Pe), método Bray y Kurtz N° 1 (IRAM-SAGyP 29570-
194 1). Se midió en el muestreo final del ensayo, en las dos profundidades.

195 **Determinaciones en cultivo**

196 ✓ Contenido de nitratos en hojas según Cataldo et al., 1975. Metodología de
197 extracción con agua caliente, y reacción con ácido salicílico, lectura en
198 espectrofotómetro a 410 nm.

199 ✓ Rendimiento final de la lechuga, habiéndose efectuado la cosecha de
200 manera manual.

201 **RESULTADOS Y DISCUSION**

202 Las características de los materiales orgánicos agregados se detallan en la tabla
203 1. La **cama de pollo fresca** es extremadamente salina, pH fuertemente alcalino y RAS
204 muy alta. Presenta un elevado contenido de materia orgánica, con muy elevada
205 capacidad de intercambio catiónico (CIC), fósforo extractable y nitrógeno total. Tomando
206 como referencia los valores indicados para los suelos de la región pampeana (Carrasco &
207 Zamora, 2002), los micronutrientes Zn, Fe, Cu, Mn se encuentran en concentraciones
208 muy altas y B alto.

209 Respecto a los niveles guía para la calidad de suelos agrícolas según la ley 24051,
210 decreto 831/93 que contempla valores totales, Co, Ni, Pb están muy por debajo de los
211 valores establecidos como concentraciones máximas toleradas. Para el Cd se establece 3
212 mg kg⁻¹ como valor límite, la cama de pollo fresco contiene < 4, no siendo posible una
213 evaluación precisa.

214 La **cama de pollo estabilizada** si bien se mantiene con elevada salinidad,
215 disminuye marcadamente respecto a dicho material fresco. Asimismo, disminuye la
216 alcalinidad dado que el pH es neutro, y la RAS moderada. Respecto al contenido de

217 materia orgánica, también disminuye marcadamente, pero se mantiene en cantidades que
 218 la definen como muy elevada. La CIC, fósforo extractable y nitrógeno total son también
 219 extremadamente elevados, destacándose como superior respecto al material fresco el
 220 contenido de P. Al igual que en el material fresco, los micronutrientes se presentan en
 221 altas concentraciones sin embargo se producen variaciones en sus concentraciones, Se
 222 destaca una disminución de Zn, y un aumento en la concentración de Fe, Mn y B.

223

224 Tabla 1. Caracterización de la cama de pollo fresca y estabilizada

Determinaciones	Unidades	Cama de pollo fresca	Cama de pollo estabilizada
pH pasta		8,88	6,74
CE	dS m ⁻¹	23,6	14,9
MO	(%)	72	38
Nt	(%)	2,1	1,9
P bk	(ppm)	142	181
RAS		54,8	11,8
CIC	(cmol _c kg ⁻¹)	65,3	60,6
Co	(mg kg ⁻¹)	< 4,0	< 4,0
Ni	(mg kg ⁻¹)	< 4,0	< 4,0
Pb	(mg kg ⁻¹)	4,8	4,0
Cd	(mg kg ⁻¹)	< 4,0	< 4,0
Zn	(mg kg ⁻¹)	181,2	46,88
Fe	(mg kg ⁻¹)	168,16	392,88
Cu	(mg kg ⁻¹)	11,84	15,36
Mn	(mg kg ⁻¹)	310,48	909,44
B	(mg kg ⁻¹)	1,6	8,5

225

226 **pH**

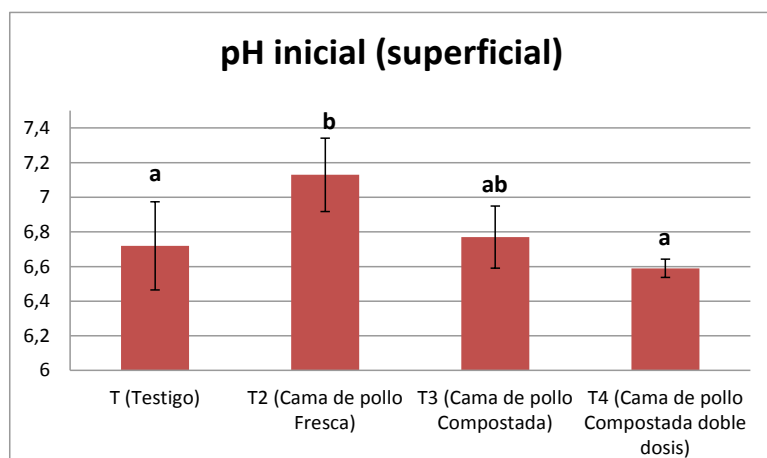
227 El pH es un indicador indirecto de las reacciones que ocurren en el suelo, mide la
 228 concentración de protones (H⁺), la cual condiciona el crecimiento de los cultivos.
 229 Específicamente en el cultivo de lechuga se considera que el pH óptimo del suelo es de
 230 6,7 a 7,4 (Iglesia, 2006).

231 Los valores obtenidos en el ensayo indican que en el muestreo inicial en superficie
232 (0-10 cm) existe una diferencia significativa entre el T2 (material fresco) respecto a testigo
233 y T4 (Figura 1). La cama de pollo fresca (pH 8,9), material ligeramente alcalino incidió
234 negativamente en los resultados del muestreo inicial seguramente debido al estrecho
235 tiempo entre aplicación y muestreo (1 mes).

236

237

238



240

241

242

243

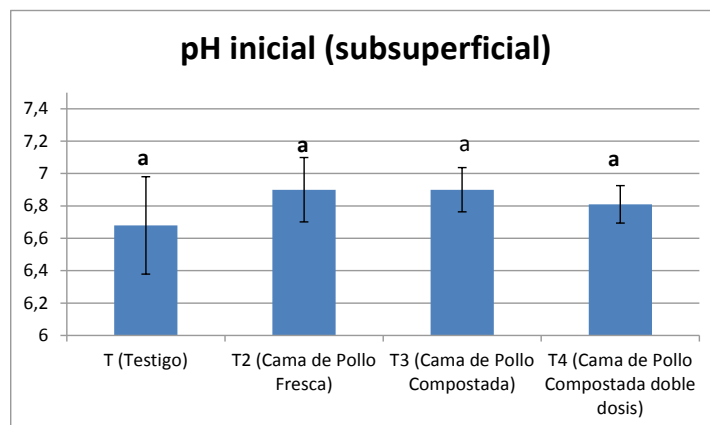
244

245 **Figura 1. pH del suelo en el horizonte superficial (0 a 10 cm) en la primer muestreo**

246 Letras distintas indican diferencias significativas según Tukey ($P < 0,05$). *Los datos corresponden a*
247 *la media y las barras de error al desvío estándar*

248

249 En las muestras subsuperficiales (10-20 cm) no se observaron diferencias
250 significativas entre tratamientos (Figura 2), por lo se aprecia que no hubo influencia del
251 material incorporado a profundidad del suelo, sobre el pH.



252

253 **Figura 2. pH del suelo en el horizonte subsuperficial (10 a 20 cm) en la primer muestreo.**

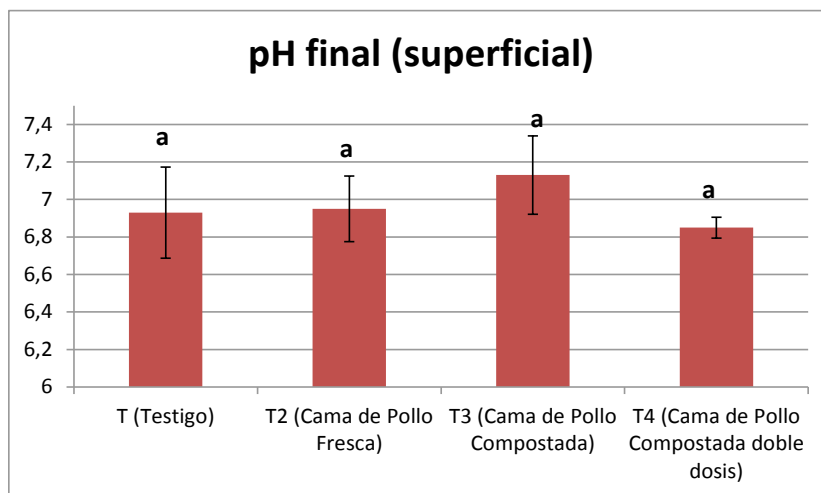
254 Letras distintas indican diferencias significativas según Tukey ($P < 0,05$). *Los datos corresponden a*

255 *la media y las barras de error al desvío estándar*

256

257 Al finalizar el cultivo se observó diferencia significativa entre tratamientos en
 258 ninguna de las dos profundidades analizadas (Figura 3 y 4). Por lo cual, es posible indicar
 259 que el tiempo transcurrido entre el primer y segundo muestreo, fue suficiente como para
 260 que el suelo retomara el pH inicial debido a la alta capacidad buffer de los suelos *Hapludert*
 261 *típico*, favorecido por la aplicación de materiales con alta CIC. Babou et al., (2007) y
 262 Naramabuye & Haynes (2007) han corroborado el efecto positivo de adicionar abono
 263 orgánico en el suelo, observando aumento en la capacidad buffer del suelo.

264 En todos los casos el pH estuvo dentro del rango óptimo para el crecimiento de la
 265 lechuga.



266

267

Figura 3. pH del suelo en el horizonte superficial (0 a 10 cm) al final del cultivo.

