

Capítulo 6

Elaboración de compost como alternativa a la quema de rastrojos

Cecilia Céspedes León

Ingeniera Agrónoma, M.Sc.
INIA Quilamapu

6.1. Compost para el manejo sostenible del suelo

Como resultado de las malas prácticas agrícolas, como son la quema de rastrojos, la excesiva labranza del suelo y el uso indiscriminado de fertilizantes y pesticidas, los suelos presentan una creciente degradación y contaminación, lo que ha reducido en forma continua su calidad y por ende los rendimientos de los cultivos que crecen sobre él.

La quema de rastrojos de los cultivos agrícolas provoca la volatilización de aproximadamente el 80% del nitrógeno (N) y azufre (S) presente en los primeros centímetros del suelo, así como también la pérdida de otros nutrientes en las cenizas arrastradas por el viento. Al quedar el suelo desnudo aumenta la erosión, el aire es contaminado con el humo generado en la quema, liberándose gases de efecto invernadero. Por su parte, la labranza destruye los agregados del suelo junto con dejar en contacto la materia orgánica del suelo (MOS) con los microorganismos que la mineralizan, así ellos se alimentan dejando nutrientes disponibles para los cultivos y liberando parte del carbono (C), como CO₂, en su respiración. Lo anterior no solo afecta la calidad del suelo, reduciendo su capacidad de retención de agua, infiltración, densidad aparente, agregación y actividad biológica, sino que también tiene un efecto negativo a nivel global al liberar CO₂ a la atmósfera contribuyendo al efecto invernadero y cambio climático.

Sumado a lo anterior, el uso indiscriminado de fertilizantes altamente solubles provoca cambios en el pH del suelo, particularmente las aplicaciones de fertilizantes amoniacales y aumenta el contenido de sales, incrementando la

conductividad eléctrica. Además, la aplicación de productos tóxicos (insecticidas, fungicidas y herbicidas), afectan la vida de los micro y macroorganismos del suelo, que, en su mayoría, ofrecen importantes servicios ecológicos al agroecosistema, como descomponedores, fijadores de N, catalizadores de procesos en los ciclos biogeoquímicos de los nutrientes, participando como enemigos naturales de plagas y enfermedades, entre otros.

Entender la importancia del manejo sostenible del suelo es una tarea urgente para recuperar su estabilidad, su calidad y con ello su capacidad productiva. La base del éxito es tener un suelo sano y rico en materia orgánica que sirva de sustrato para los microorganismos, que aporte nutrientes, facilite la agregación y con ello la porosidad, infiltración, retención de agua y penetración de raíces.

Existen varias maneras de devolverle al suelo su contenido de materia orgánica (MO) original, desde la aplicación de MO más lábil o fresca a más estabilizada. Los abonos verdes, el guano y estiércol aportan MO lábil, mientras que el compost, el lombricompost o vermicompost y bokashi aportan MO más estabilizada.

Una de las formas más eficientes para la incorporación de materia orgánica al suelo es la elaboración de compost, que permite reutilizar residuos orgánicos de todo tipo, rastrojos, malezas, hojas, restos de la cocina, en mezcla con guanos o estiércoles. El compostaje es una técnica muy antigua que ha sido recuperada y perfeccionada para reutilizar residuos y transformarlos en un producto de alta calidad que permite mejorar la fertilidad integral de los suelos, es decir sus características físicas, químicas y biológicas.

Según la Norma Chilena 2880 oficial del año 2015 “Compost - Requisitos de calidad y clasificación” el compost es el “producto resultante de la descomposición aeróbica de materias primas orgánicas bajo condiciones controladas, que alcanza temperaturas que permiten la higienización. Este producto está constituido principalmente por materia orgánica estabilizada y microorganismos benéficos, donde no se reconoce su origen, es libre de patógenos y semillas viables de plantas y se puede aplicar al suelo mejorando sus características físicas, químicas y biológicas”.

