Universidad Nacional de La Pampa

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

Tesina presentada para obtener el grado académico de INGENIERO EN RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE

"EFECTO ACUMULADO DE DOS ABONOS ORGÁNICOS SOBRE EL SUELO Y EL RENDIMIENTO DE LECHUGA (*Lactuca sativa L.* var *Brisa*), EN UN HAPLUSTOL ÉNTICO, SANTA ROSA, LA PAMPA".

María Agustina REBOLLO

SANTA ROSA (LA PAMPA) ARGENTINA

2014

Prefacio:

Esta Tesina es presentada como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Ingeniera en Recursos Naturales y Medio Ambiente, de la Universidad Nacional de La Pampa y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad ni en otra Institución Académica. Se llevó a cabo en la ciudad de Santa Rosa, durante el período comprendido entre el 23 de agosto de 2013 y el 5 de noviembre de 2014, bajo la dirección de Andrea Alicia Bartel; y bajo la codirección de Valeria Belmonte.

26 de noviembre de 2014 Autor: MARÍA AGUSTINA REBOLLO

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

AGRADECIMIENTOS:

A mi Directora Andrea Bartel por su gran dedicación, apoyo, y en especial paciencia y comprensión. A mi co-Directora Valeria Belmonte por su constante colaboración y voluntad. A Abel Parodi y Mirta Castaño por su ayuda y paciencia en el laboratorio, A Marianela Collazo por permitirme continuar con su trabajo y ayudarme con la información. A Pablo Ponce, Luciano Carasay por su ayuda en la huerta. A los revisores Teresa Sánchez y Oscar Siliquini por su buena predisposición. A la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

A mi mamá y mi tía por su confianza y sostén en todos mis años de estudio. A mis hermanos Martina, Eduardo y Emilia que son mi apoyo incondicional. A mis amigas/os de toda la carrera y de la vida por apoyarme y ayudarme siempre. A Alejandro por su amor, paciencia y compañía.

RESUMEN

El uso de abonos orgánicos en cultivos bajo cubierta produce beneficios que se ven reflejados en las propiedades físicas y químicas del suelo. Por otro lado, la fertilización orgánica produce una menor pérdida de nutrientes, y es por esto que se pueden obtener iguales o mayores rendimientos del cultivo. Con el objetivo de comprobar el efecto de la aplicación de abonos orgánicos sobre propiedades físicas y químicas del suelo y sobre el rendimiento de lechuga se realizó un ensayo bajo cubierta en macro-túnel con riego por goteo durante dos ciclos consecutivos de cultivo en la huerta de la Facultad de Agronomía de la UNLPam. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 3 tratamientos: T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}, cada uno con cinco repeticiones. Para el riego se utilizó agua de clase C3S4. El suelo, clasificado como Haplustol éntico, presentó al inicio del ensayo muy buen contenido de materia orgánica (MO), fósforo disponible (P) y nitratos (NO^{-3}), baja densidad aparente (DA) y pH moderadamente alcalino. Luego de cada ciclo de lechuga, se analizaron las siguientes variables: humedad a capacidad de campo (CC) y en punto de marchitez permanente (PMP), DA, pH, conductividad eléctrica (CE), MO, P y rendimiento de lechuga (R). El efecto acumulado se evaluó sumando a este análisis el de otros dos ciclos de cultivo anteriores. Los resultados de este estudio permitieron demostrar que:

La cantidad de MO agregada al suelo en las enmiendas no fue suficiente para provocar un incremento de MO en el suelo. Como consecuencia no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos en las variables analizadas, a excepción de la CC que resultó más alta en los tratamientos abonados. Sin embargo, del análisis de la evolución de los parámetros a lo largo de los cuatro ciclos, se comprobó que:

El tipo de enmienda agregada al suelo, aún en dosis bajas, provocó un aumento de la CE del suelo. En este sentido la mineralización de T3 habría aportado más solutos a la solución que T2. Este hecho se vio reflejado en los valores de P, los que a pesar de registrar valores muy elevados en todos los tratamientos al final del ensayo, mostraron incrementos significativos sólo en T3.

Un año de experimento fue suficiente para confirmar la ocurrencia del proceso de salinización edáfico. Éste, que es consecuencia fundamentalmente del riego con agua de mala calidad, podría acentuarse con la aplicación continua de las enmiendas aquí utilizadas, sobre todo si se incrementaran las dosis aplicadas.

El sistema poroso del suelo se habría modificado como consecuencia del agregado de abonos, mejorando la capacidad de almacenamiento de agua útil del suelo, la que si bien se incrementó en todos los tratamientos, registró valores máximos en los tratamientos abonados, particularmente en T2.

El agregado de abonos orgánicos al suelo permitió contrarrestar el incremento de pH que se registró en el testigo como consecuencia del riego.

El rendimiento de lechuga estuvo relacionado a los contenidos de MO del suelo y no se vio afectado por los elevados valores de CE del mismo, que superaron hasta 4 veces los valores óptimos requeridos por este cultivo. En este sentido, de los resultados obtenidos se desprende que sería necesario mantener los valores de MO del suelo por encima de 3%, para garantizar buenos rendimientos, con lo cual el agregado de enmiendas, aún en dosis bajas, contribuye a mantenerlos a lo largo del tiempo.

Palabras claves: Abonos orgánicos, lechuga, propiedades edáficas, Santa Rosa La Pampa.

ABSTRACT

Nowadays there is a strong trend towards the search of more sustainable ways of production. Among them, there is the use of organic fertilizers, which allow the maintenance and improvement of the physical, chemical and biological fertility of soils along with their productivity.

In order to test the effect of the application of two different organic fertilizers on the physical and chemical properties of the soil and on the yield on crisp lettuce (Lactuca sativa L. var. crispa var. Brisa) crop, an assay was performed in a macrotunnel provided with irrigation by drip during four crop cycles in the orchard from the Facultad de Agronomía de la UNLPam, Santa Rosa, La Pampa. A completely randomized design was used with 3 treatments: T1: control without fertilizer; T2: fertilized with cow manure, on a 3 kg m^{-2} dose; and T3: fertilized with compost, on a 3 kg m^{-2} dose; everyone of them with 5 repetitions. The following variables were analysed after harvesting the lettuce: field capacity, wilting point, water available, bulk density, pH, electric conductivity, organic matter content, available phosphorus and yield of lettuce.

Key words: organic fertilizers, lettuce, soil properties, Santa Rosa, La Pampa

ÍNDICE

Contenidos.

INTRODUCCIÓN……...1
Objetivos e hipótesis……....7
Alcance del presente estudio……....7
MATERIALES Y MÉTODOS……....8
Ubicación del área de estudio…….….8
Descripción del área de estudio……..…..8
Características climáticas…….……9
Características geomorfológicas……....10
Características hidrológicas...……11
Características de la vegetación……....11
Características de los suelos……..…....11
Características del ensayo y diseño del muestreo……..…....12
Preparación y características de los abonos…….....14
Características del agua de riego…….....16
Preparación del terreno y transplante de lechuga…….....16
Muestreo de suelo y Determinaciones de laboratorio……...……..…...18
Cosecha y Determinación de rendimiento de lechuga…….....21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN……...…22
Capacidad de campo, Punto de marchitez permanente y Agua útil…….…..22
Densidad aparente……..26
Fósforo…….....28
pH…….…….....31
Conductividad eléctrica…….…....34
Materia orgánica……..…...39
Rendimiento…….…….....41
CONCLUSIONES……..…...45
BIBLIOGRAFÍA……...…47
ANEXOS……...52
Anexo Nº 1: Análisis de las propiedades físico-químicas del suelo.....……..…52

Anexo Nº 2: Análisis estadístico…….....……72

Tablas

Tabla1: Características físico químicas del suelo de 0 a 0,20 m antes del inicio el ensayo…….……....12

Tabla 2: Composición química de las enmiendas utilizadas antes de realizar el abonados del tercer ciclo, en diciembre de 2012……..…….…….....16

Tabla 3: Valores medios y desvío estándar de capacidad de campo (CC), punto de marchitez permanente (PMP) y agua útil (AU), diferenciados por ciclos, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.…….....…….....23

Tabla 4: Valores medios y desvío estándar de densidad aparente (DA), diferenciados por ciclos, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}……..…….26

Tabla 5: Valores medios y desvío estándar de fósforo disponible (P), diferenciados por ciclos, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}. .....…….....29

Tabla 6: Valores medios y desvío estándar de pH actual, diferenciados por ciclos, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}..…….31

Tabla 7: Valores medios y desvío estándar de conductividad eléctrica (CE), diferenciados por ciclos, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.....…….……35

Tabla 8: Valores medios y desvío estándar de materia orgánica, diferenciados por ciclos, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.....…….....39

Tabla 9: Valores medios y desvío estándar de Rendimiento, diferenciados por ciclos, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.....…….…42

Gráficos

Gráfico 1: Climograma de La Pampa……...….10

Gráfico 2: Valores medios de capacidad de campo (%) de los ciclos 3 y 4 para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.....23

Gráfico 3: Valores medios de Punto de Marchitez Permanente (%) de los ciclos 3 y 4 para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.....……..…24

Gráfico 4: Valores medios de Agua útil (%) de los ciclos 3 y 4 para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.....…….25

Gráfico 5: Valores medios de fósforo (ppm) de los ciclos 3 y 4 para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.....…….....…..29

Gráfico 6: Evolución de fósforo (ppm) en los 4 ciclos de cultivos diferenciados por tratamientos. Datos de los ciclos 1 y 2 tomados de Collazo (2012) y Collazo *et al*. (2014)……..…....…...30

Gráfico 7: Valores medios pH actual de los ciclos 3 y 4 para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.....…….32

Gráfico 8: Evolución de pH en los 4 ciclos de cultivos diferenciados por tratamientos. Datos de los ciclos 1 y 2 tomados de Collazo (2012) y Collazo, *et al*. (2014).....…34

Gráfico 9. Valores medios de Conductividad eléctrica (dS m^{-1}) de los ciclos 3 y 4 para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.....…….36

Gráfico 10: Evolución de CE en los 4 ciclos de cultivos diferenciados por tratamientos. Datos de los ciclos 1 y 2 tomados de Collazo (2012) y Collazo *et al*. (2014). Las letras indican las estaciones del año correspondientes a cada ciclo, I: invierno, P: primavera, V: verano y O: otoño. Línea de puntos: valor límite para considerar a un suelo salino……...…..38

Gráfico 11: Valores medios de Materia orgánica (%) de los ciclos 3 y 4 para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.....…….…39

Gráfico 12: Evolución de MO en los 4 ciclos de cultivo diferenciados por tratamientos. Datos de los ciclos 1 y 2 tomados de Collazo (2012) y Collazo *et al*. (2014)……..…….…...41

Gráfico 13: Valores medios de Rendimiento (kg m^{-2}) de los ciclos 3 y 4 para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.....……...42

Gráfico 14: Evolución de Rendimiento (kg m^{-2}) en los 4 ciclos de cultivo diferenciados por tratamientos. Datos de los ciclos 1 y 2 tomados de Collazo (2012) y Collazo, *et al*. (2014)…….……44

Gráfico 15: Efecto de la materia orgánica en el rendimiento del cultivo de lechuga…….....45

Figuras

Figura 1: Ubicación del área de estudio…….....9

Figura 2: Plano del diseño del ensayo. T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.....……..14

Fotos

Foto 1: Foto del macro-túnel donde se realizó la experiencia con plantación de lechuga……...…….....13

Foto 2: Foto de las pilas de Compost y Estiércol utilizado en este trabajo……..……...15

Foto 3: Rototiller utilizado para la incorporación de abonos en el suelo…….....……..17

Foto 4: Trasplante de lechuga a tres bolillos…….....…….18

INTRODUCCIÓN

El uso intensivo del suelo durante años, ha generado importantes problemas de contaminación y degradación, cuyo resultado trae como consecuencia una alteración en el sistema productivo (Legaz y Primo Millo, 1992). Una característica importante de los suelos en los que se desarrolla este tipo de producciones, es la pérdida progresiva de la materia orgánica, principal factor de disminución de la productividad (Julca *et al.,* 2006). Surge así la producción orgánica para lograr la sustentabilidad, minimizando el impacto sobre el ambiente y aumentando los rendimientos (Gonella *et al*., 1999). Este sistema de agricultura, se basa en el empleo de suficiente materia orgánica que contribuye, entre otras cosas, a mantener la estructura grumosa y suelta, conservando la humedad y favoreciendo el desarrollo de la fauna del suelo (Schnitman y Lernoud, 1992).

La producción en huertos orgánicos es una alternativa de la agricultura urbana, que permite obtener alimentos frescos todo el año. Requiere un manejo intensivo, que incluye fertilizaciones y labranzas permanentes. Cuando estas producciones se desarrollan bajo cubierta, es necesario además aplicar riego. La necesidad de amortizar la inversión que significa la construcción de un invernáculo, obliga al productor a realizar cultivos continuados.

Las prácticas mencionadas conllevan a fenómenos de degradación química y física difíciles de revertir. Entre éstas se encuentran las derivadas de la pérdida de materia orgánica y fertilidad física del suelo, salinidad y sodicidad (Andriulo y Cardone, 1998; Barbacone y Costa, 1999; Vázquez Nicolás *et al*., 2009; Andreau *et al.,* 2012).

La calidad de agua de riego y el manejo adecuado son esenciales para la continuidad de una producción exitosa de cultivos. Afecta tanto los rendimientos de los cultivos como las condiciones físicas del suelo, por lo que es necesario realizar un análisis del agua de riego antes de seleccionar el sitio y los cultivos a producir. Incluso, la calidad de la fuente de agua, puede variar significativamente de acuerdo a la época del año (época seca / época de lluvias), siendo recomendable tomar más de una muestra, en distintos períodos de tiempo.

Las características químicas del agua de riego determinan su calidad. Se refiere al contenido de sales en el agua, a las diferentes especies químicas presentes y a índices derivados de la composición de sales en el agua, como conductividad eléctrica (CE), sólidos totales disueltos, relación de adsorción de sodio (RAS), alcalinidad y dureza. El principal problema relacionado con la calidad del agua de riego es su salinidad y alcalinidad. La primera se refiere a la cantidad total de sales disueltas en el agua, pero no indica que sales están

presentes y la alcalinidad representada por el contenido de carbonatos y carbonatos ácidos. Un nivel alto de sales en el agua de riego, reduce la disponibilidad de agua para el cultivo, debido a la incidencia en la presión osmótica.

Una variable altamente sensible a las prácticas de manejo del suelo, es el contenido de carbono orgánico (Studdert *et al*., 2008), el cual es dinámico y refleja la historia del balance entre las tasas de acumulación y de mineralización. Cuanto más agresivo es el laboreo, mayor será la disminución del nivel de carbono en el suelo (Studdert y Echeverría, 2000), situación común en la producción hortícola.

La necesidad de proteger el medio ambiente e incrementar y mantener la fertilidad del suelo, ha aumentado el número de agricultores que desean usar abonos orgánicos (Vega Ronquillo *et al*., 2009). Los abonos o enmiendas orgánicas, se han usado desde hace mucho tiempo y su influencia sobre la fertilidad de los suelos se ha demostrado suficientemente, aunque su composición química, aporte de nutrientes a los cultivos y su efecto en el suelo varía según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad (Romero Lima *et al*., 2000). Entre los abonos orgánicos se encuentran estiércoles, compostas, vermicompuestos, abonos verdes, residuos de cosechas, residuos orgánicos industriales, aguas negras y sedimentos orgánicos. Por las características en su composición química, estos abonos son formadores de humus y enriquecen el suelo con este componente, modificando sus propiedades físicas, químicas y la población microbiana, haciéndolo más propicio para el buen desarrollo y rendimiento de los cultivos (Hernández Rodríguez *et al*., 2010).

La incorporación de los abonos, modifica favorablemente características físicas del suelo, como estructura, porosidad, aireación, capacidad de retención de agua, infiltración, conductividad hidráulica, y estabilidad de los agregados. Las propiedades químicas del suelo también varían, entre ellas se pueden mencionar, el incremento en el contenido de materia orgánica, en el porcentaje de nitrógeno total y en la capacidad de intercambio catiónico. Otra característica importante, es el incremento de la actividad biológica, debido a que los abonos orgánicos, aportan compuestos de fácil descomposición que, sumado a una mejora en la aireación y oxigenación del suelo, conducen a una mayor actividad radicular y de los microorganismos aerobios. Estas mejoras en las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo ejercen efectos directos en el crecimiento de las plantas (Cervantes Flores, 2004).

Existen numerosas publicaciones en las que se destacan los beneficios del uso de abonos orgánicos en las producciones hortícolas. En nuestro país, están fundamentalmente

asociadas a las regiones de los cinturones hortícolas de La Plata y Rosario. Entre otros, podemos citar los trabajos realizados por Fernández *et al*. (1998), quienes realizaron un estudio en Resistencia, Chaco, en el Campo Experimental y Didáctico de la Facultad de Ciencias Agrarias en un suelo arenoso clasificado como Udipsamment árgico, con tres abonos orgánicos: estiércol de caballo, lombriabono, y estiércol de vaca, aplicados a razón de 10 dm^3/m^2 anualmente, durante 5 años consecutivos. Se sembraron cultivos hortícolas de otoño-invierno, y como testigo se utilizó un suelo adyacente con vegetación natural. Los autores demostraron que, el uso de abonos orgánicos aumentó significativamente el carbono orgánico y el nitrógeno total y disminuyó la densidad aparente en los primeros 0,10 metros del suelo.

Comese *et al.* (2009) efectuaron un trabajo en la huerta orgánica experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, sobre un Argiudol típico, cultivado con acelga. Los resultados indicaron que, como consecuencia de la aplicación de distintos abonos orgánicos, luego de un ciclo de cultivo, aumentaron en el suelo el carbono orgánico particulado, la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), el fósforo extractable, la Conductividad eléctrica CE y la producción de acelga, obteniéndose los mejores resultados cuando se combinó lombricompuesto (2 kg m^{-2}) y harina de hueso (0,150 kg m^{-2}).

Rotondo *et al*. (2009), en la Facultad de Ciencias Agrarias de la provincia de Santa Fe, trabajaron con abonos orgánicos y fertilizantes químicos en la producción de lechuga y brócoli y demostraron que, las enmiendas orgánicas mejoraron significativamente las condiciones del suelo, en cuanto a contenido de carbono orgánico, estabilidad estructural y conductividad hidráulica. En cambio, con respecto a la fertilización química, indicaron que sólo incrementó la productividad de los dos cultivos.

