

Aprender investigando: indagando sobre ecología microbiana y técnicas de laboreo en la Escuela de Jardinería

Javier NÚÑEZ y Verónica PINELLI

Resumen

Se comparte una experiencia de investigación en la cual se compara la microbiota del suelo de una cama alta con abono verde con la del suelo del camino adyacente en el espacio de prácticas de la Escuela de Jardinería. Los resultados indicaron que la biodiversidad microbiana —en especial la de hongos— del abono verde fue superior a la del camino. Valoramos la actividad como muy positiva desde el punto de vista pedagógico, como una excelente herramienta para la enseñanza de la ciencia. Si bien la práctica se realizó con fines educativos, se destaca la importancia de realizar investigaciones dirigidas a evaluar y adaptar medidas de manejo y prácticas tomadas de la agricultura convencional al rubro de la jardinería.

Introducción

La Escuela de Jardinería ofrece actualmente posibilidades de formación técnica que se enmarcan en dos orientaciones. Para la orientación Hortícola se entregan los títulos de Especializado en Jardinería y de Técnico en Jardinería, y para la orientación Diseño se brinda el título de Diseñador de Espacios Verdes. Ambas ofrecen una formación actualizada y complementaria para abordar distintos aspectos del trabajo en áreas verdes. A lo largo de la carrera técnica en jardinería se transmiten saberes técnicos y científicos, de forma práctica y teórica. Los estudiantes se van aproximando al mundo de las plantas desde diferentes ángulos.

El último año está orientado a, por un lado, integrar todos los conocimientos adquiridos previamente y ver ejemplos concretos sobre cómo se ponen en práctica, fundamentalmente en la materia Pasantía. Por otro lado, se busca ampliar la mirada, yendo más allá de las plantas como único objeto de estudio. Así, en las materias Suelos, Sanidad Vegetal y Ecología, se estudia cómo las plantas interactúan con varios componentes del medio ambiente. Estas disciplinas son científicas, por lo que demandan no solo la transmisión de los conocimientos que forman parte de sus cuerpos teóricos, sino también la enseñanza del método científico como forma de aproximarse a los problemas y generar conocimiento original. Esto es un gran desafío pedagógico en la enseñanza a todos los niveles y edades. Las aproximaciones que se centran en el *aprender haciendo*¹ han probado ser de las más exitosas; los estudiantes se apropian del método atrave-

1 Un ejemplo de esto es la enseñanza de la ecología en el patio de la escuela (EEPE). Este es un método que propone una alternativa al método científico clásico denominada *ciclo de indagación*. Mediante los ciclos de indagación se busca responder preguntas que surgen de la observación de la naturaleza, y así generar un cuerpo de conocimiento basado en la experimentación.

sando todas las etapas. En líneas generales, estas etapas son la observación, la generación de una pregunta o hipótesis, la experimentación y la obtención de resultados y, finalmente, la interpretación de esos resultados que lleva a las conclusiones. A continuación, quisiéramos compartir con ustedes una experiencia realizada en 2019 en la Escuela de Jardinería, en forma conjunta entre los cursos de Suelos y Ecología.

La ecología microbiana de los suelos y el manejo de los sustratos

Uno de los principales factores que afectan el desarrollo de las plantas es el suelo en el que crecen. El suelo es en sí mismo un sistema ecológico complejo, con componentes vivos y no vivos que interactúan. Tiene propiedades físicas como la estructura y la textura que impactan directamente en el contenido de agua y aire y, por lo tanto, en la vida que se desarrolla en él.

Los suelos bien estructurados tienen espacios libres entre las partículas sólidas de distintos tamaños y composiciones químicas. En función de su tamaño, estos espacios se denominan micro o macroporos. Los poros se llenan de agua y aire que son usados por las plantas, animales y microorganismos para respirar, nutrirse, y como microhábitat. Los microorganismos del suelo — hongos y bacterias— se encargan del ciclado de los elementos químicos que las plantas usan como nutrientes. Son los responsables de descomponer y mineralizar la materia orgánica que se convertirá en sales minerales que, disueltas en agua, son absorbidas por las raíces.