6.2. El proceso de compostaje

De acuerdo a la Norma chilena 2880 “el compostaje es el proceso de descomposición aeróbica de una mezcla de residuos orgánicos, gracias a la acción de microorganismos que actúan de manera sucesiva sobre los materiales orgánicos originales. Este

proceso ocurre en presencia de humedad y genera elevadas temperaturas que permiten higienizar la mezcla, produciendo dióxido de carbono, agua, y materia orgánica estabilizada”

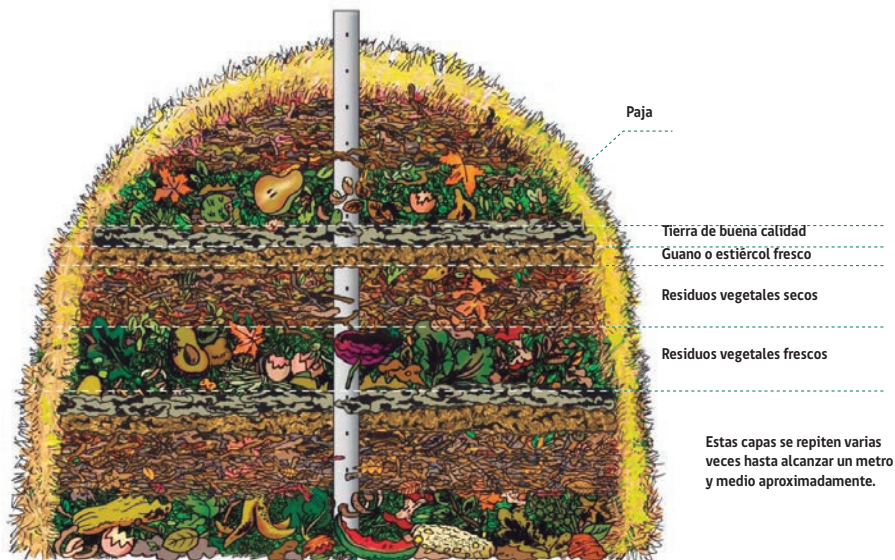
La elaboración del compost comienza con la recolección de residuos vegetales y animales, su apilado en franjas de unos 1,5 m de ancho por el largo deseado, dependiendo de la disponibilidad de materias primas. En el centro puede colocar una estaca de unos 2 metros de largo, si la pila es larga, pueden ir estacas cada 2 o 3 metros. Se comienza la construcción en una franja, donde las estacas quedan en el centro, las que se sacarán cuando la pila esté lista, para mejorar la ventilación. En el caso de disponer de maquinaria especializada para el volteo de las pilas, no es necesario utilizar estacas, ya que los volteos periódicos oxigenan la pila.

Para que el proceso de compostaje funcione, es fundamental otorgar un ambiente favorable para el óptimo desarrollo de los microorganismos encargados de descomponer las materias primas que dan forma a la pila, lo que se logra considerando las siguientes indicaciones.

6.2.1. Mezcla correcta de materias primas. Para lograr un proceso de compostaje adecuado es fundamental utilizar residuos vegetales y animales en las proporciones correctas, de tal forma de partir con una relación C:N que fluctúe entre 25 y 30 partes de C por una de N. Para ello se debe conocer el contenido de C y N de cada una de las materias primas y mediante un cálculo sencillo determinar qué cantidad de cada materia prima se utilizará. Relaciones C:N menores (con mayor contenido de N) causarán pérdida por volatilización de este elemento, generando olor a amoníaco. Por el contrario, relaciones mayores (con mayor contenido de C) generarán un proceso lento en el inicio, donde las temperaturas comenzarán a elevarse tiempo después, por lo que será más ineficiente. Para lograr un resultado similar, sin tener que analizar todas las materias primas, se pueden utilizar proporciones ya conocidas de diferentes residuos. Se debe considerar por cada parte de estiércol fresco, 6 partes de residuos vegetales, de los cuales idealmente la mitad deben ser frescos (malezas, corte de césped, de una pradera o de un abono verde) y la otra mitad secos (rastros de cultivos, hojas en otoño, etc.). Si no se dispone de una máquina revoladora de compost que permite homogenizar la mezcla de materias primas al inicio del proceso, se pueden ubicar las materias primas en capas alternadas. Primero, una capa de unos 30 cm de mezclas de residuos vegetales (mezclando verdes y secos), luego una capa de 5 cm de estiércol fresco y luego espolvorear unos 2 cm de suelo de buena calidad (el color oscuro permite saber que es un suelo