Ciapparelli *et al*. (2011), quienes trabajaron en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, sostienen que el uso de estiércol como enmienda permite asignar un destino final a los residuos, con un fin productivo, permitiendo tener un rendimiento similar a la fertilización convencional. Con respecto a las propiedades del suelo, encontraron un aumento sucesivo en la CE ante agregados crecientes de estiércol, por lo que plantean que esta situación debe ser monitoreada a fin de no provocar efectos negativos.

Albanesi *et al*. (2012) realizaron una experiencia en el área de riego del Río Dulce de Santiago del Estero, donde determinaron los efectos de la incorporación de compost de residuos sólidos urbanos y vermicompost de residuos de frigorífico y, abono verde de *Melilotus albus* sobre el rendimiento, calidad de fibra del algodón y en la calidad del suelo. Se

concluyó que los rendimientos de algodón, el carbono orgánico total y el fósforo extraíble del suelo, aumentaron respecto al suelo sin abonar.

Dimas López *et al*. (2001), realizaron un trabajo en la Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango, México, en suelos que varían en textura, desde arcillosas, migajones arcillosos, hasta migajones-arenosos y arenosos, con el objetivo de evaluar el efecto de los abonos orgánicos sobre propiedades físicas y químicas del suelo y seleccionar el abono orgánico, que produzca la mejor respuesta sobre rendimiento de grano del cultivo de maíz. Utilizaron abonos orgánicos con dosis de 20, 30 y 40 tn ha^{-1} para bovino, caprino y composta, y 4, 8 y 12 tn ha^{-1} para gallinaza, y un testigo con fertilización inorgánica. Los resultados mostraron que los abonos orgánicos, son una alternativa para sustituir a la fertilización inorgánica.

Jiménez *et al*. (2004) evaluaron el efecto del estiércol bovino como enmienda orgánica, sobre la productividad de un suelo degradado en áreas con afloramiento del horizonte argílico, con texturas superficiales de franco a franco arcillosas y subsuperficiales de franco arcillosas a arcillosas; clasificado según el Soil Taxonomy como Typic Paleudult franco fino. El diseño experimental empleado, fue de bloques al azar, con un arreglo de parcelas divididas 2 x 3 (2 grados de pendiente 0-3%, 3-8% y tres niveles de estiércol: 0,60 y 120 Mg ha-¹), empleando como cultivo indicador el pasto *Brachiaria humidicola*. Luego de un año postaplicación, se determinaron las variables físicas: agua útil, densidad aparente, porcentaje de arcilla y tipo de estructura; y químicas: pH, carbono orgánico y saturación con aluminio. Los resultados demostraron que, la incorporación de estiércol produjo un mejoramiento de la calidad del suelo.

En la Provincia de La Pampa, la producción hortícola representó históricamente una actividad de escasa importancia, pero en los últimos años se ha incrementado el cultivo poco a poco y en forma sostenida, tanto bajo cubierta como al aire libre (Siliquini *et al*., 2001). Según un informe elaborado por la Unión Industrial Argentina en el año 2008, convocada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e innovación productiva de la Nación, en nuestra provincia encontramos una superficie cultivada total de aproximadamente 60 ha a campo y 33.200 m^2 bajo cubierta. El 55 % bajo cubierta, se utiliza para la producción de lechuga (35%), acelga (19%) y espinaca. Cerca del 90 % de la superficie bajo cubierta posee riego por goteo, mientras que en los cultivos extensivos, el método más utilizado es riego por surco, luego por secano, y finalmente por goteo (21%). Además, según los resultados obtenidos en el Censo

hortícola de la campaña 2010-2011, la producción en la provincia es una actividad socioeconómica en constante crecimiento. A través del censo se obtuvo información sobre la horticultura pampeana (Muguiro, *et al*; 2013). Determinando un volumen total de producción sobre la base de 25 especies censadas, un total de 1.838.724 Kilogramos, y si rescatamos las principales especies cultivadas tenemos, datos del Censo Hortícola (2011): lechuga: 552.338 kg., acelga: 503.390 kg., tomate: 231.827 kg., cebolla: 202.950 kg. (Censo hortícola, 2011).

La mayor cantidad de productores, se dedican a los cultivos de lechuga, acelga y tomate. Por otro lado, es destacable comentar que la provincia tiene una demanda insatisfecha en calidad y cantidad de hortalizas, debido a que la producción local no supera al 5% del consumo provincial, con escasa tecnología y productividad, al tiempo que es creciente la tendencia del consumidor de adquirir hortalizas frescas, de calidad y sanitariamente seguras (Unión Industrial Argentina, 2008).

La lechuga es una de las hortalizas de hoja más cultivadas por su rentabilidad bajo cubierta, aumentando de esta manera su calidad comercial, ya que se obtienen plantas sanas, limpias, tiernas y grandes y se permite una continuidad de producción durante todo el año, no sólo por el mayor rendimiento sino también por el acortamiento de su ciclo productivo. El cultivo de lechuga requiere de suelos ligeros, con buenos contenidos de materia orgánica y capacidad de retención de agua. Asimismo, con un buen drenaje y adecuada estructura, de modo de permitir el óptimo desarrollo de su sistema radicular. El pH ideal se encuentra en el rango de 6,6 a 7,8 (Balcaza, 2000). Es un cultivo poco tolerante al exceso de sales, produciendo una disminución en los rendimientos. Sainato *et al.* (2006) sostienen que cuando la CE del agua de riego es de 0,9 dS m^{-1} y la CE del suelo en saturación es de 2,7 dS m^{-1} se obtienen rendimientos óptimos. En cambio, cuando los respectivos parámetros ascienden a 2,1 y 6,3 dS m^{-1} su rendimiento decae un 25 %. En general, la conductividad eléctrica del agua de riego para lechuga debería mantenerse en valores menores a 1,5 dS m^{-1} ya que con una CE de 0,9 dS m^{-1} el rendimiento potencial del cultivo es del 100 % y del 90 % para CE de 1,4 dS m^{-1}.

Por último, es necesario destacar que en nuestra provincia si bien el uso de abonos es una práctica común, en los emprendimientos hortícolas, tanto la elección del mismo como su dosis se realizan de acuerdo al propio criterio del productor, en el cual influyen la disponibilidad, costo y tradición de uso de los abonos.

Los estudios relacionados sobre el impacto del uso de abonos orgánicos en producciones hortícolas en invernaderos y los efectos que producen las prácticas realizadas,

para sostener o aumentar la producción son escasos en la provincia. Fundamentalmente hacen referencia, a la influencia del abonado sobre propiedades del cultivo de lechuga bajo cubierta, como rendimiento, contenido proteico, acumulación de nitratos o problemáticas relacionadas a las plagas del cultivo (Baudino *et al.* (2007); Sánchez, (2010); Belcher y Ponce, (2011); Rosane, (2011) y Sánchez *et al.* (2012)), pero no desarrollan la temática puntual de este trabajo, es decir la influencia del abonado sobre las propiedades del suelo.

Con ese objetivo, Collazo (2012), en su trabajo final de tesis de grado, realizó un estudio referido al efecto de dos abonos orgánicos sobre propiedades físicas y químicas del suelo y sobre el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa L.* var. *brisa*), en un Haplustol éntico, en Santa Rosa, La Pampa. El ensayo se realizó en la Facultad de Agronomía de la UNLPam, con un diseño experimental de tres tratamientos: T1: testigo sin abonar, T2: suelo abonado con estiércol vacuno, T3: suelo abonado con compost, ambos con dosis de 3 kg m^{-2}, y cada uno con 5 repeticiones. Las variables evaluadas fueron: humedad a capacidad de campo y en punto de marchitez permanente, densidad aparente, pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, nitrógeno de nitratos, fósforo disponible y rendimiento de lechuga. Los rendimientos obtenidos variaron entre 3,5 y 3,8 kg m^2, mientras que para las restantes variables se obtuvieron los siguientes resultados: el contenido de agua útil varió entre 4,5 y 6,27%, la densidad aparente entre 1,02 y 1,04 Mg m^{-3}; la materia orgánica entre 3,27 y 3, 7%; el pH en pasta varió de 7,7 a 8,2 y la CE de 3,02 a 3,66 dS m^{-1}. Con respecto a los nutrientes, los contenidos de fósforo y nitrógeno variaron entre 273,06 y 308,12 ppm, y entre 7,08 y 45,76 ppm, respectivamente. La autora concluyó que, después de un ciclo de cultivo invernal de lechuga, no se encontraron efectos de tratamientos sobre los valores medios de las variables en estudio. Estos resultados preliminares, se atribuyeron al corto plazo de evaluación y a las buenas condiciones del suelo con las que partió el ensayo, en cuanto a contenido de materia orgánica y concentración de nutrientes.

La búsqueda de alternativas más sostenibles en el tiempo, está impulsada por la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales, provenientes de energías fósiles y que alteran las distintas propiedades del suelo. Es por ello, que surge la necesidad de poner en evidencia, los beneficios generados por el uso de abonos orgánicos como fertilizantes alternativos y mejoradores de las propiedades de los suelos.

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

En base a lo expuesto, en este trabajo se planteó continuar con la experiencia iniciada por Collazo (2012), con el objetivo de evaluar el efecto acumulado en el corto-mediano plazo, de la aplicación de dos abonos orgánicos, sobre propiedades físicas y químicas del suelo y sobre el rendimiento de lechuga, bajo la hipótesis de que la aplicación de abonos orgánicos, resultará en una mejora en las variables analizadas, (Capacidad de campo, Punto de marchitez permanente, Agua útil, Densidad aparente, Fósforo, pH actual, Conductividad eléctrica, Materia orgánica y Rendimiento), respecto al suelo sin abonar.

A tal fin se utilizaron dos tipos de abonos orgánicos, compost y estiércol vacuno. El cultivo a evaluar fue lechuga crespa (*Lactuca sativa L.* var. *Brisa*) por ser una especie fácil de cultivar y de pronta respuesta a la aplicación de abonos. Para evaluar el efecto acumulado se consideraron cuatro ciclos de cultivos consecutivos, de los cuáles los dos últimos forman parte de este trabajo.

Dado que los estudios que evalúan el impacto de los abonos orgánicos sobre propiedades de suelos bajo riego, en producciones intensivas de invernadero son escasos, en especial en nuestra provincia y que es importante realizar estudios de cierta continuidad a lo largo del tiempo, para desarrollar estrategias de manejo y recuperación ajustadas localmente, y en vistas de un aumento potencial de la actividad hortícola en la provincia, es de suma importancia contar con mayor cantidad de estudios, que permitan analizar los cambios producidos en el suelo en el mediano-largo plazo.

Alcances del presente estudio.

A partir de los resultados obtenidos en el presente estudio, se espera contribuir a mejorar el conocimiento de los beneficios aportados por la aplicación de enmiendas orgánicas, en suelos de nuestra provincia. Considerando que en el área de estudio existen emprendimientos hortícolas y chacras familiares, que demandarían la utilización de abonos y que por otro lado, hay una importante generación de residuos orgánicos, tanto domiciliarios como derivados de la actividad ganadera, que no son aprovechados, se espera que los resultados de este estudio contribuyan a la incorporación de los mismos como una alternativa de uso con fines productivos.

La utilización de abonos orgánicos en el sector hortícola, beneficia la productividad del

cultivo, disminuye los riesgos de contaminación ambiental, que podrían ocasionar dichos residuos cuando no son tratados convenientemente y, se presenta como una excelente alternativa en reemplazo de los fertilizantes químicos, habitualmente utilizados.

MATERIALES Y METODOS.

Ubicación del área de estudio.

El estudio se llevó a cabo en la Huerta de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa, ubicada sobre la Ruta Nacional Nº 35, en el km 334, a 10 km al norte de la Ciudad de Santa Rosa, capital de la provincia de La Pampa. De acuerdo con el Inventario de los Recursos Naturales de la Provincia de la Pampa (Cano *et al.*, 1980), el Departamento Capital, junto con los departamentos Realicó, Trenel y parte de Conhelo, pertenece a la Región Fisiográfica Oriental, Subregión de las planicies con tosca. En particular, el área de estudio se enmarca en la Unidad Cartográfica de la planicie con tosca de Castex y Winifreda (Figura 1).

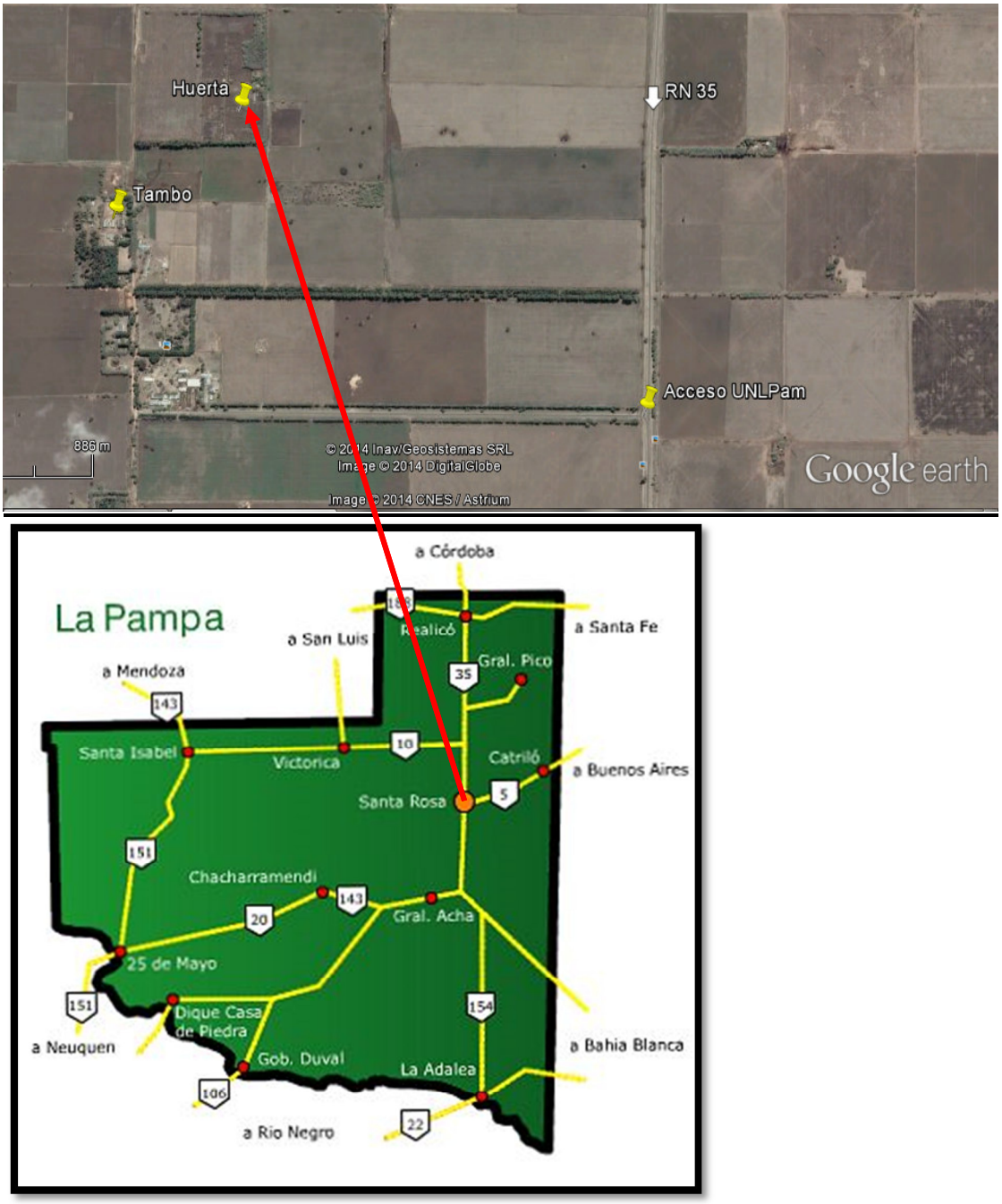

Figura 1: Ubicación del área de estudio.

Descripción del área de estudio.

Características climáticas.

El clima es templado y semiárido, con precipitaciones estacionales y grandes amplitudes térmicas a lo largo del año, con una época de heladas que se extiende de abril a noviembre. Como se observa en el Gráfico 1, la temperatura media anual varía de 16 a 15º

C de norte a sur, siendo enero el mes más cálido con una temperatura media entre 23 y 25° C, y julio el mes más riguroso con una temperatura media entre 7° y 9º C.

Las mayores precipitaciones se producen de octubre a marzo, siendo la precipitación anual de 600 mm, existiendo un importante déficit hídrico en al menos 6 a 7 meses al año. Los vientos predominantes son del noreste y suroeste, siendo los primeros cálidos y húmedos, y los últimos fríos y secos. Suelen formarse tormentas eléctricas en los meses de verano y ocasionalmente los vientos pueden alcanzar ráfagas de 100 km h^{-1} (SAyDS, 2007).

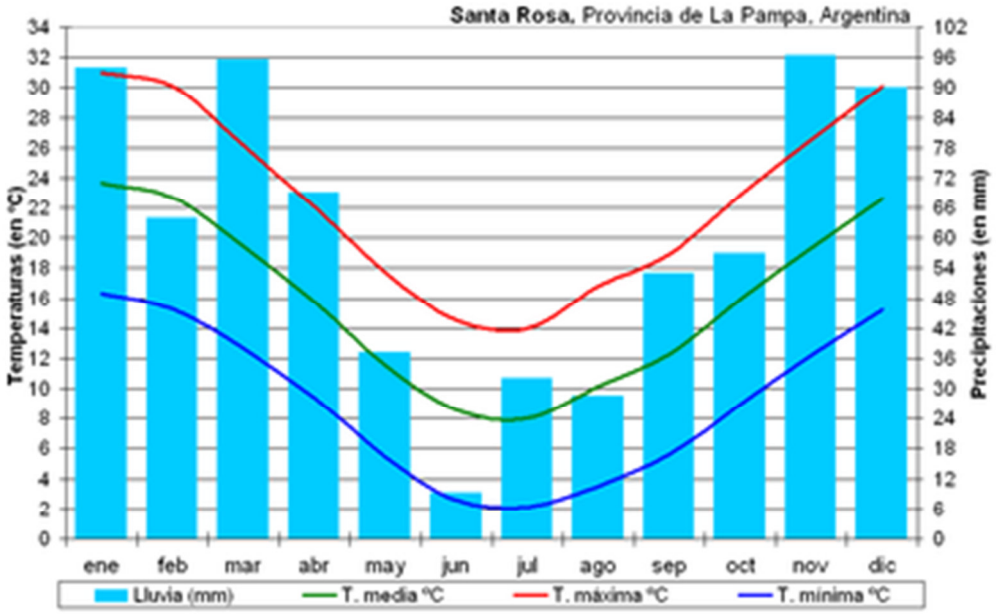

Gráfico 1. Climograma de La Pampa.

