

TITULO

**ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICA, QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA
DEL SUELO TRAS LA ADICIÓN DE COMPOST**

Alumnos Expositores: Fimia Tomas, Cagnoni Lucia, Zzappeli Lucia, Monzón Rocio, Soto Tomas, Monín Lucia.

- **Curso: 6^{to} Año**
- **Nivel y Área: Escuela Técnica Nivel Superior – Orientación en Tecnología de los Alimentos**
- **Escuela de Educación Secundaria Técnica N°1**
- **Dirección: Quetgles y Bolívar, San Antonio de Areco, Buenos Aires**
- **Teléfono: 455472**
- **Correo electrónico: eetn1_yahoo.com.ar**

-Año: 2019-

ÍNDICE

1. Resumen.....	3
2. Introducción.....	3 a 4
3. Objetivos.....	5
4. Materiales y métodos	5
5. Resultados.....	6 a 9
6. Discusión de los resultados	9 a 14
7. Conclusión.....	14 a 15
8. Bibliografía.....	15 a 16

Así son los Suelos de mi País

1. RESUMEN

Los cambios operados en la sociedad han hecho aumentar la cantidad y los tipos de residuos orgánicos existentes, con los consiguientes problemas medioambientales. Una de las vías que contribuye a mantener la sostenibilidad de los ecosistemas es la aplicación de compost procedente de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) al suelo, ya que permite recuperar los nutrientes contenidos en ellos (materia orgánica y elementos fertilizantes), posibilitando el cierre de los ciclos biogeoquímicos y minimizando el impacto negativo que éstos ejercen sobre el medio ambiente.

El objetivo general de este trabajo es la evaluación comparativa de los efectos, a corto plazo, que se producen en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, tras la aplicación compost de residuos orgánicos provenientes del comedor escolar formado principalmente por residuos de cocina (cascaras de papa) y pasto

Con objeto de estudiar los efectos que ejerce la adición de compost sobre las propiedades físicas (textura, estructura y porosidad) y químicas del suelo (pH, contenido en carbono total, materia orgánica, nitratos, etc...) se realizó un ensayo en diferentes suelos durante 1 mes en parcelas experimentales sin y con compost de 4 m², siendo la dosis de aplicación de 10 kg. Por último se realizó la siembra en ambas parcelas de lechuga criolla a fin de poder calcular la materia seca de las plantas.

2. INTRODUCCIÓN

El suelo, es un sistema complejo, que tiene su origen en la parte más superficial de la corteza terrestre, como consecuencia de la interacción entre litosfera, atmósfera, hidrosfera y biosfera. Este sistema es biológicamente activo, y está formado por diversas capas, conocidas como horizontes, resultado de la acción de meteorización de los distintos procesos, tanto físicos, químicos como biológicos sobre la roca madre.

La formación de un suelo maduro, requiere de largos periodos de tiempo, que exceden en mucho al periodo de una generación, por lo que podemos considerar este recurso, como no renovable debido a la escala temporal que necesita para alcanzar un estado clímax.

Esto repercute en el tiempo que necesitan los suelos para alcanzar un estado de cierta madurez. Por ello, adquiere especial interés su mantenimiento y conservación, a través de buenas prácticas de manejo, con la finalidad de evitar la pérdida de suelos fértiles.

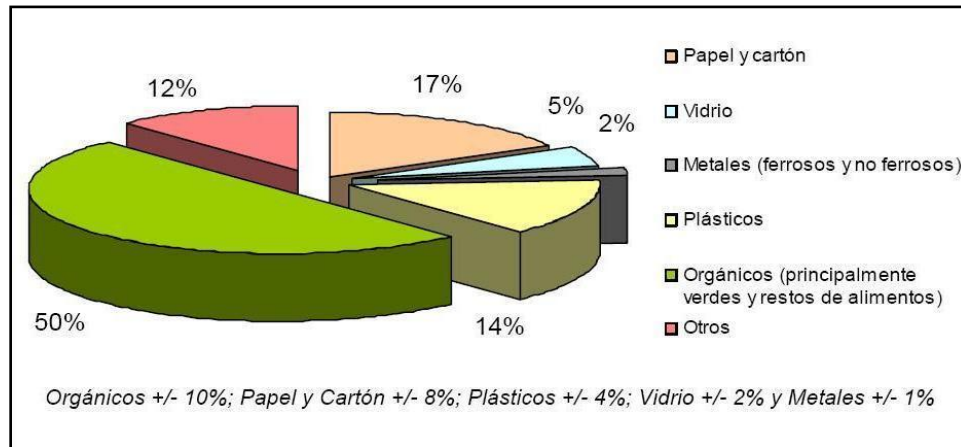
Así son los Suelos de mi País

La degradación del suelo, es el proceso debido al cual, las propiedades edáficas, sufren alteraciones importantes como consecuencia de actividades antrópicas inadecuadas, o debido a procesos naturales. Estos procesos, ponen en riesgo los suelos, y en especial, aquellos más vulnerables teniendo lugar, como resultado de la degradación del recurso, una reducción de la productividad del mismo, pudiendo convertirlos en inservibles para su aprovechamiento, produciéndose un abandono de tierras o la despoblación de territorios.

Existen muchos y diversos tipos de compost orgánicos, atendiendo a su procedencia, contenido en nutrientes, etc. Pero es, en los últimos años, donde la producción de compost orgánicos derivados de residuos sólidos urbanos (RSU), ha tomado especial interés, ya que, además de aportar nutrientes y materia orgánica al suelo, puede ayudar a reducir los costes de la gestión de residuos, al elaborar un subproducto, con un valor económico, a partir de materiales desechados.