Como parte de las prácticas de la materia Suelos, los estudiantes habían realizado a principios de año un abono verde de avena. Esta técnica consiste en plantar un cultivo de alta densidad de una o unas pocas especies altamente nutritivas y de rápido crecimiento y descomposición. Una vez crecido, el cultivo no se cosecha, sino que se incorpora al suelo mediante un laboreo mínimo. Entre otros beneficios, aporta materia orgánica y buena estructura a los sustratos. El abono verde había sido sembrado en una cama alta y con aporte de urea al momento de la siembra. La cama alta es otra técnica que aporta materia orgánica, estructura y buen drenaje a los canteiros.²

Vinculando lo que nos dice el marco teórico acerca de la estructura y microbiología de los suelos con estas prácticas realizadas por los estudiantes, se nos ocurrió que podríamos intentar averiguar si efectivamente había un buen desarrollo de microorganismos en el suelo. Así fue que nos embarcamos en la aventura de montar un experimento microbiológico en la Escuela de Jardinería.

Observando en la quinta

La práctica de observar es fundamental en las ciencias naturales. A partir de las observaciones es que se despierta la curiosidad y las ganas de entender cómo funciona la naturaleza. Cuando en la práctica jardinera se introducen cambios o mejoras, es bueno prestar atención a los resultados a nivel de los sustratos, el agua y las plantas y los animales asociados. Así, en el espacio de prácticas es posible analizar y comparar cómo responden los sustratos a las distintas técnicas aplicadas a lo largo del tiempo.

² Se pueden ver más detalles en esta publicación:

https://jardinbotanico.montevideo.gub.uy/sites/jardinbotanico.montevideo.gub.uy/files/articulos/descargas/drenaje_de_los_suelos_ii.pdf

En la Quinta de Behrens, lugar de prácticas de la Escuela, los estudiantes observaron que la calidad de los sustratos variaba mucho en función de su uso. El suelo que se desarrollaba debajo del abono verde estaba suelto, fácilmente podían atravesarlo con la pala, tenía una humedad alta y buena estructura (figura 1).

Además, la cobertura vegetal era alta, con una rizófora bien desarrollada. Por otro lado, el suelo de los caminos que rodeaban los canteros estaba muy compactado, deshidratado, y era muy difícil atravesarlo con las herramientas (figura 2). Pocas plantas podían crecer ahí, por lo que el porcentaje de suelo desnudo era alto. En base a estas observaciones, hipotetizamos que la actividad biológica del abono verde debía de ser mayor que la del suelo compacto, y nos planteamos el objetivo de medir y comparar la diversidad de microorganismos en ambos sustratos.



Figura 1. Arriba a la izquierda se observa el abono verde en uno de los canteros de la Quinta de Behrens. Abajo, a la izquierda, el suelo formado debajo del abono siendo fácilmente laboreado. A la derecha, estudiantes de tercer año de 2019 juntando muestras para el experimento.

Con la lupa en la microbiota del suelo

Una de las formas más comunes de observar a los microorganismos es por medio de un cultivo. Para cultivarlos es necesario tomar una pequeña muestra del sustrato donde viven y ponerla en un medio rico en nutrientes y con condiciones adecuadas para su crecimiento. Al cabo de cierto tiempo, se observan colonias que se desarrollaron cada una a partir de un único individuo de bacteria u hongo. Así, lo que crece en el cultivo es una buena representación de la diversidad que estaba presente en la muestra. Utilizando antibióticos o antimicóticos, se puede generar un medio de cultivo selectivo, en el que crecen solo los hongos o las bacterias, respectivamente.

Por medio de esta técnica cultivamos hongos y bacterias del verdeo y del camino de la quinta de prácticas. Para esto, utilizamos un kit desarrollado por el grupo de trabajo de Microbiología de Suelos de la Facultad de Ciencias (figura 3).



Figura 2. En el sentido de las agujas del reloj: vista general del camino en la Quinta de Behrens, los estudiantes tomando muestras y anotaciones del camino, la escasa cobertura vegetal del camino, y el pozo muy somero hecho a pala debido a la dureza y compactación del suelo.



Figura 3. A la izquierda, los compañeros realizando diluciones sucesivas de las muestras para obtener una concentración adecuada de microorganismos. A la derecha, siembran los microorganismos en placas de petri que contienen distintos medios de cultivo.

Cultivamos microorganismos del verdeo y del camino por separado en tres tipos de medios de cultivo: no selectivo, selectivo para hongos y selectivo para bacterias. Observamos cómo fueron creciendo las colonias a lo largo de los días. A las tres semanas, realizamos el conteo de diversi-

dad de las placas de petri. Para esto, identificamos y describimos los distintos tipos de colonias que habían crecido (figura 4).



Figura 4. Estudiantes de tercer año de Ecología y Suelos en 2019 analizando la diversidad de microorganismos cultivados en las placas de petri.