Características geomorfológicas.

Los suelos estudiados en este trabajo se enmarcan en la unidad geomorfológica de la planicie con tosca de Castex y Winifreda (Cano *et al.*, 1980). El paisaje característico corresponde al de una llanura bien drenada, ondulada con suaves pendientes SWNE, producida por deflación (acción eólica) y antigua acción fluvial. Se caracteriza por la presencia de una costra calcárea, sobre la que con posterioridad se depositó por acción eólica un delgado manto arenoso. El microrelieve está compuesto por pequeñas lomas y depresiones.

En cuanto a la litología se trata de un sedimento arenoso cuyo espesor oscila entre 0,40 m y 2 m. Es frecuente encontrar enterrada una delgada capa de ceniza volcánica de 0,05 a 0,15 m de espesor.

En la zona no se observan vías de drenaje de importancia. Existen algunas áreas bajas, cóncavas, que funcionan de reservorios circunstanciales (Martínez *et al.*, 1972)

Características hidrológicas:

La mayoría de los cuerpos de agua presentan su caudal máximo en el verano y principios de otoño, en concordancia con el régimen de precipitaciones.

Existen numerosas lagunas de diferentes tamaños, cuyo nivel de agua es muy variable como así también su profundidad, orientación y forma, que dependen del origen y del relieve sobre el cual se implantan. Además, las lagunas pueden estar ubicadas por debajo del nivel del mar dando origen a salinas (SAyDS, 2007).

Características de la vegetación:

Según Cano *et al.* (1980) la vegetación característica del distrito del Caldén es un bosque dominado por caldén (*Prosopis caldenia*), asociado a algarrobo negro (*P. nigra*), algarrobo dulce (*P. flexuosa*), chañar (*Geoffroea decorticans*) y sombra de toro (*Jodina rhombifolia*). A su vez, el bosque puede presentar un estrato arbustivo y un estrato herbáceo compuesto principalmente por gramíneas. En los casos en que el estrato arbustivo está presente, éste mide entre 1 y 3 metros y está compuesto por piquillín (*Condalia microphylla*), llaollín o piquillín de víbora (*Lycium chilense*) y alpataco (*Prosopis flexuosa var. depressa*), entre las más importantes.

Los pastizales son muy diversos, y si bien los pastizales naturales han sido muy degradados debido al sobrepastoreo, que ha determinado la formación de densos pajonales de bajo valor forrajero como paja amarga (*Elionurus muticus*), paja fina (*Stipa tenuissima*), y paja blanca (*S. eriostachya*), aún quedan algunas áreas de pastizales dominados por pasto de vaca (*Sorghastrum pellitum*), pasto hilo (*Poa lanuginosa*), unquillo (*Poa ligularis*), flechilla fina (*Stipa tenuis*) y flechilla negra (*Piptochaetium napostaense*).

Características de los suelos:

El relieve del área se caracteriza por ser una planicie subnormal con muy bajo gradiente. Se encuentran dispersas en todo el área pequeñas depresiones y lagunas salinizadas. El manto de tosca se encuentra cubierto por sedimentos de origen eólico y textura franco arenosa, de profundidad variable entre 0,30 y 1,20 m. En algunos casos la tosca incluso puede

aflorar. El suelo dominante en casi un 80 % es un Haplustol éntico, familia franco gruesa mixta, térmica con una secuencia de horizontes típica A, AC, Ck, 2Ckm. En el relevamiento de suelos del Departamento Capital realizado por Martínez *et al.* (1972) se informa que la cantidad de materia orgánica en el horizonte superior oscila, en promedio, entre 1,5 % y 2 %, y el contenido promedio de nitrógeno de 0,10 %. El horizonte superficial de los suelos presenta un pH ligeramente ácido. El carbonato de calcio no aparece en superficie, sino a mayor profundidad en el horizonte Ck, diseminado en la masa. El contenido de sales solubles es bajo y no representa ninguna limitación para el normal desarrollo de las especies vegetales.

En cuanto al uso actual de la tierra, las mismas se destinan a la explotación agropecuaria con predominio de la agricultura.

Collazo (2012) antes de comenzar con el ensayo tomó una muestra compuesta de suelo a una profundidad de 0 a 0,20 m para realizar la caracterización inicial del mismo. Los resultados se muestran en la
Tabla 1.

Tabla 1: Características físico-químicas del suelo de 0 a 0,20 m antes del inicio el ensayo. **Fuente**: (Collazo, 2012).

CC (%)	PMP (%)	AU (%)	DA (g cm^{-3})	pH actual	pH hidrolítico	MO (%)	CE (dS m^{-1})	P (ppm)
13,16	8,46	4,70	1,06	7,19	7,65	2,85	2,6	274,46

CC: Capacidad de campo, PMP: Punto de marchitez permanente, AU: Agua útil, DA: Densidad aparente, MO: Materia orgánica, CE: Conductividad eléctrica, P: Fósforo.

Características del ensayo y diseño del muestreo:

El ensayo se llevó a cabo en un macro-túnel dentro de las instalaciones de la Huerta de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa. En el túnel se distribuyeron tres platabandas de 1 m de ancho por 25 m de largo, ubicadas en dirección Norte-Sur, en las que se implantó un cultivo de Lechuga crespa (*Lactuca sativa L.* var *Brisa*) como se observa en la Foto 1. Las medidas del ensayo fueron las siguientes:

- Ancho del macro-túnel: 4 m.
- Largo del macro-túnel: 25 m.
- Separación de 0,25 m entre platabandas.

Foto 1: Foto del macro-túnel donde se realizó la experiencia con plantación de lechuga.

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA) con 3 tratamientos; T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2} cada uno con 5 repeticiones distribuidas como se muestra en la Figura 2. Cada parcela constó de 5 m de largo por 1 m de ancho.

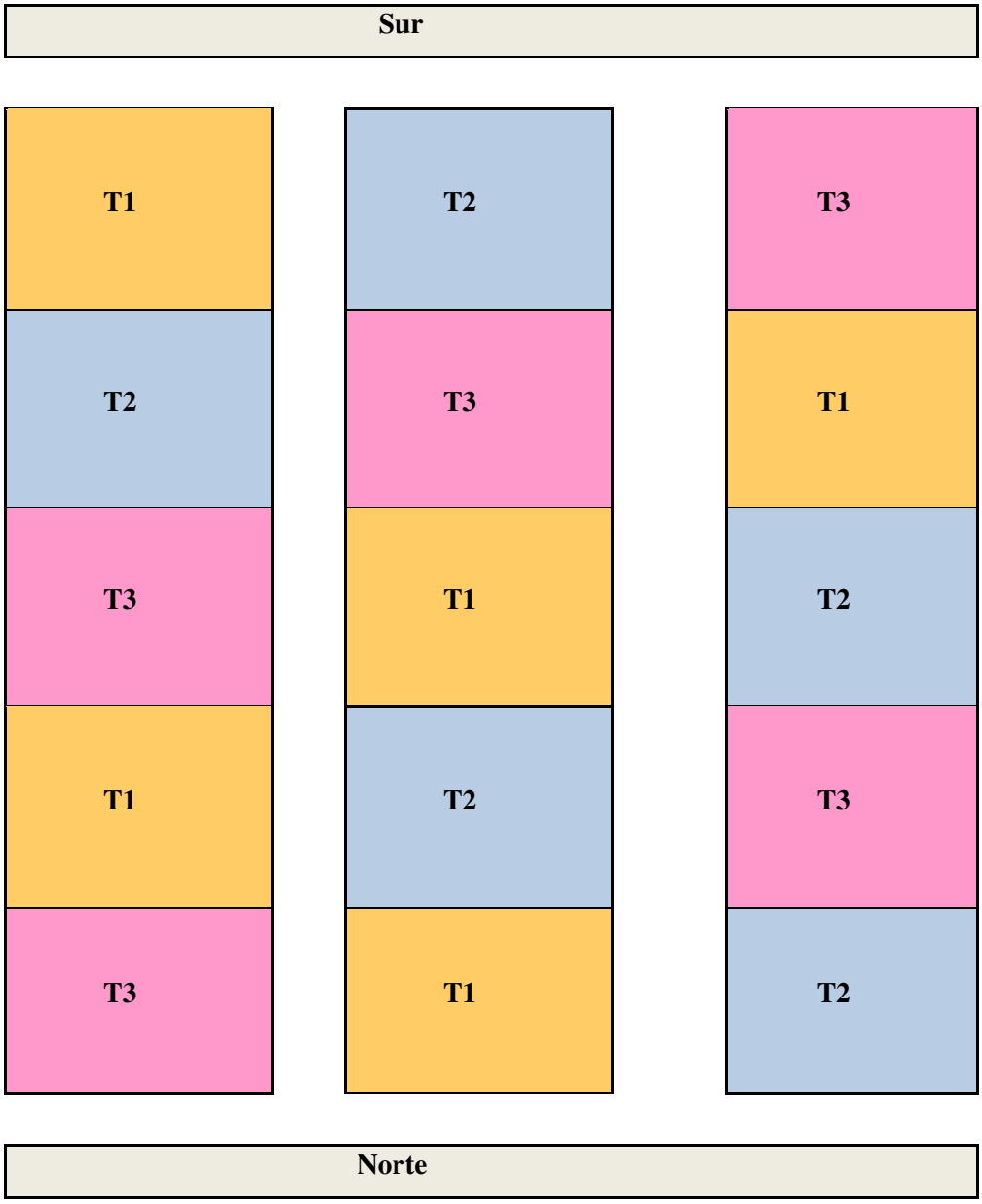

Figura 2: Plano del diseño del ensayo. T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.

Preparación y características de los abonos:

El compost utilizado fue realizado por Collazo (2012). Estuvo conformado por mezcla de desechos orgánicos y estiércol de vaca en partes iguales. Los desechos orgánicos se recolectaron principalmente en el comedor universitario de la ciudad de Santa Rosa y se trasladaron al campo de la Facultad de Agronomía, donde se llevó a cabo el proceso de

compostaje. El estiércol de vaca fue extraído del tambo, que se encuentra en dicho establecimiento. Como se observa en la Foto 2, ambos abonos, fueron dispuestos en pilas en Diciembre de 2011 para llevar a cabo los procesos de fermentación y maduración durante tres meses para su posterior utilización, para ello fueron volteadas en dos ocasiones, fines de Enero y principios de Marzo de 2012.

Luego de realizado el primer y segundo ciclo de cultivo en Abril de 2012 y Septiembre de mismo año respectivamente, se inició con el tercero y cuarto ciclo en Diciembre de 2012 y Junio de 2013, donde previamente los abonos, fueron muestreados para analizar sus propiedades en el Laboratorio de Química de la Facultad de Agronomía de la UNLPam y luego caracterizar cada uno de ellos (Tabla 2). Para esto, se tomó una muestra representativa de cada uno de aproximadamente 4 kg que fue secada al aire. Luego, se la cuarteó para obtener una submuestra menor, que posteriormente fue mortereada y tamizada por tamiz de 60 mesh. Finalizada la preparación de la muestra, se llevó a laboratorio para determinación de Nitrógeno orgánico, Carbono total y pH, utilizando las técnicas de Kjeldalh, Walkley y Black y método potenciométrico, respectivamente.

Foto 2: Foto de las pilas de Compost y Estiércol utilizado en este trabajo.

Tabla 2: Composición química de las enmiendas utilizadas antes de realizar el abonado del tercer ciclo, en diciembre de 2012.

Parámetros / Enmienda	pH	C (%)	N (%)	C/N	MO (%)
Compost	8.4	1.96	0.20	9,8	6.75
Estiércol	8.35	1.91	0.292	6.54	6.55

Características del agua de riego:

El agua utilizada para el riego disponible en la huerta, es agua subterránea. Para caracterizar la calidad de agua para riego se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros:

- ✓ Conductividad Eléctrica (CE) 25 °C: 2,37 dS m^{-1}
- ✓ pH: 8,10
- ✓ Relación de adsorción de sodio (RAS): 11,8
- ✓ Carbonato de sodio residual (CSR): 3,4 meq dm^{-3}

(Datos tomados de Belcher y Ponce, 2011).

Según el diagrama de clasificación de aguas para riego (Riverside), el agua utilizada se clasifica como: C_4 S_3. Siendo C_4: "No apropiada para riego bajo condiciones ordinarias, pero puede utilizarse ocasionalmente. Se deben seleccionar cultivos tolerantes a sales". S_3: "Puede producir niveles tóxicos de sodio intercambiable en la mayor parte de los suelos, por lo que estos requerirán prácticas especiales de manejo como buen drenaje y adiciones de materia orgánica". Con respecto al CSR se considera que las aguas que superan los 2,5 meq.dm^{-3}, no son buenas para riego (Sainato *et al*., 2006).

Preparación del terreno y trasplante de lechuga:

Para llevar a cabo el acondicionamiento y limpieza del terreno se utilizaron azadas y horquillas, con el fin de eliminar la vegetación que se encontraba dentro y en los alrededores del macro-túnel. A continuación se prepararon tres platabandas con una separación de 0,25 m entre ellas. Luego se procedió a la demarcación de las parcelas, siendo estas de 5 m de largo

por 1 m de ancho y a la distribución al azar de cada tratamiento dentro de las platabandas. Para ello se esparcieron los abonos sobre las parcelas correspondientes y luego se los incorporó al suelo mediante el uso de un rototiller (Foto 3). Por último, se colocaron dos cintas de riego por platabanda separadas entre sí 0,50 m y se diferenciaron los tratamientos colocando estacas que indicaban el inicio y la finalización de cada uno de ellos.

Concluidas las tareas previas sobre el terreno, se llevó a cabo el transplante de lechuga en diciembre de 2012 para el ciclo 3 y abril de 2013 para el ciclo 4. Se utilizó un plantador manual para la realización de orificios en el suelo, en los que fueron colocados los plantines con pan de tierra a tresbolillo, a 0,25 m entre sí y a los costados de las cintas de riego, separados de éstas a 0,50 m, quedando finalmente 4 líneas de lechuga por parcela (Foto 4).

Durante los dos ciclos, el cultivo se mantuvo libre de malezas mediante desmalezado en forma manual. En cuanto al riego, el mismo fue realizado mediante sistema de goteo y suministrado aproximado dos veces por semana para cubrir los requerimientos del cultivo.

Foto 3. Rototiller utilizado para la incorporación de abonos en el suelo.

Foto 4. Transplante de lechuga a tresbolillo.

Muestreo de suelo y Determinaciones de laboratorio:

Inmediatamente después de cosechada la lechuga en cada uno de los ciclos, se tomaron muestras de suelo de cada parcela a una profundidad de 0 a 0,20 m. Las mismas, previamente secadas al aire y tamizadas por malla de 2 mm, se analizaron en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa. A continuación se describen las determinaciones fisicoquímicas realizadas y las técnicas empleadas (Schlichting *et al*., 1995):

Constantes hídricas: La CC hace referencia al contenido hídrico del suelo, luego de que el mismo haya sido saturado por la lluvia o por el riego y haya perdido toda el agua gravitacional. Esta situación se produce normalmente entre uno y tres días después de la

saturación. La fuerza de retención de agua varía en cada suelo, pero se admite una fuerza de succión de 1/3 de atmosfera.

El PMP se refiere al contenido de agua de un suelo que ha perdido toda su agua utilizable por el cultivo y, por lo tanto, el agua que permanece en el suelo no está disponible para el mismo. En esas condiciones, el cultivo está permanentemente marchito y no puede recuperarse cuando se lo coloca en un ambiente con agua disponible. Al contacto manual, el suelo se siente casi seco o muy ligeramente húmedo. Corresponde a una succión de 15 atmósferas.

El AU es la cantidad de agua disponible para el crecimiento de las plantas y se encuentra entre la CC y el PMP.

El contenido de humedad a CC fue estimado a partir de la técnica de humedad equivalente, mientras que el contenido de humedad en punto de PMP a partir del volumen de sedimentación. El contenido de AU se calculó mediante la diferencia entre los valores de las variables mencionadas anteriormente.

Densidad aparente (DA): La densidad aparente indica el contenido total de porosidad en un suelo, es un buen indicador de importantes características, como porosidad, grado de aireación y capacidad de infiltración.

Los factores que la afectan son principalmente tres: la textura, la estructura y el contenido de materia orgánica. Suelos con texturas arenosas, tienden a tener densidades mayores que suelos de texturas más finos, al mismo tiempo que en suelos bien estructurados, con mayores contenidos de MO, los valores son menores.

La DA se determinó por el método de los cilindros. El uso de cilindros de acero permite extraer muestras sin disturbar y de volumen conocido, por lo que la DA puede ser calculada en base a la relación peso seco de la muestra sobre volumen del cilindro. Extraída la muestra de suelo, se colocan los cilindros en estufa a 105-110° C hasta peso constante.

Fósforo disponible: El contenido de fósforo en el suelo está relacionado con la roca madre, y también se ha observado un marcado efecto del clima, siendo las zonas más húmedas las más deficientes en este nutriente. Es un macronutriente muy requerido por los cultivos y frecuentemente se encuentra en cantidades deficientes. Para el cultivo de lechuga en

invernaderos, el requerimiento de fósforo varía entre 0,6 y 1,2 kg de óxido de fósforo (P_2O_5), por tonelada cosechada (Grasso *et al.,* 2006).

Los fertilizantes orgánicos requieren de un proceso de mineralización previo, debido a que la disponibilidad de nutrientes es baja, es fundamental para el proceso de reciclaje de la MO, ya que al transformarse en compuestos inorgánicos pueden ser utilizados nuevamente por las plantas. La mineralización está controlada en parte por factores como riqueza microbiana, humedad, temperatura, textura y mineralogía del suelo, también por la calidad de los abonos incorporados, cantidad agregada y forma de aplicación (Castro *et al*., 2009).

