

# Efecto de la aplicación de guano y distintos tipos de compost sobre parámetros de suelo, variables de crecimiento y calidad comercial de un cultivar de lechuga

Soto Miranda, D.<sup>1</sup>; Chumbita, N.<sup>1</sup>; Reta, M.<sup>1</sup>; Cuesta, G.<sup>1,2</sup>; Monetta, P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ingeniería. UNSJ

<sup>2</sup> INTA EEA San Juan

[diego\\_Nsoto@hotmail.com](mailto:diego_Nsoto@hotmail.com)

## Introducción

La actividad hortícola en la provincia de San Juan comprende un total de 22.602 hectáreas, siendo tomate, cebolla, ajo y lechuga los principales cultivos [1]. La lechuga (*Lactuca sativa*) es una hortaliza de hoja típica de los cinturones verdes y es cultivada en los alrededores de cada ciudad debido a que es un producto altamente perecedero [2]. Las prácticas de manejo utilizadas en agricultura intensiva favorecen la degradación de la materia orgánica (MO) edáfica [3]. En este sentido, la incorporación de enmiendas orgánicas al suelo es una práctica frecuente para mejorar estructura, capacidad de absorción de agua, estabilidad estructural y otros parámetros relacionados a la calidad de este recurso [4]. En la provincia de San Juan, el guano de gallina es la principal enmienda orgánica utilizada con estos fines. Sin embargo, en sintonía con la tendencia mundial, comienza a tener restricciones de uso debido a su escasa trazabilidad, y a que representa una potencial fuente de patógenos, metabolitos de antibióticos y hormonas [5]. Por este motivo, el uso de enmiendas orgánicas estabilizadas (compost, humus, ácidos húmicos, entre otros) surge como una opción segura y atractiva para reemplazar el uso de guanos. En ese sentido, el objetivo general del presente trabajo fue comparar el efecto de distintas enmiendas orgánicas incorporadas a un suelo hortícola sobre propiedades físicas y químicas del suelo y sobre parámetros productivos de un cultivo de lechuga.

## Materiales y métodos

**Ubicación del ensayo y características del suelo empleado.** El ensayo se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria San Juan del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (EEA San Juan-INTA), ubicada en la localidad de Villa Aberastain, Departamento Pocito, Provincia de San Juan (31° 37' 50" S y 68° 32' 30" O), a una altura de 620 m.s.n.m. El terreno donde se realizó el ensayo fue seleccionado por su uniformidad en el tipo de suelo, antecedentes de uso y buen acceso a red

de riego presurizado. El suelo utilizado corresponde a la serie "Complejo El Salado". En términos generales se trata de perfiles de suelo somero o poco profundos apoyados sobre un subsuelo muy pedregoso. En la primera capa de suelo la textura es franco-limosa seguida por una delgada capa de transición con suelo arenoso de origen fluvio-eólico ubicada entre 0,40 y 0,60 m, a partir de la cual aparecen gravas y cantos rodado en una matriz arenosa. Agronómicamente estos suelos presentan un buen comportamiento general en sistemas de producción bajo riego. El campo cuenta con cuatro perforaciones de agua de buena calidad para uso agrícola. Los valores de conductividad y pH del agua son de 1.600  $\mu\text{Scm}^{-1}$  y 7,0 respectivamente, medidos en boca de perforación. Estos valores no muestran restricción de uso del agua para riego según parámetros de referencia (FAO 1985).

**Evaluación de homogeneidad química del suelo.** El día (31/01/17) previo a la incorporación de las enmiendas orgánicas se tomaron 6 muestras de suelo en puntos al azar, las mismas se obtuvieron a partir del uso del barreno a una profundidad de 0,3 m, posteriormente se llevaron al laboratorio de Suelos de la EEA San Juan para determinar Conductividad Eléctrica de extracto de saturación, pH, nitrógeno total, fósforo disponible, Materia Orgánica disponible, y textura por volumen de sedimentación.

**Enmiendas orgánicas utilizadas.** Se utilizó Guano de gallina (GG), Compost de residuos agroindustriales proveniente del Parque de Tecnologías Ambientales (C-PTA) y Compost de residuos olivícolas elaborado en la EEA San Juan (C-OL). Se tomaron muestras compuestas de las distintas enmiendas y se realizaron las siguientes determinaciones: Humedad gravimétrica, Conductividad eléctrica (extracto 1:10), Nitrógeno total, P total, MO total (incineración en mufla) en el Laboratorio de Suelos de INTA EEA San Juan. Recuento microbiológico (*Escherichia Coli* y *Salmonella*) en el Instituto de Investigaciones Tecnológicas de la Provincia de San Juan.