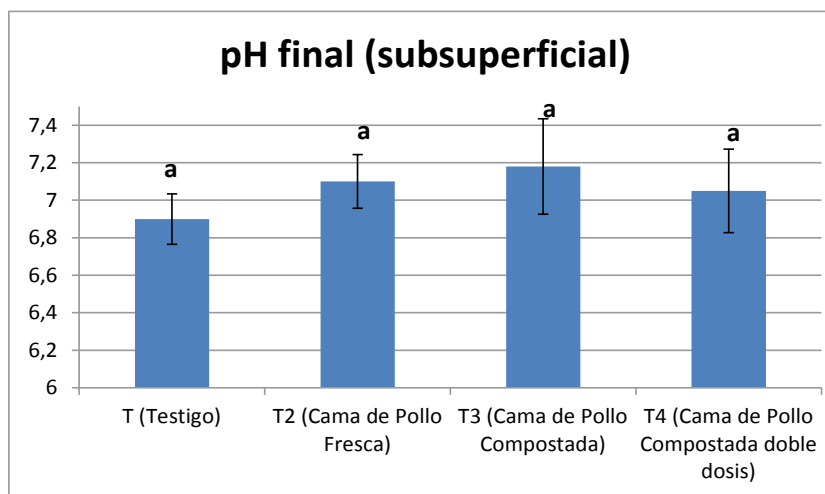
268

Letras distintas indican diferencias significativas según Tukey ($P < 0,05$). *Los datos corresponden a la*

269

media y las barras de error al desvío estándar.

270



271

272

Figura 4. pH del suelo en el horizonte subsuperficial (0 a 10 cm) al final del cultivo

273

Letras distintas indican diferencias significativas según Tukey ($P < 0,05$) *los datos corresponden a la*

274

media y las barras de error al desvío estándar.

275

Conductividad eléctrica

276

La conductividad eléctrica mide la capacidad de un material para conducir

277

corriente eléctrica. Cuanto más alto es el valor mayor es el contenido de sales solubles

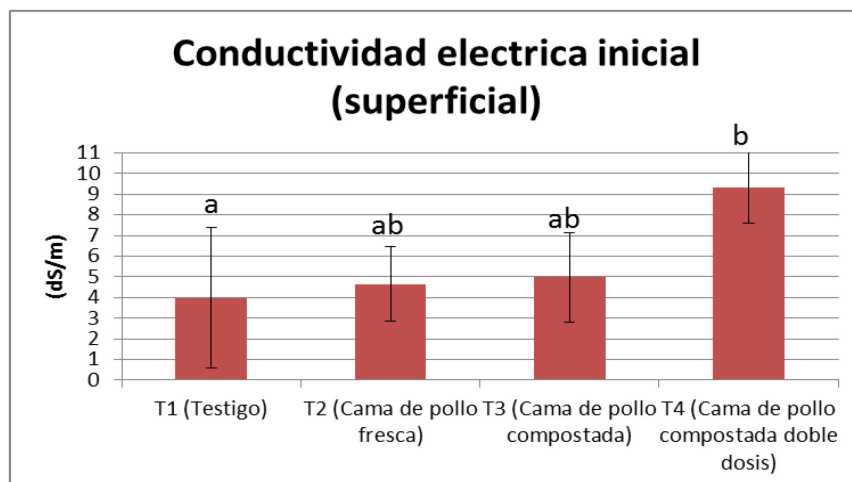
278 presentes y mayor el potencial osmótico de la solución edáfica, reduciendo la
279 disponibilidad de agua para las plantas, aun cuando el suelo este húmedo. Villafañe et al.
280 (1999) clasifican a la especie *Lactuca sativa* como moderadamente sensible a la
281 salinidad, para Maas (1994) presenta un umbral de tolerancia a la salinidad de $1,3 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$

282 La clasificación del agua de riego según el riesgo de salinidad evaluado por la CE
283 es de ligero a moderado, según Ayers y Westcot (1987). Los materiales aplicados en este
284 ensayo fueron muy salinos (Tabla 1), mientras que el suelo del invernáculo
285 superficialmente (T1) también contaba con elevada salinidad (4 dS m^{-1}).

286 El muestreo inicial, en las dos profundidades analizadas (Figuras 5 y 6), se
287 observó que todos los tratamientos presentaron valores cercanos al doble que en el
288 muestreo final (Figuras 7 y 8).

289 Las sales tendieron a acumularse en superficie, en el primer muestreo el testigo
290 ($3,98 \text{ dS m}^{-1}$) no se diferenció con los T2 y T3, pero si con T4 ($9,33 \text{ dS m}^{-1}$), mientras que
291 T2 y T3 no se diferenciaron con T4. En el muestreo superficial final la CE se redujo casi a
292 la mitad de los valores iniciales, diferenciándose estadísticamente T4 del resto de los
293 tratamientos. El valor extremo del T4 con 9 dS m^{-1} disminuyó a $5,5 \text{ dS m}^{-1}$ a los 3 meses de
294 aplicado el producto. El agregado en doble dosis del material compostado condujo a un
295 incremento de la salinidad del suelo siendo este aumento de casi el doble respecto al
296 testigo. Andreau et al., (2012) también encontraron diferencias significativas entre testigo,
297 suelo de uso hortícola cercano al estudiado en este trabajo, respecto al suelo con cama
298 de pollo estabilizada.

299 Subsuperficialmente en los dos muestreos no se encontraron diferencias
300 significativas entre los tratamientos, todos los valores fueron bastante menores a los
301 superficiales, próximos a 3 dS m^{-1} , (Figura 6 y 8). En el muestreo final disminuyó casi a la
302 mitad respecto al inicial.



303

304

Figura 5. Conductividad eléctrica (dS m^{-1}) para los diferentes tratamientos del estrato

305

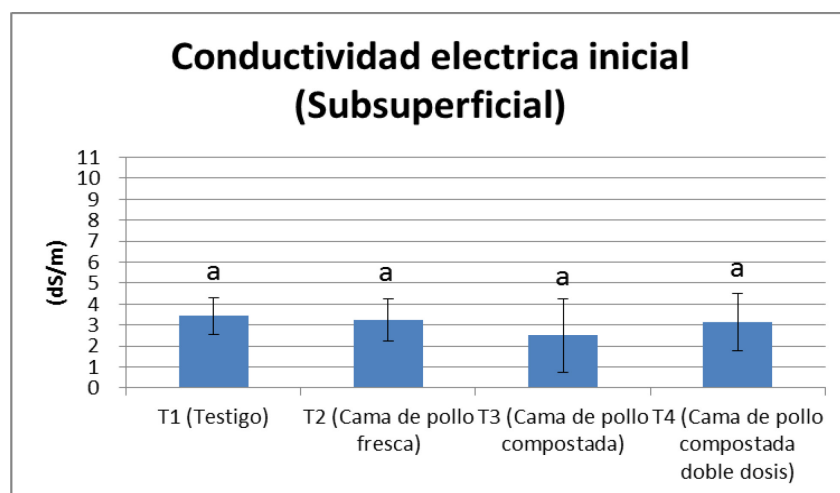
superficial de 0 a 10 cm del muestreo inicial. Letras distintas indican diferencias

306

significativas según Tukey ($P < 0,05$) los datos corresponden a la media y las barras de error al

307

desvío estándar.



308

309

Figura 6. Conductividad eléctrica (dS m^{-1}) para los diferentes tratamientos del estrato

310

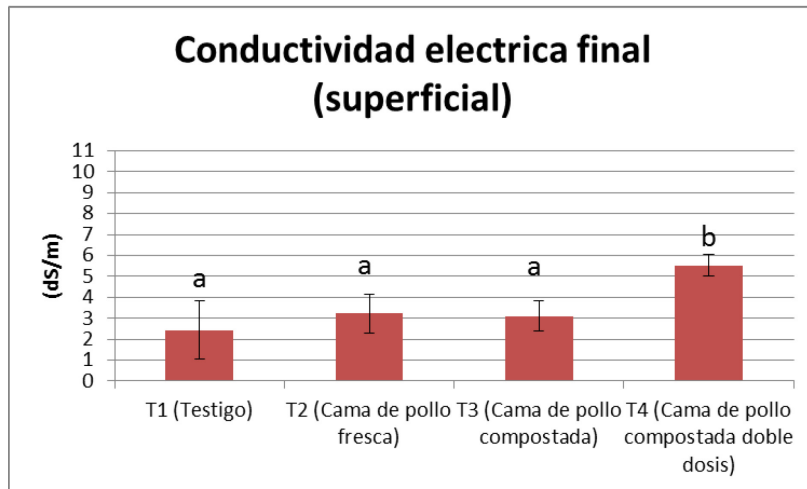
subsuperficial (de 10 a 20 cm) del muestreo inicial. Letras distintas indican diferencias

311

significativas según Tukey ($P < 0,05$) los datos corresponden a la media y las barras de error al

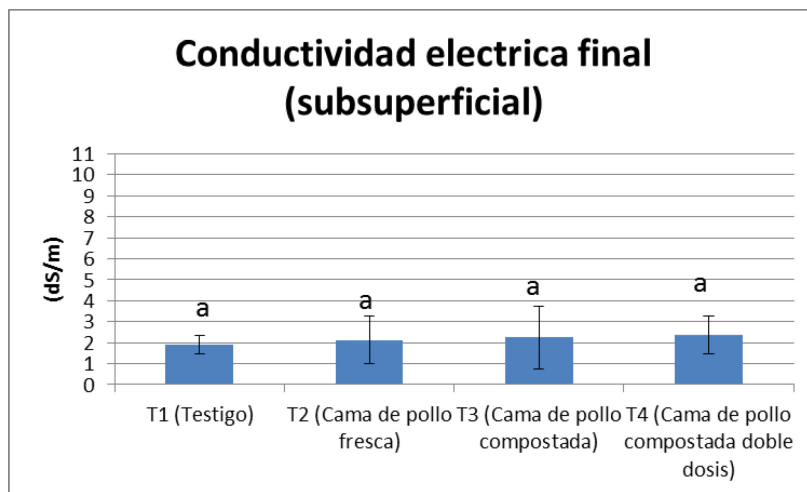
312

desvío estándar.