La determinación de fósforo se realizó por el método de Bray y Kurtz N° 1, que mide una parte del fósforo total presente en el suelo, correspondiente a la fracción más activa y de significación más inmediata para el crecimiento de las plantas.

pH: La reacción del suelo hace referencia al grado de acidez o basicidad del mismo y generalmente se expresa por medio de un valor de pH (Porta Casanellas *et al*,. 1999). La medida se extiende en una escala de 1 a 14, un pH inferior a 7 es ácido y superior a 7 es alcalino.

Se determinó pH actual, relación suelo-agua 1:2,5, por el método potenciométrico.

Conductividad eléctrica: La CE de una disolución puede definirse como la aptitud de ésta para transmitir la corriente eléctrica y dependerá, además del voltaje aplicado, del tipo, número, carga y movilidad de los iones presentes y de la viscosidad del medio en el que éstos han de moverse.

La determinación se realizó en pasta saturada mediante conductímetro y se expresó en referencia a una temperatura de 25°C.

Materia orgánica total: La MO está compuesta elementalmente por C, H, O, N, P y S en cantidades variables, lo que hace difícil una evaluación directa de su contenido en el suelo (Rosell *et al*., 2001; Carreira, 2005). La mayoría de los métodos analíticos cuantifican el carbono orgánico (CO), con el que se puede estimar la MO utilizando factores adecuados para cada suelo (Galantini *et al*., 1994).

La MO es el indicador utilizado con más frecuencia, para evaluar la calidad del suelo, y su productividad (Galantini y Suñer, 2008).

Desde el punto de vista productivo y de la calidad del suelo, la dinámica de la MO total aporta muy poco, para el estudio de los efectos de las prácticas agronómicas a corto plazo (Tan *et al*., 2007). Esto se debe a que las fracciones orgánicas más abundantes en el suelo, son las de ciclado más lento, por ello se necesita gran cantidad de años para observar esas diferencias.

La mayoría de los estudios coinciden en que la materia orgánica (MO) es el principal indicador e indudablemente el que posee una influencia más significativa sobre la calidad del suelo y su productividad.

La MO posee gran influencia en el pH, debido a que produce compuestos orgánicos que tienden a acidificar el suelo, aporta nutrientes a través de la mineralización y es fuente de energía para los procesos microbianos (Conti, 2000).

Representa una pequeña fracción de la masa del suelo, en general entre 1 y 6 % del horizonte A, y decrece en profundidad. Sin embargo, se la considera un factor muy importante, ya que posee una gran capacidad de retención de agua lo que facilita el asentamiento de la vegetación, disminuye la densidad aparente, y además, genera porosidad en el suelo.

La determinación de materia orgánica total se realizó por el método de Walkley y Black. Éste no oxida completamente a la materia orgánica sino a la fracción más lábil y en consecuencia debe utilizarse un factor de corrección de 1,3 basado en una oxidación promedio del 77 %.

Cosecha y determinación de rendimiento de lechuga:

A la madurez comercial se cosecharon de las dos hileras centrales, 10 plantas de cada parcela a las que se les determinó peso fresco para obtener el dato de rendimiento expresado en kg m^{-2}.

Los datos obtenidos para cada variable se analizaron por medio del análisis de la varianza, y se utilizó la prueba (LSD-FISHER) para comparar las medias de los tratamientos. Los análisis estadísticos se realizaron por medio del programa InfoStat versión 2011 (Di Rienzo *et al*., 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Capacidad de campo, punto de marchitez permanente y agua útil.

Los valores medios de las propiedades físicas CC, PMP y AU, estudiadas en el espesor 0- 0,20 m para los diferentes tratamientos se presentan en la tabla 3. Para la variable CC en el ciclo 3 no se encontraron diferencias estadísticas significativas. Los valores fueron muy similares en los tres tratamientos, cercanos al 15%, típico de suelos de textura franco arenosa. En cambio en el ciclo 4, el rango de variación entre tratamientos fue ligeramente mayor, con valores máximos de 18%; se registraron diferencias estadísticas significativas ($p<0,05$) encontrándose un aumento de la CC en los tratamientos abonados respecto al sin abonar.

Por otro lado, al comparar el ciclo 4 respecto al 3 se observaron diferencias estadísticas significativas ($p<0,05$) en todos los tratamientos. Los valores de CC se incrementaron en T1 13 %, en T2 24 % y en T3 23% (Gráfico 2).

En PMP no se encontraron diferencias entre tratamientos en ninguno de los ciclos analizados. En cambio, cuando se compara la variable PMP entre ciclos y para cada tratamiento, como puede observarse en el Gráfico 3, se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p<0,05$) con una disminución del ciclo 4 al 3 de 83% en T1, y de 78% y 76% en T2 y T3 respectivamente.

Agua útil.

En la Tabla 3 se presentan los valores medios de agua útil de los ciclos 3 y 4. Se observa que no se encontraron diferencias estadísticas significativas de AU ($p>0,05$) entre tratamientos, en ninguno de los ciclos individualmente analizados. En cambio, cuando se comparó el ciclo 4 con respecto al 3 se observaron diferencias en los tres tratamientos, debido a los notorios incrementos de CC y disminuciones de PMP, que originaron aumentos de AU entre 121% y 253%. Los máximos valores se asociaron a los tratamientos abonados, particularmente a T2 (Gráfico 4). Estos resultados indicarían una posible tendencia de aumento de la capacidad de retención de agua útil del suelo por efecto del abonado.

Tabla 3: Valores medios y desvío estándar de capacidad de campo (CC), punto de marchitez permanente (PMP) y agua útil (AU), diferenciados por ciclos, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}. Entre paréntesis y en cursiva desvío estándar.

TRATAMIENTO	CC (%)		PMP (%)		AU (%)	
	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo3	Ciclo 4	Ciclo3	Ciclo 4
T1	14,76*a* (*0,76*)	16,63*a* (*0,35*)	9,41*a* (*1,55*)	4,78*a* (*0,65*)	5,35*a* (*1,85*)	11,85*a* (*0,98*)
T2	14,65*a* (*1,13*)	18,17*b* (*1,79*)	11,07*a* (*2,13*)	5,51*a* (*0,68*)	3,58*a* (*1,41*)	12,65*a* (*1,4*)
T3	14,66*a* (*1,09*)	18,04*b* (*1,08*)	10,12*a* (*1,8*)	5,85*a* (*1,73*)	4,54*a* (*1,01*)	12,19*a* (*1,48*)

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05).

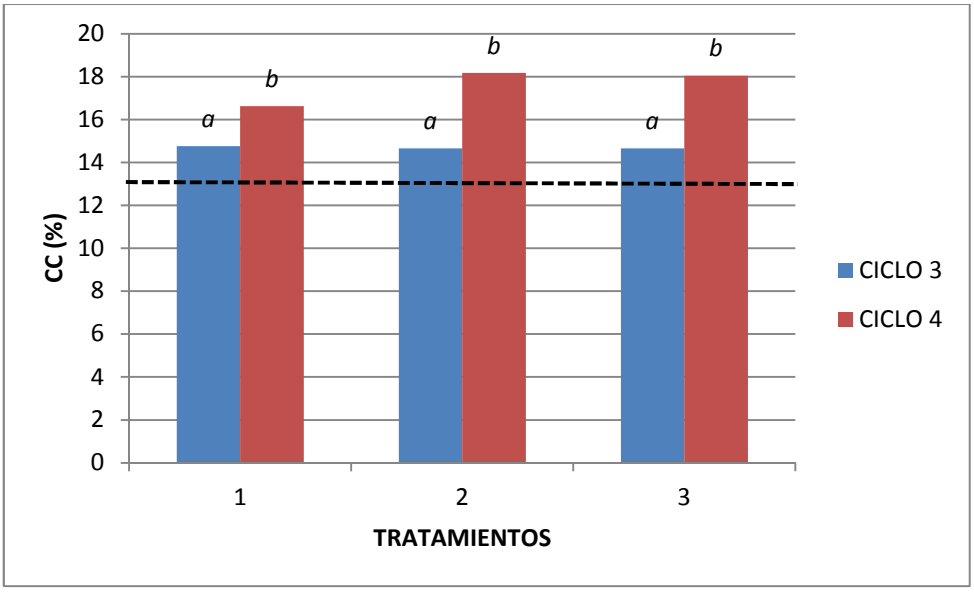

Gráfico 2. Valores medios de capacidad de campo (%) de los ciclos 3 y 4 para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.

(Medias con letra común no son significativamente diferentes (p>0,05). Línea de puntos indica el valor antes del inicio el ensayo).

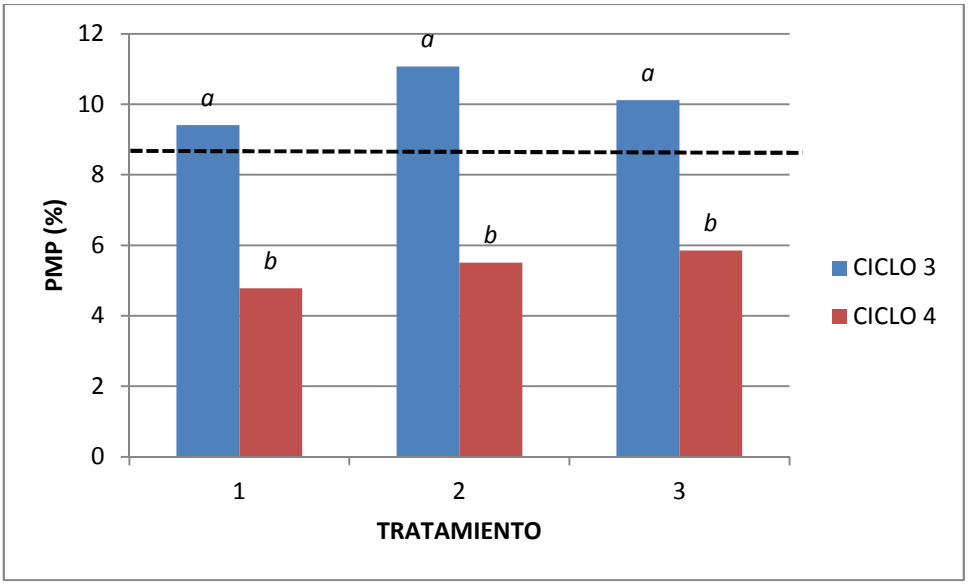

Gráfico 3. Valores medios de Punto de Marchitez Permanente (%) de los ciclos 3 y 4 para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.

(Medias con letra común no son significativamente diferentes (p>0,05). Línea de puntos indica el valor antes del inicio el ensayo).

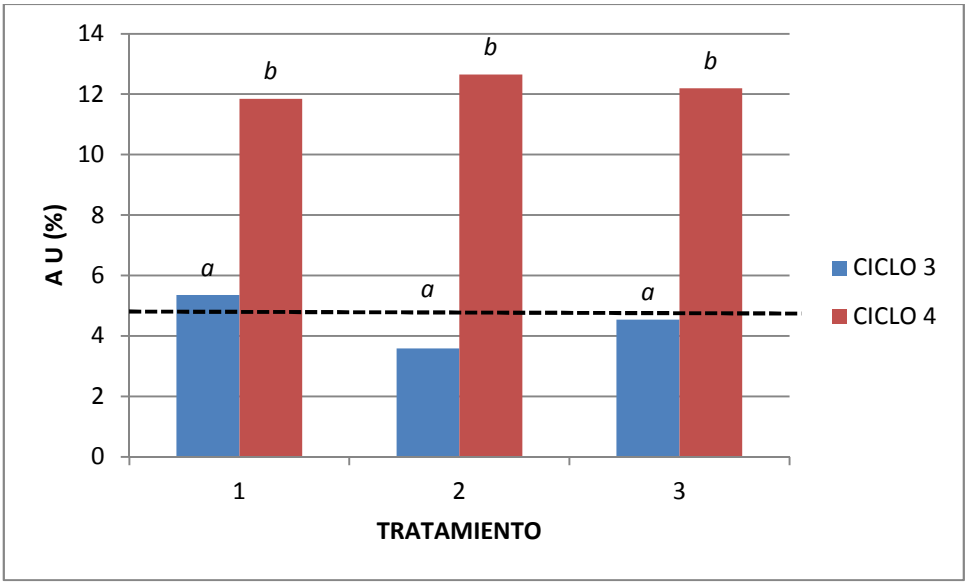

Gráfico 4. Valores medios de Agua útil (%) de los ciclos 3 y 4 para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.
(Medias con letra común no son significativamente diferentes (p>0,05). Línea de puntos indica el valor antes del inicio el ensayo).

Estos resultados coinciden con los hallados por Dimas López *et al.* (2001) quienes realizaron un análisis del suelo antes y después del agregado de abonos orgánicos, y no registraron diferencias estadísticas significativas en el agua útil, en los tratamientos abonados con respecto al testigo, aunque indicaron un incremento en la variable CC del 10% en los abonados. Esto se puede atribuir a que las prácticas de aplicación de abonos orgánicos, disminuyen la densidad aparente, incrementan la porosidad y modifican la estructura, al mejorar la formación de agregados, influyendo en un aumento en la retención de humedad (Castellanos 1980, 1982). Jiménez *et al*. (2004) evaluaron el efecto del estiércol bovino como enmienda orgánica sobre la productividad de un suelo degradado, y hallaron luego de un año, que los valores de agua útil tendieron a ser mayores en los tratamientos que recibieron estiércol, aunque no encontraron diferencias significativas estadísticamente.

Por otro lado, Collazo (2012) quien analizó el ciclo de cultivo 1 previo a este trabajo incorporando los abonos de estiércol y residuos domiciliarios tampoco registró diferencias estadísticamente significativas con respecto al tratamiento testigo. Es importante destacar, a modo de análisis de evolución de los parámetros CC, PMP y AU a lo largo del estudio, que

hasta el ciclo 3, los valores se mantuvieron similares al ciclo 1 y a los valores del suelo de la situación de partida (Gráficos 2, 3 y 4). Es al final del ciclo 4 de cultivo cuando se detectan aumentos de CC, disminuciones de PMP y aumentos de AU. Estos resultados podrían atribuirse a cambios en la distribución del tamaño de poros, puesto que no se produjeron cambios texturales del suelo. A modo de hipótesis, se plantea que estos resultados podrían deberse a un aumento en la microagregación (poros de 0.2 a 20 micrones), que provoca como consecuencia un aumento en la capacidad de retención de agua del suelo, tal como interpretó Sasal *et al*. (2000) al aumento de porosidad textural registrado en suelos Argiudoles, asociado a un aumento del contenido de MO del suelo producido por las enmiendas orgánicas.

Densidad aparente.

La densidad aparente media de los ciclos analizados se observa en la Tabla 4. No se registraron diferencias estadísticas significativas (p>0,05) entre tratamientos, en ninguno de los dos ciclos, tampoco hubo diferencias estadísticas al comparar el ciclo 4 con el 3. Se destaca que los valores de DA fueron en general muy similares entre tratamientos y entre ciclos, con valores óptimos de DA que variaron entre 1.12 g cm^{-3} para el tratamiento sin abonar y 1.05 g cm^{-3}para los abonados.

Tabla 4: Valores medios y desvío estándar de densidad aparente (DA), diferenciados por ciclos, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.

TRATAMIENTO	DA (g cm^{-3})	
	Ciclo 3	Ciclo 4
T1	1,12*a* (*0,029*)	1,12*a* (*0,03*)
T2	1,09*a* (*0,039*)	1,05*a* (*0,03*)
T3	1,07*a* *(0,056*)	1,07*a* (*0,07*)

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05).

Estos resultados fueron similares a los hallados por Comese *et al*. (2009), quienes no encontraron diferencias significativas entre tratamientos abonados y sin abonar, luego de un ciclo de cultivo registrándose valores de 0,92 g cm^{-3}en el testigo y entre 0,85 y 0,91 g cm^{-3}en los suelos abonados, indicando una alta porosidad del suelo en ambos casos.

Sin embargo otros autores han encontrado diferencias en la variable DA luego de la aplicación de abonos. Entre ellos podemos citar a Fernández *et al*. (1998) quienes encontraron diferencias estadísticas significativas, observando que en suelos abonados disminuyó de valores de 1,46 % en el tratamiento testigo a valores entre 1,30 y 1,37 % en tratamientos con distintos abonados, luego de 5 aplicaciones anuales. Sasal *et al*. (2000) incorporaron cuatro tipos de abonados, incluyendo estiércol vacuno, a un suelo Argiudol Vértico, y encontraron, luego de un año de la aplicación, que los valores medios de DA resultaron bajos en todos los tratamientos con rangos de variación entre 1,03 y 1,15 $Mg.m^{-3}$ en el testigo. Los autores sólo observaron diferencias estadísticas con el agregado de abonos que contenían plantas de avena triturada. Como consecuencia, los resultados de porosidad estructural fueron elevados. Jiménez *et al*. (2004), registraron valores de DA inferiores en suelos abonados, lo cual explicaron que sucedió por un aumento en la macroporosidad del suelo asociado al mejoramiento de la estructura. Andreau *et al*. (2012), también encontraron disminuciones en la DA en tratamientos abonados, luego de escasos 5 meses posteriores a la aplicación y partiendo de un suelo testigo de DA inferior a 1.1 g cm^{-3} aunque, cabe destacar que debido a que este suelo presentaba problemas de sodicidad, salinidad y pérdida de MO, a los abonos orgánicos se les agregaron además dosis de yeso y azufre.

Con respecto a los valores de DA que Collazo (2012) y Collazo *et al*. (2014) analizaron en los ciclos 1 y 2 previos a los estudiados en este trabajo, se puede indicar que los valores medios de DA en los ciclos 3 y 4, fueron muy similares a los encontrados en los dos primeros ciclos, donde tampoco se observaron diferencias estadísticamente significativas como resultado del abonado. Esto podría deberse a que el período de evaluación en las condiciones que se plantearon para este ensayo es aún escaso para que se observe una modificación en la DA.

Fósforo.

