

Trabajo Final de grado

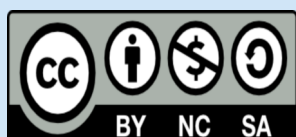
Falcón, Claudio Daniel

Efecto de la aplicación de compost de contenido ruminal sobre propiedades físicas y químicas en suelos del cinturón hortícola platense

Instituto de Ingeniería y Agronomía

2025

*Carrera: Licenciatura en Ciencias
Agrarias*



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons.

Atribución – No comercial – Compartir igual 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Documento descargado de RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Arturo Jauretche

Cita recomendada:

Falcón, C. D. (2025). *Efecto de la aplicación de compost de contenido ruminal sobre propiedades físicas y químicas en suelos del cinturón hortícola platense* [Trabajo Final de grado, Universidad Nacional Arturo Jauretche]. <https://rid.unaj.edu.ar/handle/123456789/3702>



INSTITUTO DE INGENIERIA Y AGRONOMIA

LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRARIAS

TRABAJO FINAL

“Efecto de la aplicación de compost de contenido ruminal sobre propiedades físicas y químicas en suelos del cinturón hortícola platense”

Claudio Daniel Falcón

Legajo N °: 56173

claudio_falcon@yahoo.com.ar

Directora: Ing. Agr. Mag. Ileana Paladino

Co-directora: Lic. Maite Recalde

Fecha de entrega: 11 de diciembre de 2025

Agradecimientos:

A mi familia, que es el pilar de mi vida y me enseñó a seguir adelante a pesar de las adversidades.

A mi compañera, Carolina, que estuvo a mi lado durante estos cinco años de carrera, alentándome a continuar en todo momento.

A mi directora y co-directora, quienes me brindaron todo su apoyo y me guiaron en el transcurso de este trabajo. Especialmente a Ileana, que me acompañó de principio a fin, guiándome en cada paso de este recorrido.

A todo el equipo que participó en este trabajo, en especial a Facundo Ventura y Ricardo Salvador, quienes fueron una gran inspiración para continuar creciendo profesionalmente.

A todos mis docentes, de quienes me llevo y atesoro los mejores momentos de aprendizaje y acompañamiento, y que me permitieron incorporar los conocimientos necesarios para desenvolverme de forma profesional.

A mis amigos, que siempre estuvieron para apoyarme.

A mi querida UNAJ, que me abrió sus puertas, me hizo sentir parte de su comunidad y me dio la oportunidad de convertirme en un profesional.

ÍNDICE

RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	4
HIPÓTESIS	6
OBJETIVO GENERAL	6
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
MATERIALES Y MÉTODOS	7
DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES QUÍMICAS	10
DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS	11
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
PROPIEDADES QUÍMICAS.....	17
PROPIEDADES FÍSICAS.....	20
CONCLUSIONES.....	24
BIBLIOGRAFÍA	24

RESUMEN

Los suelos flori-hortícolas de La Plata sufrieron una fuerte degradación debido a la implementación de prácticas agrícolas inadecuadas. Actualmente, se contemplan alternativas tecnológicas sustentables. Con el fin de evaluar su incidencia en las propiedades físicas y químicas del suelo, se utilizó un cultivar de maíz dulce (*Zea mays* L. var. *saccharata*), Anita INTA, sembrado en octubre de 2023, al cual se le incorporó una enmienda de contenido ruminal (CR) compostado. El ensayo fue desarrollado en la Estación Experimental Gorina (E.E.G), en el partido de La Plata. Se tomaron muestras de suelo y de compost para analizar contenido de Nitrógeno total (Nt) y determinar las cantidades de enmienda a incorporar de acuerdo a los requerimientos del cultivo seleccionado para la experimentación. Para el ensayo se empleó un diseño completamente aleatorizado, con dos tratamientos (TA, testigo y TB, enmienda) y tres repeticiones. Se midieron, luego de la cosecha del cultivo, algunas variables físicas y químicas: pH, conductividad eléctrica (CE), densidad aparente (DA), estabilidad de agregados (EA) y materia orgánica (MO). Los resultados obtenidos en pH, CE, EA, DA y MO, si bien muestran una tendencia a mejorar las propiedades físicas y químicas con el aporte de compost, no arrojaron diferencias estadísticas significativas.

INTRODUCCIÓN

Los suelos predominantes en el partido de La Plata son Vertisoles y Argiudoles vérticos (Hurtado *et al.*, 2006). Estos, en su estado natural, se caracterizan por su baja permeabilidad, debido al elevado contenido de arcillas. Con alta proporción de arcillas de tipo expansivas (montmorillonita) (Imbellone *et al.*, 2017). Las propiedades químicas, se encuentran en niveles adecuados, salvo el fósforo, cuyos niveles son bajos. El pH es ligeramente ácido, con alto contenido en bases, sin sodicidad y ricos en materia orgánica (Martínez *et al.*, 2021).

En Argentina en general y dentro del Partido de La Plata en particular, la producción flori-hortícola ha utilizado los recursos naturales para producir en base a costumbres y tradiciones de las comunidades locales o extranjeras (García, 2012). A causa de esto, los pequeños productores sin asesoramiento técnico, han llevado a grandes desequilibrios respecto al funcionamiento de los

suelos (Falcón, 2002). Es así que, como consecuencia de fertilizaciones inorgánicas y orgánicas inadecuadas, o la aplicación de correctores de tipo o dosis incorrectas, los suelos elevaron su contenido de nutrientes poco solubles, capaces de producir toxicidades, carencias o desequilibrios de diferentes elementos, entre otros daños (Vázquez & Terminiello, 2008). Esto es habitual en las producciones hortícolas del Cinturón Hortícola Platense, donde el proceso de hiperfertilización con fósforo es común (Alconada *et al.*, 2011)

A su vez, el desequilibrio provocado por la utilización de agroquímicos genera contaminación en las napas desde donde se extrae el agua subterránea para riego, y, debido al uso de agua de mala calidad sin tecnologías adecuadas, se ha generado la salinización y sodificación de muchos suelos, particularmente en producciones bajo cubierta (Alconada *et al.*, 2000). La salinidad reduce la disponibilidad de agua para las plantas (Lavado, 2010). La sodicidad afecta principalmente a la movilidad del agua en el suelo por la inestabilización de la estructura y el desarrollo de impedancias mecánicas por las mismas causas (Lavado & Taboada, 2018). Asimismo, el laboreo excesivo incrementa la erodabilidad y reduce la calidad física y biológica del suelo (Gómez-Calderón *et al.*, 2018). Especialmente, la producción intensiva afecta el contenido de materia orgánica, la cual es un parámetro importante, por estar relacionado directamente con todas las propiedades físicas, químicas y biológicas (Izquierdo & Arévalo, 2021). A pesar de estas problemáticas, la producción convencional aún se considera de bajo impacto ambiental en la región, por su rol en el cinturón hortícola como freno al crecimiento urbano, generador de empleo y abastecedor de alimentos (Hurtado *et al.*, 2006).

Los requisitos de un suelo para el cultivo intensivo implican factores de orden físicos, químicos como también biológicos (Casafe, 2015). Deben ser profundos, permeables, aireados, con adecuada retención de agua, baja concentración de sales disueltas, pH levemente ácido, equilibrada concentración de nutrientes y adecuado contenido de materia orgánica (Andreau *et al.*, 2017).

En las últimas décadas, se ha demostrado la importancia de implementar prácticas agrícolas sostenibles, con el fin de reducir la dependencia de insumos externos, atenuar el impacto ambiental y la degradación de los suelos (Torres-Guerrero *et al.*, 2013). Entre ellas, el uso de enmiendas orgánicas de calidad mejora la estructura, la infiltración y la capacidad de almacenar agua (Soto,

2020). Además, hay un incremento de la porosidad de aireación que es la que no retiene agua y sirve para el intercambio gaseoso, por tanto, genera una mayor proporción de poros de mayor tamaño (Espinoza *et al.*, 2018).

Por otra parte, las enmiendas orgánicas, sirven de fuente de carbono y energía para los microorganismos del suelo que reciclan los nutrientes y reducen los efectos ambientales negativos de los agroquímicos, metales pesados y otros contaminantes (Docampo, 2018).

En el Cinturón Hortícola Platense la enmienda más usada es la cama de pollo, que por su alta CE, pH y fósforo ha generado procesos de degradación (Alconada *et al.*, 2011). Por tal motivo, es importante buscar alternativas sustentables para mejorar la calidad de los suelos. En este sentido, el empleo de compost de contenido ruminal (CR) como enmienda orgánica, surge como alternativa sustentable para mitigar el alto impacto ambiental generado en Cinturón Hortícola Platense (Paladino *et al.*, 2018) mediante la recuperación, reutilización y/o transformación de los residuos de la industria frigorífica en insumos útiles (Uicab Brito & Sandoval, 2003). El CR, que se extrae luego de la faena, se refiere, al contenido de los cuatro estómagos de los animales mamíferos rumiantes, rumen, retículo, omasum y abomasum (Ríos & Ramírez, 2012). Considerando la situación actual, derivada de la forma de producir en detrimento de la calidad de los suelos, resulta interesante evaluar la incidencia del agregado de compost de CR como mejorador de los mismos. De manera tal que los resultados obtenidos sean un aporte más que beneficie y contribuya a formar un sistema productivo más sustentable (Blandi, 2016).