313

314 **Figura 7. Conductividad eléctrica (dS m⁻¹) para los diferentes tratamientos del estrato**
 315 **superficial (0 a 10 cm) en el muestreo final.** Letras distintas indican diferencias significativas
 316 según Tukey (P<0,05) los datos corresponden a la media y las barra de error al desvío estándar.

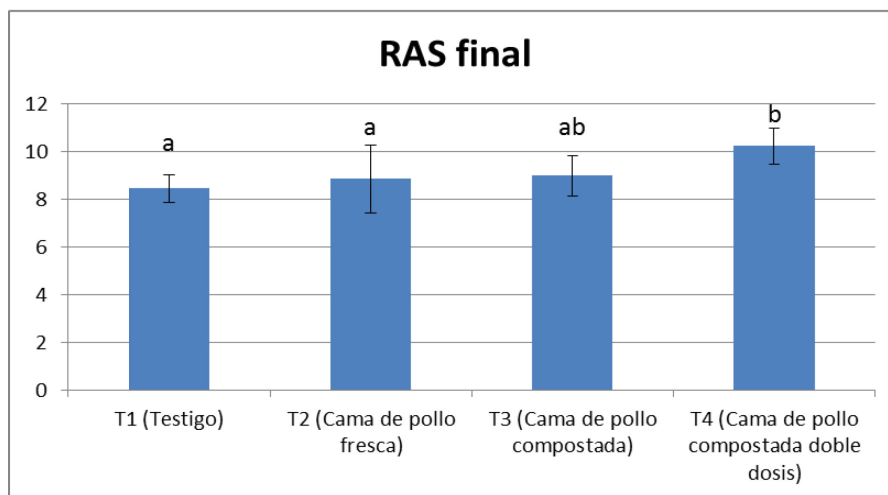


317

318 **Figura 8. Conductividad eléctrica (dS m⁻¹) para los diferentes tratamientos del estrato**
 319 **subsuperficial (10 a 20 cm) en el muestreo final.** Letras distintas indican diferencias
 320 significativas según Tukey (P<0,05) los datos corresponden a la media y las barras de error al
 321 desvío estándar.

322 **Relación de absorción de sodio**

323 El suelo ensayado proviene de un continuo uso en horticultura bajo cubierta por lo
324 que contenía elevada RAS (8,45). El riego se realizó con un agua de un RAS de 5,8. La
325 cama de pollo, tanto fresca como estabilizada fueron de elevada RAS (54,8 y 11,8,
326 respectivamente). En la Figura 9 se presentan los valores promedio de la RAS en el
327 horizonte superficial, al final del cultivo. Se aprecia que en todos los casos los valores
328 fueron elevados, siendo significativamente mayor en el T4. El uso de compost en dosis
329 elevadas no resultaría adecuado dado que agudiza la situación de alcalinización del
330 suelo. Cabe destacar que las diferencias entre los valores de RAS del testigo y el T4,
331 representa 2 unidades (8 y 10 respectivamente). Andreau et al. (2012) reconoce el
332 elevado contenido de sodio que presenta la cama de pollo estabilizada, que se reflejó en el
333 aumento de la RAS del suelo.



334

335 **Figura 9. Relación adsorción Sodio (RAS) para los diferentes tratamientos del muestreo**
336 **final en el estrato de 0-10 cm.** Letras distintas indican diferencias significativas según Tukey
337 *(P<0,05) los datos corresponden a la media y las barras de error al desvío estándar.*

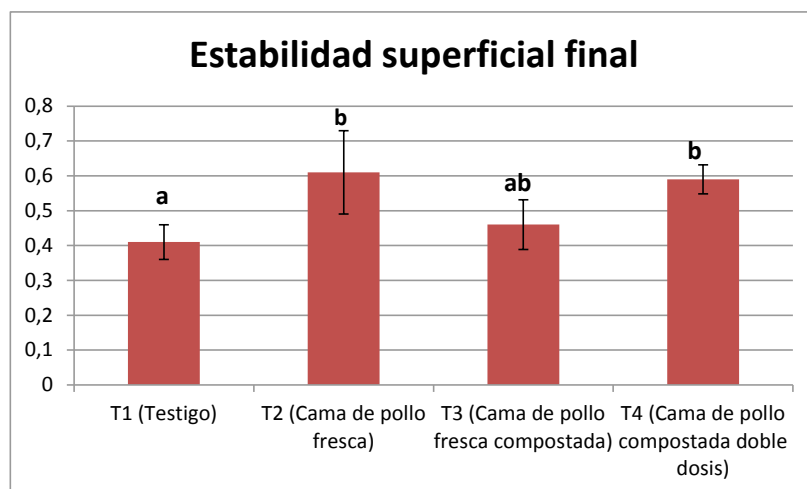
338

339 **Estabilidad estructural (diámetro medio ponderado)**

340 La estabilidad estructural es un atributo sensible del suelo que puede indicar
341 tendencias a la recuperación o degradación en lapsos relativamente cortos, por tratarse
342 de una propiedad de carácter dinámico (Doran & Parkin, 1994; Wilson *et al*, 2000). Por
343 otro lado, Orellana & Pilati (1994) consideran a la estabilidad estructural como un
344 componente importante de la calidad del suelo, dado que sus valores son resultantes de
345 la calidad de los poros, el aporte orgánico y la actividad biológica.

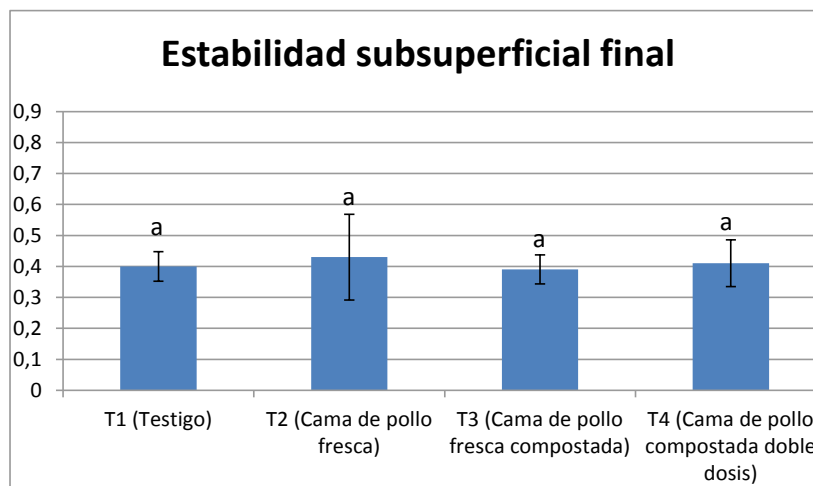
346 En el ensayo se observó diferencia significativa en el horizonte superficial entre el
347 testigo con respecto a T2 y T4, resultando T3 intermedio entre los demás tratamientos
348 (Figura 10). Rotondo *et al.* (2009) en un suelo *Argiudol vértico* en Zavalla, Santa Fe,
349 encontraron diferencias significativas a favor del tratamiento respecto al testigo pero con
350 dosis menores (20tha^{-1}) de cama de pollo compostada.

351 No se halló diferencias significativas en el DMP subsuperficialmente (Figura 11).



352

353 **Figura 10. Estabilidad Estructural del suelo para los diferentes tratamientos del estrato**
354 **superficial (0 a 10 cm), en el muestreo final** Letras distintas indican diferencias significativas
355 según Tukey ($P < 0,05$) los datos corresponden a la media y las barras de error al desvío estándar.