En la Tabla 5 se observan los valores medios de fósforo disponible, analizados para cada uno de los ciclos, con los respectivos desvíos estándar. No se registraron diferencias estadísticas significativas ($p>0,05$) entre tratamientos en ninguno de los ciclos analizados, destacándose que los valores fueron muy elevados en todos los casos, incluso en T1, superando varias veces los valores considerados óptimos para estos suelos (20 ppm), lo que indica que el suelo disponía de una cantidad considerable de fósforo.

Comparativamente, los valores de fósforo analizados fueron más elevados en el ciclo 4 respecto al 3, en los tratamientos abonados T2 y particularmente en T3, mientras que, en el tratamiento sin abonar se registró una disminución del 7 %, aunque sólo se obtuvieron diferencias significativas entre ambos ciclos en T3 (Gráfico 5). En general, los suelos de huerta contienen altos valores de P, por el agregado continuo de enmiendas orgánicas de lenta liberación y siendo el fósforo un nutriente poco móvil y de baja solubilidad, se acumula como reserva en el suelo. En el caso de este estudio, al considerar la evolución del P a lo largo de todo el ensayo, se puede observar que se superaron ampliamente los valores iniciales, incluso en T1, provocando altas reservas de este nutriente en el suelo (Gráfico 6). Por otro lado, el hecho de que los valores de T3 se encuentran por encima de los demás tratamientos podría estar indicando una mayor mineralización de este abono respecto a T2.

Tabla 5: Valores medios y desvío estándar de fósforo disponible (P), diferenciados por ciclos, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.

TRATAMIENTO	P (ppm)	
	Ciclo 3	Ciclo 4
T1	698,4*a* (*224,35*)	649,6*a* (*171,97*)
T2	603,2*a* (*203,28*)	669,6*a* (*218,68*)
T3	472*a* (*204,92*)	768,8*a* (*297,47*)

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05).

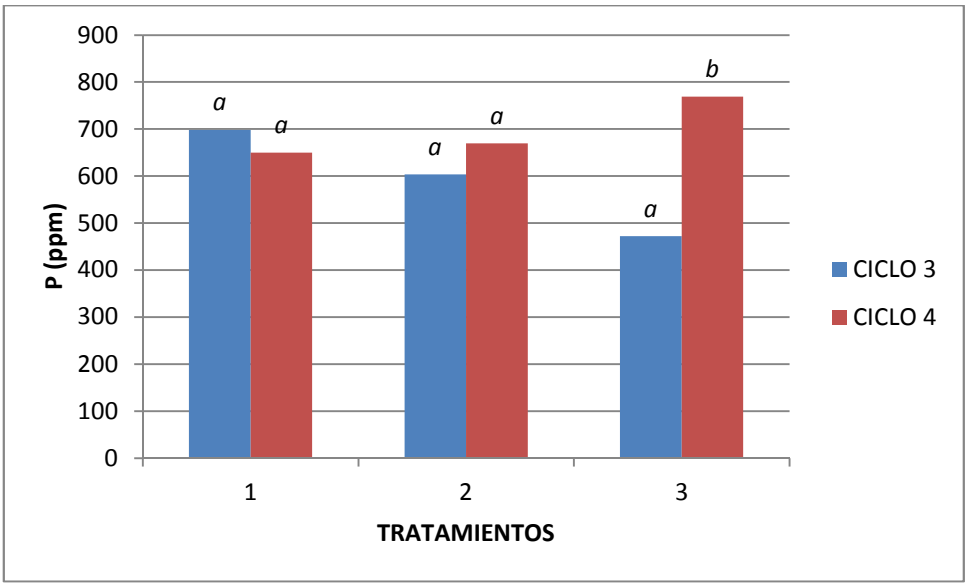

Gráfico 5. Valores medios de fósforo (ppm) de los ciclos 3 y 4 para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2}y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.

(Medias con letra común no son significativamente diferentes (p>0,05)).

Los resultados hallados en los ciclos analizados difieren con los encontrados por Fernández *et al*. (1998), quienes tomaron muestras de suelo a 0,5 m de profundidad y observaron un aumento significativo de fósforo al comparar el tratamiento testigo con distintos tratamientos abonados, obteniendo contenidos de 25 ppm en el testigo y 30 ppm, 44 ppm y 59 ppm de fósforo en los suelos abonados, luego de cinco años de cultivo. Dimas López *et al*. (2001), realizaron una comparación del efecto de cuatro abonos en la concentración de fósforo del suelo con respecto a un testigo con fertilización inorgánica, obteniendo valores de 15-20,4 mg kg^{-1} en los abonados y de 1,5-4 mg kg^{-1} en el testigo, con diferencias estadísticas significativas en los suelos en los que se aplicaron abonos orgánicos. De igual manera Comese *et al*. (2009) realizaron un muestreo del horizonte superficial de 0,20 m de profundidad, y encontraron un aumento en la concentración de fósforo en los tratamientos abonados, que alcanzaron valores que variaron entre 67,4-79,5 mg kg^{-1}, respecto al tratamiento testigo que registró 60,8 mg kg^{-1}.

Particularmente, en los ciclos 1 y 2 previos a los analizados en este trabajo, Collazo (2012) y Collazo *et al*. (2014) tampoco encontraron diferencias estadísticas significativas en el contenido medio de fósforo de los suelos abonados respecto al testigo.

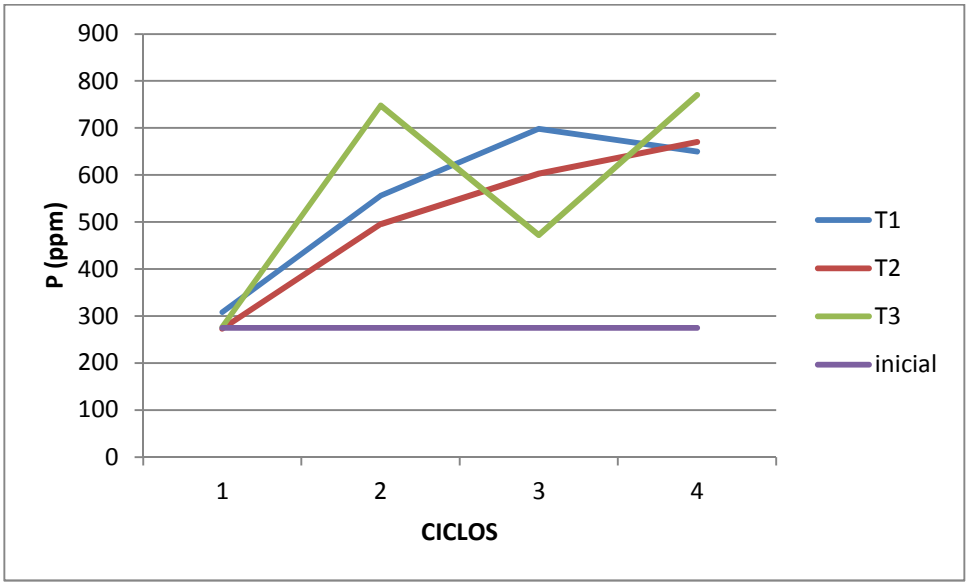

Gráfico 6. Evolución de fósforo (ppm) en los 4 ciclos de cultivos diferenciados por tratamientos. Datos de los ciclos 1 y 2 tomados de Collazo (2012) y Collazo *et al*. (2014).

pH

Los valores medios de pH registrados para cada tratamiento se pueden observar en la tabla 6. En el ciclo 3 el pH en T1 fue de 6,8 clasificándose como muy débilmente ácido, en T2 fue de 7,12 (muy ligeramente alcalino) y en T3 de 6,96 (neutro). Para el ciclo 4 se registró un pH de 7,38 (ligeramente alcalino) en T1, de 7,3 en T2 y de 7,1 en T3 (ambos muy ligeramente alcalino), sin diferencias estadísticas significativas ($p>0,05$) entre tratamientos en ninguno de los dos ciclos analizados.

Realizando una comparación entre los dos ciclos, se registraron diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) sólo en el tratamiento testigo, produciéndose un aumento de 8,5 % en el ciclo 4 respecto al 3, en cambio en los tratamientos abonados no se observaron diferencias (Gráfico 7). Esto podría deberse a un efecto producido por el riego, el cual tendería a alcalinizar suelo, tal como se observa en el tratamiento testigo. En este sentido podría interpretarse que el agregado de abonos en el suelo permitió contrarrestar el cambio en el pH en el suelo.

Tabla 6: Valores medios y desvío estándar de pH actual, diferenciados por ciclos, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.

TRATAMIENTO	PH ACTUAL	
	Ciclo 3	Ciclo 4
T1	6,8*a* *(0,27)*	7,38*a* *(0,39*)
T2	7,12*a* (*0,13*)	7,3*a* (*0,46*)
T3	6,96*a* (*0,21*)	7,1*a* (*0,8*)

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$).

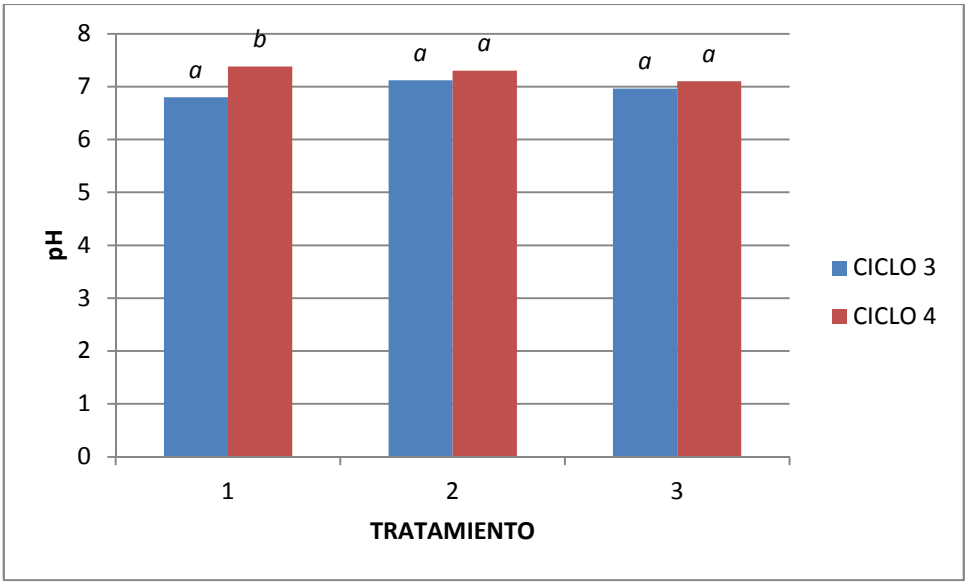

Gráfico 7. Valores medios pH actual de los ciclos 3 y 4 para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.
(Medias con letra común no son significativamente diferentes (p>0,05)).

Otros autores registraron diferencias al analizar la evolución del pH luego de abonar los suelos. Fernández *et al*. (1998) por ejemplo, obtuvieron resultados de pH significativamente menores en los tratamientos abonados, en los que osciló entre 6,09 y 6,3 (débilmente ácido), con respecto al tratamiento testigo que registró valores cercanos a la neutralidad (6,97).

Por otro lado, Jiménez *et al*. (2004), obtuvieron diferencias importantes en la variable pH comparando los tratamientos abonados con el testigo, al trabajar con distintas dosis de estiércol bovino observaron que el pH se incrementó significativamente de un valor de 5,65 para el tratamiento con dosis de 0 Mg ha^{-1}, a 6,01 para aquel con dosis de estiércol de 60 Mg ha^{-1} y a 6,38 para la dosis de 120 Mg ha^{-1}. Los autores sostienen que este aumento de pH se encuentra asociado al contenido de bases intercambiables como Ca y Mg y al efecto tamponador de la MO que actúa como regulador de la acidez neutralizando hidrógenos.

En cambio, Dimas López *et al*. (2001), aunque indicaron un leve aumento del pH en los tratamientos abonados con respecto al testigo de 8,2-8,4 a 8,05-8,5 en los abonados, las diferencias no fueron estadísticamente significativas. A resultados similares arribaron

Comese *et al*. (2009), quienes obtuvieron valores de pH en el tratamiento testigo de 6,97 y entre 6,97-7,02 para los abonados sin registrar diferencias significativas. Ciaparelli *et al*. (2001), también evidenciaron un leve aumento en el pH, con valores de 5,51 para el tratamiento sin fertilizar, y 5,61 y 5,76 para los abonados con dosis de estiércol de 30 y 50 Tn ha^{-1}, aunque sin observar diferencias significativas. Sasal *et al*. (2000) tampoco encontraron diferencias estadísticas significativas en la variable pH, registrando en todos los tratamientos un pH cercano al neutro, con uno relativamente más bajo en el correspondiente a estiércol vacuno (6,8).

Collazo (2012), luego del primer ciclo de cultivo del presente estudio, observó en T3 el menor valor relativo de pH actual que resultó ligeramente alcalino, y en T2 un valor de pH muy similar al testigo, resultando ambos moderadamente alcalinos. En el segundo ciclo de cultivo, Collazo *et al*. (2014), encontraron un comportamiento similar, manteniéndose los valores de pH dentro del rango anteriormente mencionado. Las diferencias entre tratamientos no fueron significativas estadísticamente ($p>0,05$), en ninguno de los dos ciclos.

En el Gráfico 8 se observa la evolución del valor de pH a lo largo de los 4 ciclos consecutivos ensayados en este estudio. Teniendo en cuenta que los valores óptimos de pH requeridos por el cultivo de lechuga varían entre 6.8 y 7.4 (Balcaza, 2000), es destacable que los mismos se alcanzaron y mantuvieron a partir de los ciclos 2, 3 y 4, como consecuencia del agregado de abonos, quienes tendrían un potencial efecto regulador del pH del suelo, al contrarrestar el incremento de pH que provocaría el agua de riego, tal como se evidencia en el comportamiento de T1 que alcanza el mayor valor relativo al final del ciclo 4.

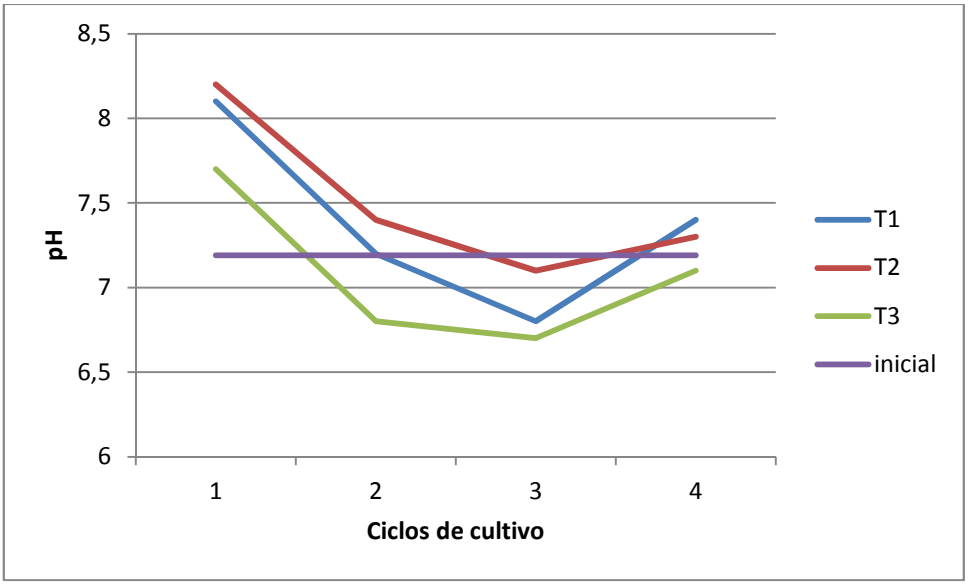

Gráfico 8. Evolución de pH en los 4 ciclos de cultivos diferenciados por tratamientos. Datos de los ciclos 1 y 2 tomados de Collazo (2012) y Collazo, *et al*. (2014).

CE

En la Tabla 7 se detallan los valores medios obtenidos de CE de los ciclos 3 y 4, observándose que en los tres tratamientos no se registraron diferencias significativas estadísticas ($p>0,05$) en ninguno de los ciclos. En todos los casos la CE fue alta, con valores entre 5,04 dS m^{-1} y 5,64 dS m^{-1} para el ciclo 3, y entre 7,86 dS m^{-1} y 10,76 dS m^{-1} para el ciclo 4. Teniendo en cuenta que el valor límite para considerar a un suelo salino es de 4 dS m^{-1}, se comprobó que todos los tratamientos estuvieron por encima de ese valor.

Comparando ambos ciclos (Gráfico 9), se destaca el importante aumento porcentual de la CE registrado en el ciclo 4 respecto al 3, particularmente en T3, en el que se alcanzó un incremento máximo de 111% con diferencias estadísticamente significativas. Estos resultados indudablemente, indican una mayor concentración de sales en el suelo al final del ciclo 4, como consecuencia de un efecto acumulado del riego. Por otro lado se deduce que la mineralización de T3 produciría un mayor aporte de solutos respecto a la de T2.

Independientemente de los resultados de ambos ciclos, es destacable considerar que en todos los casos se superaron ampliamente los valores de CE óptimos requeridos por el cultivo de lechuga (2,7 dS m^{-1}), con lo cual es esperable una disminución importante del rendimiento. Sin embargo, como se observará más adelante, el rendimiento del cultivo no se vio afectado por esta variable.

Tabla 7: Valores medios y desvío estándar de conductividad eléctrica (CE), diferenciados por ciclos, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.

TRATAMIENTO	CE (dS m^{-1})	
	Ciclo 3	Ciclo 4
T1	5,64*a* (*1,21*)	10,11*a* *(5,64*)
T2	5,04*a* (*1,36*)	7,86*a* *(3,04)*
T3	5,1*a* (*0,94*)	10,76*a* (*3,25*)

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05).