En la figura 5 se muestran, a modo de ejemplo, las placas de los cultivos selectivos para hongos, donde se pueden ver 13 tipos de colonias identificadas. La descripción se realizó a partir de características como la forma de la colonia (circular, alargada, etc.), su textura (algodonosa, lisa, etc.), el tamaño, el color, el brillo y otros atributos observables a simple vista. Luego contamos cuántas colonias había de cada tipo en cada placa. En la placa de bacterias del suelo suelto, el del verdeo, observamos que habían crecido gran número de colonias que no se pudieron desarrollar bien por falta de espacio, por lo que concluimos que habíamos sembrado demasiado material. Como conocíamos el grado de dilución de las muestras que cultivamos, pudimos calcular cuántos hongos y bacterias (llamadas *unidades formadoras de colonias*, UFC) había en las muestras originales, y así estimar su concentración en el verdeo y el camino.

Así, pudimos conocer dos características importantes de nuestras muestras: la riqueza específica y la abundancia relativa de las especies. La riqueza específica es simplemente cuántos tipos de colonias distintas de hongos o bacterias encontramos. Por ejemplo, en la placa de hongos del suelo compactado (figura 5), la riqueza observada fue 1, ya que solo había un tipo de hongo; mientras que en la placa de hongos del suelo del verdeo, la riqueza específica fue 13, porque había 13 tipos de hongos distintos. Por otro lado, la abundancia relativa de cada especie fue la cantidad de UFC que contabilizamos para cada especie de hongos y bacterias.

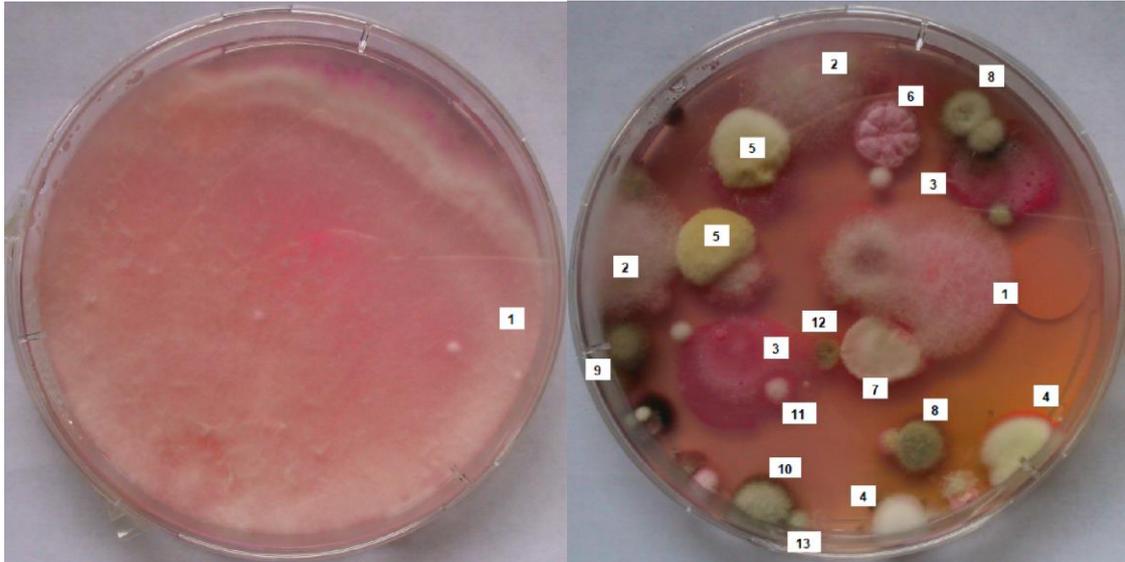


Figura 5. A la izquierda, se observa la placa de hongos del suelo compactado del camino, a la derecha el suelo suelto del verdeo. Los números sobre cada colonia indican la identidad de la misma. Obsérvese que en la placa de la derecha hay algunas colonias sin numerar, aunque fueron consideradas en los conteos de diversidad.

Comparando diversidades

La riqueza de hongos fue mayor en el suelo suelto del verdeo que en el suelo compacto del camino (figura 6). En los cultivos no selectivos, donde crecieron juntos hongos y bacterias, la riqueza también fue mayor en el suelo suelto que en el suelo compacto, aunque la diferencia no fue tan grande. No pudimos comparar las muestras de bacterias, ya que no obtuvimos un buen cultivo de la muestra del suelo suelto.