356

357 **Figura 11. Estabilidad Estructural del suelo para los diferentes tratamientos del estrato**

358 **subsuperficial (10 a 20 cm) en el muestreo final. Letras distintas indican diferencias**

359 **significativas según Tukey ($P < 0,05$) los datos corresponden a la media y las barras de error al**

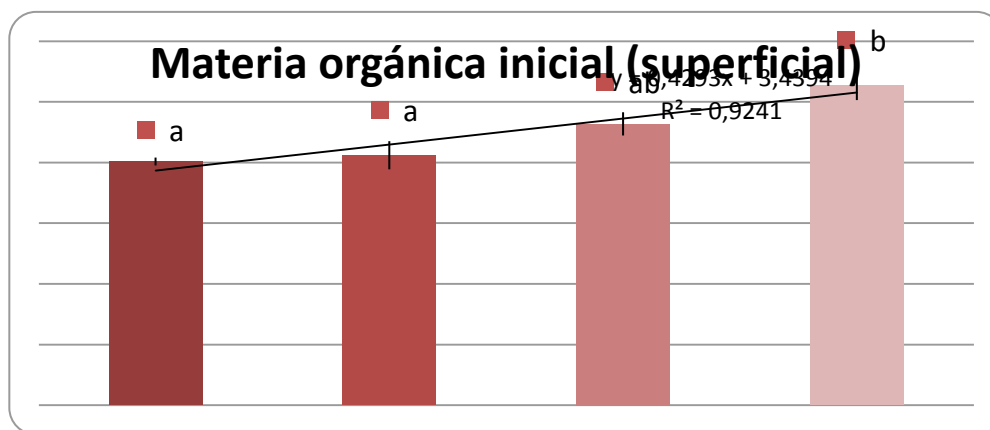
360 **desvío estándar.**

361 **Materia Orgánica**

362 Los contenidos de la materia orgánica del suelo no solo dependen de las
 363 condiciones ambientales locales, sino que es afectada fuertemente por el manejo del
 364 suelo. En el muestreo inicial superficialmente (Figura 12) se apreció un efecto
 365 estadísticamente significativo mayor en el tratamiento 4 (5,27 % MO) respecto a testigo
 366 (4,01 % MO) y al agregado de cama de pollo fresca en el T2 (4,12% MO). Esto representó
 367 más de un 1 % de incremento en materia orgánica en el T4 respecto al testigo. Sin
 368 embargo, cabe destacar que en todos los casos los valores de materia orgánica fueron
 369 elevados.

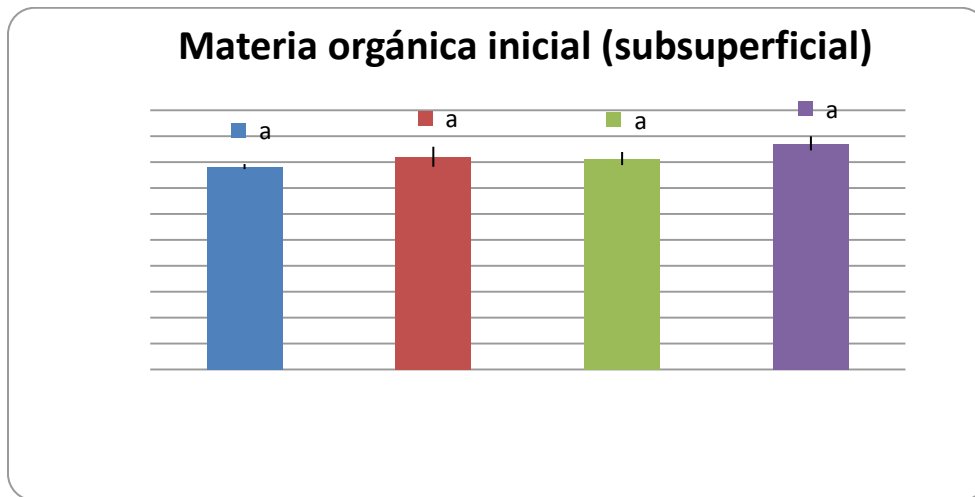
370 En superficie en el muestreo inicial y final el T4 presentó los mayores valores de
 371 MO, diferenciándose significativamente con los demás tratamientos (Figura 12 y 14), esto
 372 es coincidente con lo obtenido por Andreu et al., (2012) en su ensayo en suelos
 373 *Argiudoles vérticos* en la localidad de Los Hornos, partido de La Plata, en cultivos bajo

374 cubierta con cama de pollo de cáscara de arroz compostada, aunque con agregado
 375 también de yeso y azufre, donde obtuvo diferencias significativas de MO del tratamiento,
 376 con relación al suelo testigo. Resultados semejantes fueron obtenidos en la estación
 377 experimental INIA Las Brujas (Uruguay), en un ensayo que comparó distintos manejos
 378 (convencional y reducido), sumado a la incorporación de estiércol de ave y compost,
 379 donde las enmiendas mejoraban el contenido de carbono orgánico (Corres et al. 2015).
 380 En el estrato subsuperficial del muestreo inicial y final no hubo diferencias significativas
 381 entre tratamientos (Figura 13 y 15).



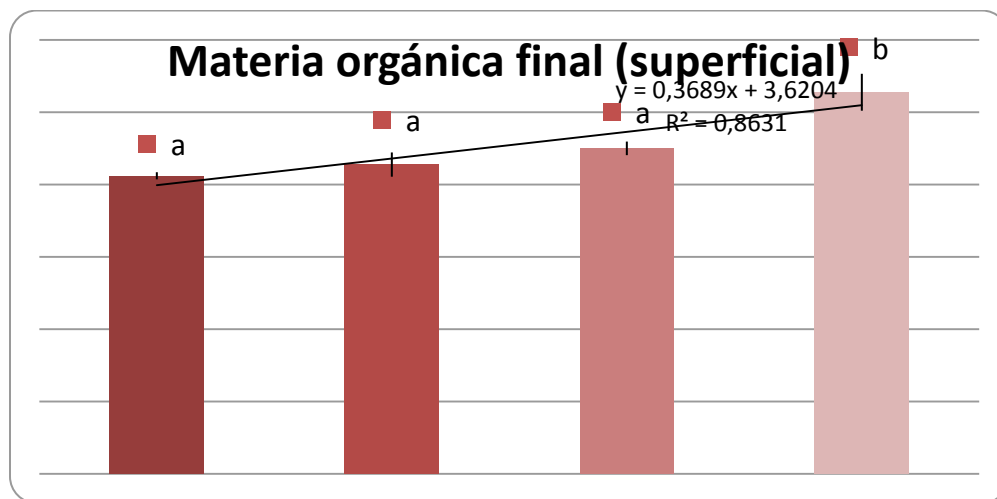
389 **Figura 12. Materia orgánica del suelo (%) para los distintos tratamientos en el estrato**
 390 **superficial (de 0 a 10 cm) sobre el muestreo final** .Letras distintas indican diferencias
 391 significativas según Tukey (P<0,05) *los datos corresponden a la media, las barras de error al*
 392 *desvío estándar y la línea de tendencia entre tratamiento.*

393



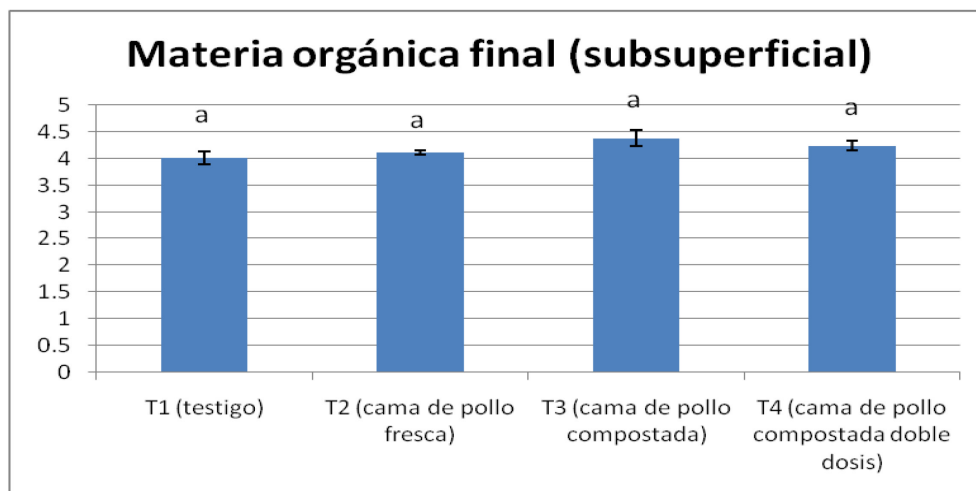
394

395 **Figura 13. Materia orgánica del suelo (%) para los distintos tratamientos en el estrato**
 396 **subsuperficial (de 10 a 20 cm) en el muestreo inicial. Letras distintas indican diferencias**
 397 **significativas según Tukey ($P < 0,05$) los datos corresponden a la media y las barras de error al**
 398 **desvío estándar.**



399

400 **Figura 14. Materia orgánica del suelo (%) para los distintos tratamientos en el estrato**
 401 **superficial (de 0 a 10 cm) sobre el muestreo final. Letras distintas indican diferencias**
 402 **significativas según Tukey ($P < 0,05$) los datos corresponden a la media, las barras de error al**
 403 **desvío estándar y la línea de tendencia entre tratamientos.**



404

405

Figura 15. Materia orgánica del suelo (%) para los distintos tratamientos en el estrato

406

subsuperficial de 10 a 20 cm sobre el muestreo final. Letras distintas indican diferencias

407

significativas según Tukey ($P < 0,05$) los datos corresponden a la media y las barras de error al

408

desvío estándar

409

410 **Ácidos Húmicos - Relación E4/E6**

411

Muchos de los aspectos benéficos del aumento de la MO en los suelos

412

degradados pueden ser atribuidos a las sustancias húmicas (SH) y dentro de estas,

413

especialmente a los ácidos húmicos (AH).