En Argentina la composición tipo de residuos sólidos urbanos, a pesar de su gran variabilidad, se asemeja a la descrita en la figura 1

Figura 1: composición tipo de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en Argentina



La aplicación de compost orgánico sobre los suelos degradados, puede ser uno de los caminos a seguir, para favorecer la regeneración y mantenimiento de estos suelos, debido a las mejoras que se registran. Con la aplicación de compost orgánico, más la adopción de un código de buenas prácticas agrícolas, podemos mitigar la degradación y/o erosión de suelos amenazados por distintas perturbaciones, recuperando además, algunos de los suelos, ya degradados desde el punto de vista agrícola o ambiental, incrementando y/o recuperando la productividad de los mismos.

3. OBJETIVOS

- Utilizar residuos orgánicos provenientes del comedor escolar para la obtención de compost.
- Determinar los cambios, a corto plazo en los contenidos en carbono orgánico, macro y micronutrientes y propiedades físicas del suelo, con la adición de compost.
- Comunicar y crear conciencia acerca de la utilización de los RSU
- Mejorar las funciones productivas del suelo y cultivos.
- Eliminar la posible presencia de RSU sobre sistemas más frágiles (aire, agua, etc.).

4. MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se llevó a cabo durante el mes de Agosto y parte de Septiembre en dos parcelas situadas en la huerta, a una de las cuales se le adiciono compost producido por digestión anaeróbica de residuos orgánicos del comedor escolar, siendo la dosis de aplicación de 10 Kg.

Luego de haber pasado una semana de haber adicionado el compost (asentamiento). Se llevaron adelante semanalmente un muestre tomando varias submuestras de suelo de la capa arable (0-15 cm). A continuación se efectuó la homogeneización y consiguiente disgregación de los terrones manualmente para su posterior secado al aire y tamizado mediante un tamiz de luz de malla de 2 mm a fin de eliminar piedras, gravas, raíces y otros fragmentos presentes.

Se determinaron parámetros básicos del suelo (propiedades físicas, químicas y microbiológicas) siguiendo los métodos oficiales.

Durante el mes de agosto se realizaron semanalmente los siguientes ensayos físicos, químicos y microbiológicos.

- **Determinaciones Físicas:** pH, Conductividad, Densidad Aparente, Densidad real Porosidad, Registro de Precipitaciones y Textura del suelo
- **Determinaciones Químicas:** Cenizas, Humedad, Materia Orgánica, Fosfatos y nitratos Calcio y Magnesio
- **Determinaciones Microbiológicas:** Microflora Heterotrofa del suelo; Hongos y levaduras

Así son los Suelos de mi País

5. RESULTADOS

4.1 Análisis de las propiedades físicas, químicas y biológicas del compost y de la parcela sin agregado de compost.

TABLA N°1- Resultados de los análisis físicos realizados al compost de la huerta empleado en las experiencias.

Propiedades físicas	Horizonte (cm)	pH	Conductividad (ppm)	Densidad Aparente (%)	Densidad real (g/ml)	Porosidad (%)	Precipitaciones (mm)	Textura del suelo
Compost	0-15 cm	8,22	166	73	1,88	61,17	0	Franco arcilloso
Parcela sin compost	0-15 cm	7,89	278	144	2,23	48,87	0	Franco arcilloso

TABLA N°2 – Resultados de los análisis químicos realizados al compost de la huerta.

Propiedades químicas	Horizonte (cm)	Cenizas (%)	Humedad (%)	Materia Orgánica (%)	Nitratos (ppm)	Fosfato (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Test de almidón	Test de Amonio
Compost	0-15 cm	53,58	46,03	2,53	9,30	7,45	<1973,94	< 273,6	Coloración amarilla	Ausencia
Parcela sin compost	0-15 cm	29,17	17,38	0,6	1,69	7,80	1863,72	267,52		

TABLA N°3 – Resultados de los análisis microbiológicos realizado al compost y a la parcela sin agregado de compost.

Microflora heterótrofa total	Microbiota (ufc/g)	Hongos y levadura (ufc/g)
Compost	2.10^7	$1 . 10^7$
Sin compost	4.10^7	$3 . 10^7$

(*) La siembra se realizo en agar papa dextrosa y un periodo de incubación de 5 días a 28°C.

Interpretación de los resultados del compost

- Los residuos orgánicos que utilizamos para la formación del compostaje se compone mayoritariamente de residuos de cocina el comedor escolar (2/3 de cascaras de papa y 1/3 de tierra).
- El compost se encuentra dentro de los parámetros establecidos para porosidad (40-60%)
- De acuerdo a los datos obtenidos de densidad real y aparente la textura del compost corresponde a un franco arcilloso.

Así son los Suelos de mi País

- Los pH superiores a 7,6, son característicos de compost bioestabilizados en proceso de humificación.
- Dado por las composición del compost (principalmente cascara de papas), tres tipos de azúcares son encontrados en el compost azúcares, almidón y celulosa. Los azúcares son los primeros componentes en ser metabolizados, generalmente en una semana, el almidón en la cuarta a quinta semana ya está en la fase máxima de descomposición y el compost esta bioestabilizado, con pH alcalino y la celulosa estará presente. A efecto de corroborar la presencia de almidones en el compost se realizó el test de almidón el cual dio una coloración amarilla y poco precipitada lo que significa compost maduro.
- El porcentaje de humedad del compost se encuentra dentro del rango óptimo (40-60%), con lo cual se ve favorecida las fases de degradación aumentando la actividad microbiana en el mismo.
- Se trata de un compost bien maduro dado que presenta trazas de nitratos y ausencia de amonio. De todas maneras los valores de nitratos son relativamente y será objeto de otra investigación en suelo de como aumentar los niveles en el mismo.
- El compost presenta un alto contenido de materia Orgánica.
- Valores bajo de fosfatos.
- No existe demasiada discrepancia en los niveles de microbiota del compost y suelos sin compost, a diferencia del recuento de hongos y levaduras que fue mayoritariamente en este último.