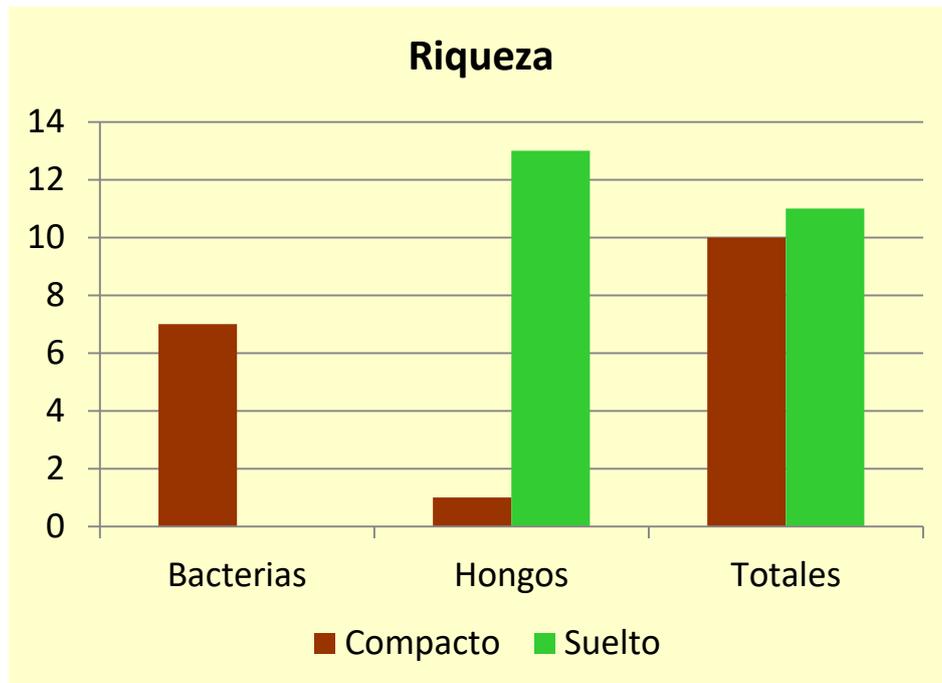


Figura 6. Gráfico de barras que muestra la riqueza de especies de los cultivos selectivos para bacterias y hongos y para los cultivos no selectivos (totales).

Las muestras de hongos y de los cultivos no selectivos fueron más equitativas en el suelo suelto que en el compactado. En el suelo compactado se observó una gran cantidad de individuos de una sola especie, mientras que las otras especies estuvieron poco representadas. Por otro lado, las muestras del suelo suelto tuvieron cantidades similares de individuos entre las especies encontradas (figura 7).