HIPÓTESIS

La incorporación de contenido ruminal compostado mejora las propiedades físicas y químicas del suelo, bajo un cultivo de maíz dulce a campo.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la incorporación de compost de contenido ruminal, sobre las propiedades físicas y químicas de un suelo, bajo un cultivo de maíz dulce, en el cinturón hortícola de La Plata.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Medir y analizar el efecto de los tratamientos sobre propiedades químicas de suelo: Nitrógeno total (Nt), fósforo extractable (Pe), materia orgánica (MO), pH y conductividad eléctrica (CE).
2. Medir y analizar el efecto de los tratamientos sobre propiedades físicas de suelo: Estabilidad de agregados (EA) y la densidad aparente (DA).

MATERIALES Y MÉTODOS

Este ensayo, se llevó a cabo entre octubre de 2023 y febrero de 2024, en la Estación Experimental Gorina (34° 54' S, 58° 02' W), Gorina, Partido de la Plata, Buenos Aires.

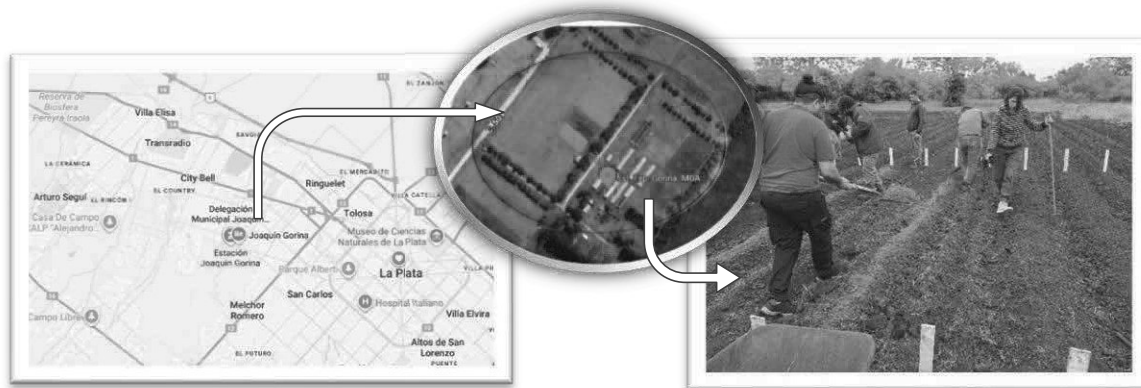


Figura 1 - Ubicación geográfica del ensayo (E.E.G)

Se realizó sobre un suelo Hapludert típico, en un lote de 10 m de frente por 11,5 m de largo, con orientación noreste-suroeste. El 19 de octubre, sobre el suelo labrado con rotocultivador y alomado, previo a la marcación, se tomaron 3 muestras, compuestas de 5 sub-muestras al azar, con pala de punta a 0,10 m de profundidad, para análisis químico en laboratorio. Se promediaron los resultados de las 3 muestras compuestas (Tabla 1). Se tomaron 3 muestras de DA de los primeros 15 cm que también se promediaron arrojando un valor de 1,10 g/cm³, para calcular la masa de suelo.

$$\begin{aligned}\text{Masa total del Suelo} &= \text{DA} * \text{profundidad} \\ 1,10 \text{ g/cm}^3 * 15 \text{ cm} &= 165 \text{ kg/m}^2 * 10.000 \text{ m}^2/\text{ha}\end{aligned}$$

$$\text{Masa total del Suelo} = 1650 \text{ t/ha}$$

Condición inicial del suelo	
Fósforo extractable (mg/kg):	31,5
Materia orgánica (%):	5,70
Carbono orgánico (%):	3,31
Relación C/N:	14,40
Nitrógeno total (%)	0,25
N- Nitratos (mg/kg)	11,1

Tabla 1. Análisis químico del suelo antes de comenzar el ensayo.

Por otro lado, se tomó una muestra para análisis químico del contenido ruminal compostado (Tabla 2).

Compost de contenido ruminal	
Nitrógeno total (%)	1,36
Fósforo total (%)	0,33
Carbono orgánico (%)	23,1
Materia orgánica (%)	41,7
Rel C/N	16,7
Cenizas (%)	58,3
pH	6,06
CE (ds/m)	2,98
N-Nitratos (mg/kg)	170

Tabla 2. Análisis químico del compost de contenido ruminal.

El 23 de octubre, se marcaron, 6 unidades experimentales de 16,1 m², compuestas por 4 lomos de 5,75 m, con un distanciamiento de 0,70 m entre lomos. Se empleó un diseño completamente aleatorizado (Badii *et al.*, 2007), con dos tratamientos, (TA, testigo y TB, enmienda) y 3 repeticiones.

Se calculó la necesidad de nitrógeno a aplicar en base a la demanda de dicho elemento por el cultivo. Se tomó como referencia el requerimiento publicado en otro ensayo de 198,4 kg/ha de nitrógeno y la dotación del suelo (Parera, 2017). Esta última se calculó considerando que, se produce una mineralización anual de la materia orgánica aproximadamente del 6%, con lo cual en los 3 meses de cultivo quedaría disponible aproximadamente un 1,5% del Nt inicial (Álvarez, 2006). Además, se consideraron los nitratos disponibles al inicio del ensayo. Por otro lado, se utilizó el factor 2,35 (Bono & Álvarez, 2007) para estimar los nitratos disponibles en profundidad (60 cm).

Oferta del suelo

Nt (hasta 15 cm) t/ha= $0,25 \cdot 1650 / 100 = 4,125$ t/ha

Nt (hasta 15 cm) kg/ha= $4,125 \cdot 1000 = 4125$ kg/ha

Considerando una mineralización durante el ciclo del cultivo de 1,5%

N-del Nt disponible durante el ciclo hasta 15 cm= $4125 \cdot 1,5 / 100 = 61,88$ kg/ha

N-del Nt disponible durante el ciclo hasta 60 cm= $61,88 \cdot \text{factor } 2,35 = 145,41$ kg/ha

N-Nitratos (hasta 15 cm) kg/ha= $11,1 \cdot 1650 / 1000 = 18,32$ kg/ha

N-Nitratos (hasta 60 cm) kg/ha= $18,32 \cdot \text{factor } 2,35 = 43,04$ kg/ha

Oferta de N del suelo durante el ciclo del cultivo =

N-del Nt disponible durante el ciclo hasta 60 cm + N-Nitratos (hasta 60 cm)
= $145,41 + 43,04 = 188,45$ kg/ha

Necesidad de Nitrógeno: Demanda del Cultivo - Oferta del Suelo

Necesidad de Nitrógeno a aplicar: $198,4 - 188,45 = 9,95$ kgN/ha= 9950000 mgN/ha

Ensayos más recientes (Lazicki *et al.*, 2020) encontraron que materiales compostados con valores similares de Nt y relación C/N al compost de este estudio, tuvieron una tasa de mineralización de Nt entre 0 y 5% en 100 días, por lo que se consideró un valor intermedio (2,5%). Se calculó en base al contenido de Nt con una mineralización de 2,5% y al N-Nitratos del compost el aporte de N dicho material en base seca (Tabla 3).

Aporte de N del compost seco (mg/kg)	
Nitrógeno total	13600
N- mineralizado (tasa 2,5%)	340
N-NO ₃	170
Aporte de N	510

Tabla 3. Aporte de N del compost de contenido ruminal bovino.

Se calculó en función de contenido de N por kilo de compost seco la cantidad necesaria de compost seco a aplicar para cubrir la demanda de 9950000 mgN/ha.

Compost seco a aplicar: $9950000 / 510 = 19509$ kg/ha=19,5 t/ha

Considerando que el material tenía un 25% de humedad al momento de la aplicación se agregó un 25% más en peso= $19,5 + 4,875 = 24,375$ t/ha de compost húmedo.

Siendo la superficie de cada unidad experimental de 0,00161 ha, se aplicó en cada una de las 3 repeticiones correspondientes al tratamiento TB:

$$0,00161 \times 24,375 = 0,0392 \text{ t} = 39 \text{ kg de compost.}$$

El compost se aplicó sobre los lomos, dispersándolo uniformemente mediante jarras plásticas de 2 litros, luego se incorporó al suelo con herramientas de laboreo (palas y azadas).