4.2 Análisis de las propiedades físicas, químicas y biológicas de la parcela con agregado de compost semanalmente.

TABLA N°4 - Resultados de los análisis físicos realizados semanalmente a la parcela con agregado de compost.

Propiedades físicas	Horizonte (cm)	pH	Conductividad (ppm)	Densidad Aparente (%)	Densidad real (g/ml)	Porosidad (%)	Temp °C	Precipitaciones (mm)
Primer semana	0-15 cm	7,8	222	104	2,22	53,15	11,4	0
Segunda semana	0-15 cm	7,9	233	118	1,63	27,60	11,1	15,3 Caída de granizo
Tercer semana	0-15 cm	8,1	324	96	1,80	46,36	14,4	1,8
Cuarta Semana	0-15 cm	8,29	391	109	1,80	65,13	19,3	0

Así son los Suelos de mi País

TABLA N°5 - Resultados de los análisis químicos realizados semanalmente a la parcela con agregado de compost.

Propiedades químicas	Horizonte (cm)	Cenizas (%)	Humedad (%)	Materia Orgánica (%)	Nitratos (ppm)	Fosfato (ppm)	Calcio (ppm)	Magnesio (ppm)
Primer semana	0-15 cm	62,37	33,25	2,2				
Segunda semana	0-15 cm	67,56	25,74	4,0				
Tercer semana	0-15 cm	66,99	34,09	3,6				
Cuarta Semana	0-15 cm	60,54	32,52	3,9	7,61	6,82	1973,94	273,6

TABLA N°6 - Resultados de los análisis microbiológicos realizados semanalmente a la parcela con agregado de compost.

<i>Microflora heterótrofa total</i>	Con compost Ufc/g	Sin compost Ufc/g
Primer semana	$5 \cdot 10^8$	$1,4 \cdot 10^8$
Cuarta semana	$2 \cdot 10^7$	$4 \cdot 10^7$

<i>Hongos y levaduras</i>	Con compost Ufc/g	Sin compost Ufc/g
Primer semana	$1 \cdot 10^7$	$1,4 \cdot 10^8$
Cuarta semana	$1 \cdot 10^7$	$3 \cdot 10^7$

4.3 Análisis fisicoquímicos del agua de riego.

Análisis químicos	Resultados
Calcio (ppm de CaCO ₃)	89
Magnesio (ppm de CaCO ₃)	75,05
Dureza (ppm de CaCO ₃)	178
Nitratos (ppm)	33,00
pH	6,8

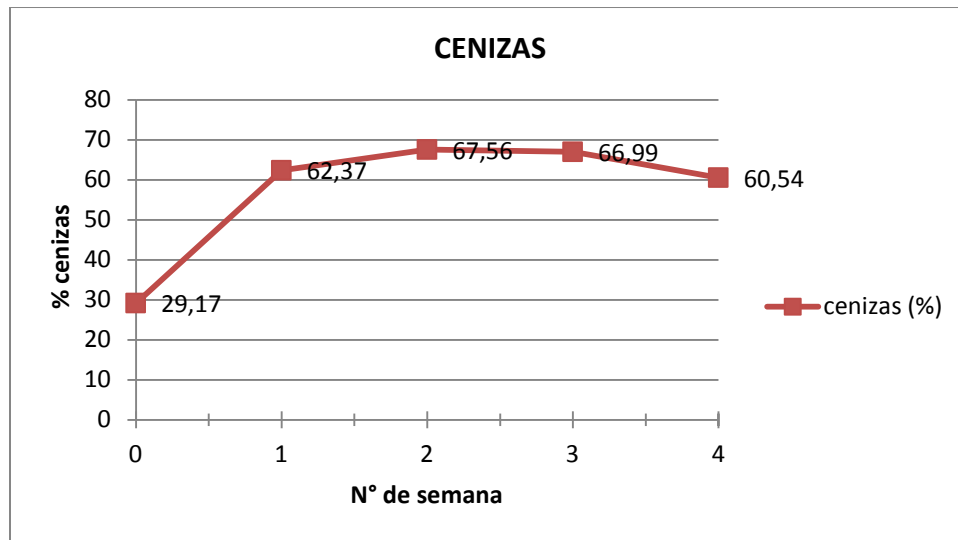
Así son los Suelos de mi País

Interpretación de los resultados del agua de riego:

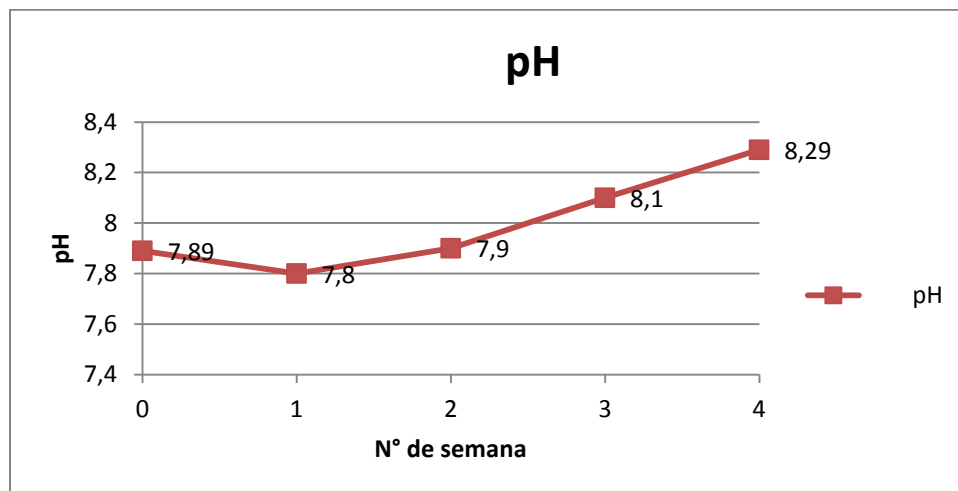
De acuerdo al Código Alimentario Argentino los valores se encuentran dentro de los establecidos por la legislación. Se destaca la dureza del agua de riego (178 ppm) cuyo valor se encuentra dentro de los niveles correspondientes a un agua dura (150-300 ppm) la cual también contribuye a que los niveles se mantengan constantes, como también los valores significativos de nitrato.

6. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En los gráficos que aparecen a continuación podemos apreciar los cambios observables semanalmente luego de haber adicionado 10 kg compost a una parcela de 4 m².

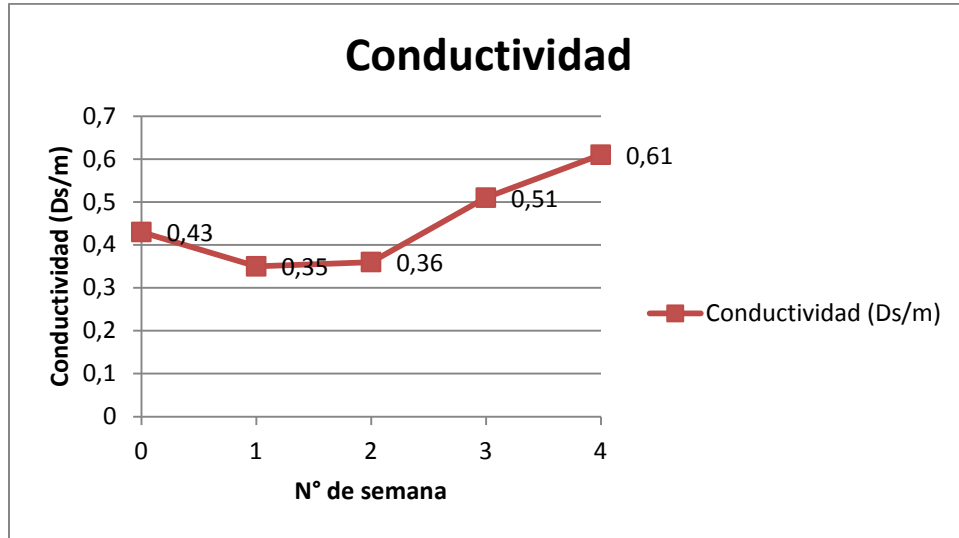


Durante la primera semana se observó un aumento abrupto en el porcentaje de cenizas. En las semanas siguientes los niveles no fueron tan fluctuantes manteniéndose en el rango de 60-63 %.



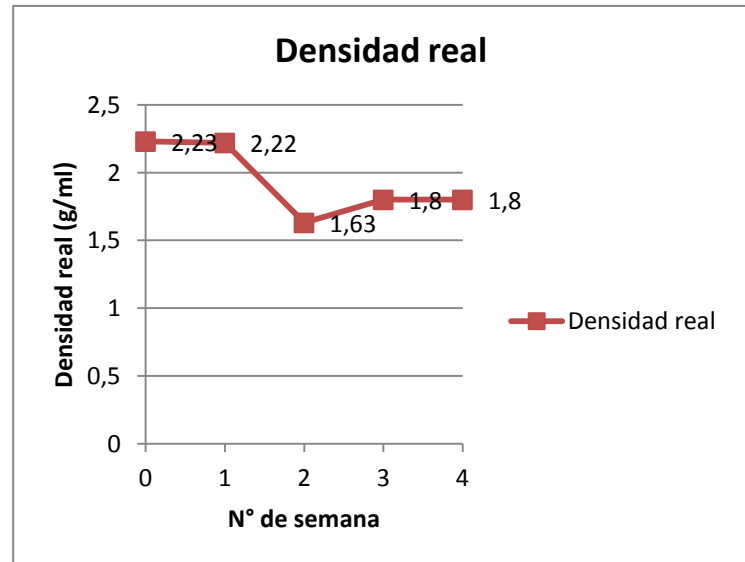
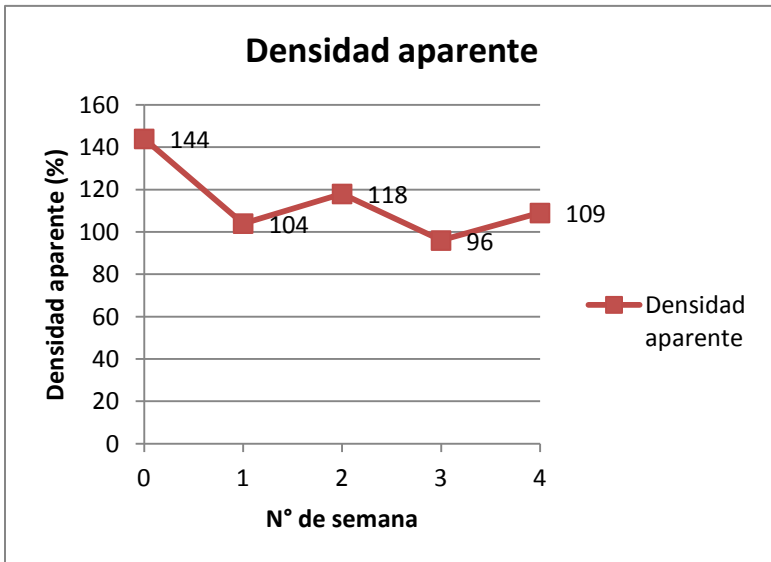
Así son los Suelos de mi País