414

Un parámetro frecuentemente empleado en la caracterización de las sustancias

415

húmicas es la relación entre las absorbancias a 465 y 665 nm, conocida como relación

416

E4/E6, esta es utilizada como un índice del grado de humificación de la materia orgánica

417

(MO). Altos valores corresponderán a la presencia de moléculas orgánicas de pequeño

418

tamaño, de cadenas alifáticas y generalmente con un alto contenido de grupos

419

funcionales; mientras que bajos valores de E4/E6 están asociados con una mayor

420

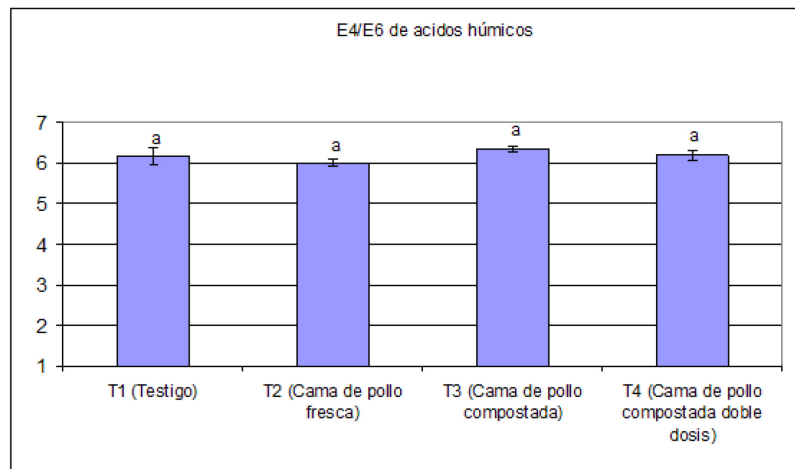
condensación de los anillos aromáticos, alto peso molecular, es decir, un mayor grado de

421

humificación (Chen et al., 1977), de origen más antiguo en el ecosistema edáfico

422 (Stevenson, 1994). La relación de AH para suelos suele tener un valor entre 3,0 a 5,0
423 (Stevenson, 1994) o valores generalmente menores a 6 (Rubenacker et al., 2011). En el
424 análisis de los datos del ensayo los valores fueron cercanos a 6 (Figura 16) y no
425 encontraron diferencia entre tratamientos.

426 Para materiales compostados las relaciones varían entre 3,8-8 dependiendo del
427 tiempo de compostaje (Fong y Mohamed, 2007). La cama de pollo compostada tuvo un
428 valor de 9, mientras que la cama fresca fue de 5, en este caso no se dio como era de
429 esperar que el material compostado tenga valor menor que el material sin compostar, por
430 lo que ameritaria considerar un estudio más detallado a futuro.



431 **Figura 16. E4/E6 de ácido húmico para los distintos tratamientos del muestreo final**
432 **superficial.** Letras distintas indican diferencias significativas según Tukey ($P < 0,05$) los *datos*
433 *corresponden a la media y las barras de error al desvío estándar.*

435 **Nitrógeno total**

436 Qafoku, et al., (2001) comentaron que la disponibilidad de nitrógeno en la cama de
437 pollo es muy variable y aporta nitrógeno inorgánico en concentraciones que varían desde
438 1,38 hasta 13,4 g N kg⁻¹ y nitrógeno mineralizable desde 6,2 hasta 27,8 g N kg⁻¹ de cama
439 de pollo. En la Tabla 1 se presenta el contenido de Nt de los materiales orgánicos

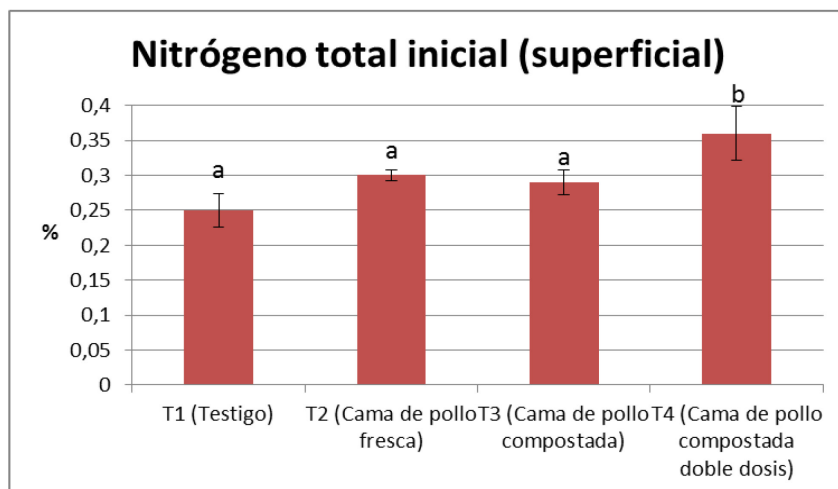
440 ensayados, 2,1% de Nt en cama de pollo fresca y 1,9% de Nt en cama de pollo
441 estabilizada. Tal como se aprecia los valores son elevados, representando en las 30 t ha,
442 600 kg Nt que deberán mineralizarse para estar disponibles al cultivo.

443 En las muestras de superficie, al inicio del ensayo, el nitrógeno del T4 se elevó a
444 0,36 % arrojó diferencia significativa con los restantes tratamientos (Figura 17), siendo el
445 testigo el valor más bajo (0,25%). En cambio subsuperficialmente T4 (0,25%) se
446 diferenció únicamente con el testigo (0,22%), siendo T2 y T3 valores intermedios (Figura
447 18).

448 Al final del cultivo de lechuga el contenido de Nt en superficie fue
449 significativamente mayor en el T4 respecto a T (0,34% y 0,23% respectivamente),
450 mientras que los demás tratamientos los contenidos no difieren significativamente y
451 resultan intermedios entre el testigo y T4 (Figura 19). Subsuperficialmente el tratamiento
452 T3, se diferenció significativamente del testigo, sin embargo no se diferencia del T4.
453 (Figura 20).

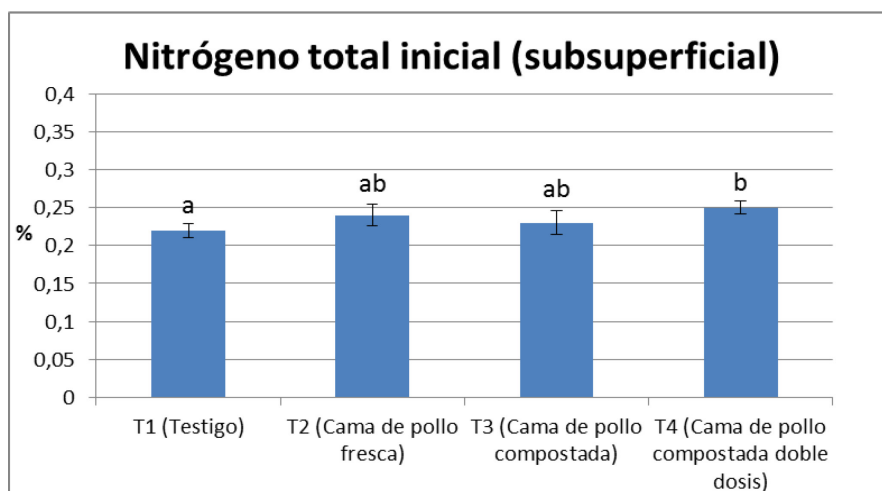
454 La variación entre el muestreo inicial y final en ambas profundidades, pudo
455 deberse a las transformaciones propias del ciclo del nitrógeno (fijación de N atmosférico,
456 mineralización de la materia orgánica, amonificación, y nitrificación).

457



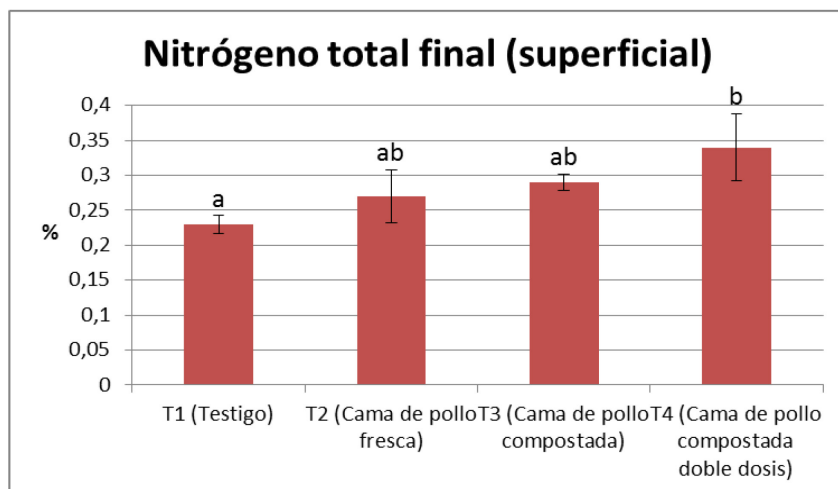
458

459 **Figura 17. Nitrógeno total del suelo (%) para los distintos tratamientos en el estrato**
 460 **superficial (0 a 10 cm), en el muestreo inicial.** Letras distintas indican diferencias significativas
 461 según Tukey ($P < 0,05$) los *datos corresponden a la media y las barras de error al desvío estándar.*