rico en materia orgánica), de no contar con este tipo de suelo, se puede reemplazar por un compost terminado. Tanto el suelo como el compost, permiten inocular los microorganismos descomponedores (Figura 1). Estas capas se deben repetir cuantas veces sea necesario hasta alcanzar una altura de 1,5 m aproximadamente.

Figura 1.
Elaboración de compost



6.2.2. Tamaño de partículas y aireación están íntimamente relacionados, ya que por una parte es deseable partículas pequeñas, ya que mientras mayor sea la superficie expuesta al ataque microbiano, más rápida será la descomposición, por lo tanto partículas pequeñas facilitan la acción de los microorganismos y aumenta la velocidad del proceso. Sin embargo partículas muy pequeñas reducen el espacio entre ellas y limita la aireación de la pila, ralentizando el proceso, por lo que debe ir acompañado de volteos frecuentes. Otra forma de mantener una buena aireación es mezclar materias primas de tamaño pequeño con otras un poco más grandes, lo que aumenta el espacio poroso en la pila.

6.2.3. Humedad. La disponibilidad de agua en la pila es indispensable para otorgar las condiciones óptimas para la multiplicación de los microorganismos. En la elaboración de las pilas se debe aplicar abundante agua, ya sea con la máquina revolvedora al homogenizar la mezcla o en cada una de las capas, lo que estimula

el desarrollo de los microorganismos que, al encontrar un medio favorable, inician el proceso de descomposición y, durante su crecimiento, utilizan los nutrientes en la medida que descomponen las materias primas que forman la pila de compost. Niveles de humedad inferiores a 40% reducen la actividad de las bacterias, y bajo 20% inhiben la actividad de hongos. Por otro lado exceso de humedad, sobre 65% reduce la disponibilidad de oxígeno, y en casos más extremos genera condiciones de anaerobiosis y lavado de nutrientes y microorganismos por lixiviación. Por ello es ideal mantener la humedad en forma permanente, durante todo el proceso en rangos entre 50 y 60%. En períodos secos se debe cubrir la pila de compost para reducir la pérdida de humedad, puede ser con una capa de paja, o algún material poroso, que permita circular el aire, pero proteja de los rayos solares. Durante el verano es recomendable regar la pila de compost, con aspersores, que permiten una mejor distribución de la humedad. Por el contrario, en períodos muy lluviosos se recomienda tapar la pila con plásticos o sacos, evitando así el exceso de humedad (Figura 2). Sin embargo, por ser el compostaje un proceso aeróbico, el plástico no debe quedar completamente hermético, sino que por el contrario, debe permitir el flujo de aire y debe ser retirado en cuanto las precipitaciones disminuyan.

Figura 2.

Pila de compost protegida con una capa de paja (izquierda). Riego en verano (centro).
Cubierta plástica en período de precipitaciones torrenciales (derecha).



Durante todo el proceso, la mezcla debe estar húmeda, pero no saturada, ya que impediría la circulación del aire, por lo mismo, para permitir una buena aireación, la pila nunca debe compactarse.

Para evaluar la humedad se puede tomar una porción de compost de la zona interna de la pila, ya que en la superficie, por efecto del aire y la radiación solar, siempre está más seca. Se debe apretar en la mano la porción de compost, si escurre agua el

contenido de humedad es excesivo y se debe voltear la pila para disipar humedad. Si no escurre agua y al abrir la mano mantiene la forma, el contenido de humedad es apropiado, en cambio, si se disgrega falta humedad y se debe mojar (Figura 3.).

Figura 3.

Evaluación de la humedad del compost. Escurre agua del puño (izquierda), mantiene la forma (centro), se disgrega (derecha).