Se puede observar que en las cuatro semanas hubo un leve ascenso del pH, debido a fuentes de acidez muy débil o la presencia de bases o sales de reacción alcalina como HCO_3^- y CO_3^{2-} provenientes del compostaje como también del agua de riego que se caracteriza principalmente por su elevada dureza.



(* 1 ds/m = 640 ppm)

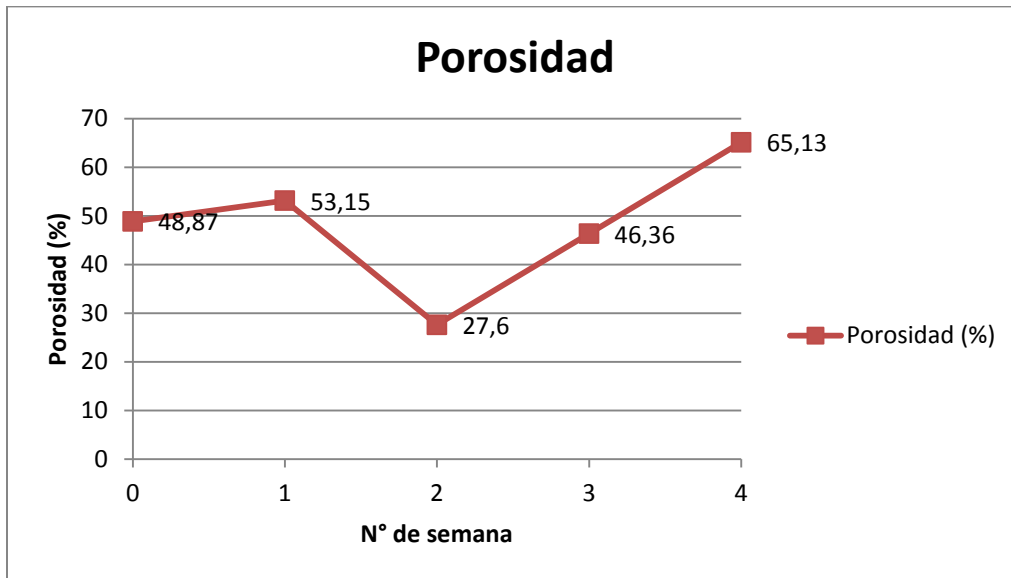
En términos generales se trata de un suelo cuya grado de salinidad se encuentra dentro de los parámetros de un suelo normal (0,1-2 ds/m).



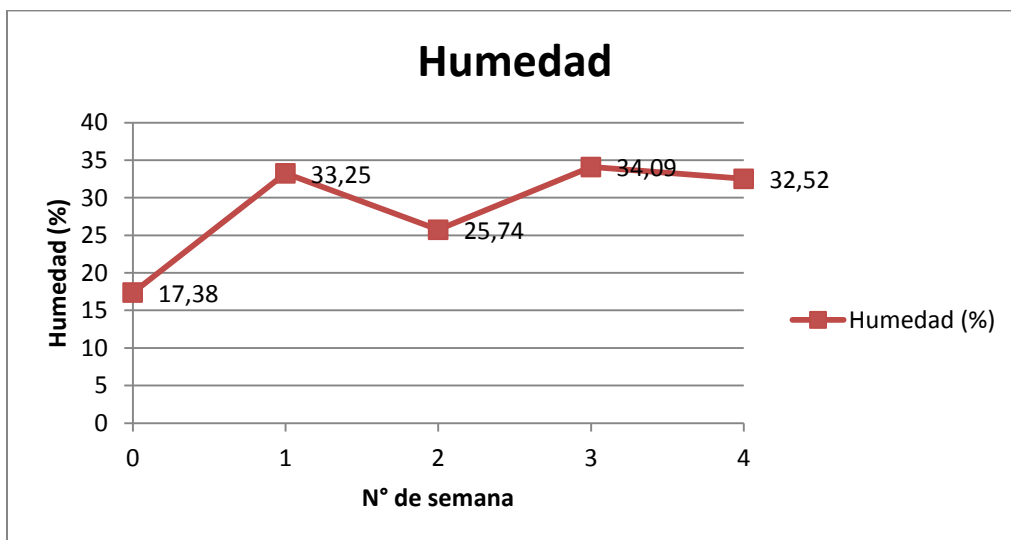
Los valores de densidad real y aparente además de darnos información acerca de la porosidad del suelo también son indicadores de la textura del suelo. De acuerdo a los datos obtenidos se trata de un suelo franco arcilloso (2,4 – 2,59 g/ml). Estas propiedades físicas se deben a que este suelo tiene gran cantidad de Materia Orgánica la cual permite que tenga un buen drenaje e infiltración del agua en las capas superficiales. Los suelos francos presentan las mejores condiciones tanto físicas como