**Tratamientos y Diseño Experimental.** Se realizaron ocho tratamientos combinando la

aplicación de las tres enmiendas orgánicas en dosis de 2 kg/m<sup>2</sup> y un testigo (sin aplicación de enmiendas) en ausencia o presencia de una fertilización química de base (Fosfato monoamonico, Base Equivalente, 11,1: 52,7: 0).

T1: Testigo

T2: GG

T3: C-PTA

T4: C-OL

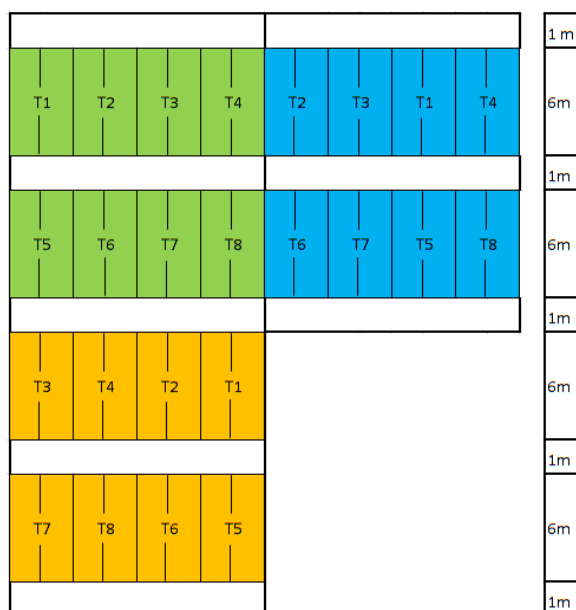
T5: Testigo + Fertilizante químico (0.02 kg/m<sup>2</sup>)

T6: GG + Fertilizante químico (0,02kg/m<sup>2</sup>)

T7: C-PTA + Fertilizante químico (0,02kg/m<sup>2</sup>)

T8: C-OL + Fertilizante químico (0,02kg/m<sup>2</sup>)

La superficie total del ensayo fue de 244,8 m<sup>2</sup>. Se utilizó un diseño factorial con bloques divididos. Cada parcela estuvo constituida por 2 bordos de 0,85 m de ancho y 6 m de largo con tres repeticiones por tratamiento. En la figura 1 se muestra un esquema general del diseño.



**Figura 1.** Esquema general del ensayo. En verde, azul y naranja se muestran los tres bloques utilizados. En cada bloque se encuentran las parcelas experimentales distribuidas aleatoriamente.

#### Aplicación de enmiendas orgánicas al suelo.

El día 31/01/17 se distribuyó en forma superficial las enmiendas orgánicas en cada uno de los tratamientos y posteriormente se incorporaron mediante una fresadora tirada por el tractor (**Figuras 2 A y B**).

**Sistema de riego.** Se utilizó riego presurizado por goteo. Se colocó una cinta con goteros de 1 litro/hora cada 20 cm sobre cada bordo.

**Material vegetal y trasplante.** Se utilizaron

plantines de lechuga de la variedad Rapidmor oscura, los mismos fueron producidos por la empresa Fitotec. El trasplante se llevó a cabo el día 02/02/17, previo a ello se realizó un riego para facilitar la labor y reducir el estrés de trasplante (**Figura 2 C**).

**A**



**B**



**C**



**Figura 2.** Imágenes representativas de la aplicación de enmiendas orgánicas en parcelas experimentales (A), Incorporación al suelo de las enmiendas con fresadora (B), Riego inicial con el cultivo ya trasplantado (C).

**Monitoreo del suelo.** El día 01/02/17 luego de aplicar las enmiendas y realizar el riego inicial y antes del trasplante se tomaron muestras de cada uno de los tratamientos, las mismas fueron extraídas con la pala barreno a una profundidad de 0.3 m y se realizaron las siguientes determinaciones: Conductividad Eléctrica de extracto de saturación, pH, nitrógeno total, fosforo disponible, Materia Orgánica disponible, y textura por volumen de sedimentación.

### Determinaciones en material vegetal.

**N° de hojas totales y N° de hojas > 5 cm:** Se tomaron 5 plantas por tratamiento y se realizó el recuento de hojas totales y el número de hojas menores a 5 cm. Se obtuvieron dos muestreos con diferencia de 7 días.