El cultivar elegido de maíz dulce (*Zea mays* L. var. *saccharata*) fue Anita INTA (Galarza & Aimetta, 2022), el cual se sembró en siembra directa con 3 semillas por golpe, cada 0,23 m. Una semana después, se instaló un sistema de riego por goteo y se realizaron labores culturales específicas de la especie (raleo, retrasplante, desmalezado, aporcado).

Determinación de propiedades químicas

Luego de la cosecha, el día 5 de febrero de 2024, se procedió a tomar una muestra compuesta de suelo de cada unidad experimental. Cada muestra estuvo compuesta por 8 submuestras (2 de cada lomo). El muestreo se realizó con palitas jardineras, a 0,10 m de profundidad.

Se realizaron las mediciones de pH y CE, sobre dichas muestras en los laboratorios de la UNAJ (Figura 2 a - b), con equipo electrónico, marca Apera. Para pesar las muestras, se utilizó balanza digital, marca Sartorius. Para el mezclado de la misma, agitador magnético, marca Arcano, Mod. GL3250A.

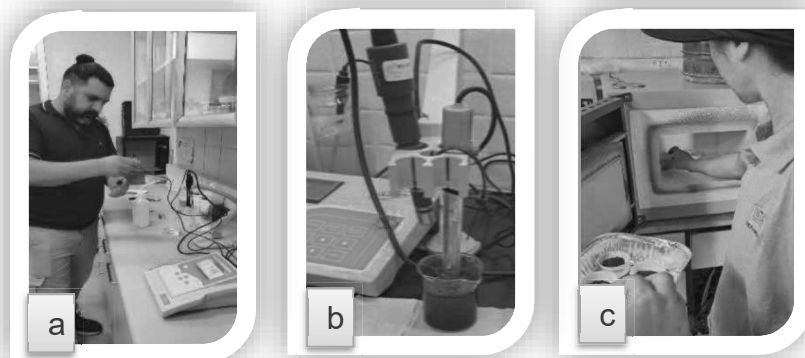


Figura 2:
a/b - pH/CE;
c - MO Por
calcínación en
mufla.

También se determinó materia orgánica (MO), por método de calcinación (loss on ignition, LOI), que cuantifica directamente el contenido de MO y se basa en determinar la pérdida de peso de una muestra de suelo al someterla a elevadas temperaturas (Eyherabide *et al.*, 2014). Se utilizaron 5 g de muestra en crisoles de 15 ml, luego fueron colocados en estufa durante 24 h a 105 ° C. Se enfriaron en el desecador y se pesaron. Luego se llevó a una mufla a 430 ° C, durante 2 h (Figura 2 -c), posteriormente se transfirieron a un desecador y al enfriarse se registró el peso nuevamente. El cálculo de MO fue observado por diferencia de peso en las distintas temperaturas, según:

$$\%MO = (\text{Peso } 105^{\circ}\text{C} - \text{Peso } 430^{\circ}\text{C}) / (\text{Peso } 105^{\circ}\text{C}) \times 100$$

Las determinaciones de Nt (Kjeldahl) y P extractable (Bray & Kurtz N1) se enviaron a realizar a la Universidad Nacional de Lomas de Zamora con la cual se trabajó en colaboración.

Determinación de propiedades físicas

Se tomaron muestras con pala de punta y cuchillo a 0,10 m de profundidad (Figura 3 a-b), para determinar estabilidad de agregados (EA), por el método de Le Bissonnais (1996). Se manipuló con precaución para no alterar la estructura hasta llevarlo a tamizar. Se tamizó con malla N. 5 y N. 3 (Gabioud *et al.*, 2011) (Figura 3 c).

En cada sitio de muestreo (observación), utilizando una pala, se extrajeron cuidadosamente muestras de suelo de 0,5 kg aproximadamente cada una, tomando la precaución de mantener la estructura original del suelo.

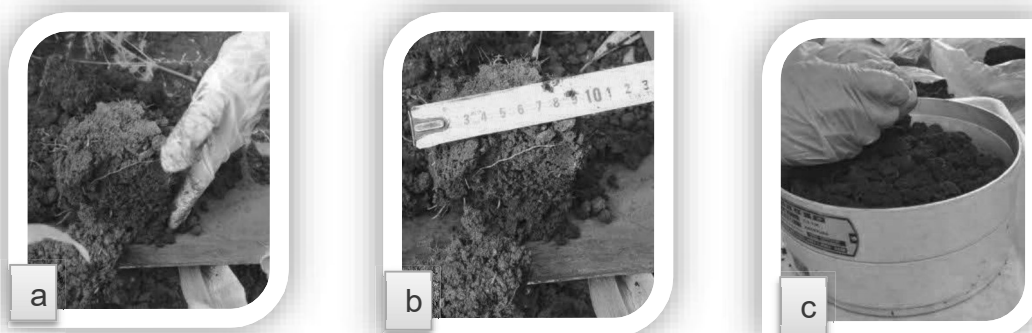


Figura 3: a -Toma de muestra con pala; b -Profundidad de 0,10 m; c- fragmentación manual y tamizado en tamiz N.5

Las muestras obtenidas a campo se embolsaron y fueron transportadas en canastos de plástico al laboratorio donde se descubrieron para su secado al aire, en bandejas de aluminio, hasta que su humedad estuvo cercana a la capacidad de campo. A medida que las muestras se secaban al aire, fueron fragmentadas periódicamente a mano en menores terrones para acelerar el proceso y para que sea más homogéneo. Cuando los terrones llegaron a capacidad de campo, se los fragmentó delicadamente, aprovechando sus fracturas naturales, hasta que tuvieron un tamaño < 5 mm. Con un tamiz de 3 mm se recuperaron agregados de 3 – 5 mm y se los dejaron secar al aire hasta constancia de humedad. Antes de comenzar con la aplicación de los pretratamientos, los agregados seleccionados fueron puestos en estufa a 40°C durante 24 horas para homogenizar el contenido de humedad.

El índice utilizado para representar la EA es el diámetro medio ponderado (DMP) de los agregados, tamizados en alcohol luego de haberse aplicado tres pretratamientos de desagregación independientes: T1 humectación rápida (HRap), T2 humectación lenta por capilaridad (HLen) y T3 disgregación mecánica por agitación después de pre-humectación en etanol (HEta) (Le Bissonnais, 1996) (Figura 4).

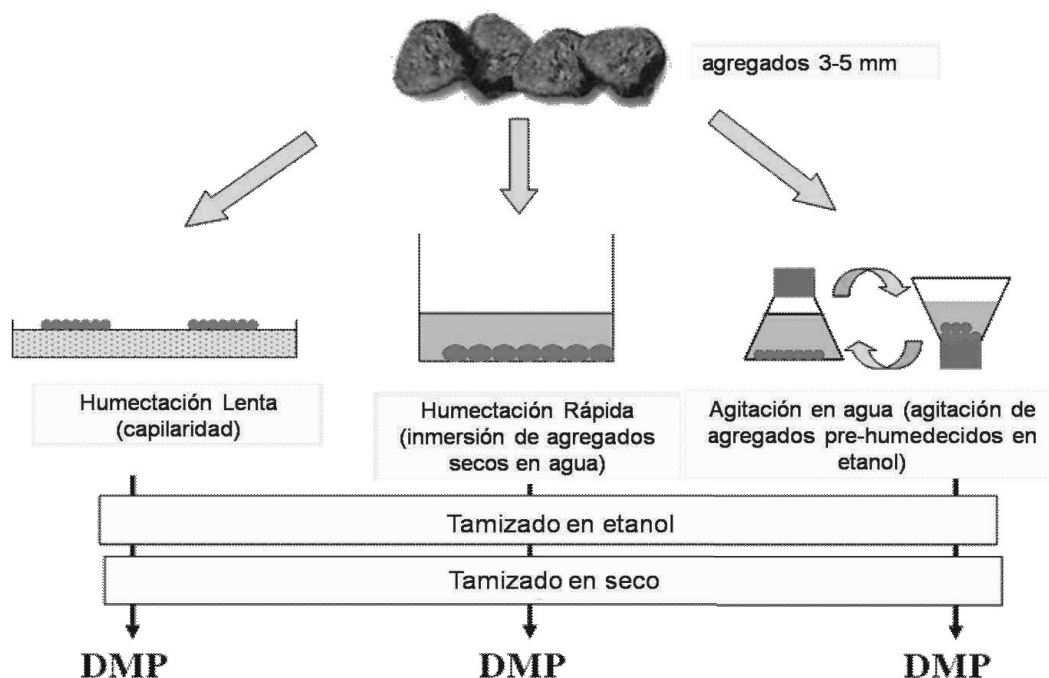


Figura 4: Esquema del método de Le Bissonnais. DMP: Diámetro medio Ponderado (Cosentino *et al.*, 2006).