Así son los Suelos de mi País

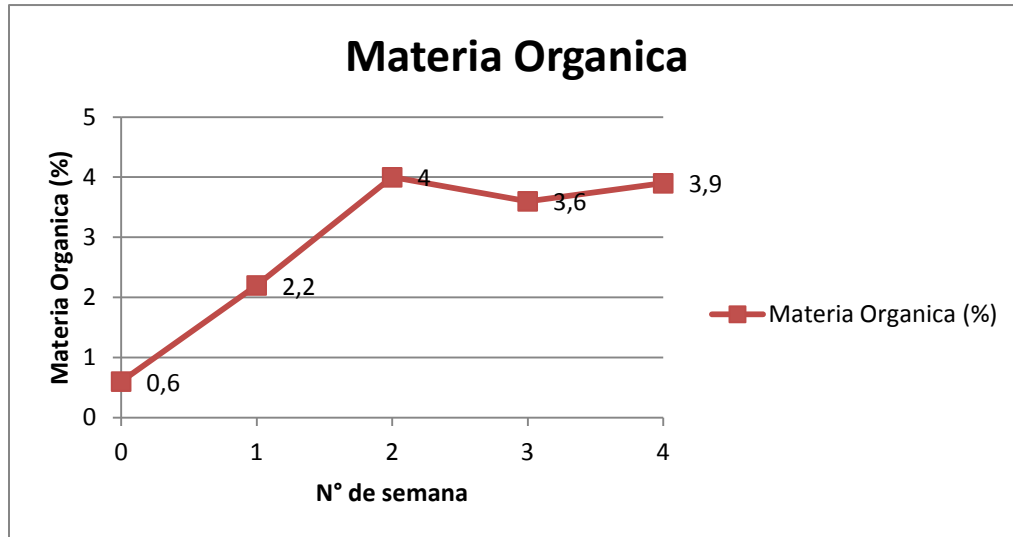
químicas, siendo los más aptos para el cultivo, presentando así la textura franco arcillosa un 20 a 45% de lima, y de 15 a 25% de arcilla.



Para una correcta aireación del suelo y una buena retención de agua, es conveniente que la porosidad se sitúe entre el 40 y el 60 %. Valores menores del límite inferior pueden crear asfixia en las raíces, contenidos de agua retenida muy bajos, o ambas cosas a la vez. Un valor superior al límite máximo supone una dificultada para el contacto entre el suelo y las raíces de las plantas. Los porcentajes de porosidad durante las cuatro semanas se encuentran dentro de los niveles óptimos, a excepción de la segunda, donde se detecto una disminución de la porosidad (< 30 %), siendo una posible causa la caída de granizo.



Mediante el agregado de compostaje se observa una mayor retención de agua en la parcela, obteniendo niveles óptimos (30-60%) para una buena actividad microbiana.

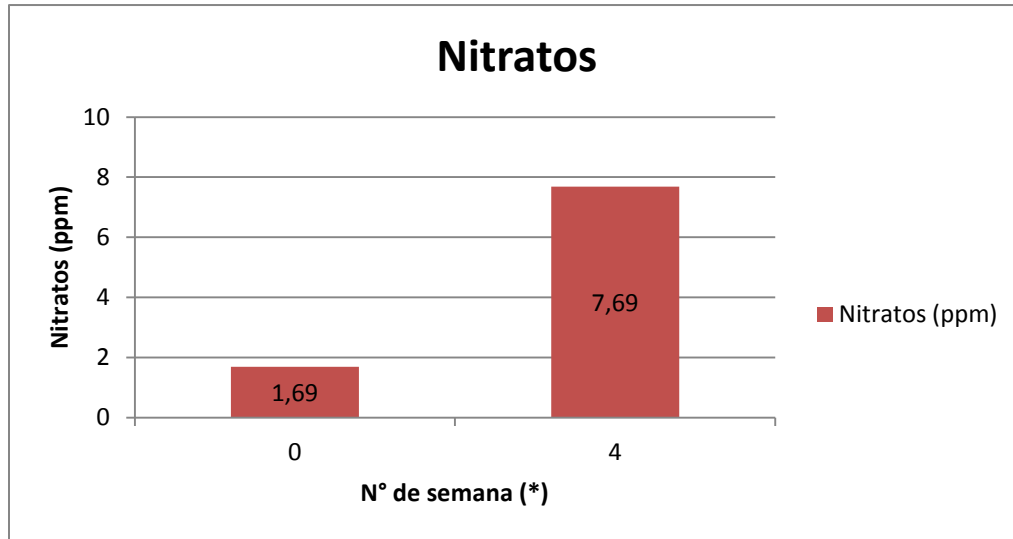


La materia orgánica influye sobre la fertilidad del suelo y sobre sus características físicas y químicas, aportando:

- Fertilidad y vida al suelo.
- Reserva de nutrientes.
- Mejora las condiciones físicas del suelo.
- Mejora la estructura del suelo.
- Mejora la porosidad del suelo, aumentando la aireación y circulación de agua que favorece el desarrollo de la planta.
- Regula las actividades microbiológicas en el suelo.
- Privilegia la infiltración frente a la escorrentía superficial, disminuyendo la erosión del suelo.
- Mejora el balance hídrico del suelo.
- Tiende a reducir la evaporación.
- Actúa como reservorio de agua

Se registra un aumento significativo en los niveles de materia orgánica tras la adición de compost a la parcela. A su vez el porcentaje obtenido en la última semana se ubica dentro de los parámetros óptimos de un suelo para horticultura (4 – 6 %).