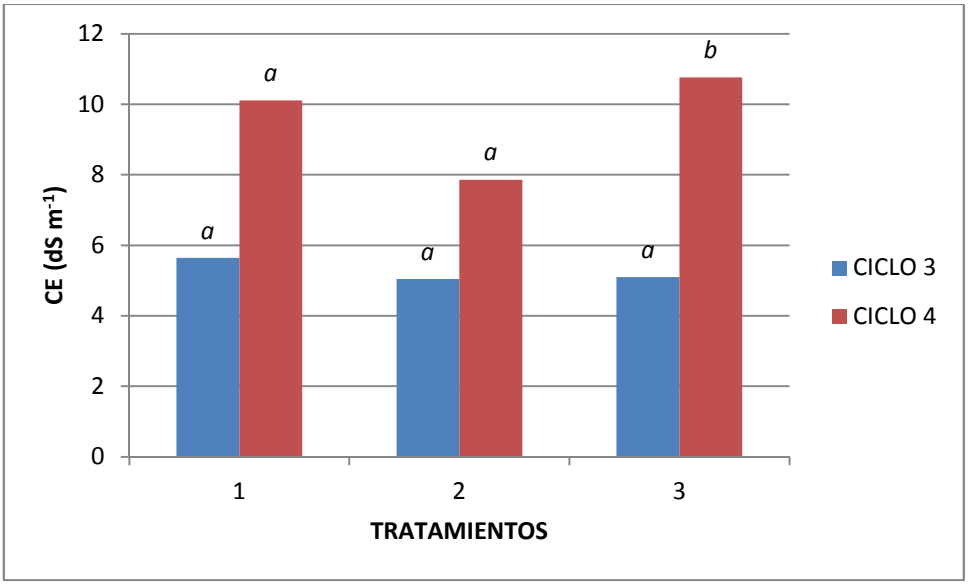

Gráfico 9. Valores medios de Conductividad eléctrica (dS m^{-1}) de los ciclos 3 y 4 para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.
(Medias con letra común no son significativamente diferentes (p>0,05)).

En los resultados obtenidos por Comese *et al*. (2009), se observa que la CE fue baja en todos los tratamientos analizados, con valores entre 0,7 a 0,9 ds m^{-1}, registrándose diferencias significativas en dos tratamientos abonados, uno con harina de hueso, dosis simple 0,050 kg m-2 y otro con compost-lombricompuesto (mezcla) dosis doble + harina de hueso dosis doble, con valores de 0,86 y 0,87 ds m^{-1} respectivamente y de 0,79 ds m^{-1}en el testigo.

Dimas López *et al.* (2001), no hallaron diferencias significativas en los valores medios de CE, siendo de 1,75 ds m^{-1} en el tratamiento testigo con fertilización inorgánica y de 1,9-2,2 ds m^{-1} en los tratamientos con fertilización orgánica.

En el estudio realizado por Collazo (2012) y Collazo *et al*. (2014) de los ciclos de cultivo 1 y 2 previos a los analizados en el presente trabajo, se observó que no hubo diferencias en la variable CE en los tratamientos abonados con respecto al testigo, aunque se destaca un incremento entre 266 y 327% en el ciclo 2 respecto al 1 en los tres tratamientos. En cuanto a la evolución a lo largo de los cuatro ciclos de cultivo, tomando los datos de Collazo (2012) y Collazo *et al*. (2014) se puede observar en el Gráfico 10 que en los ciclos 1 y 3, correspondientes a las estaciones de invierno y verano, la CE fue relativamente más baja, en cambio en los ciclos 2 y 4 (primavera y otoño) es mayor.

El comportamiento de la CE del suelo suele tener correspondencia con la época del año en la que se realizan los distintos ciclos de cultivo, siendo más elevada en la época de verano, donde el proceso de evaporación es mayor. Belcher y Ponce (2011), registraron para suelos del área, valores de CE de 9 y 7 dS m^{-1} en verano y otoño, y de 2 y 3 dS m^{-1} en primavera e invierno, respectivamente, asociando los máximos valores a un efecto acumulado del riego. Sin embargo, como se observa en el Gráfico 9 el comportamiento de la CE en este estudio resultó mayor en los ciclos 2 y 4 correspondientes a las estaciones de primavera e invierno respectivamente. No se encuentra explicación para el descenso de la CE en el ciclo 3 de verano, teniendo en cuenta que la temperatura promedio registrada durante el mismo fue de 25°C, un valor normal para la época del año analizada. Por otro lado se observa que a lo largo del ensayo los valores de CE del suelo siempre superaron el valor inicial de 2,6 dS m^{-1}, mostrando el efecto acumulado del riego, responsable de la salinización del suelo.

En cuanto a la influencia del agregado de abonos sobre la CE del suelo, a la luz de los resultados aquí obtenidos y, en forma preliminar, se puede destacar que T2 poseería un efecto amortiguador del aumento de la CE del suelo debido al agua de riego, por lo que sería más aconsejable la utilización de éste abono.

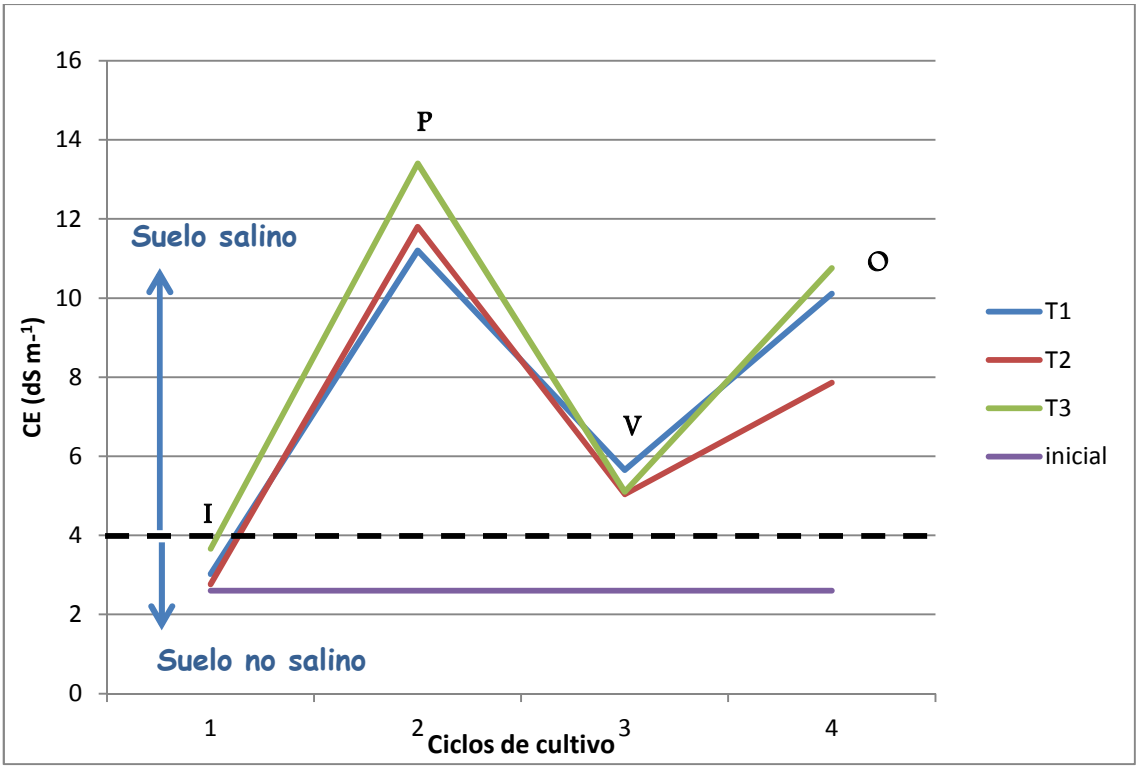

Gráfico 10. Evolución de CE en los 4 ciclos de cultivos diferenciados por tratamientos. Datos de los ciclos 1 y 2 tomados de Collazo (2012) y Collazo *et al*. (2014). Las letras indican las estaciones del año correspondientes a cada ciclo, I: invierno, P: primavera, V: verano y O: otoño. Línea de puntos: valor límite para considerar a un suelo salino.

MO

En la Tabla 8 se encuentran los datos obtenidos de materia orgánica obtenidos en este estudio. Los contenidos medios de MO en todos los casos fueron elevados, teniendo en cuenta que el valor promedio de MO en estos suelos es de 1,5-2 % (Martínez *et al.*, 1972).

Se observa que no hubo diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en ninguno de los ciclos analizados individualmente. En cambio se observaron diferencias importantes comparando el ciclo 4 con el 3, aunque solo en T3 que registró un aumento del 34,8 % (Gráfico 11). Esto puede deberse a que este trabajo se inició con un suelo en buenas condiciones de MO y que el tiempo transcurrido es reducido en cuanto a la manifestación de cambios.

Tabla 8: Valores medios y desvío estándar de materia orgánica (MO), diferenciados por ciclos, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.

TRATAMIENTO	MO (%)	
	Ciclo 3	Ciclo 4
T1	2,9*a* (*0,14*)	3,4*a* (*0,57*)
T2	2,94*a* (*0,8*)	3,2*a* (*0,25*)
T3	2,67*a* (*0,43*)	3,6*a* (*0,27*)

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05).

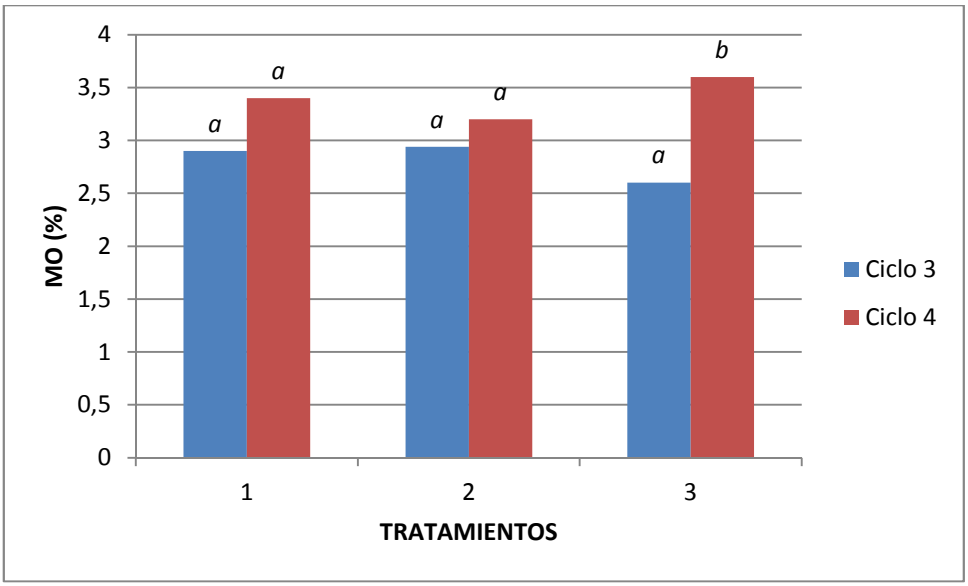

Gráfico 11. Valores medios de Materia orgánica (%) de los ciclos 3 y 4 para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.

(Medias con letra común no son significativamente diferentes (p>0,05)).

Estos resultados coinciden con Vega Ronquillo *et al*. (2009) quienes no registraron diferencias significativas en el contenido de materia orgánica luego de utilizar diferentes compost en el suelo con variados cultivos. Comese *et al*. (2009), al evaluar el efecto de abonados orgánicos luego de un ciclo de cultivo de acelga encontraron que en los tratamientos abonados el contenido de materia orgánica aunque fue ligeramente mayor respecto al testigo sin abonar, no mostró diferencias significativas entre ellos. Los autores asociaron este comportamiento al hecho de que el suelo inicial poseía contenidos favorables de MO para la nutrición de las plantas, la actividad microbiana y las propiedades edáficas. En cambio, encontraron diferencias al analizar fracciones lábiles de la MO, como el carbono orgánico particulado, (COP) el que mostró incrementos en todos los tratamientos abonados.

Por otro lado, Fernández *et al*. (1998), encontraron que el contenido de carbono orgánico se duplicó en los tratamientos abonados con respecto al testigo, luego de agregar durante 5 años consecutivos abonos orgánicos, y partiendo con un suelo inicial de 0,36 % de carbono orgánico. Sasal *et al*. (2000) también hallaron diferencias estadísticas en el contenido de MO entre tratamientos abonados, incluyendo estiércol vacuno, y el testigo; en este caso también se trató de un ensayo relativamente corto, de un año de duración, y partiendo de un suelo con buenos contenidos iniciales de MO, pero probablemente el impacto del abonado fue más notorio debido al hecho de que se utilizaron mayores dosis y a que la evaluación fue realizada en una profundidad menor de suelo, en los primeros 0,12 m.

Collazo (2012) y Collazo *et al*. (2014) realizaron el análisis de materia orgánica de los ciclos 1 y 2 y tampoco encontraron diferencias estadísticas significativas al comparar los tratamientos abonados con el testigo. El Gráfico 12 muestra la evolución de MO en los 4 ciclos de cultivo consecutivos, destacándose que a lo largo del ensayo, se superaron siempre los valores iniciales de MO, incluso en T1.

Dados los resultados obtenidos, es posible concluir que sería conveniente monitorear además del contenido de MO total, el de las fracciones de MO más lábiles, a fin de determinar más adecuadamente el impacto del manejo del suelo. Tal como observó Six *et al*. (1999), las fracciones más lábiles de MO, como el carbono orgánico particulado, son mucho más sensibles a cambios producidos por prácticas de manejo, por ende cuando se realiza un cambio en las prácticas, se altera la dinámica de dichas fracciones, incidiendo sobre el ambiente físico, químico y bioquímicos del suelo.

Por otro lado, el hecho de evaluar las propiedades en una profundidad de 0-0,20 m probablemente "diluya" los cambios en las mismas, respecto a una evaluación realizada a una menor profundidad.

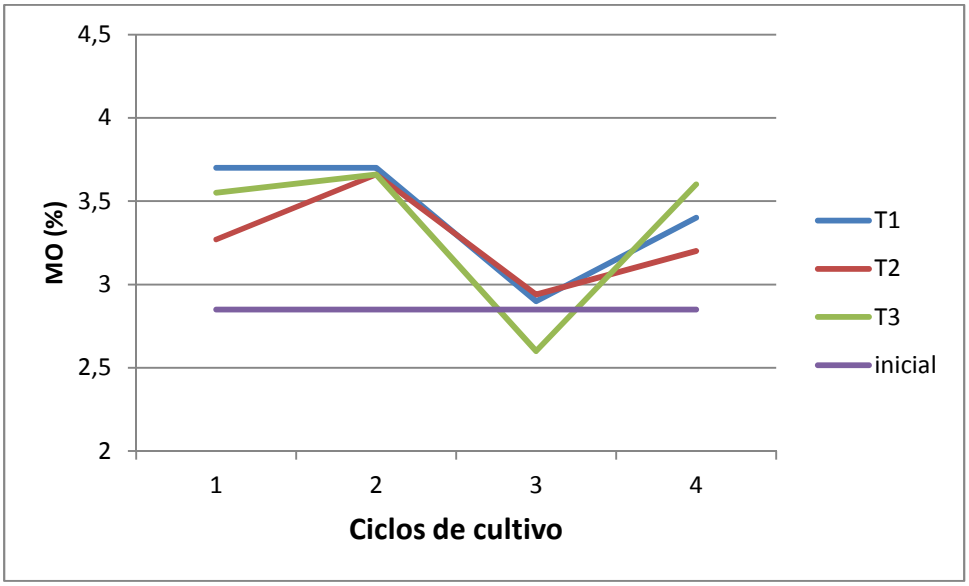

Gráfico 12: Evolución de MO en los 4 ciclos de cultivo diferenciados por tratamientos. Datos de los ciclos 1 y 2 tomados de Collazo (2012) y Collazo *et al*. (2014).

Rendimiento

En la Tabla 9 se encuentran los valores medios de rendimiento (R) de lechuga obtenidos por tratamiento y por ciclo estudiado. Se observa que el rendimiento fue muy similar en cada uno de ellos, independientemente del tratamiento analizado, con máximos de 2,7 y 3,4 kg m^{-2} en los ciclos 3 y 4 respectivamente. Los valores máximos se asociaron en ambos ciclos a T3. Sin embargo, no se registraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en ninguno de los ciclos.

Entre ciclos, en cambio, los rendimientos medios obtenidos fueron entre 18 y 29% más elevados en el ciclo 4 respecto al 3, aunque solo registró diferencias estadísticas significativas en T2, tratamiento que presentó la menor variabilidad de datos (Gráfico 13).

Tabla 9: Valores medios y desvío estándar de Rendimiento, diferenciados por ciclos, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO (kg m^{-2})	
	Ciclo 3	Ciclo 4
T1	2,6*a* (*0,66*)	3,22*a* (*0,75*)
T2	2,66*a* (*0,62*)	3,15*a* (*0,63*)
T3	2,67*a* (*0,82*)	3,45*a* (*1,02*)

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05).

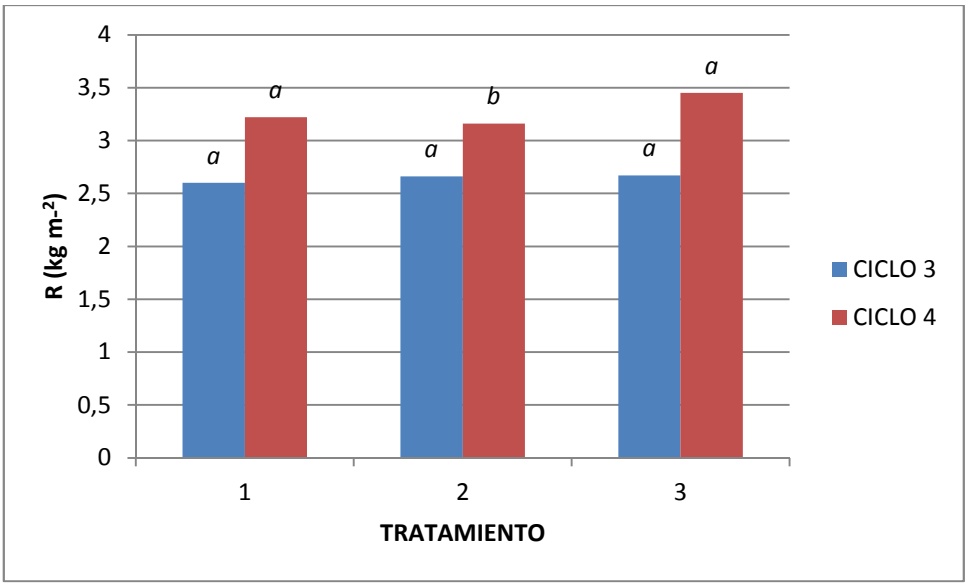

Gráfico 13. Valores medios de Rendimiento (kg m^{-2}) de los ciclos 3 y 4 para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.
(Medias con letra común no son significativamente diferentes (p>0,05)).