**Contenido de clorofila:** Se seleccionaron 5 plantas por tratamientos y se efectuaron lecturas indirectas de clorofila con el equipo Minolta SPAD 502 Plus. Las determinaciones se realizaron en una hoja interna y una externa de la cabeza de cada planta, el primer muestreo se realizó el día 07/03/17 y el segundo el día 14/03/17.

**Peso fresco de planta.** Luego de la cosecha se distribuyeron las plantas en cajones rotulados con sus respectivos tratamientos y se determinó peso fresco total y peso fresco comercial de 5 plantas por tratamiento. Posteriormente se procedió a la eliminación de la totalidad de las hojas totalmente expandidas de la cabeza para determinar el peso fresco del cogollo de hojas nuevas.

**Peso seco del cogollo.** Una vez registrado el peso fresco se envolvieron los corazones en papel aluminio y se llevaron a estufa a 75 °C durante 24 horas y posteriormente se pesaron.

**Contenido nutricional en hoja.** Una vez cosechadas las plantas, se enviaron muestras de hojas al laboratorio de Suelos y enmiendas orgánicas de INTA San Juan en la que se determinó contenido total de macronutrientes (NPK).

**Análisis estadístico de los datos.** Todas las determinaciones obtenidas de los parámetros de suelo, material vegetal y contenidos nutricional en hojas se realizaron mediante un análisis de la varianza unifactorial (ANOVA), con diseño completamente al azar cumpliéndose con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza. La separación de medias a posteriori, se realizó por el Test de LSD Fisher con un nivel de significancia menor a 0,1.

## Resultados y discusión

**Caracterización del suelo previo a la incorporación de enmiendas.** En la tabla 1 se puede observar que al momento del muestreo inicial el suelo no presentaba limitantes para uso agrícola, y el nivel de macronutrientes era aceptable para uso hortícola. En cuanto a la CE se observó un valor elevado, probablemente debido a que el suelo antes de la aplicación de las enmiendas estaba desnudo y sin aporte de agua, acumulándose sales por evaporación y ascenso de las mismas, para contrarrestar esta situación se realizó un riego de asiento.

**Tabla 1.** Parámetros fisicoquímicos del suelo antes del ensayo.

Parámetro	Valor medio
CE (μS/m)	4890
PH	8,1
N (ppm)	693
P (ppm)	38
MO (%)	0,8
Textura (VS)	Franco

### Caracterización de las enmiendas orgánicas.

Al comparar la composición química de las enmiendas utilizadas se observó que el guano de gallina presentó valores de nitrógeno, fósforo y materia orgánica superiores a los compost (Tabla 2). Esta diferencia era esperable, sin embargo, los niveles de MO observados en ambas muestras de compost fueron sorprendentemente bajos y sugieren algún defecto en el proceso de compostaje, o bien, en el almacenamiento del mismo. En cuanto a la CE se observó que el compost de residuos olivícolas presentó valores muy elevados comparados con el guano y compost de PTA, lo que podría ocasionar efectos negativos. Sorprendentemente no se detectó presencia de *E. coli* ni de *Salmonella sp* en ninguna de las enmiendas orgánicas utilizadas.

**Tabla 2.** Parámetros químicos y biológicos de enmiendas

Parámetro	GG	C-PTA	C-OL
N (%)	1.59	0.87	0.33
P (%)	3.67	1.25	0.38
% H	25.79	21.48	19.77
CE (μS/m)	3110	1380	13880
% MO	44.3	17.73	12.44
pH	8.1	9	8.9
<i>E. Coli</i>	Ausente	Ausente	Ausente
<i>Salmonella</i>	Ausente	Ausente	Ausente

### Efecto de la aplicación de enmiendas sobre parámetros químicos del suelo.

Al analizar el efecto de las enmiendas sobre propiedades fisicoquímicas del suelo, se observó que, luego de la aplicación no se produjeron grandes cambios en cuanto a pH, N, P y MO (Tabla 3). Puntualmente, luego de la aplicación de guano de gallina sin fertilización de base (T2) se observó un incremento en el contenido del nitrógeno total con respecto a los otros tratamientos. En el caso de la CE se pudo observar que todos los tratamientos mostraron

valores aceptables para el desarrollo del cultivo y a su vez inferiores a la condición inicial (Tabla 1), esta disminución puede ser atribuida a los sucesivos riegos y consecuente lavado de las sales.