462

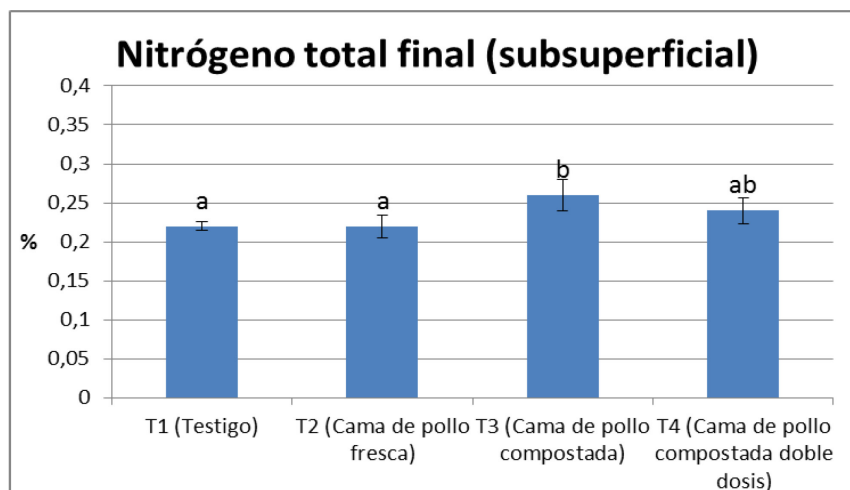
463 **Figura 18. Nitrógeno total del suelo (%) para los distintos tratamientos a nivel subsuperficial**
 464 **(10 a 20 cm) en el primer muestreo.** Letras distintas indican diferencias significativas según
 465 *Tukey los datos corresponden a la media y las barras de error al desvío estándar.*



466

467 **Figura 19. Nitrógeno total del suelo (%) para los distintos tratamientos a nivel superficial (0 a**
 468 **10 cm) sobre el muestreo final.** Letras distintas indican diferencias significativas según Tukey
 469 *(P<0,05) los datos corresponden a la media y las barras de error al desvío estándar.*

470



471

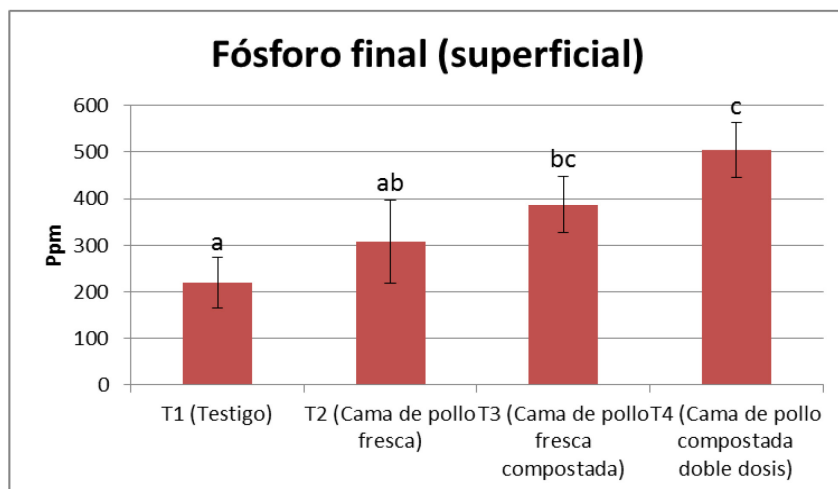
472 **Figura 20. Nitrógeno total del suelo (%) para los distintos tratamientos a nivel subsuperficial**
 473 **(10 a 20 cm) sobre el muestreo final.** Letras distintas indican diferencias significativas según
 474 *Tukey (P<0,05). Los datos corresponden a la media y las barras de error al desvío estándar.*

475 **Fósforo**

476 Los contenidos de fósforo extractable (Pe) de los suelos nativos de la región
477 ensayada son de menos del 10 ppm, valores muy bajos a bajos (Sainz 2012). Sin
478 embargo, en condiciones de producción intensiva, bajo invernadero en general se dan
479 condiciones de hiperfertilización (Alconada et al., 2000; Giuffré et al., 2004; Alconada et
480 al., 2011) y es coincidente con lo obtenido en el presente estudio, donde los valores del
481 testigo superan las 200 ppm.

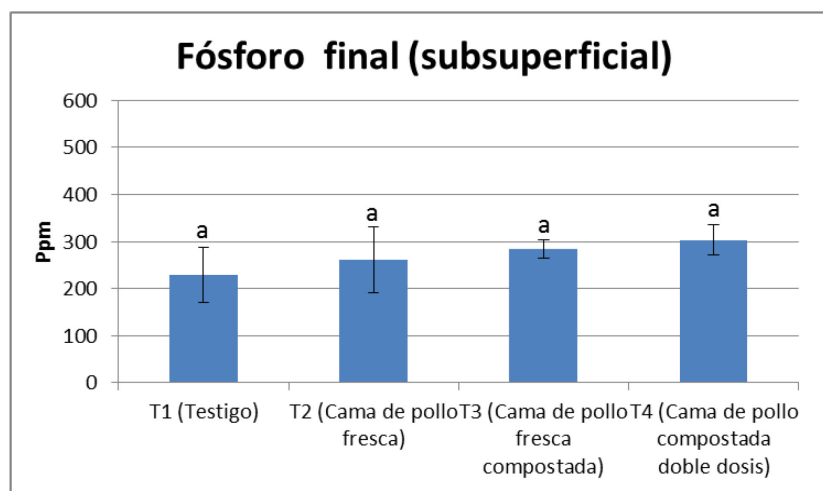
482 El Pe en las muestras superficiales iniciales presentó diferencias significativas
483 entre el testigo y los tratamientos T3 y T4 (Figura 21). El agregado de cama de pollo
484 estabilizada con 181 ppm aumento el contenido de Pe edáfico más que la cama de pollo
485 fresca (142 ppm). Estos resultados coinciden con lo encontrado por Millaleo et al. (2006)
486 quienes expresaron que la incorporación de abonos orgánicos incrementaba el Pe
487 disponible de los suelos Ultisoles de invernaderos. Paterlini, et al., (2017) evaluaron que
488 los contenidos de P son mayores en tratamiento de cama de pollo fresca, en comparación
489 con la compostada, resultados que no son coincidentes con los obtenidos en este trabajo.

490 En la profundidad de 10- 20 cm no hubo diferencias significativas entre los
491 distintos tratamientos (Figura 22), si bien se aprecia una tendencia semejante a la
492 descrita en superficie; los valores de Pe resultan muy elevados en todos los casos,
493 indicando condiciones de hiperfertilización.



494

495 **Figura 21. Fósforo extractable del suelo (ppm) para los distintos tratamientos a nivel**
 496 **superficial (0 a 10 cm) sobre el muestreo final.** Letras distintas indican diferencias significativas
 497 según Tukey *los datos corresponden a la media y las barras de error al desvío estándar.*



498

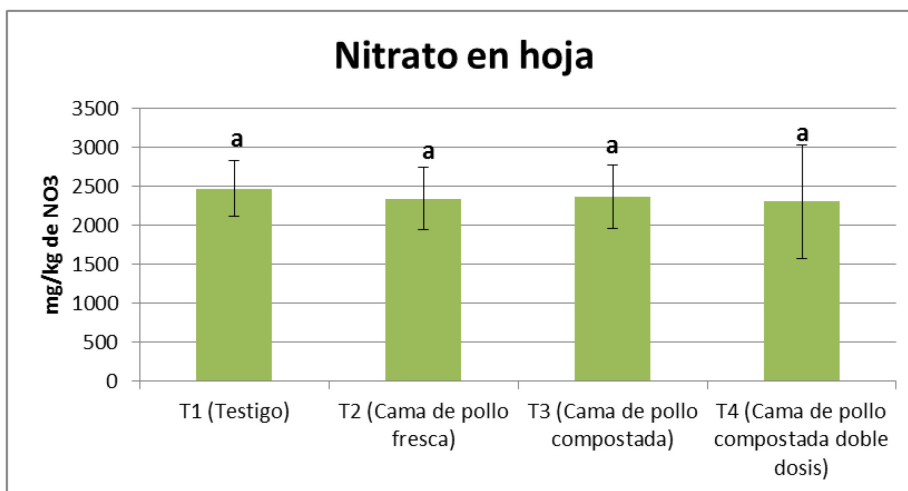
499 **Figura 22. Fósforo extractable del suelo (ppm) para los distintos tratamientos a nivel**
 500 **subsuperficial (10 a 20 cm) sobre el muestreo final.** Letras distintas indican diferencias
 501 significativas según Tukey *los datos corresponden a la media y las barras de error al desvío*
 502 *estándar.*

503 **Nitrato en hojas**

504 La toxicidad del NO_3^{-1} reside en su transformación química en nitrito, que se realiza
505 en parte durante el metabolismo humano. El nitrito producto de la reducción del nitrato
506 puede reaccionar con la hemoglobina que conduce a la disminución del suministro de
507 oxígeno en el cuerpo, produciendo problemas respiratorios. También el nitrito puede
508 reaccionar, en medios ácidos del estómago, con las aminas, sustancias obtenidas por el
509 metabolismo de los alimentos originando nitrosaminas, las cuales son agentes
510 cancerígenos para el humano.

511 Tal como se comentó en la introducción, en Argentina no existe legislación sobre el
512 contenido de nitratos en hortalizas, mientras que en los países miembros de la
513 Comunidad Europea existe regulación de los niveles permitidos de nitratos en lechuga
514 (Sanchez et al., 2012) El nivel máximo de NO_3^{-} establecidos por el Reglamento de la
515 Comunidad Europea (N° 1258/2011) para la lechuga (*Lactuca sativa L.*) de invernadero
516 recolectadas entre el 1 de octubre y el 31 de marzo es de $5000 \text{ mg NO}_3^{-} \text{ kg}^{-1}$ sobre peso
517 fresco. Los valores evaluados en este trabajo son menores que el umbral establecidos.
518 No existieron diferencias entre los tratamientos y los contenidos de NO_3^{-1} en hoja (Figura
519 23).