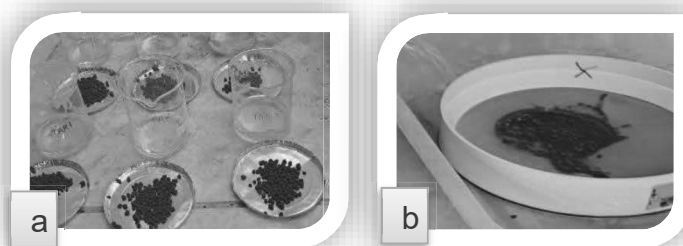
Pretratamiento 1: T1 Humectación rápida por inmersión en el agua (HRap)

Pone a prueba el comportamiento de los materiales secos sometidos a humectación súbita, como por ejemplo lo sería el tipo de riego por las inundaciones o fuertes lluvias.

Procedimiento

Se pesaron 7 g de agregados de tamaño 3 a 5 mm (peso inicial). Se agregó 50 ml de agua destilada en un vaso de precipitado (Figura 5.a) y luego se vertieron los agregados en el vaso de precipitado, se dejó reposar 10 minutos. Luego se eliminó el exceso de agua (por pipeteado). Se transfirieron los agregados a un tamiz de 0,05 mm, la parte inferior del tamiz fue sumergida 5 veces en etanol (colocado en un recipiente); de esta manera los agregados de la muestra colocados en el tamiz se mojaron en etanol (Figura 5.b). Posteriormente se colocó la muestra tratada en una caja de Petri rotulada, eliminando el exceso de etanol con pipeta y luego se llevó a estufa a 70 °C durante 48 horas hasta peso constante.

Figura 5: a- Agregados previo al estallido por inmersión en agua; b- Agregados luego del estallido sobre tamiz para tamizar en etanol.



Pretratamiento 2: T2. Desagregación mecánica por agitación después de rehumectación en etanol. (HEta)

Pone a prueba el comportamiento de materiales húmedos, por ejemplo, en húmedos períodos de invierno.

Procedimiento

Se pesaron 7 g de agregados de tamaño 3 a 5 mm. Se vertieron 50 ml de etanol en un erlenmeyer, donde los agregados fueron sumergidos durante 30 min. Pasado ese tiempo, se eliminó el exceso de etanol, se agregaron 50 ml de agua destilada y se ajustó el nivel del agua destilada a 250 ml (Figura 6 a). Luego se agitó manualmente haciendo movimiento rollover 10 veces. Dicho movimiento

consiste en sostener con la palma de una mano la base y con la otra tapar la boca del erlenmeyer, a continuación, extender los brazos y llevarlos a la altura de los hombros. Por último, realizar movimiento de vaivén hacia la derecha y luego a la izquierda. Este movimiento tiene la finalidad de homogeneizar bien la muestra, dado que la agitación se realiza con fuerza. Finalmente, se dejó en reposo 30 minutos (Figura 6 b). Luego se eliminó el exceso de agua y se transfirió la muestra al tamiz de 0,05 mm. Se repitió la operación de tamizado en etanol y secado como se hizo en el pretratamiento 1.



Figura 6: a- Agregados antes y b- Después de la desagregación mecánica.

Pretratamiento 3: T3. Humectación lenta por capilaridad. (HLen)

Pone a prueba el comportamiento de los materiales secos o húmedos sometidos a lluvias moderadas. Es menos destructivo que la rápida humectación y por tanto discrimina suelos muy inestables.

Procedimiento.

Se pesaron 7 g de agregados de tamaño 3 a 5 mm. Fueron distribuidos en papel de filtro, colocados sobre un material absorbente (esponja) parcialmente sumergido en agua generándose un vacío de succión a 3 cm (Figura 7). Se esperó la rehumectación de los agregados por capilaridad durante 60 minutos. Se transfirió la muestra al tamiz de 0,05 mm para el tamizado en etanol y el secado, igual que en los pretratamientos anteriores.

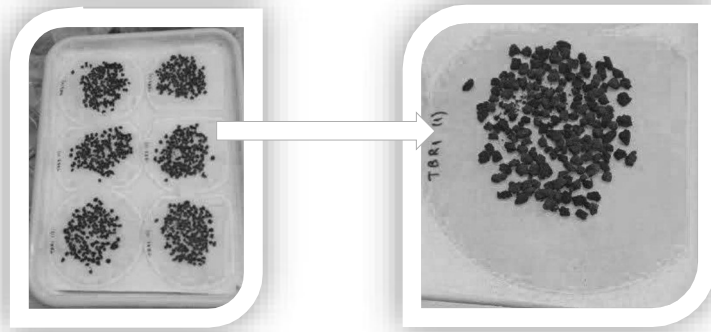


Figura 7: Agregados dispuestos sobre papel de filtro para su humectación lenta.

Una vez finalizada la etapa de pretratamientos, y pasadas las 48 h hasta la obtención de peso seco constante, se inició la determinación de la distribución del tamaño de los agregados con el objetivo de determinar el resultado de la desagregación causada por los pretratamientos. Se traspasó la muestra desde la caja de Petri hacia una columna de 6 tamices: > 2 mm, 2-1 mm, 1-0,5 mm, 0,5-0,2 mm, 0,2-0,1 mm y 0,1-0,05 mm (Figura 8). Se tamizó mediante movimiento manual de giro (altura de los hombros) en plano horizontal y vertical, durante 20 veces. De este último tamizado se recuperaron las distintas fracciones retenidas en cada tamiz para ser pesadas.



Figura 8:
a-Columna de tamices.
b-Agitación para separación de partículas por tamaño.

Una vez pesadas cada una de las fracciones retenidas en cada tamiz se obtuvo el valor de la fracción $< 0,05$ mm mediante la resta de todas las fracciones del peso inicial.

Fracción $< 0,050$ mm = Peso inicial- fracción > 2 mm- fracción entre 2-1 mm - fracción entre 1-0,5 mm - fracción entre 0,5-0,2 mm - fracción entre 0,2-0,1 mm - fracción entre 0,1-0,05 mm.

Luego se calculó el porcentaje de cada fracción respecto al peso inicial obteniéndose una distribución de frecuencias.

Porcentaje de cada fracción= Peso de la muestra retenida en el tamiz de dicha fracción/ Peso inicial*100

Posteriormente se procedió al cálculo del DMP. El DMP representa el tamaño promedio de los agregados resultante luego de la desagregación; a mayor DMP, mayor es la EA.

El DMP se obtiene ponderado el valor del diámetro medio de cada fracción por el peso del material recuperado en cada tamiz mediante la siguiente fórmula:

$$\text{DMP} = \sum (\phi \text{ de agregados promedio entre dos tamices} \times \% \text{ de cada fracción}) / 100$$
$$\text{DMP (mm)} = (3,5 \text{ (mm)} \times [\% > 2 \text{ mm}]) + (1,5 \text{ (mm)} \times [\% 1-2\text{mm}]) + (0,75 \text{ (mm)} \times [0,5\%-1 \text{ mm}]) + (0,35 \text{ (mm)} \times [0,2\% -0,5 \text{ Mm}]) + (0,15 \text{ (mm)} \times [\% 0,1-0,2 \text{ mm}]) + (0,075 \text{ (mm)} \times [\% 0,05-0,1 \text{ mm}]) + (0,025 \text{ (mm)} \times [\% <0,05 \text{ mm}]) / 100$$

Finalmente se calculó el índice promedio (PromE) de los DMP de los tres pretratamientos obteniéndose un valor de síntesis de la estabilidad de los agregados.

La determinación de la densidad aparente (DA), se llevó a cabo con un cilindro metálico de 0,072 m de diámetro por 0,076 m de largo, con un volumen total de 309,28 cm³ (Figura 9). Los muestreos fueron realizados con un contenido hídrico en el suelo cercano a capacidad de campo (Agostini *et al.*, 2014). Luego, las muestras fueron colocadas en bandejas de aluminio descartable y llevadas a estufa de secado, a 70 °C, durante 3 días.

Finalmente se pesó y se calculó la densidad aparente mediante la siguiente fórmula:

$$\text{DA} = \text{Peso del suelo seco (g)} / \text{Volumen original del suelo (cm}^3\text{)}$$



Figura 9: Toma de muestra con cilindro metálico para determinación de DA.

Para el procesamiento de los datos, los resultados se analizaron estadísticamente por ANOVA, y las medias comparadas con Test de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Propiedades químicas

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en las variables químicas analizadas (Tabla 4).

De acuerdo con un ensayo realizado en un suelo Argiudol vértico, en la Estación Experimental Julio Hirschhorn, La Plata, si bien la incorporación de material compostado (cama de pollo), aumenta los valores absolutos de Nt, tal como ocurre en este trabajo, no se observaron diferencias significativas, entre tratamientos (Pellegrini *et al.*, 2022). Otro estudio, destaca que la aplicación de compost derivado de residuos agroindustriales favorece la retención de nitrógeno en formas orgánicas estables. Esto contribuye a una fertilidad sostenida del suelo. De este modo, el compost no solo aporta nutrientes de forma inmediata, sino que mediante su mineralización libera nitrógeno de manera gradual, beneficiando el desarrollo vegetal sin generar pérdidas por lixiviación. Murillo Montoya *et al.*, (2020), afirman que el Nt es un indicador sensible a las prácticas de manejo, y que su incremento puede considerarse una señal de mejora en la calidad química del suelo. En el presente trabajo, si bien no se mostraron diferencias estadísticamente relevantes de Nt entre tratamientos, se

observó un 12% más de Nt en los suelos con aporte de compost de CR (TB) (Tabla 4).