Estos resultados son similares a los encontrados por Dimas López *et al.* (2011), quienes observaron que el tratamiento testigo con fertilización inorgánica, presentó el

rendimiento más alto de grano de maíz, comparado con los tratamientos con fertilización orgánica, pero no encontraron diferencias en los rendimientos medios entre tratamientos. Esto indica que los abonos orgánicos, son una alternativa para sustituir la fertilización inorgánica, debido a que abastecen al suelo de nutrientes como el N y demás elementos esenciales que contiene la composta.

Vega Ronquillo *et al*. (2009) evaluaron el efecto de diferentes abonados en el rendimiento del cultivo ají var. Chay, y encontraron que el mayor rendimiento se logró con la aplicación de lombricompuesto. Eghball y Power (1999) y Singer *et al*. (2004) señalaron que las enmiendas al suelo con compost incrementaron los rendimientos de maíz y soja, lo cual está influenciado por una mayor capacidad de agua disponible debido al aumento de la MO, y a un efecto favorable del estado de la planta en cuanto a su contenido de nitrógeno y fósforo debido a la mineralización de la MO. También Ciaparelli *et al*. (2011) al comparar el rendimiento de trigo obtenido con y sin fertilización química y por otro lado, el obtenido con la aplicación de dosis de 30 y 50 tn ha^{-1} de estiércol vacuno, encontraron diferencias significativas entre el tratamiento con mayor dosis de estiércol y el testigo sin fertilizar, sugiriendo que este resultado se debe a la diferencia en la concentración de N aplicado entre uno y otro.

Collazo (2012) y Collazo *et al*. (2014) tampoco encontraron diferencias estadísticas significativas en los rendimientos al comparar los tratamientos abonados con el testigo, en los ciclos 1 y 2. En el Gráfico 14 se representa la evolución del rendimiento a lo largo de los 4 ciclos de cultivo, destacándose la similitud del mismo con el comportamiento de la MO (Gráfico 12). Cabe destacar que el análisis de regresión lineal entre ambas variables resultó positivo y altamente significativo (Gráfico 15). Teniendo en cuenta que el rendimiento de lechuga es muy sensible al contenido de nitratos en el suelo se asume que la relación positiva encontrada entre rendimiento y MO se asociaría al aporte de nitratos producto de la mineralización de la MO.

Por otro lado, es destacable que los rendimientos estuvieron en los ciclos 1, 2 y 4 por encima de 3 kg m^{-2}, un valor óptimo teniendo en cuenta que para la zona donde se realizó éste estudio, los mismos promedian entre 2, 5 y 3,5 kg m^{-2}. Además, a pesar de que los valores de CE superaron hasta 4 veces (ciclo 2) el valor óptimo requerido por el cultivo de lechuga, no se detectaron disminuciones en el rendimiento.

El hecho de encontrar similares valores de rendimiento en todos los tratamientos analizados en este trabajo, excepto en T2, se explicaría por la inexistencia de diferencias significativas en las variables edáficas anteriormente evaluadas entre tratamientos.

Finalmente, cabe destacar que las condiciones iniciales del ensayo de la mayoría de las variables edáficas (DA, MO, pH, P) fueron óptimas, las cuales garantizaron un adecuado rendimiento del cultivo.

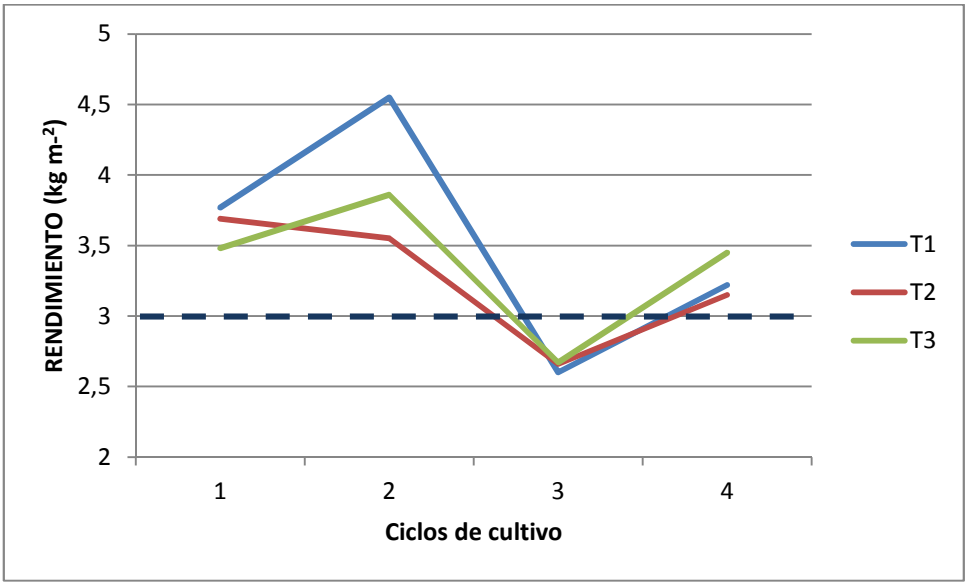

Gráfico 14: Evolución de Rendimiento (kg m^{-2}) en los 4 ciclos de cultivo diferenciados por tratamientos. Datos de los ciclos 1 y 2 tomados de Collazo (2012) y Collazo, *et al*. (2014). Línea de puntos: Valor promedio de rendimiento para la zona.

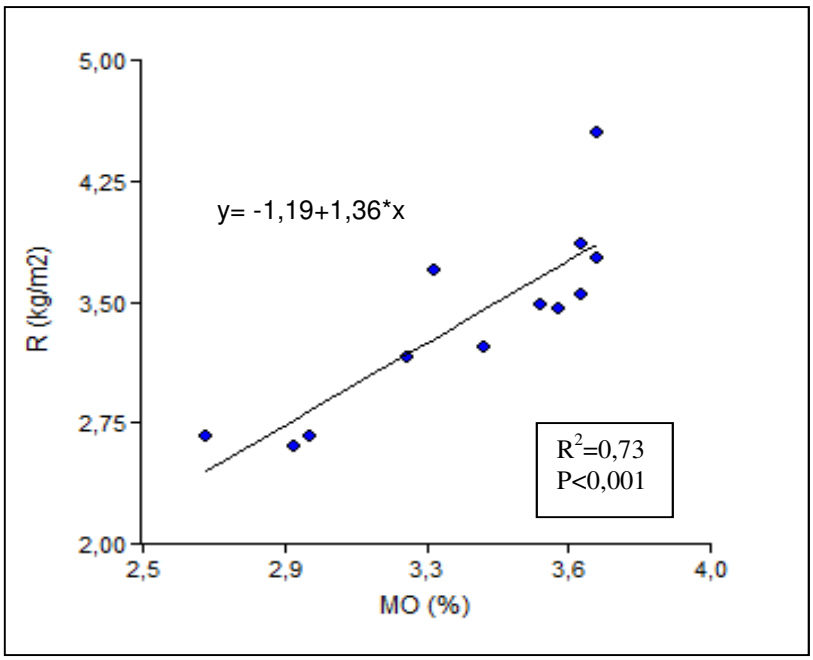

Gráfico 15: Efecto de la materia orgánica en el rendimiento del cultivo de lechuga.

CONCLUSIONES.

Como conclusión general, los resultados de este estudio permitieron demostrar que:

La cantidad de MO agregada al suelo en las enmiendas no fue suficiente para provocar un incremento de MO en el suelo. Evidentemente las dosis aplicadas al suelo resultaron bajas. Como consecuencia no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos en las variables MO, DA, P, AU, PMP, CE, pH, R.

Sin embargo, del análisis de la evolución de los cuatro ciclos, se comprobó que:

El tipo de enmienda agregada al suelo, aún en dosis bajas, provocó un aumento de la CE del suelo. En este sentido la mineralización de T3 habría aportado más solutos a la solución que T2. Este hecho se vio reflejado en los valores de P disponible, los que a pesar de registrar valores muy elevados en todos los tratamientos al final del ensayo, mostraron incrementos significativos sólo en T3.

Un año de experimento fue suficiente para confirmar la ocurrencia del proceso de salinización edáfico. Éste, que es consecuencia fundamentalmente del riego con agua de mala calidad, podría acentuarse con la aplicación continua de las enmiendas aquí utilizadas, sobre

todo si se incrementaran las dosis aplicadas, el sistema poroso del suelo se habría modificado como consecuencia del agregado de abonos mejorando la capacidad de almacenamiento de agua útil del suelo, que si bien se incrementó en todos los tratamientos, alcanzó los máximos en los tratamientos abonados, particularmente en T2.

El agregado de abonos orgánicos al suelo permitió contrarrestar el incremento de pH que se registró en el tratamiento testigo como consecuencia del riego. Esto indicaría, que el uso de los abonos orgánicos tendría un potencial efecto regulador del mismo.

El rendimiento de lechuga mostró una relación altamente significativa con los contenidos de MO del suelo y no se vio afectado por los elevados valores de CE del mismo, si se toman como referencia los rendimientos normales de la zona. En este sentido, de los resultados obtenidos se desprende que sería necesario mantener los valores de MO del suelo por encima de 3%, para garantizar buenos rendimientos, con lo cual el agregado de enmiendas, aún en dosis bajas, contribuye a mantenerlos a lo largo del tiempo.

Evidentemente, cuatro ciclos de cultivo resultaron escasos para modificar el balance de MO del suelo que, según los resultados de este estudio, no se vio afectado.

Ensayos a largo plazo en la región son esenciales para determinar la cantidad de ciclos de cultivo que conducirían a estos sistemas de producción, a una disminución del contenido de carbono orgánico del suelo, si no se aplican enmiendas orgánicas, debido al bajo aporte anual de carbono por parte de las hortalizas.

Por lo tanto, la hipótesis planteada que sostenía que la aplicación de abonos orgánicos resultaría en una mejora en las variables físicas y químicas del suelo evaluadas, se comprobó para las variables Capacidad de Campo, Punto de Marchitez Permanente, Agua útil, Fósforo, pH, Conductividad eléctrica, Materia orgánica y Rendimiento.

BIBLIOGRAFÍA

Albanesi, A., Anriquez, A., Garay, F., Mondino, M., Sánchez de Pinto, M. y Polo, A. (2012). Efectos de compost y lombricompost de residuos domiciliarios y de matadero en el suelo y la productividad y calidad del algodón. Compostaje en la Argentina. Experiencias en Producción, Calidad y Uso. Mazarino M. J., P. Sati (eds). Edit. UNRN y Orientación Gráfica Editora. ISBN 978-987-9260-93-7. Cap. 15: 209-21.

Andreau, R., Gelati, P., Provaza, M., Bennardi, B., Fernández, D., y Vázquez M. (2012). Degradación física y química de dos suelos del cordón hortícola platense. Alternativas de tratamiento. Ciencia del suelo 30 (2), 107-117.

Andriulo, A. y Cardone, G. (1998). Impacto de las labranzas y rotaciones sobre la MO de los suelos de la región pampeana húmeda. INTA y Hemisferio Sur SA. Argentina. 65-96 pp.

Balcaza, L. F. (2000). Importancia de la calidad de agua de riego en los cultivos bajo cubierta. http://anterior.inta.gov.ar/f/?url=http://anterior.inta.gob.ar/sanpedro/info/doc/hor/lb_001.htm, visitado el 3 de septiembre de 2012.

Barbacone, A. y Costa, J. L. (1999). Efecto de la calidad de agua para riego sobre algunas propiedades químicas de dos suelos del sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. 14 Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Pucón Chile.

Baudino, E. M., de la Nava, H., Salazar Sarachini, J., Grégoire, H. y Siliquini, O. A. (2007). Relevamiento de plagas y enemigos naturales en el cultivo de lechuga. Provincia de La Pampa (Argentina). Revista FCA, UNCuyo 39 (1), 101-105.

Belcher, B. J. y Ponce, J. P. (2011). Producción, contenido de nitratos y proteína bruta en plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) crespa y mantecosa, con dos dosis de fertilizante y cuatro épocas de cultivo. Trabajo Final de Graduación para alcanzar el grado de Ingeniero Agrónomo. UNLPam. 40 pp.

Cano, E., Casagrande, G., Conti, H., Salazar Lea Plaza, J., Peña Zubiate, C., Maldonado Pinedo, D., Martínez, H., Hevia, R., Scoppa, C., Fernández, B., Montes, M., Musto, J. y Pittaluga, A. (1980). Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la provincia de La Pampa. Clima, Geomorfología, Suelo y Vegetación. Buenos Aires,

Argentina. Universidad Nacional de La Pampa, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 493 pp.

Carreira, D. (2005). Carbono oxidable: Una forma de medir la materia orgánica del suelo. En: Manual "Tecnología en Análisis de Suelos: Alcances a laboratorios agropecuarios" (Eds. L. Marban y S. Ratto) de la AACS. Capitulo IV parte 1, 91-102.

Castro, A., Henríquez, C. y Bertsch, F. (2009). Capacidad de suministros de N, P y K de cuatro abonos orgánicos. Agronomía Costarricense 33(1), 31- 43.

Cervantes Flores, M. A. (2004). Abonos orgánicos. Centro de formación profesional agraria. E.F.A. CAMPOMAR. http://www.infoagro.com

Ciapparelli, I. C., De Siervi, M., Maisonnave, R., Weigandt, C., de Iorio, A.F., García, A. R. (2011). Respuesta del cultivo de trigo al agregado de estiércol como medida de utilización de residuos de feedlot. Conferencia Geográfica Regional UGI 2011.

Collazo, M. J. (2012). Efecto de dos abonos orgánicos sobre propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento de la lechuga (*Lactuca sativa L.*var *Brisa*). En un Haplustol éntico, Santa Rosa, La Pampa. Trabajo Final de Graduación para alcanzar el grado de Ingeniero en Recursos Naturales y Medio Ambiente. UNLPam. 53 pp.

Collazo, M. J., Bartel, A. y Belmonte, V. (2013). Efectos de abonos orgánicos sobre propiedades edáficas y rendimiento de *Lactuca sativa L.* Congreso de suelo.

Comese, R. V, González, M. G. y Conti, M. E. (2009). Cambios en las propiedades de suelo de huerta y rendimiento de *beta vulgaris* var. *cicla* por el uso de enmiendas orgánicas. Ciencia del Suelo 27(2), 271-275.

Conti, M. (2000). Principios de edafología. Con enfánsis en suelos argentinos. Editorial Facultad de Agronomía. Buenos Aires. 430 pp.

Dimas López, J., Díaz, E. A., Martínez, R. E. y Valdez Cepeda, R. D. (2001). Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. Terra 19, 293-299.

Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., Robledo, C. W. (2011). InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL http://www.infostat.com.ar.

Eghball, B. y Power, F. (1999). Phosphorus and nitrogen. Baesed manure and compost application: Corn production and soil Phosphorus. Soil Sci. Soc. Am. J. 63:895-901.

Fernández, N. N., Quant Bermúdez, F. J. y de Caram, G. A. (1998). El uso de tres abonos orgánicos sobre ciertas propiedades del suelo en producción hortícola. Agrotecnia 4, 2-11.

Galantini, J. A. y Suñer, L. (2008). Las fracciones orgánicas del suelo: análisis en los suelos de la Argentina. Agriscientia 25 (1): 41-55.

Galantini, J. A., Rosell, R. A. y Iglesias, J.O. (1994). Determinación de materia orgánica en fracciones granulométricas de suelos de la región semiárida bonaerense. Ciencia del Suelo 12 (2) 81-83.

Gonella, C. A., Hernández, R. A, Pérez, L. A. y Homse, A. C. (1999). Producción ecológica: naturalmente de calidad. INTA. EEA General Villegas. 48 pp.

Grasso, R., Muguiro, A., Ferrato, J., Mondino, M. C. y Longo, A. (2006). Manual de Producciones Hortícolas. Publicación del CERET La Pampa y Ministerio de la producción de la Provincia de La Pampa. 49 pp.

Hernández Rodríguez, O. A., Ojeda Barrioas, D. L., López Díaz, J. C. y Arras Vota, A. M. (2010). Abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. El científico frente a la sociedad 4 (1), 1-6.

Jiménez, L., Noguera, N. y Larreal, M. (2004). Cambios en la productividad de un Ultisol degradado mediante la aplicación de estiércol bovino. Revista de la Facultad de Agronomía. Universidad de Zulia, Venezuela. 21 (3), 246-259.

Julca, O. A., Meneses, F. L., Blas, S. R. y Bello, A. S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. IDESIA 24 (1), 49-61.

Legaz, F. y Primo Millo, E. (1992). Influencia de la fertilización nitrogenada en la contaminación por nitratos de las aguas subterráneas. Levante Agrícola 317-318, 4-15.

Martínez, H. M., Sighel, R. R. y Calamari, N. (1972). Contribución al conocimiento de los suelos del departamento capital, Provincia de La Pampa. Santa Rosa, La Pampa. 51 pp.

Muguiro, A.; R. Grasso; C. Pechin.; P. Olivieri. 2013. Resultados del Censo Hortícola de la provincia de La Pampa campaña 2010-2011. Presentado en el XXXVI Congreso Argentino de Horticultura, realizado en San Miguel de Tucumán, del 24 al 26 de Septiembre de 2013. ISBN 978-987-99004-1-3.

Porta Casanellas, J., López Acevedo Reguerín, M. y Roquero De Laburu, C. (1999). Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi. España. 848 pp.

Romero Lima, M. del R., Trinidad Santos, A., García Espinosa, R. y Ferrera Cerrato, R. (2000). Producción de papa y biomasa microbiana en suelo con abonos orgánicos y minerales. Agrociencia 34 (3), 261-269.

Rosane, G. A. (2011). Aplicación de enmiendas en suelos salinizados y alcalinizados por efecto del riego con agua subterránea, en relación al rendimiento de lechuga bajo invernadero. Trabajo Final de Graduación para alcanzar el grado de Ingeniero Agrónomo. UNLPam. 25 pp.

Rosell, R., Gasparoni, J. y Galantini, J. (2001). Soil organic matter evaluation. In Assessment Methods for Soil Carbon (Ed. R. Lal, J.M. Kimble, R.F. Follett y B.A. Stewart). Serie Advances in Soil Science, Chapter 21, pp. 311-322.

Rotondo, R., Firpo, I., Ferreras, L., Toresani, S., Fernandez, E. y Gómez E. (2009). Uso de enmiendas orgánicas y fertilizante nitrogenado en sistemas de cultivos hortícolas. http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/27/8AM27.htm, visitado el 7 Marzo 2014.