520 El agua de riego utilizada contenía 47,76 ppm (mg/L) de nitratos (cabe mencionar
521 que el Código Alimentario Argentino establece para consumo humano que el agua no
522 debe superar 45 ppm, mientras que en el Código de Agua de la provincia de Buenos Aires
523 dicho límite es de 50 ppm) y no condujo a elevados niveles de NO_3^{-1} en las hojas de
524 lechuga, destacando que el cultivo presenta una composición en agua del 94,9 %
525 (Pamplona Roger, 2006).

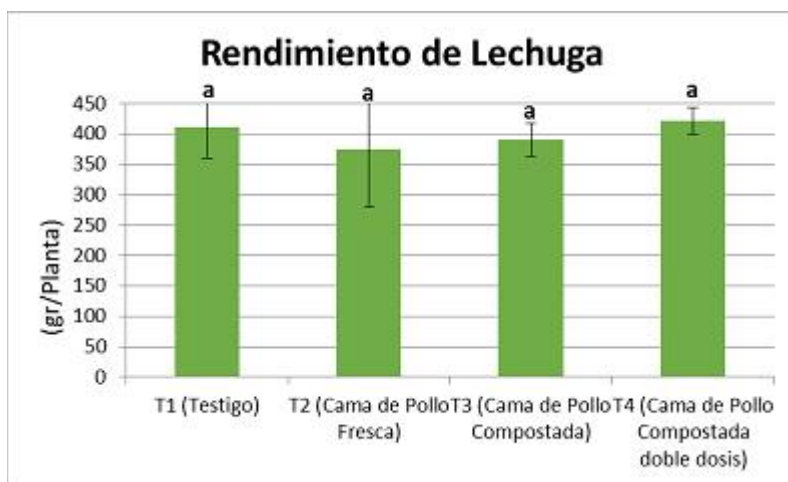


526

527 **Figura 23. Promedio de nitratos en hoja (mg kg⁻¹) para distintos tratamiento sobre cosecha**
 528 **final de lechuga.** Letras distintas indican diferencias significativas según Tukey *los datos*
 529 *corresponden a la media y las barras de error al desvío estándar.*

530 **Rendimiento de lechuga**

531 El rendimiento del cultivo de lechuga se presenta en la Figura 24. Se aprecia que
 532 no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, por lo que la cama de pollo aplicada
 533 fresca o compostada, no generaron aumentos de rendimientos sobre la lechuga. Cabe
 534 destacar que el suelo presentó desde el inicio un contenido de nutrientes elevados e
 535 incluso una situación de hiperfertilización, siendo además elevados los contenidos de
 536 materia orgánica. Esto, puede explicar la ausencia de diferencias en los rendimientos
 537 atribuible a la nutrición. Respecto a la condición física, si bien se apreció con los
 538 tratamientos de compost una ligera mejora, tampoco incidió en mayores rendimientos
 539 debido a mejoras en la circulación del agua y aire, que es el objetivo por el cual esta
 540 práctica de abonado es frecuentemente realizada en la región. Puede indicarse que es
 541 factible que esto se deba a un escaso tiempo transcurrido desde el agregado del abono
 542 orgánico y/o que las condiciones de dispersión debidas a la sodicidad (RAS) no llegaron a
 543 ser contrarrestadas.



544 **Figura 24 Rendimiento del cultivo de lechuga (gr/planta) para los diferentes tratamientos.**

546 Letras distintas indican diferencias significativas según Tukey ($P < 0,05$) los *datos corresponden a la*
 547 *media y las barras de error al desvío estándar.*

548 CONCLUSIÓN

549 La aplicación de cama de pollo fresca, en dosis común a la utilizada en la región
 550 estudio (30 t ha^{-1}) a corto plazo no produjo aumento de salinidad y sodio soluble. No
 551 incrementó el contenido de fósforo extractable y nitrógeno total aunque presentó
 552 tendencia al aumento. Aspectos físicos como la estabilidad estructural fueron mejorados
 553 con este tratamiento.

554 El tratamiento con la cama de pollo compostada en dosis igual al contenido de
 555 materia orgánica de la cama de pollo fresca tuvo un comportamiento similar al
 556 tratamiento con cama de pollo fresca.

557 La cama de pollo compostada en dosis doble de materia orgánica a la cama de
 558 pollo fresca, aumentó el contenido de materia orgánica, nitrógeno total y la estabilidad

559 estructural, constituyéndose desde esta perspectiva en una práctica promisorio para
560 mejorar aspectos físicos y químicos. Pero generó un aumento excesivo de fósforo
561 extractable, de sales y de la RAS que limitarían su elección.

562 La utilización de cama de pollo fresca o compostada no reflejó mejores
563 rendimientos y no afectó la calidad de lechuga sobre el contenido de nitratos.

564 Este trabajo destaca la importancia de considerar las dosis y tipo de material a
565 utilizar en función de las condiciones del suelo y se desprende la necesidad de continuar
566 con el estudio de la temática valorando los efectos a largo plazo.
567

568 **BIBLIOGRAFIA**

- 569 AgüeroMaría Victoria 2011. Modelado de la evolución de índice de calidad integral de
570 lechuga mantecosa desde la cosecha hasta el consumidor. Tesis doctoral.
571 Universidad Nacional de La Plata
- 572 Alconada, M. & L. Huergo. 1998. Degradación de suelos con cultivos protegidos: Tomate.
573 Influencia de la calidad de agua de riego. I Reunión de Producción Vegetal, NOA,
574 Universidad Nacional de Tucumán. Argentina.
- 575 Alconada, M. 2004. Desinfección del suelo con vapor. Efectos sobre la nutrición de los
576 cultivos. Ediciones, INTA. 123p.
- 577 Alconada, M.; Cuellas, M.; Poncetta, P.; Barragán, S.; Inda, E. & Mitidieri 2011.
578 Fertirrigación en cultivo de tomate protegido: I- Nutrición nitrogenada. Efectos en el
579 suelo y en la producción. A. <http://www.horticulturaar.com.ar/buscador.php>.
- 580 Alconada, M.; L. Giuffrè, L. Huergo & C. Pascale. 1999. Suelos Hiperfertilizados con
581 Fósforo: Cultivo de Tomate en Invernáculos. Actas XIV Congreso Latinoamericano de
582 la Ciencia del Suelo, Pucon, Chile.
- 583 Alconada, M.; L. Giuffrè; L. Huergo & C. Pascale. 2000. Hiperfertilización con fósforo de
584 suelos Vertisoles y Molisoles en cultivo de tomate protegido. En Avances en Ingeniería
585 Agrícola 1998-2000. Ed. Facultad de Agronomía, UBA. 343-347p.
- 586 Andreau Ricardo; Pablo Gelati; Mauro Provaza; Daniel Bennardi; Diego Fernández &
587 Mabel Vázquez. 2012. Degradación física y química de dos suelos del cordón
588 hortícola platense. Alternativas de tratamiento. Cienc. suelo vol.30 no.2.
- 589 Babou, OJ; Shioh-Long, T&Zeng, Y. 2007. Relationship between compost pH buffer
590 capacity and P content on P availability in a virgin Ultisol. Soil Science 172:56-68.

591 Barbazán, M, A del Pino, C Moltini, J Hernández & J. Rodríguez 2011. Caracterización de
592 materiales orgánicos aplicados en sistemas agrícolas intensivos de Uruguay.
593 Agrociencia Uruguay V 15 (1): 82-92.

594 Benedicto, V. & J. Tovar S. 1993. Cambios de algunas condiciones del suelo por la
595 incorporación de estiércol. Actas XII Congreso Lat. de la Ciencia del Suelo.
596 Salamanca. Vol 1: 45-51.

597 Bocero, S. 2002. Cultivos protegidos y problemas ambientales: Un estudio de la
598 horticultura marplatense en la década del noventa. Facultad de Ciencias Economicas
599 y Sociales. UNMP.

600 Cabrera, A.; J. Arzuaga & M. Mojena. 2007. Desbalance nutrimental del suelo y efecto
601 sobre el rendimiento de tomate (*Lycopersicum solanum L.*) y pepino (*Cucumis sativus*
602 L.) en condiciones de cultivo protegido. Cultivos Tropicales. Vol 28 N °3, Pág. 91-97.

603 Carrasco, N; Zamora, M. 2002. Disponibilidad de micronutrientes en los suelos después
604 de 50 años de producción agrícola.

605 Cataldo, D. A. et al. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate plant tissue by
606 nitration of acid salicilic. Commun. Soil Sci. and plant analysis. 6: 71-80. USA.

607 Chen, Y.; Senesi, N. & Schnitzer, M. 1977. Information provided on humic substances by
608 E4/E6 ratios. Soil Sci. Soc. Am. 41:352 – 358.

609 Corres, A; Gilsanz, J.C; Silvera, M; Arboleya, J & Leoni, C 2015. Revista INIA. Abonos
610 verde s, enmiendas orgánica s y mínimo laboreo: alternativas para mejorar la salud
611 del suelo y potenciar la producción hortícola.

612 Corporación del Mercado Central de Buenos Aires. 2018. Boletín de Frutas y Hortalizas /
613 Convenio INTA- CMCBA N° 76 Corporación del Mercado Central de Buenos Aires.

614 Del Pino, M. 2017. Curso de horticultura y floricultura. Guía didáctica: Cultivo y manejo de
615 lechuga. UNLP.

616 Di Rienzo J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada, C.W. Robledo.
617 InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba,
618 Argentina. Software Estadístico. Versión Libre. [En línea] Available at:
619 <http://www.infostat.com.ar/index.php?mod=page&id=46>(Último acceso: 10/4/2018).