En cuanto al Pe, los resultados no mostraron cambios significativos entre tratamientos. Cabe mencionar que los valores encontrados en ambos tratamientos fueron relativamente elevados (Tabla 4) en comparación con los valores esperables para los suelos de la zona en su estado natural (10 mg/kg), (Hurtado *et al.*, 2006). Un estudio realizado en la huerta orgánica urbana de la Facultad de Agronomía UBA (FAUBA), en un suelo Argiudol típico, evaluó el efecto de la aplicación de distintos tipos y cantidades de enmiendas orgánicas de compost-lombricompuesto y harina de hueso en la producción de acelga y su impacto en las propiedades físicas y químicas del suelo. En dicho ensayo los valores de Pe fueron elevados al igual que en este trabajo también inclusive en el tratamiento testigo (60,77 mg/kg) y se vieron incrementados en los tratamientos con enmiendas (Comese *et al.*, 2009). Los altos contenidos de Pe en los suelos hortícolas se atribuyen al agregado continuo de enmiendas orgánicas de lenta liberación. Dado que este elemento es poco móvil y de baja solubilidad, lo que no es utilizado por las plantas, permanece en el suelo como reserva. Por tal motivo, se encontraron valores elevados de Pe en los suelos estudiados, ya que han recibido enmiendas en períodos anteriores al ensayo. No se observó efecto de la enmienda utilizada sobre el pH de los suelos (Tabla 4). Los valores encontrados estuvieron en el rango de suelos neutros a levemente alcalinos tanto en el testigo como en el tratamiento con compost de CR. En la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNR, Zavalla, Santa Fe, en 2001-2002, se incorporó lombricompuesto de residuos domiciliarios y lombricompuesto de estiércol de conejo y caballo, en un cultivo de brócoli y lechuga, para evaluar el efecto sobre propiedades edáficas y productividad en brócoli y lechuga (Rotondo *et al.*, 2009), los lombricompuestos tenían pH levemente ácidos y la cama de pollo, moderadamente alcalino. Al igual que en el presente trabajo no encontraron cambios significativos en el pH del suelo al finalizar el ensayo con ninguna de las enmiendas utilizadas. Esto puede atribuirse a la capacidad buffer del suelo.

Los valores de CE al finalizar el ensayo no arrojaron diferencias significativas entre tratamientos y se encontraron por debajo de los niveles perjudiciales (2 dS/m) para los cultivos hortícolas (Ayers & Westcot, 1985). Sin embargo, se observó un aumento de casi 18% de la CE en TB respecto de TA, atribuible al aporte de enmienda orgánica compostada. Aunque este incremento no fue estadísticamente significativo, resulta relevante en el contexto de aplicaciones sucesivas.

De acuerdo a otros ensayos, el modelo hortícola intensivo en el cinturón platense ha generado procesos de salinización vinculados al uso de agua de baja calidad y a la aplicación de insumos sin control técnico, lo que compromete la sostenibilidad del sistema. En este sentido, el compost de CR, si bien representa una alternativa sustentable, debe ser evaluado dentro de un enfoque integral que contemple la calidad del agua, la frecuencia de aplicación y el monitoreo de indicadores como la CE (Alconada *et al.*, 2000).

Por otro lado, las prácticas agronómicas no pueden desvincularse de los factores sociales y económicos que condicionan las decisiones de los productores. La incorporación de enmiendas orgánicas, por tanto, no solo debe medirse en términos de eficiencia técnica, sino también en su capacidad de adaptarse a las realidades productivas locales y promover un manejo agroecológico viable (Murillo Montoya *et al.*, 2020).

En cuanto a la materia orgánica, otros autores, muestran que, si bien hubo incrementos en la mayoría de los suelos intervenidos, en aquellos con altos contenidos al inicio, los cambios fueron poco significativos. Esta respuesta limitada puede atribuirse a una saturación del sistema edáfico. Algunos suelos ya están cerca de su capacidad de retención de MO, por lo que nuevas enmiendas no generan aumentos medibles (Matus & Maire, 2000).

El contenido total de MO puede permanecer estable incluso ante manejos contrastantes, porque las fracciones más estables (MO mineralizada) no se modifican fácilmente (Galantini *et al.*, 2020).

Para este ensayo, los resultados promedios obtenidos de MO, no arrojan diferencias estadísticas significativas. Sin embargo, se observa una leve tendencia con aumentos cercanos al 13 % (Tabla 4) que supondría cambios favorables a largo plazo con sucesivas ampliaciones.

Valores promedios de los tratamientos.

Prom.Trat.	TA	TB
Nt (%)	0,25 a	0,28 a
Pe (mg/kg)	41,30 a	42,70 a
pH	7,36 a	7,06 a
CE (dS/m)	0,28 a	0,33 a
MO (g/kg)	7,96 a	8,96 a

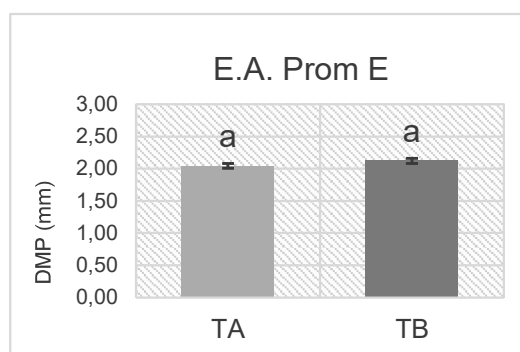
Tabla 4. Valores promedios de las propiedades químicas. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$).

Propiedades físicas

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en las variables físicas analizadas ($p < 0,05$).

En cuanto a la estabilidad de agregados, los valores promedio de los tres pretratamientos (T1: Humectación rápida por inmersión en el agua, HRap; T2: disgregación mecánica por agitación después de pre-humectación en etanol, HEta; T3: humectación lenta por capilaridad, HLen.) fueron para TA de 2,04 mm diámetro medio ponderado (DMP) y para TB de 2,12 mm (DMP) (gráfico 1).

Gráfico 1. Estabilidad de agregados según el diámetro medio ponderado promedio (Prom E) para TA y TB. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0,05$).



De acuerdo con la tabla de Clases de estabilidad de agregados (Le Bissonnais, 1996) sobre la base de los valores de DMP después de la desagregación, tanto los suelos de TA como los de TB se clasifican como “muy estables” (Tabla 5).

Tabla 5. Clases de EA. DMP, según Le Bissonnais, (1996).

Estabilidad	DMP (mm)
Muy inestable	< 0,4 mm
Inestable	0,4 – 0,8 mm
Moderadamente estable	0,8 – 1,3 mm
Estable	1,3 – 2,0 mm
Muy estable	> 2,0 mm

Ungaro Korn (2017), en ensayos con cultivos de tomate en otros suelos, con el aporte de enmiendas orgánicas, encontró mejoras significativas en la estabilidad estructural y la conductividad hidráulica, aunque no siempre se vio traducido en aumentos de rendimiento del cultivo. La calidad y dosis de la enmienda son determinantes. Otros ensayos, también coinciden en que las prácticas de aplicación de abonos orgánicos, al mejorar la formación de agregados, disminuyen la densidad aparente, incrementan la porosidad y generan un aumento en la retención de humedad (Rebollo, 2014). En un ensayo de tomate y lechuga, en el cinturón hortícola platense, donde se utilizó el método de Le Bissonnais (1996) para evaluar la estabilidad estructural del suelo tras la aplicación de enmiendas orgánicas, los resultados mostraron mejoras significativas con compost maduro (Rotondo *et al.*, 2009). En el presente estudio, no se encontraron mejoras significativas en la estabilidad de agregados (medida como el diámetro medio de los agregados promedio de los tres pretratamientos) en los suelos con aporte de compost de CR (Gráfico 1).