**Tabla 3.** Efecto de enmiendas sobre el suelo

Trat	CE ( $\mu\text{S/m}$ )	MO	pH	N (ppm)	P (ppm)
1	1590A	0.91A	8.40B	626A	38A
2	2024AB	1.26C	8.23A	1028B	37A
3	1528A	0.87A	8.37B	581A	41A
4	1532A	0.98AB	8.33AB	597A	36A
5	1824AB	0.94A	8.37B	582A	32A
6	2193BC	0.83A	8.23A	652A	59B
7	1598A	0.99AB	8.40B	507A	26A
8	2667C	1.19BC	8.23A	709A	116C

Se observó que todos los tratamientos con presencia de fertilizantes químicos (T5-T8) presentaron mayores valores de CE que sus respectivos tratamientos sin fertilización química de base. En cuanto al efecto de la aplicación de enmiendas sobre el contenido de MO disponible, se observaron efectos heterogéneos y puntuales. Los únicos tratamientos que se diferenciaron del testigo fueron la aplicación de guano de gallina (T2) y la aplicación de compost de residuos olivícolas con fertilización química de base (T8) (Tabla 3). Es de esperar que luego de la aplicación de enmiendas orgánicas el pH del suelo disminuya por liberación de ácidos orgánicos, incrementando la disponibilidad de algunos nutrientes en suelos alcalinos. Este efecto se observó únicamente en los dos tratamientos con guano de gallina (T2 y T6) y en el de compost de residuos olivícolas con fertilización química de base (T8). En consecuencia, los mayores niveles de P disponible se encontraron en los tratamientos T8 y T6. Por último, en coincidencia con el elevado contenido de nitrógeno total en el guano de gallina (Tabla 2), se observó que el T2 fue el único tratamiento que presentó diferencias significativas de este macronutriente en suelos. Sorpresivamente la aplicación de guano de gallina en suelos con fertilización química de base, no mostró incrementos significativos respecto al testigo para este macronutriente (Tabla 3).

#### Efecto de la aplicación de enmiendas sobre el cultivo.

El análisis del número total de hojas y su tamaño, son parámetros del crecimiento vegetativo que pueden estar influenciados o condicionados por características fisicoquímicas y biológicas del suelo. En este sentido, el análisis del número de

hojas totales no mostró diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 4). Sin embargo, vale destacar que el número total de hojas finales fue superior al número total de hojas iniciales, indicando que la aplicación de las enmiendas no condicionó ni limitó el crecimiento vegetativo del cultivo. Las restantes evaluaciones sobre parámetros vegetativos, número de hojas menores a cinco centímetros y determinación indirecta del contenido de clorofila (SPAD), mostraron un patrón similar.

**Tabla 4.** Efectos de enmiendas sobre parámetros vegetativos del cultivo

Trat.	Hojas totales		Hojas > 5cm		SPAD	
	I	F	I	F	I	F
1	17B	30A	13.6B	24AB	25AB	31AB
2	12AB	31A	9.7A	26AB	29B	30AB
3	17B	27A	13AB	23AB	28AB	31AB
4	14AB	27A	12AB	22AB	24AB	28A
5	16B	33A	13AB	27B	25AB	29AB
6	11A	29A	9.7A	23AB	28AB	33B
7	14AB	33A	11AB	26AB	25AB	29AB
8	13AB	25A	9.7A	18A	25AB	32AB

**Análisis de calidad comercial.** Como se muestra en la tabla 5, los resultados del análisis de peso fresco total, peso fresco comercial y peso fresco del corazón presentaron grandes variaciones y no se diferenciaron significativamente entre sí. Se destacaron los tratamientos T2 y T4.

**Tabla 5.** Efecto de enmiendas sobre parámetros de calidad comercial.

Tratamiento	PFT	PFC	PFCO
1	0.29B	0.29CD	0.07AB
2	0.41C	0.39D	0.08B
3	0.26AB	0.24BC	0.05AB
4	0.17A	0.08A	0.03A
5	0.23AB	0.21BC	0.04AB
6	0.23AB	0.22BC	0.04AB
7	0.16A	0.16AB	0.04AB
8	0.32BC	0.31CD	0.07AB

El primero por presentar los valores medios mayores para todas las determinaciones, mientras que el segundo por presentar los valores medios menores. Esta tendencia no se observa en los tratamientos con fertilización química de base lo que podría sugerir que se deben a las diferencias en el contenido de N total de ambas enmiendas. En cuanto al contenido de nitrógeno foliar, nuevamente el tratamiento con guano de gallina fue el que presentó valores superiores, mientras que el tratamiento con compost de residuos olivícolas presentó los inferiores. Estas diferencias no se observan en los tratamientos