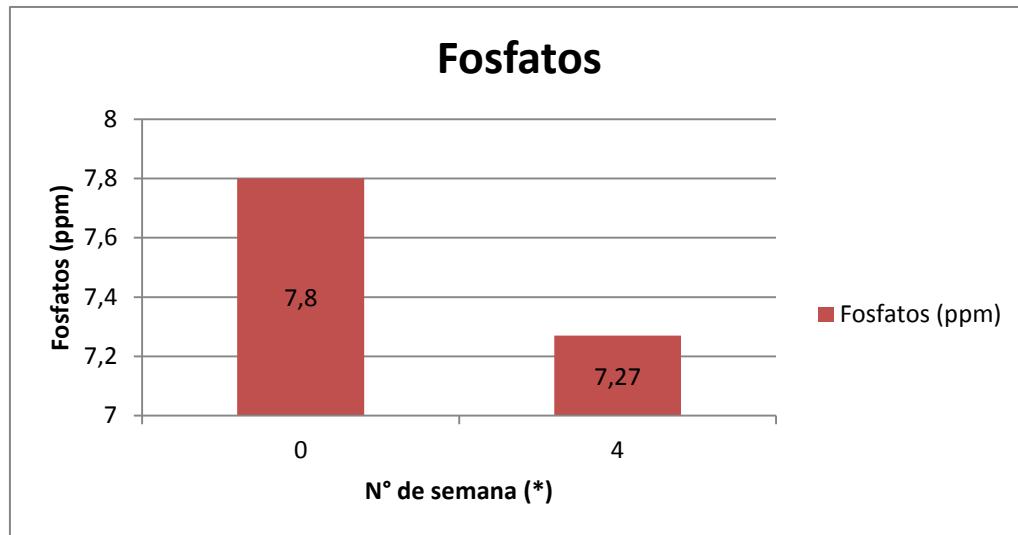
Así son los Suelos de mi País



(*) El valor de la semana 0 corresponde a la tierra de la parcela de investigación antes de agregarle compost mientras el último corresponde a la parcela con compost durante la semana final)

Las formas en que el N es asimilado por las plantas son NO^3 y NH^{4+} mediante procesos de flujo. Los nitratos se agregan al suelo de tres formas: A través de fertilizantes, de la descomposición de materia orgánica y del estiércol animal.

En nuestro caso, si bien hubo un crecimiento importante de nitratos en la parcela, el valor no logro llegar a los niveles óptimos, que se encuentran por encima de 20-22ppm.

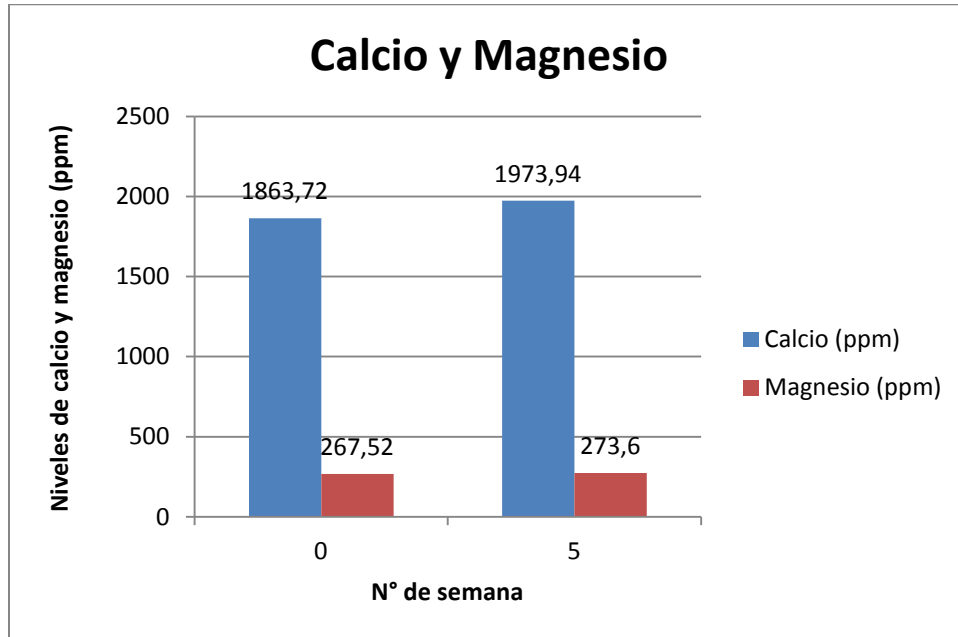


(*) El valor de la semana 0 corresponde a la tierra de la parcela de investigación antes de agregarle compost mientras el último corresponde a la parcela con compost durante la semana final.

El fósforo es otro de los elementos claves en la nutrición de los cultivos. Este nutriente interacciona con otros, como el nitrógeno, de manera que la respuesta a la aplicación de fertilizantes nitrogenados puede ser bajo si el suelo es deficiente en fósforo. Al intervenir en varias funciones metabólicas de las plantas también controla el ciclado y la acumulación de materia orgánica en el suelo. El fósforo del suelo no se repone por fijación biológica, como ocurre con el nitrógeno cuando

Así son los Suelos de mi País

se cultivan leguminosas. Teniendo en cuenta los niveles de fósforo al inicio y al final de nuestro trabajo de investigación, podemos afirmar que no hubo cambios considerables en sus valores.