Por otro lado, al analizar el comportamiento del suelo ante los distintos pretratamientos del ensayo de EA de Le Bissonnais (2006), se observa que el HRáp fue el pretratamiento que mostró más sensibilidad, es decir, fue el que presentó la mayor diferencia en términos absolutos entre TA y TB, aunque dichas diferencias no hayan sido significativas. Contrariamente, tanto HEta como HLen fueron muy similares entre TA y TB. (Gráfico 2)

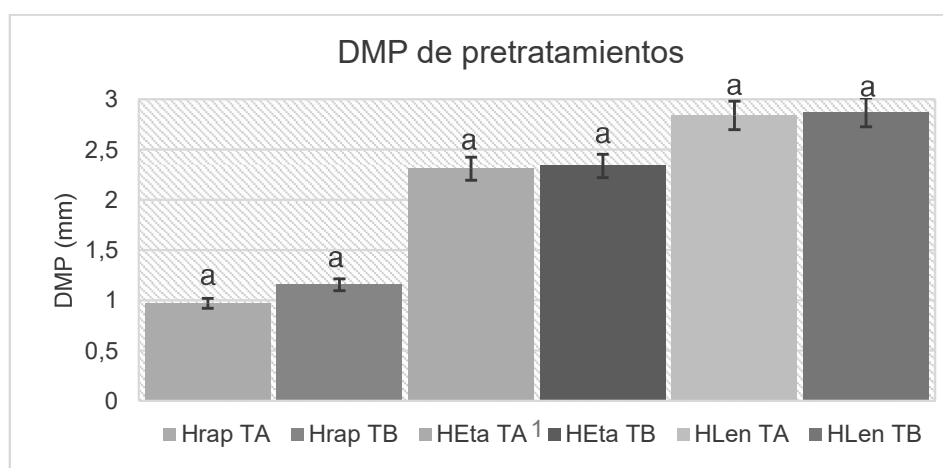


Gráfico 2. Valores promedios de EA en TA y TB para cada pretratamiento: HRap; HEta; HLen. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0,05$).

También otros autores encontraron que la humectación rápida (HRap) generó los valores más bajos de estabilidad (menor DMP), especialmente en suelos con bajo contenido de carbono orgánico. Ensayos de EA, realizados en la región pampeana sobre tres tipos de suelos (Argiudoles, Hapludoles y Entisoles) demostraron que el bajo contenido de MO se asoció a una marcada desagregación bajo HRap ($DMP < 0,5$ mm), lo que refuerza el rol de la MO como agente protector frente a procesos de degradación física (Gabioud *et al.*, 2011). Esto se debe a que el ingreso brusco de agua provoca ruptura por presión interna en los agregados, lo que genera una desagregación muy fuerte por el estallido del agregado. En cambio, los métodos lentos permiten una redistribución gradual del agua, preservando más la estructura. Mismos patrones de comportamiento se obtuvieron en un ensayo sobre un suelo Argiacuol vértico, situado en la Pampa Ondulada, donde se compararon dos sistemas de labranza: siembra directa, labranza convencional y monte (Gilardino, 2016). En dicho ensayo se observó que, los métodos de humectación lenta o controlada (HLen) tienden a preservar mejor la estructura del suelo que la inmersión rápida. En el presente estudio, al analizar el diámetro medio ponderado de agregados, obtenido luego de cada pretratamiento se encontraron diferencias significativas y se observó, en concordancia con los trabajos citados anteriormente, que el pretratamiento Hrap es el que genera mayor desagregación, aun en suelos con alto contenido de materia orgánica como es el caso de los suelos aquí estudiados (Gráficos 3 a y 3 b).

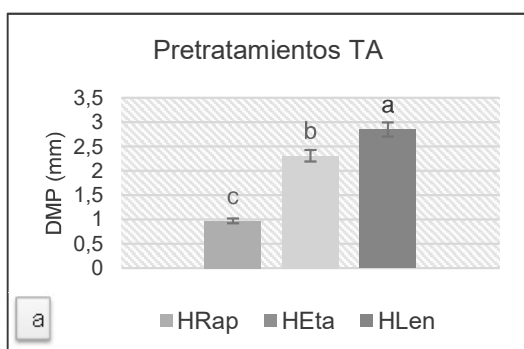


Gráfico 3 a. Promedios de los pretratamientos en TA, HRap; HEta; HLen.

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre pretratamientos ($p < 0,05$)

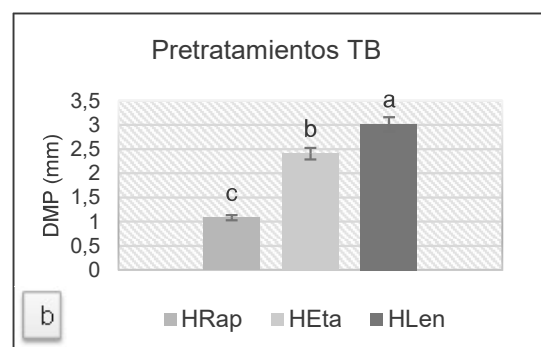


Gráfico 3 b. Promedios de los pretratamientos en TB. HRap; HEta; HLen.

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre pretratamientos ($p < 0,05$).

En relación con la DA, esta no presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tabla 6). Mismos resultados se obtuvieron en un ensayo que se llevó a cabo con un macro-túnel dentro de las instalaciones de la Huerta de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa, con aporte de abono de estiércol vacuno y abono compostado (Collazo, 2012).

Martínez *et al.*, (2020), ensayó diferentes prácticas de manejo de suelos como la fertilización (inorgánica) y la rotación de cultivos para mejorar la calidad de los suelos. A pesar de ello, luego de 4 años de estudio, tampoco se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. En consecuencia, se sugiere una mayor cantidad de años con aportes de enmiendas para afectar en forma significativa los indicadores de calidad física de suelo. Por otro lado, otros autores (Cap *et al.*, 2021), han encontrado diferencias inmediatas en la DA, con la aplicación del CR, en un ciclo de cultivo de tomates (UCO 18), realizado bajo invernadero, con suelos más degradados, donde el disturbio es mucho mayor. Al analizar las propiedades del suelo se encontró menor DA en las parcelas con aplicación de CR compostado y sin compostar. La DA es una propiedad física clave para evaluar la calidad estructural del suelo, ya que refleja el grado de compactación y la capacidad del suelo para retener aire y agua (Brady & Weil, 2017).

Otros ensayos, evaluaron la potencialidad del bioabono y el estiércol de bovino como agente mejorador de las propiedades físicas del suelo, en un cultivo de nopal. En dicho ensayo, afirman que la DA disminuye de forma inmediata por la incorporación de grandes cantidades de enmiendas orgánicas; en consecuencia, se logró un aumento de la porosidad total, especialmente los poros gruesos. Hubo un aumento de la infiltración de agua con la aplicación de enmiendas como también de la estabilidad de agregados en el corto plazo, pero que fue desapareciendo con las aplicaciones sucesivas (Seguel, 2003).

Valores promedios de los tratamientos

Tratamientos	R	D.A.(g/cm ³)	Prom. (g/cm ³)
TA	1	1,09	1,07 a
	2	1,11	
	3	1,01	
TB	1	1,13	1,04 a
	2	1,00	
	3	0,98	

Tabla 6. Promedio de la DA de las muestras. R. repetición. Prom. Promedio. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (p<0,05).

CONCLUSIONES

Los suelos evaluados poseen una muy buena dotación de materia orgánica, en consecuencia, suelen tener mucha resiliencia y tardan en dar respuesta a una práctica de incorporación de enmiendas orgánicas compostadas. Sin embargo, se observa una leve tendencia que permitiría prever que la incorporación de compost a largo plazo podría servir como un mejorador de la calidad del suelo, favoreciendo sus propiedades físicas y químicas. Es decir, sería esperable encontrar diferencias significativas a más largo plazo para lo cual, es necesario continuar ensayando por un período de tiempo más prolongado. Por otro lado, es importante realizar un monitoreo de algunas variables problemáticas, como la CE, con el uso a largo plazo. Asimismo, sería interesante evaluar la enmienda aquí presentada en suelos más degradados o bajo cubierta donde consideramos que dicho material podría promover la recuperación de forma sostenible evitando o disminuyendo considerablemente el uso de recursos de síntesis química, aportando de este modo a la gestión circular de residuos agroindustriales y a la transición agroecológica en sistemas hortícolas intensivos convencionales.