620 Doran, JW & TB Parkin. 1994. Defining and assessing soil quality. *In*: JW Doran, DC
621 Coleman, DF Bezdicek, and BA Stewart (eds.), Defining Soil Quality for a Sustainable
622 Environment. SSSA Spec. Pub. No. 35, Soil Sci. Soc. Am., Am. Soc. Argon., Madison,
623 WI. p. 3-21.

624 Fong, S. S., & Mohamed, M. 2007. Chemical characterization of humic substances
625 occurring in the peats of Sarawak, Malaysia. *Organic geochemistry*, 38, 967-976.

626 Giuffré, L.; M. Alconada; C. Pascale & S. Ratto. 2004. Environmental impact of
627 phosphorus over fertilization in tomato greenhouse production. *Journal Applied*
628 *Horticulture* V6 (1):58-61.

629 Gracia Fernández, Juan José. 2012. Efectos de los compost sobre las propiedades del
630 suelo: evaluación comparativa de compost con separación en origen y sin separación
631 en origen. Maestría Ingeniería ambiental, química y procesos biotecnológicos.
632 Universidad Politécnica Cartagena. 108p.

633 Hernández Rodríguez, O.; D. Ojeda Barrios; J. López Díaz & A. Arras Vola. 2010. Abonos
634 orgánicos y su efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
635 *Tecnociencia*. IV (1).

636 Hurtado, M.; Gimenez, J.E.; & Cabral, M.G. 2006. Análisis ambiental del partido de La
637 Plata. Aportes al ordenamiento territorial. 1ra. Ed. Consejo Federal de Inversiones.
638 124p

639 Iglesia Norma, 2006. Producción de hortalizas bajo cubierta. Centro Regional Patagonia
640 Norte - Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle. Estructura y manejo de cultivo
641 para la Patagonia Norte. INTA.

642 INTA, EE AMBA, 2011. Diagnóstico Territorio Periurbano Sur. Estación Experimental
643 Agropecuaria, Área Metropolitana, Buenos Aires. PTR CRBAN 2012-2015. 22p.

644 IRAM-SAGyP 29570-1. 2010. Determinación de fósforo extraíble en suelos. Parte 1-
645 Método de Bray Kurtz 1 Modificado (extracción solución de fluoruro de amonio – ácido
646 clorhídrico).

647 Le Bissonnais, Y. 1996. Aggregate stability and assesment of soil crustability and
648 erodability. I. Theory and methodology. Eur. J. Soil Sci. 47:425-437.

649 Maas, E. 1994. Testing crops for salinity tolerance U.S. salinity laboratory. pp. 234-247.
650 USDA-ARS. Riverside, CA.

651 Magallón, J.; O. Tremont& N. Rodríguez. 2001. Efectos del uso de un vermicompost sobre
652 las propiedades biológicas y químicas de los suelos degradados por sales.
653 Venesuelos 9 (1- 2): 48-56.

654 Martínez Quintana, O.; C. Fernández Alsina; J. Lucero; L. Balcaza y R. Fernández. 1995.
655 Proyecto Hortícola-Prohortic. Actualización del Diagnóstico UEEA INTA Gran Buenos
656 Aires .Informe interno. 23 p.

657 Mendía, J.M. 1981. Manejo de suelos en vidrieras. Revista de la Asociación de Ingenieros
658 Agrónomos de La Plata.

659 Millaleo M, R; Montecinos C.U.; Rubio R. H, Contreras A. N, &Borie B, F. 2006. Efecto de
660 la adición de compost sobre propágulos micorrícicos arbusculares en un suelo
661 volcánico del centro sur de chile. Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal,
662 6(3), 26-39. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-27912006000300003>.

663 Molina, N., R. Verón & J. Altamirano. 2011. Producción Hortícola Correntina Análisis
664 técnico y económico del tomate en la campaña 2010. EEA Bella Vista – Serie técnica
665 N° 40. 28 p. [http://inta.gob.ar/documentos/produccion-horticola-correntina.-analisis-
668 tecnico-y-economico-del-tomate-en-la-campana-2010/at_multi_download/file/INTA-
669 Producc-horticola-correntina-tomate-2010.pdf](http://inta.gob.ar/documentos/produccion-horticola-correntina.-analisis-
666 tecnico-y-economico-del-tomate-en-la-campana-2010/at_multi_download/file/INTA-
667 Producc-horticola-correntina-tomate-2010.pdf). (Última consulta 11/12/2017)

668 Narambuye, F; Haynes, R. 2007. Effect of organic amendments on soil pH and Al solubility
669 and use of laboratory indices to predict their liming effect. *Soil Science* 171:748-754.

670 Orellana, de J & M Pilatti. 1994. La estabilidad de agregados como indicador edáfico de
671 sostenibilidad. *Ciencia del Suelo* 12: 75-80.

672 Ostarrieth, M. 2000. Gira de campo. XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar
673 del Plata.

674 Paterlini Hernán, María Virginia González y Liliana Inés Picone. 2017. Fertilidad de suelos
675 y nutrición vegetal, Calidad de la cama de pollo fresca y compostada. *Cienc. suelo*
676 vol.35 no.1.

677 Pérez Vázquez A. & C. Landeros Sánchez. 2009. Agricultura y deterioro ambiental.
678 Elementos No. 73, Vol. 16, Enero - Marzo, 2009, Página 19.

679 Poncetta, P.; M. Alconada & R. Lavado. 2006. Producción de tomate protegido en suelos
680 decapitados con diferentes planes de fertirrigación. XX Congreso Argentino de la
681 Ciencia del Suelo, Salta. Nro. 481.

682 PROMAR 1991. Programa de Métodos Analíticos de Referencia. pH, Carbono, Materia
683 orgánica, Nitrógeno total, Fósforo extraíble. Ed. Asociación Argentina de la Ciencia del
684 Suelo, Comité de Química. Argentina.

685 Qafoku, O., M.L. Cabrera, W.R. Windham, & N.S. Hill. 2001. Rapid methods to determine
686 potentially mineralizable nitrogen in broiler litter. *J. Environ. Qual.* 30:217-221.

687 Richards, L.A., Hayward, H. E., Brown, J. W., Allison, L. E., 1974. Diagnóstico y
688 rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Departamento de Agricultura de los estados
689 Unidos. Editorial Limusa. D.F. México.

690 Román, P.; M.M. Martínez, & A. Pantoja. 2013. FAO, Manual de compostaje del
691 agricultor. 112p

692 Rubenacker A, Campitelli P, Sereno R, Ceppi S. 2011. Recuperación química de un suelo
693 degradado mediante la utilización de un Vermicompost. Universidad Nacional de
694 Córdoba. Argentina. Avances en Ciencias e Ingeniería (ACI). ISSN: 0718-8706: Vol 2.
695 pp 83-95.

696 Sainz Rozas H., H. Echeverría y H. Angelini. (2012.) Fósforo disponible en suelos
697 agrícolas de la región Pampeana y extra pampeana argentina. RIA, Revista de
698 Investigaciones Agropecuarias, 38 (1): 33-39

699 SAMLA. 2004 Recopilación de técnicas de laboratorio. Formato CD-ROM. ISBN 987-
700 9184-40-8.

701 Sánchez, T. M., Siliquini, O. A., Gili, A. A., Baudino, E. M., & Morazzo, G. C. 2012.
702 Contenido de nitratos y proteína en lechuga cressa y amaranto hortícola producidos
703 con enmienda y urea. Revista Chapingo. Serie horticultura, 18(2), 217-226.

704 Sasal, C.; A. Andriulo; J. Ullé; F. Abrego & Bueno. 2000. Efecto de diferentes enmiendas
705 sobre algunas propiedades edáficas en sistemas de producción hortícola del centro
706 norte de la Región Pampeana. Ciencia del Suelo 18 (2): 95-104.

707 Stevenson, F. J. 1994. Humus chemistry: genesis, composition, reactions. 2nd ed. John
708 Wiley & Sons. Nueva York.

709 Stirzaker, R.J. 1999. The problem of irrigated horticulture: matching the biophysical

710 Szczesny, A. 2014. Producción hortícola bajo cubierta. Ediciones INTA. 149p.
711 <http://inta.gob.ar/documentos/produccion-horticola-bajo->
712 [cubierta/at_multi_download/file/INTA-%20prod_hort_BC.pdf](http://inta.gob.ar/documentos/produccion-horticola-bajo-cubierta/at_multi_download/file/INTA-%20prod_hort_BC.pdf). (Última consulta 11/2017)
713 Universidad Nacional de Lujan, Departamento de Tecnología, Producción Vegetal III –
714 Horticultura 2017. (Último acceso 4/12/2017)
715 <http://www.hort.unlu.edu.ar/sites/www.hort.unlu.edu.ar/files/site/Lechuga.pdf>.
716 Villafañe, R.; Azpurua, M.; Abarca, O.; Ruiz, T. 1999. Determinación de la variabilidad
717 espacial de las sales en el Valle de Quibor. Barquisimeto: Sistema Hidráulico
718 Yacambú Quibor/Empresa Rental de la Facultad de Agronomía. 62 p.
719 Wilson, MG; CD Quintero; NG Boschetti; WA Mancuso & RA Benavídez. 2000. Evaluación
720 de atributos del suelo para su utilización como indicadores de calidad y sostenibilidad
721 en Entre Ríos. *Revista Facultad de Agronomía*. 20(1): 23-30.