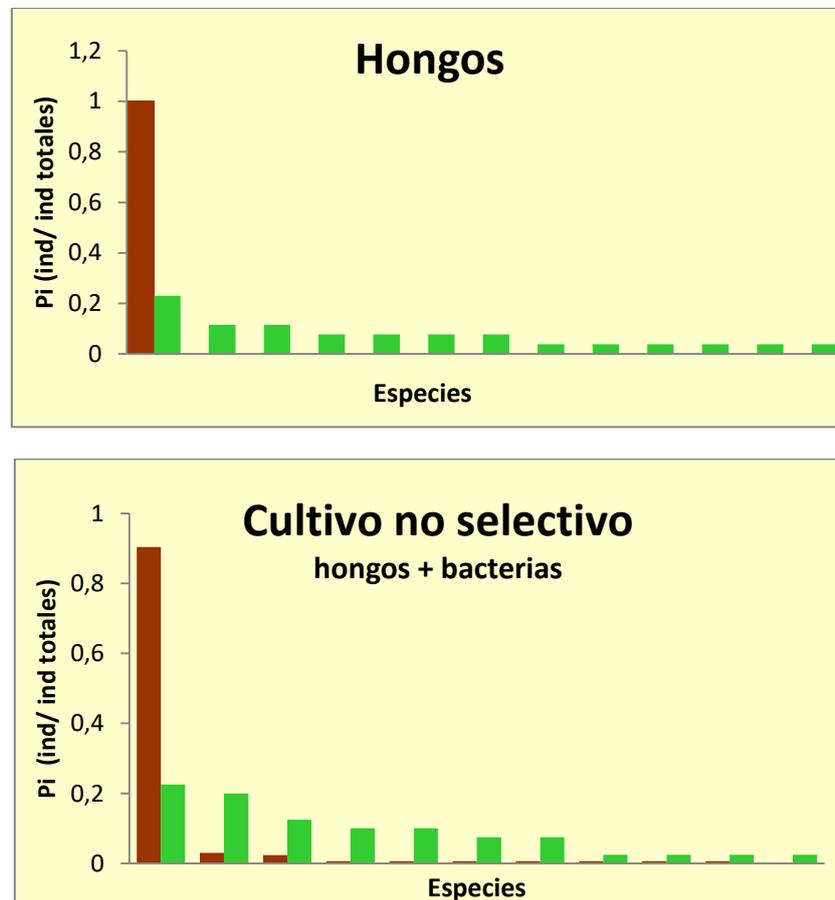


Figura 7. Abundancia relativa de cada especie para el cultivo selectivo de hongos (arriba) y el cultivo no selectivo (abajo). En marrón se muestra el suelo compactado del camino y en verde el suelo suelto del verdeo, ambos de la Quinta de Behrens. La abundancia relativa fue calculada como total de UFC de cada especie sobre la suma de UFC de todas las especies para cada muestra y cultivo. Se muestran las especies en orden decreciente de abundancia.

Conclusiones y reflexiones finales

En relación a nuestra investigación, pudimos concluir que las colonias de microorganismos del verdeo fueron más diversas que las del suelo del camino, tanto en riqueza específica como en equitatividad. Esta diferencia fue más pronunciada en los hongos. Estos resultados sugieren que la práctica de incorporación de materia orgánica, particularmente mediante la implantación de un abono verde, es una buena opción para aumentar la fertilidad y mejorar la estructura de los sustratos.

La reflexión en grupo nos permitió pensar en varias formas de mejorar o ampliar el trabajo. ¿Será que los resultados que encontramos vuelven a darse si repitiéramos el experimento, o fue casualidad lo que observamos? ¿Cómo podríamos haber hecho para evitar perder la informa-

ción del cultivo de bacterias del suelo del verdeo? Así, surgió la necesidad de tener réplicas de cada tratamiento, o sea, de repetir los mismos procedimientos varias veces y comparar los resultados también entre las repeticiones. También nos preguntamos cómo sería la diversidad microbiana en otros sustratos, sin cama alta, como el de los canteros que se utilizan en la Escuela de Jardinería para las prácticas, o qué pasará con los microorganismos cuando agregamos fertilizantes industriales u orgánicos, o cómo afectarán estas prácticas a las comunidades de insectos, lombrices, artrópodos, nematodos y demás vida animal del suelo. Como ven, cada vez que realizamos una investigación científica, obtenemos algunas respuestas, pero sobre todo muchas más preguntas.

No podemos extraer conclusiones generalizables de nuestro experimento, ya que no tuvimos réplicas suficientes y lo realizamos a pequeña escala. Sin embargo, nuestros resultados incipientes sugieren que la práctica de cultivar abonos verdes es apropiada para mejorar las propiedades químicas, físicas y biológicas y, por tanto, la fertilidad de un suelo. Esta práctica es muy frecuente en los cultivos comerciales de producción de alimentos como en el caso de la horticultura. Es interesante realizar este ensayo en el ámbito de la jardinería porque hay pocos estudios de este tipo en el rubro. Por tanto, este trabajo abre el camino, de alguna manera, para estudios en plantas ornamentales con el objetivo de adaptar una serie de medidas de manejo a estas plantas. Esto resulta fundamental, porque para muchos temas de jardinería, en cuanto a aspectos puramente agronómicos como los relacionados con los suelos y sanidad vegetal, se debe recurrir a información extranjera donde se hace mención a condiciones agroecológicas diferentes a las de nuestro país. Vemos, entonces, una ventana de oportunidad que, con investigación nacional, podría achicar esa brecha, generando conocimiento y adaptado tecnología.

Como cierre del trabajo, pudimos compartir nuestra experiencia en el encuentro Conciencia en el Aula, en la Facultad de Ciencias. Allí se compartieron varias experiencias de enseñanza de la ciencia para las que se utilizaron metodologías y tecnologías, como el MicroKit que utilizamos nosotros, desarrolladas por investigadores de distintas disciplinas científicas. La figura 8 muestra el póster que presentamos en esa ocasión.

Finalmente, tanto los estudiantes como los docentes evaluamos como muy positiva esta instancia de aprendizaje. Apostamos a que a lo largo de su desempeño profesional, los técnicos egresados de la Escuela puedan hacerse preguntas científicas, puedan elaborar una estrategia de investigación para responderlas, y luego compartan lo aprendido con la comunidad. La capacidad de observación y la curiosidad por aprender cómo funciona la naturaleza son dos cualidades muy comunes en los jardineros, y son el puntapié inicial para este ciclo de indagación.