BIBLIOGRAFÍA

- Agostini, M.; Monterubbianesi, M.; Studdert¹, G. & Maurette, S. (2014).** Un método simple y práctico para la determinación de densidad aparente *Ciencia del suelo*, 32(2), 171-176. Recuperado en 10 de junio de 2024, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672014000200003&lng=es&tlng=es.
- Alconada, M.; Zembo, J. & Mórtola N. (2000).** Influencia cualitativa del riego con aguas subterráneas en suelos con producciones intensivas a campo y en invernáculos. Congreso: 1st Joint World Congress on Groundwater12. [Fecha de consulta 22 de abril de 2024]. Recuperado de: <https://aguassubterraneeas.abas.org/asubterraneeas/article/viewFile/23488/15574>
- Alconada, M.; Cuellas, M.; Poncetta, P.; Barragán, S.; Inda, E. & Mitidieri, A. (2011).** Fertirrigación en cultivo de tomate protegido: I- Nutrición nitrogenada. Efectos en el suelo y en la producción. Horticultura Argentina, publicación científica. [Fecha consulta 26 de abril de 2024]. Recuperado de:

<https://www.horticulturaar.com.ar/es/articulos/fertirrigacion-en-cultivo-de-tomate-protegido-i-nutricion-nitrogenada-efectos-en-el-suelo-y-en-la-produccion.html>

Álvarez, R. (2006). Materia orgánica: valor agronómico y dinámica en suelos pampeanos. Editorial: Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. ISBN: 9502909119 / 9789502909110 [Fecha de consulta 10 de junio de 2024]. Recuperado de:

<https://www.orientacionlibros.com.ar/productos/materia-organica-valor-agronomico-en-suelos-pampeanos-r-alvarez-ed-2006/>

Andreau, R.; Balcaza, L.; Echeverría, H. & Lipinski, V. (2017). Manejo de cultivos intensivos. Editorial: Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. ISBN: 978-987-24771-8-9 P.: 307-337. [Fecha de consulta 2 de junio de 2024]. Recuperado de:

https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/154577/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ayers, R., & Westcot, D. (1985). Water quality for agriculture (FAO Irrigation and Drainage Paper No. 29, Rev. 1). Food and Agriculture Organization of the United Nations. [Fecha de consulta 2 de junio de 2024]. Recuperado de:

<https://www.fao.org/4/T0234E/T0234E00.htm>

Badii, M. H., Castillo Rodríguez, M., Wong, A., & Villalpando, P. (2007). Diseños experimentales e investigación científica. *InnOvaciOnes De NegOciOs*, 4(8), 283–330. [Fecha de consulta 2 de junio de 2024]. Recuperado de: <https://doi.org/10.29105/rinn4.8-5>

Blandi, M. (2016). Tecnología del invernáculo en el Cinturón Hortícola Platense: análisis de la sustentabilidad y los factores que condicionan su adopción por parte de los productores. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestale. Tesis doctoral. [Fecha de consulta 26 de abril de 2024]. Recuperado de:

https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/52015/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bono, A. & Álvarez, R. (2007). Estimación de nitratos en profundidad en suelos de la región semiárida y subhúmeda pampeana. Repositorio Institucional CONICET Digital. [Fecha de consulta 26 de abril de 2024]. Recuperado de:

<https://fertilizar.org.ar/wp-content/uploads/2021/10/Bono.pdf>**No se encontraron entradas de tabla de contenido.**

Brady, N., & Weil, R. (2017). The nature and properties of soils (15th ed.). Pearson Education. [Fecha de consulta 10 de junio de 2024]. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/301200878_The_Nature_and_Properties_of_Soils_15th_edition

Casafe, (2015). Buenas Prácticas Agrícolas. Cámara de Sanidad Agropecuaria y fertilizantes. Publicación: Cultivos Intensivos. p. 53-54. [Fecha de consulta 26 de abril de 2024]. Recuperado de: <https://www.casafe.org/pdf/2016/BUENAS-PRACTICAS-AGRICOLAS/Cultivos-Intensivos.pdf>

Cap, G.; Paladino, I.; Sándchez, E.; Sokolowski, A. & Strassera, M. E. (2021) Efecto de la enmienda orgánica y flora acompañante sobre el suelo y el rendimiento del tomate. Revista MDA. Conocimiento para producir mejor. Vol.2. Nro2. ISSN edición impresa 2718- 6652 ISSN en línea 2718-6660 julio 2021.La Plata, Argentina. [Fecha de consulta 26 de abril de 2024]. Recuperado de: https://www.gba.gob.ar/desarrollo_agrario/revista_mda/volumen_2_n%C2%BA_2

Collazo, M. (2012). Efecto de dos abonos orgánicos sobre propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento de lechuga (lactuca sativa L. var. crispera), en un haplustol éntico, santa rosa, la pampa. Repositorio. Universidad Nacional de La Pampa. [Fecha de consulta 26 de abril de 2024]. Recuperado de: <https://repo.unlpam.edu.ar/handle/unlpam/2105>

Comese, R.; González, M. & Conti, M. (2009). Cambios en las propiedades de suelo de huerta y rendimiento de Beta vulgaris var. cicla (L) por el uso de enmiendas orgánicas. Revista Científica, Ciencia del suelo, ISSN 0326-3169, ISSN-e 1850-2067, Vol. 27, Nº. 2, 2009, págs. 271-275. [Fecha de consulta 26 de abril de 2024]. Recuperado de: https://suelos.org.ar/publicaciones/vol_27n2/Comese%20et%20al%20271-275.pdf

Cosentino, D., Chenu, C., Le Bissonnais, Y. (2006). Aggregate stability and microbial community dynamics under drying-wetting cycles in a silt loam soil. Soil Biology and Biochemistry 38: 2053-2062. [Fecha de consulta 26 de abril de 2024]. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038071706000848>

Docampo, R. (2018). La importancia de la materia orgánica del suelo y su manejo en producción frutícola. INIA Las Brujas – Estación Experimental “Wilson Ferreira Aldunate”. Serie Actividades de Difusión N° 687. [Fecha de consulta 26 de abril de 2024]. Recuperado de:

<https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/1199/1/128221131113111309.pdf>

Espinoza, I.; Carrillo Zenteno, M.; Cargua Chavez, J.; Nabel Moreira, V.; Albán Solarte, K; Morales Intriago, F. (2018). Propiedades físicas del suelo en diferentes sistemas agrícolas en la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Temas agrarios*, ISSN-e 0122-7610, Vol. 23, N°. 2, 2018 (Ejemplar dedicado a: Julio-diciembre 2018), págs. 177-187. [Fecha de consulta 26 de abril de 2024]. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6587923>

Eyherabide, M.; Saíenz Rozas, H.; Barbieri, P. & Echeverría, H. (2014). Comparación de métodos para determinar carbono orgánico en suelo. *Ciencia del suelo*, 32(1), 13-19. [Fecha de consulta 10 de junio de 2024]. Recuperado de: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672014000100002&lng=es&tlng=en.

Falcón, R. L. (2002). Degradación del suelo causas, procesos, evaluación e investigación. Mérida: Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial. Universidad de los Andes. [consulta 10/6/24]. Recuperado de:

<http://www.serbi.ula.ve/serbiula/libros-electronicos/Libros/degradacion/pfd/librocompleto.pdf>

Gabioud, E.; Wilson, M. & Sasal, M. (2011). Análisis de la estabilidad de agregados por el método de Le Bissonnais en tres órdenes de suelos. *Ciencia del suelo*, 29(2), 129-139. [Fecha de consulta 26 de abril de 2024]. Recuperado de: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672011000200002&lng=es&tlng=es.

Galantini, J. A., Landriscini, M. R., Duval, M. E., & Iglesias, J. O. (2020). Cambios en las fracciones orgánicas resistentes en suelos de la región pampeana. *Ciencia del Suelo*, Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. [Fecha de consulta 2 de junio de 2024]. Recuperado de: https://www.suelos.org.ar/publicaciones/Volumen38n2/1-536_Cambio_en_las_fracciones_W.pdf

Galarza, C; Aimetta, M. (2022). ¿Es posible producir y utilizar semilla propia de maíz?. EEA Marcos Juárez, INTA. Informe Técnico. [Fecha de consulta 2 de junio de 2024]. Recuperado de:

<https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/13938>

García, M. (2012). Análisis de las transformaciones de la estructura agraria hortícola platense en los últimos 20 años. Cap. VI. Influencias de la producción platense en el modelo de abastecimiento de hortalizas al Gran Buenos Aires. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata. [Fecha de consulta 26 de abril de 2024]. Recuperado de:

https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18122/Cap%C3%ADtulo_VI_Influencias_de_la_producci%C3%B3n_platense_en_el_modelo_de_abastecimiento_de_hortalizas_al_Gran_Buenos_Aires.pdf?sequence=16

Gilardino, M.; Rodríguez, H.; De Grazia, J.; Paladino, I.; Sokolowski, A.; Debelis, S.; Barrios, M.; Buján, A. (2016). Método de Le Bissonnais para estabilidad de agregados en labranzas contrastantes sobre un Argiacuol vértico. XXV Congreso Argentino de la ciencia del suelo. “Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo” [Fecha de consulta 10 de junio de 2024]. Recuperado de: <https://repositorio.unlz.edu.ar/handle/123456789/377>

Gómez-Calderón, N.; Villagra-Mendoza, K. & Solorzano-Quintana, M. (2018). La labranza mecanizada y su impacto en la conservación del suelo. Revisión literaria. Revista Tecnología en Marcha, vol.31 (1), p.167-177. [Fecha de consulta 2 de junio de 2024]. Recuperado de: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0379-39822018000100167

Hurtado, M.; Giménez, J.; Cabral, M.; Da Silva, M.; Martínez, O.; Camilión, M.; Sánchez, C.; Muntz, D.; Gebhard, J.; Forte, L.; Boff, L.; Crincoli, A.; Lucesoli, H. (2006). Análisis ambiental del partido de La Plata Editorial: Consejo Federal de Inversiones. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. ISBN: 987-510-062-5 Libro p. 111. [Fecha de consulta 2 de junio de 2024]. Recuperado de:

<https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/27046/Analisis+ambiental+del+partido+de+La+Plata-2.pdf?sequence=4>

Imbellone, P.; Beilinson, E. & Aguilera, E. (2017). Micromorfología del suelo.