Sainato, C. M., Galindo, G. y Heredia, O. (2006). Agua subterránea. Exploración y utilización agropecuaria. Editorial Facultad de Agronomía, UBA. 115 pp.

Sánchez, T.M. (2010). Evaluación de la calidad de lechuga (*Lactuca sativa L.*) respecto a su contenido de nitratos y materia seca. Revista de la Facultad de Agronomía, UNLPam 21, 31-38.

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

Sasal, C., Andriulo, A., Ulle, J., Abrego, F., Bueno, M. (2000). Efecto de diferentes enmiendas sobre algunas propiedades edáficas en sistemas de producción hortícola del centro norte de la región pampeana húmeda. Ciencia del Suelo 18 (2), 95-104.

Schlichting, E., Blume, H. y Stahr, K. (1995). Bodunkundliches Praktikum Pareys Studientexte 81. Blackwell Wissenschaftas-Verlag. Berlin. 295 pp.

Schnitman, G. y Lernoud, P. (1992). Agricultura orgánica. Experiencias de cultivo ecológico en la Argentina. Buenos Aires: Planeta Argentina. 336 pp.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de La Nación (SAyDS). (2007). Primer inventario nacional de bosques nativos: informe regional espinal, segunda parte. Primera edición: Buenos Aires, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de La Nación. 154 pp.

Singer, J., Kohler, K., Liebman, M., Richard, T., Cambardella, C. y Buhler, D. (2004). Tillage and compost affect yield of corn, soybean, and wheat and soil fertility. Agron. J. 96:531-537.

Six, J., Elliot, E. T. y Paustian, K. (1999). Aggregate and soil organic matter dynamics under conventional and no-tillage systems. Soil Soc. Am. J. 63:1350-1358.

Siliquini, O. Gregoire, H. y Scarone, J. (2001). Evolución de la producción hortícola en la provincia de La Pampa. Congreso Argentino de Horticultura. Jujuy 2001. Resúmenes. 20 (48).

Studdert, G; Domínguez, G., Eiza, M., Videla, C. y Echeverría, H. (2008). Materia orgánica particulada y su relación con la fertilidad nitrogenada en el sudeste bonaerense. pp. 53-70. En: Estudio de las fracciones orgánicas en suelos de la Argentina. Ed. J Galantini. Ed.Universidad Nacional del Sur. Argentina. 308 p.

Studdert, G., Echeverría, H. (2000). Crop rotations and nitrogen fertilization to manage soil organic carbon dynamics. Soil Sci. Soc. Am. J. 64:1496-1503.

Tan, Z; Lal, R., Owens, L. y Izaurralde, R. (2007). Distribution of light and heavy fractions of soil organic carbon as related to land use and tillage practice. Soil & Tillage Research 92: 53-59.

Unión Industrial Argentina (UIA). 2008. "Debilidades y desafíos tecnológicos del sector productivo: hortalizas de hojas verdes (acelga, espinaca, lechuga) La Pampa y Santa Cruz" http://ebookbrowse.com/uia-hortalizas-de-hoja-08-pdf-d75085026

Vázquez Nicolás, J. N., Solano Vergara, J. J., Vázquez Rosales, R., Aguirre Flores, V., Bahena Galindo, M. E., Oliver Guadarrama, R., Granjeno Colín, A. E., Orihuela Trujillo, A. y Flores Pérez, F. I. (2009). Efecto de enmiendas orgánicas y fertilizante químico en la producción de pasto taiwán Pennisetum purpureum Schaum. Investigación Agropecuaria 6 (2), 205-218.

Vega Ronquillo, E., Rodríguez Guzmán, R. y Serrano González, N. (2009). Sustratos orgánicos usados para la producción de ají chay (C*apsicum annuum* L.) en un huerto orgánico intensivo del trópico. UDO Agrícola 9 (3), 522-529.

ANEXOS

Anexo Nº 1: Análisis de las propiedades físico-químicas de los suelos

Tabla A 1: Capacidad de campo (%), ciclo 3, para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.

Tratamiento	CC
T1	14,5
T1	14,24
T1	13,93
T1	15,5
T1	15,63
T2	13,76
T2	14,37
T2	15,07
T2	13,67
T2	16,4
T3	15,15
T3	13,57
T3	16,14
T3	13,6
T3	14,85

Tabla A 2: Capacidad de campo (%), ciclo 4, para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.

Tratamiento	CC
T1	16,73
T1	16,17
T1	17,09
T1	16,41
T1	16,75
T2	17,44
T2	17,72
T2	19,62
T2	15,8
T2	20,26
T3	17,33
T3	17,38
T3	19,38
T3	17,07
T3	19,02

Tabla A 3: Punto de marchitez permanente (%), ciclo 3, para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.

Tratamiento	PMP
T1	10,84
T1	8,46
T1	9,65
T1	10,84
T1	7,27

T2	8,46
T2	9,65
T2	13,21
T2	10,84
T2	13,21
T3	10,84
T3	9,65
T3	12,02
T3	7,27
T3	10,84

Tabla A 4: Punto de marchitez permanente (%), ciclo 4, para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.

Tratamiento	PMP
T1	4,9
T1	5,49
T1	3,71
T1	4,9
T1	4,9
T2	6,08
T2	4,9
T2	6,08
T2	4,66
T2	5,85
T3	7,27
T3	6,08
T3	6,68
T3	3,71
T3	5,49

Tabla A 5: Agua útil (%), ciclo 3, para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}

Tratamiento	AGUA UTIL
T1	3,66
T1	5,78
T1	4,28
T1	4,66
T1	8,36
T2	5,3
T2	4,72
T2	1,86
T2	2,83
T2	3,19
T3	4,31
T3	3,92
T3	4,12
T3	6,33
T3	4,01

Tabla A 6: Agua útil (%), ciclo 4, para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}

Tratamiento	Agua útil
T1	11,83
T1	10,68
T1	13,38
T1	11,51
T1	11,85

T2	11,36
T2	12,82
T2	13,54
T2	11,14
T2	14,41
T3	10,06
T3	11,3
T3	12,7
T3	13,36
T3	13,53

Tabla A 7: Densidad aparente (%), ciclo 3, para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.

Tratamiento	DA
T1	1,14
T1	1,07
T1	1,12
T1	1,13
T1	1,13
T2	1,06
T2	1,05
T2	1,14
T2	1,11
T2	1,09
T3	1,03
T3	1,05
T3	1,02
T3	1,15
T3	1,08

Tabla A 8: Densidad aparente (%), ciclo 4, para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.

Tratamiento	DA
T1	1,13
T1	1,11
T1	1,15
T1	1,13
T1	1,06
T2	1,01
T2	1,05
T2	1,06
T2	1,10
T2	1,03
T3	0,97
T3	1,07
T3	1,16
T3	1,08
T3	1,08

Tabla A 9: Fósforo (ppm), ciclo 3, para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}

Tratamiento	P
T1	768
T1	868
T1	880
T1	640
T1	336

T2	660
T2	528
T2	932
T2	440
T2	456
T3	600
T3	432
T3	740
T3	380
T3	208

Tabla A 10: Fósforo (ppm), ciclo 4, para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}

Tratamiento	P
T1	488
T1	920
T1	712
T1	580
T1	548
T2	792
T2	552
T2	992
T2	556
T2	456
T3	972
T3	664
T3	1160
T3	644
T3	404

Tabla A 11: pH, ciclo 3, para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.

Tratamiento	pH
T1	6,9
T1	7,2
T1	6,5
T1	6,6
T1	6,8
T2	7,3
T2	7,2
T2	7
T2	7
T2	7,1
T3	6,8
T3	7,1
T3	6,7
T3	7,2
T3	7

Tabla A 12: pH, ciclo 4, para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.

Tratamiento	pH
T1	7,6
T1	6,74
T1	7,5
T1	7,34
T1	7,74

T2	7
T2	7,8
T2	6,7
T2	7,3
T2	7,7
T3	6,3
T3	7,72
T3	6,2
T3	7,4
T3	7,89

Tabla A 13: CE (mmhos cm^{-1}), ciclo 3, para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.

Tratamiento	CE
T1	5
T1	7,6
T1	4,4
T1	5,8
T1	5,4
T2	3,3
T2	5,1
T2	4,2
T2	5,8
T2	6,8
T3	4,8
T3	6,6
T3	5
T3	4
T3	5,1

Tabla A 14: CE (mmhos cm^{-1}), ciclo 4, para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.

Tratamiento	CE
T1	4,19
T1	4,4
T1	12
T1	13
T1	17
T2	10,82
T2	10,82
T2	3,61
T2	7,21
T2	6,87
T3	5,23
T3	12,79
T3	12,79
T3	12,56
T3	10,47

Tabla A 15: MO (%), ciclo 3, para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}

Tratamiento	MO
T1	2,80
T1	2,79
T1	2,80
T1	2,96
T1	3,12

T2	2,57
T2	2,36
T2	4,28
T2	2,42
T2	3,05
T3	2,59
T3	3,43
T3	2,54
T3	1,97
T3	2,44

Tabla A 16: MO (%), ciclo 4, para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}

Tratamiento	MO
T1	3,4
T1	4,4
T1	3,1
T1	3,5
T1	2,8
T2	3,2
T2	3,6
T2	3,4
T2	2,9
T2	2,8
T3	4,1
T3	3,2
T3	4,0
T3	3,1
T3	3,6

Tabla A 17: Rendimiento (kg m^{-2}), ciclo 3, para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}.

Tratamiento	Rendimiento
T1	3,05
T1	3,19
T1	2,61
T1	3,34
T1	3,48
T1	3,77
T1	3,19
T1	2,32
T1	3,34
T1	2,47
T1	2,76
T1	1,02
T1	1,89
T1	2,18
T1	1,89
T1	1,74
T1	2,03
T1	1,31
T1	1,74
T1	1,89
T1	2,18
T1	2,61
T1	2,47
T1	2,47
T1	1,89
T1	2,61
T1	2,76

T1	2,03
T1	2,18
T1	3,19
T1	1,89
T1	2,03
T1	2,03
T1	2,61
T1	2,90
T1	2,76
T1	2,03
T1	2,90
T1	2,47
T1	2,61
T1	3,19
T1	3,63
T1	3,05
T1	3,34
T1	3,63
T1	3,63
T1	3,63
T1	2,90
T1	3,34
T1	2,18

T2	2,03
T2	1,89
T2	3,63
T2	2,61
T2	2,90
T2	2,32
T2	2,61
T2	3,19
T2	2,61
T2	3,19
T2	2,47
T2	2,18
T2	2,61
T2	2,32
T2	3,05
T2	2,76
T2	3,19
T2	3,19
T2	3,05
T2	2,32
T2	2,47
T2	2,32
T2	3,19
T2	2,90
T2	3,34
T2	1,89
T2	2,90
T2	2,90
T2	2,47
T2	2,32
T2	2,90

T2	1,89
T2	2,47
T2	2,47
T2	2,90
T2	2,47
T2	1,45
T2	1,74
T2	1,89
T2	1,89
T2	3,34
T2	2,61
T2	2,18
T2	2,03
T2	4,35
T2	2,18
T2	3,48
T2	2,03
T2	3,92
T2	3,92

T3	1,31
T3	2,76
T3	1,60
T3	2,47
T3	2,03
T3	2,03
T3	1,89
T3	2,18
T3	3,92
T3	2,32
T3	2,32
T3	1,89
T3	2,32
T3	2,47
T3	1,74
T3	2,47
T3	1,74
T3	2,03
T3	2,32
T3	2,18
T3	3,19
T3	2,90
T3	3,48
T3	2,90
T3	2,76
T3	2,61
T3	2,90
T3	1,89
T3	2,76
T3	2,90
T3	4,35

T3	5,37
T3	4,79
T3	3,19
T3	4,79
T3	2,47
T3	2,76
T3	3,05
T3	2,76
T3	3,34
T3	3,05
T3	2,18
T3	2,32
T3	2,76
T3	2,32
T3	2,61
T3	2,18
T3	2,18
T3	2,61
T3	2,18

Tabla A 18: Rendimiento (kg m^{-2}), ciclo 4, para cada tratamiento, donde T1: testigo sin abonar; T2: abonado con estiércol vacuno, dosis de 3 kg m^{-2} y T3: abonado con compost, dosis de 3 kg m^{-2}

Tratamiento	Rendimiento
T1	3,8
T1	4,8
T1	4,1
T1	2,5
T1	3,4
T1	3,6
T1	3,7
T1	3,0
T1	3,4
T1	4,4
T1	3,8
T1	3,6
T1	1,3
T1	2,6
T1	3,6
T1	4,3
T1	2,1
T1	2,0
T1	3,0
T1	2,7
T1	2,6
T1	3,4
T1	4,3
T1	3,3
T1	4,1
T1	3,8
T1	2,7
T1	1,9
T1	2,6
T1	4,2
T1	3,2
T1	3,0
T1	3,3
T1	3,3
T1	3,4
T1	1,7
T1	3,8
T1	4,1

T1	3,1
T1	2,8
T1	3,1
T1	3,6
T1	2,5
T1	2,8
T1	4,5
T1	2,9
T1	3,0
T1	2,9
T1	2,7
T1	2,7
T2	4,2
T2	3,4
T2	3,7
T2	2,2
T2	3,8
T2	4,0
T2	3,1
T2	4,0
T2	2,6
T2	3,4
T2	3,6
T2	2,3
T2	3,3
T2	3,6
T2	3,0
T2	3,2
T2	3,0
T2	2,8
T2	3,1
T2	3,1
T2	2,7
T2	2,4
T2	3,2
T2	2,9
T2	3,4
T2	3,7
T2	3,3
T2	3,7
T2	2,9
T2	3,1
T2	3,8
T2	2,5

T2	3,6
T2	2,7
T2	1,8
T2	4,1
T2	3,3
T2	3,6
T2	2,6
T2	3,3
T2	3,8
T2	2,6
T2	3,5
T2	3,4
T2	3,9
T2	3,5
T2	3,3
T2	2,8
T2	1,5
T2	1,9
T3	3,0
T3	4,8
T3	3,5
T3	3,6
T3	2,7
T3	4,0
T3	3,8
T3	4,2
T3	2,8
T3	2,8
T3	2,0
T3	3,7
T3	4,8
T3	4,5
T3	2,1
T3	1,3
T3	2,8
T3	4,1
T3	3,8
T3	2,6
T3	4,2
T3	4,8
T3	4,3
T3	5,1
T3	4,6
T3	3,3

T3	4,6
T3	4,4
T3	4,5
T3	5,4
T3	3,4
T3	3,7
T3	3,0
T3	2,2
T3	5,1
T3	2,7
T3	2,9
T3	2,9
T3	2,7
T3	4,6
T3	4,2
T3	2,5
T3	2,7
T3	3,1
T3	2,0
T3	2,9
T3	1,6
T3	2,7
T3	1,9
T3	3,2

ANEXO N° 2 Análisis estadístico.

CICLO	Variable	N	R²	R² Aj	CV
3	DA	15	0.26	0.14	3.68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.01	2	3.4E-03	2.09	0.1658
TRAT	0.01	2	3.4E-03	2.09	0.1658
Error	0.02	12	1.6E-03		
Total	0.03	14			

CICLO	Variable	N	R²	R² Aj	CV
4	DA	15	0.29	0.17	4.44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.01	2	0.01	2.46	0.1277
TRAT	0.01	2	0.01	2.46	0.1277
Error	0.03	12	2.3E-03		
Total	0.04	14			

CE 3

Variable	N	R²	R² Aj	CV
CE 3	15	0.06	0.00	22.52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.09	2	0.55	0.39	0.6860
TRAT	1.09	2	0.55	0.39	0.6860
Error	16.84	12	1.40		
Total	17.94	14			

%HUMEQ 3

CICLO	Variable	N	R²	R² Aj	CV
3	%HUMEQ	15	2.9E-03	0.00	6.86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.03	2	0.02	0.02	0.9830
TRAT	0.03	2	0.02	0.02	0.9830
Error	12.18	12	1.01		
Total	12.21	14			

% HUM 4

Variable	N	R²	R² Aj	CV
% HUM 4	15	0.27	0.15	6.79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15.49	2	7.74	2.27	0.1455
TRAT	15.49	2	7.74	2.27	0.1455
Error	40.87	12	3.41		
Total	56.36	14			

FOSFORO 3

Variable	N	R²	R² Aj	CV
FOSFORO 3	15	0.32	0.20	41.27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	293420.80	2	146710.40	2.80	0.1003
TRAT	293420.80	2	146710.40	2.80	0.1003
Error	628076.80	12	52339.73		
Total	921497.60	14			

FOSFORO 4

Variable	N	R²	R² Aj	CV
FOSFORO 4	15	0.06	0.00	33.79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	40748.80	2	20374.40	0.37	0.6994
TRAT	40748.80	2	20374.40	0.37	0.6994
Error	663539.20	12	55294.93		
Total	704288.00	14			

MO 3

CICLO	Variable	N	R²	R² Aj	CV
3	MO	15	0.06	0.00	18.76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.20	2	0.10	0.36	0.7038
TRAT	0.20	2	0.10	0.36	0.7038
Error	3.39	12	0.28		
Total	3.60	14			

MO 4

Variable	N	R²	R² Aj	CV
MO 4	15	0.03	0.00	15.49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.89	2	0.44	0.20	0.8178
TRAT	0.89	2	0.44	0.20	0.8178
Error	26.03	12	2.17		
Total	26.92	14			

PH 3

Variable	N	R²	R² Aj	CV
PH 3	15	0.32	0.21	3.05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.26	2	0.13	2.84	0.0975
TRAT	0.26	2	0.13	2.84	0.0975
Error	0.54	12	0.05		
Total	0.80	14			

CE4

Variable	N	R²	R² Aj	CV
CE4	15	0.10	0.00	43.25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	23.19	2	11.60	0.67	0.5275
TRAT	23.19	2	11.60	0.67	0.5275
Error	206.18	12	17.18		
Total	229.37	14			

PH 4

Variable	N	R²	R² Aj	CV
PH 4	15	0.05	0.00	7.96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.21	2	0.10	0.31	0.7367
TRAT	0.21	2	0.10	0.31	0.7367
Error	4.01	12	0.33		
Total	4.22	14			