Participaciones y agradecimientos

Los estudiantes de tercer año de la Escuela de Jardinería en 2019 que llevaron a cabo la investigación fueron Raúl Noya, Cristina Kind, Alma Rosso, Carolina Cuadra, Graciela Baptista, Sandra Ronchetti, Cecilia Capelli y Vilman Gonzalez, bajo la orientación de Javier Núñez, docente de Suelos y Geología y Verónica Pinelli, docente de Ecología.

Agradecemos a la dirección, los compañeros administrativos y docentes de la Escuela por su apoyo y colaboración. Un agradecimiento especial para el Arq. Javier Lage y la Asociación de Amigos del Botánico, que financiaron la compra del MicroKit y la impresión del poster, y para la Dra. Adriana Montañez del Laboratorio de Microbiología de Suelos de la Facultad de Ciencias que nos prestó materiales de laboratorio.

Introducción

La salud y aspecto de las plantas ornamentales dependen fuertemente del sustrato o suelo donde las cultivamos. Los suelos con mayor cantidad de materia orgánica estarán mejor estructurados, presentando micro y macro poros y por tanto buenos niveles de aireación y humedad. Estas condiciones no solo favorecen directamente a las raíces de las plantas, sino que también promueven gran diversidad de microorganismos. Los microorganismos del suelo tienen el potencial de aumentar su fertilidad, ya que participan en los ciclos biogeoquímicos de los nutrientes vegetales.

Durante 2019, estudiamos distintas técnicas y procedimientos tendientes a mejorar el estado de los suelos como sustrato para las plantas. Una de éstas fue preparar una cama alta y sembrar en ella un abono verde de avena. Con esta técnica observamos una mejora en la estructura, humedad y cantidad de materia orgánica.

SUELO COMPACTO



Objetivo

Comparar la diversidad de microorganismos del suelo con abono verde (suelo suelto) con la de un camino adyacente (suelo compacto)

Duro **Blando**
Seco **Húmedo**
Laboreo difícil **Laboreo fácil**
Baja cobertura vegetal **Cubierto con abono verde**

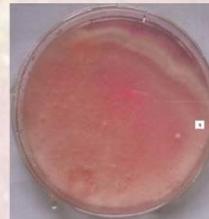
SUELO SUELTO



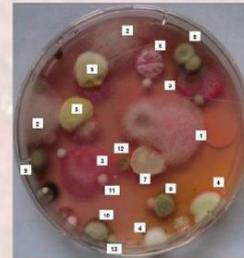
Metodología

1. Recolección de muestras de suelo compactado y suelto
2. Preparación de muestras: tamizar y medir 5g
3. Realización de diluciones seriadas agitando en cada serie antes de tomar la muestra (1/10)
4. Siembra de las muestras: depositar en la placa y rastrillar
5. Se incubaron las muestras a temperatura ambiente por dos semanas
6. Conteo de unidades formadoras de colonias (UFC) y riqueza de especies

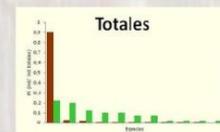
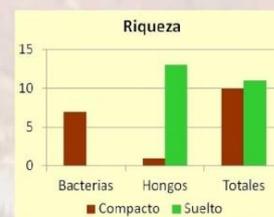
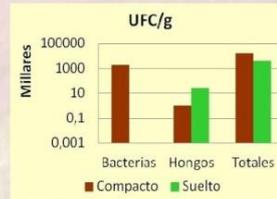
Resultados



HONGOS SUELO COMPACTO



HONGOS SUELO SUELTO



Por un error de procedimiento no se muestran los resultados de bacterias

Conclusiones

Las colonias de microorganismos fueron más ricas y equitativas en el suelo suelto que en el compacto. Los hongos fueron los más beneficiados por el abono verde.

La práctica de incorporación de materia orgánica mediante un abono verde es una buena opción para aumentar la fertilidad del suelo.

Figura 8. Póster presentado en la actividad Conciencia en el Aula, organizada por la Unidad de Educación Permanente de la Facultad de Ciencias.

Hojas informativas de la Escuela de Jardinería Prof. Julio Muñoz

Intendencia de Montevideo. Departamento de Cultura. División Artes y Ciencias

Coordinación de Museos, Salas de Exposición y Espacios de Divulgación

Montevideo, noviembre de 2020



ESCUELA DE JARDINERÍA PROF. JULIO MUÑOZ