El calcio estimula el desarrollo de las raíces y hojas en las plantas y forma compuestos en las paredes celulares fortaleciendo su estructura. Además, ayuda a reducir los nitratos en los tejidos de las plantas, activa numerosos sistemas enzimáticos y neutraliza los ácidos orgánicos. El magnesio, está involucrado activamente en el proceso de fotosíntesis, ayuda al metabolismo de los fosfatos, la respiración de la planta e interviene en los sistemas enzimáticos. Nuestros valores de calcio se encuentran en un nivel bajo, mientras que el magnesio posee un nivel de concentración muy alto. Aunque ambos niveles aumentaron en cuestión de cuatro semanas., no se observó un cambio significativo en dichos valores.

7. CONCLUSIONES

Atendiendo a los objetivos planteados inicialmente, las siguientes conclusiones, constituyen una síntesis de los resultados más destacados obtenidos en este estudio:

Aunque la investigación se realizó en un corto periodo de cuatro semanas, se observaron cambios significativos en la parcela con agregado en comparación a la parcela sin compost. Entre ellos se aprecian:

- Valores de ceniza: Aumento de los niveles de minerales en el suelo.
- Valores de pH: Alcalización del suelo.
- Valores de conductividad: Aumento de la salinidad del suelo.
- Valores de humedad: Aumento significativo de la humedad del suelo.
- Valores de porosidad: Aumento de la porosidad del suelo.
- Valores de densidad real y aparente: Disminución de la densidad real y aparente del suelo.
- Valores de materia orgánica: Aumento significativo de la materia orgánica del suelo.

Así son los Suelos de mi País

- Valores de nitratos: Aumento de nitratos del suelo.
- Valores de fosfatos: Disminución de fosfatos en el suelo.
- Valores de calcio y magnesio: Aumento mínimo de calcio y magnesio del suelo.
- Valores de microflora heterótrofa: Se observa una disminución de la microflora en la parcela con compost principalmente con lo que respecta al conteo de hongos y levaduras.

En relación al objetivo general fijado en la investigación, podemos concluir, que las mejoras producidas en el lapso de tiempo sobre las propiedades del suelo, tras la aplicación de compost, se mantienen tanto en las propiedades físicas, químicas como biológicas. Algunos de los parámetros sometidos a estudio, han producido mejores resultados a medio plazo, como es el caso del carbono orgánico, cenizas, pH, humedad, porosidad, densidad real y aparente. La utilización de compost, se presenta por tanto, como una buena herramienta en la recuperación y regeneración de suelos.

Por últimos podemos afirmar que el compost es un complemento sumamente benéfico para el suelo, y no se necesita más materia orgánica que la que se produce como residuo en el hogar para realizarlo y obtener mejoras en los cultivos en el que se utilice.

8. BIBLIOGRAFIA

1. Rubinson, J.; Rubinson, K.: Química Analítica Contemporánea, Prentice-Hall Hispanoamericana 2000
2. Harris, D.C. “Análisis Químico cuantitativo”, Iberoamericana, 1992
3. Skoog, D.A., West, D.M. y Holler, F.J., “Química Analítica”, McGraw-Hill, Méjico, 1995
4. Day JR, R.A y Underwood, A.L., “Química Analítica Cuantitativa” 5ta edición, Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A. Méjico, 1989.
5. Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos, Víctor M. Paneque Pérez, Ediciones INCA 2010
6. Insignia de los Suelos, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Ediciones Sida 2017
7. Mendoza, E. H. (s.f.). *Densidad Real y Aparente y Porosidad del suelo*. Recuperado el 13 de Octubre de 2014
8. Reacción del suelo, condiciones de abastecimiento, autores: Margarita m. Alconada Magliano, Jorge W. Lanfranco, facultad de ciencias agrarias y forestales, Editorial de la Universidad de la Plata.
9. Manual de Procedimientos Analíticos, Laboratorio de Física de Suelos, 2010, Autores: Dra. Lourdes Flores Delgadillo, Téc. Jorge René Alcalá Martínez.
10. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las plantas laboratorio de agroquímica manual de técnicas analíticas para análisis de suelo,

Así son los Suelos de mi País

foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos, Dr.C Víctor M. Paneque Pérez, Ms Cjuan M. Calaña Naranjo, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), 2010, Víctor M. Paneque Pérez.

11. Manual de análisis de suelos y tejido vegetal, Una guía teórica y práctica de metodologías documento de trabajo No. 129, Sheifa J. McKean, Laboratorio de Servicios Analíticos, Centro Internacional de Agricultura Tropical· CIAT, Agosto 1993

Sitios Web

12. <https://www.youtube.com/watch?v=pOQcfaw7UEk>
13. <https://sites.google.com/site/analisisdesueloyaguaitsl/tema-3/3-1---determinacion-de-acidez-del-suelo>
14. <https://www.youtube.com/watch?v=BfH63tauMak>
15. <https://www.youtube.com/watch?v=R8GstIpa0po>
16. <http://www.compostadores.com/descubre-el-compostaje/la-cosecha-el-compost-casero/156-cuando-se-tarda-en-recoger-el-compost.html>
17. <http://www.compostadores.com/descubre-el-compostaje/la-cosecha-el-compost-casero/156-cuando-se-tarda-en-recoger-el-compost.html>
18. <http://lan.inea.org:8010/web/materiales/pdf/analisis%20de%20suelos-consejo%20de%20abonados.pdf>
19. https://www.researchgate.net/publication/266883243_analisis_de_las_propiedades_fisicas_y_quimicas_del_suelo_tras_la_adicion_de_compost_procedente_de_rsu