Universidad Nacional de Avellaneda; 2017; p.159-183. [Fecha de consulta 10 de junio de 2024]. Recuperado de:

https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/99529/CONICET_Digital_Nro.3_4dbf318-403a-4e0d-b3fc-9861c86cf2b4_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Izquierdo, J. & Arévalo, J. (2021). Determinación de la materia orgánica del suelo (MOS) por el método químico y por calcinación. Revista Ingeniería y Región. ISSN 1657-6985, vol. 26 (1). [Fecha de consulta 10 de junio de 2024]. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8159796.pdf>

Lavado, R & Taboada, M. (2018). Manejo de suelos halomórficos.

Universidad Nacional de La Plata. Ingeniería Forestal. Unidad didáctica C5 (2 de 2). Revisión bibliográfica p.1. [consulta 2/6/2024]. Recuperado de:

https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/75175/mod_resource/content/1/Tirada%20Interna%20UDC%20C5%20%282%20de%202%29%20Suelos%20Halom%C3%B3rficos.pdf

Lavado, R. (2010). Salinidad y alcalinidad: propiedades, efectos sobre los cultivos y manejo. Fertilidad de suelos caracterización y manejo en la Región Pampeana. Editorial de la Facultad de Agronomía (UBA), p.97-115. [Fecha de consulta 26 de abril de 2024]. Recuperado de:

https://www.conicet.gov.ar/new_scp/detalle.php?keywords=&id=29764&capitulos=yes&detalles=yes&capit id=893762

Lazicki, P.; Geisseler, D.; Lloyd, M. (2020). Nitrogen mineralization from organic amendments is variable but predictable. J Environ Qual. 49(2):483-495. doi: 10.1002/jeq2.20030. Epub 2020 Feb 28. PMID: 33016434.. [Fecha de consulta 10 de junio de 2024]. Recuperado de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33016434/>

Le Bissonnais, Y. (1996). Aggregate stability and assessment of crustability and erodibility: 1. theory and methodology. European Journal of Soil Science, 47(3), 425–437. Recuperado de: https://bsssjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/am-pdf/10.1111/ejss.1_12311

Le Bissonnais, Y. (2006). Aggregate stability and soil crusting: Experiments and models. En R. Lal (Ed.), Encyclopedia of Soil Science (2nd ed., pp. 35–40). CRC Press, Taylor & Francis Group.

Martínez, J.; Crespo, C.; Cuervo, M.; Sainz Rozas, H.; Echeverría, H.; Martínez, F.; Cordone, G.; Barbieri, P. (2020). Secuencias de cultivos con

predominio de soja: Efecto de indicadores de calidad física del suelo. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo; Ciencia del Suelo; 38; 2; 12-2020; 224-235. [Fecha de consulta 26 de abril de 2024]. Recuperado de:

<http://hdl.handle.net/11336/148834>

Martínez, S.; Carbone, A.; Garbi, M. (2021). Producción hortícola periurbana. Aspectos técnicos y laborales. Libros de Cátedra. P.43-46. [Fecha de consulta 26 de abril de 2024]. Recuperado de:

<https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/book/1701>

Matus, Francisco J., & Maire G., Christian R. (2000). Interacción entre la materia orgánica del suelo, la textura del suelo y las tasas de mineralización de carbono y nitrógeno. Agricultura Técnica, 60 (2), 112-126. [Fecha de consulta 26 de abril de 2024]. Recuperado de:

<https://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072000000200003>

Murillo Montoya, S.; Mendoza Mora, A. & Fadul Vásquez, C.J. (2020). La importancia de las enmiendas orgánicas en la conservación del suelo y la producción agrícola. Revista Colombiana De Investigaciones Agroindustriales, 7 (1), 58–68. [Fecha de consulta 26 de abril de 2024]. Recuperado de:

<https://doi.org/10.23850/24220582.2503>

Paladino, I.; Sokolowski, A.; Rodríguez, H.; Gagey, M.; Barrios, M.; De Grazia, J.; Debelis, S.; Wolski, J. & Bujan A. (2018). Evaluación de propiedades de suelo en fincas hortícolas de Florencio Varela, Buenos Aires, Argentina. Revista académica, Environmental Earth Sciences, vol. 77, p. 1-8. [Fecha de consulta 26 de abril de 2024]: Recuperado de:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s12665-018-7568-2>

Parera, M. del C. (2017). Manejo de la fertilidad del suelo en horticultura. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Mendoza, Argentina. [Fecha de consulta 26 de abril de 2024]: Recuperado de:

[https://www.researchgate.net/profile/Carlos-](https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Parera/publication/326649587)

[Produccion de Maiz Dulce/links/5b5b0440458515c4b24abbe2/Produccion-de-Maiz-Dulce.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Parera/publication/326649587/Produccion-de-Maiz-Dulce/links/5b5b0440458515c4b24abbe2/Produccion-de-Maiz-Dulce.pdf)

Pellegrini, A.; Chamorro A.; Bezus, R.; Voisin, A.; Ittis, B.; Falcon, I.; Golik, S. (2022). Enmiendas orgánicas y cultivo de cobertura: su impacto sobre el suelo. XXVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Repositorio de la Universidad Nacional de La Plata. [Fecha de consulta 26 de abril de 2024]. Recuperado de:

https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/167144/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rebollo, M. (2014). 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. Facultad De Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional De La Pampa. Tesina de grado. [Fecha de consulta 26 de abril de 2024]. Recuperado de: <https://repo.unlpam.edu.ar/handle/unlpam/284>

Ríos, M. Ramírez, L. (2012). Aprovechamiento del contenido ruminal bovino para ceba cunicola, como estrategia para diezmar la contaminación generada por el matadero en San Alberto. Revista científica. Prospectiva, ISSN-e 2216-1368, ISSN 1692-8261, Vol. 10, N°. 2 (julio-diciembre), 2012, págs. 56-63. [Fecha de consulta 26 de abril de 2024]. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4244257>

Rotondo, R.; Firpo, I; Ferreras, L.; Toresani, S.; Fernández, S. & Gómez, E. (2009). Efecto de la aplicación de enmiendas orgánicas y fertilizante nitrogenado sobre propiedades edáficas y productividad en cultivos hortícolas. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario. CC 14 (S2125ZAA). 1Sistemas de Cultivos Intensivos. [Fecha de consulta 26 de abril de 2024]. Recuperado de: <https://www.horticulturaar.com.ar/es/pdf/45/efecto-de-la-aplicacion-de-enmiendas-organicas-y-fertilizante-nitrogenado-sobre-propiedades-edaficas-y-productividad-en-cultivos-hortícolas.pdf>

Seguel, O; García de Cortázar, V. & Casanova P. (2003). Variaciones en el tiempo de las propiedades físicas de un suelo con adición de enmiendas orgánicas. Agricultura Técnica, 63(3), 287-297. [Fecha de consulta 26 de abril de 2024]. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072003000300008>

Soto, S. (2020). Efectos de la materia orgánica sobre el suelo. Universitat Politècnica de València. Artículo docente. [Fecha de consulta 26 de abril de 2024]. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10251/142182>

Torres-Guerrero, C.; Etchevers B.; Fuentes Ponce, M.; Govaerts, B.; León González, F. & Herrera, J. (2013). Influencia de las raíces sobre la agregación del suelo. Terra Latinoamericana, Vol. 31 (1), p.71-84. ISSN: [Fecha de consulta 26 de abril de 2024]. Recuperado de:

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792013000100071

Uicab Brito, L.; Sandoval Castro, C. (2003). Uso del contenido ruminal y algunos residuos de la industria cárnica en la elaboración de composta.

Agroecosistemas tropicales y subtropicales, Vol.2 (2), p.45-63. ISSN:

[Fecha de consulta 26 de abril de 2024]. Recuperado de:

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792013000100071

Ungaro Korn, S. (2017). Evaluación de enmiendas orgánicas sobre el suelo y en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Tesis de grado. [Fecha de consulta 26 de abril de 2024].

Recuperado de:

https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/64137/Documento_completo_.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vázquez, M.; Terminiello, A. (2008). Recuperación de suelos degradados de pequeños productores del cinturón hortícola del Gran La Plata. Valoración del problema y estrategias correctivas. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. Publicaciones Técnicas. [Fecha de consulta 26 de abril de 2024].

Recuperado de: https://www.agro.unlp.edu.ar/wp-content/uploads/migracion/paginas/2008_manual_cinturon_horticola_la_plata_directora_mabel_vazquez.pdf#overlay-context=node/364/draft