6.2.4. Temperatura. La temperatura es uno de los factores más importantes en el proceso de compostaje, ya que por una parte permite conocer si el proceso está ocurriendo en forma satisfactoria, cuando se elevan las temperaturas, pero además permite sanitizar la pila. Bajo las condiciones propicias para el proceso de compostaje (mezcla correcta de materias primas y humedad), se produce una intensa actividad de los microorganismos, liberando la energía generada en forma de calor, de esta forma se eleva la temperatura de la pila rápidamente.

Habitualmente se obtienen temperaturas entre los 60 y 70°C en las primeras semanas, este parámetro se puede medir fácilmente con un termómetro provisto de una lanza que permite llegar al centro de la pila (Figura 4, izquierda), o mediante un agujero en la pila para introducir un termómetro. Temperaturas superiores a 55°C por 36 horas consecutivas o de 45°C por 12 días consecutivos, permiten dejar inviabilizados patógenos y semillas de malezas, lo que es muy importante, ya que asegura que al aplicar al suelo el compost terminado, no se estarán diseminando enfermedades ni malezas.

El proceso de compostaje tiene 4 fases bien definidas por las temperaturas que alcanza la pila (Figura 4, derecha). La fase mesófila que empieza cuando se inicia el proceso hasta los 45°C, en esta etapa se produce la descomposición de azúcares simples lo que provoca un aumento de la energía. A continuación, ocurre la fase termófila, la fase más importante del proceso, ya que sobre los 45°C mueren los

patógenos y semillas de malezas y se multiplican microorganismos termófilos, que son los que descomponen compuestos de mayor tamaño, además de generar promotores de crecimiento y antibióticos. Al cabo de un tiempo, las temperaturas comienzan a bajar a medida que el oxígeno es consumido por los microorganismos, por lo que se hace necesario revolver la pila para incorporar oxígeno y así estimular el proceso.

Figura 4.

Monitoreo de la temperatura en una pila activa (izquierda). Ciclo de temperaturas (derecha).

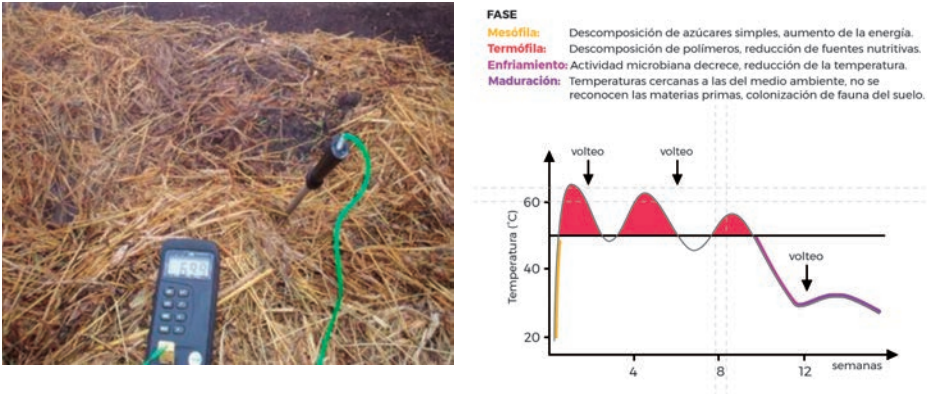


Figura 5.

Volteo de pila de compost en forma manual o automatizada.



Por este motivo la pila debe airearse periódicamente mediante volteos, que pueden realizarse con horqueta, si el volumen no es demasiado grande o con equipos especializados (Figura 5). En cada volteo, las partículas exteriores se movilizan hacia el centro de la pila, elevando su temperatura debido al incremento de la actividad microbiana al incorporar oxígeno, lo que permite higienizar las materias primas que al inicio estaban en la superficie de la pila, y por ello no alcanzaron temperaturas superiores a 55°C en la primera etapa. Mientras más tiempo se mantengan las temperaturas elevadas, el proceso se acortará, siendo más eficiente.

La etapa termófila es relevante, ya que además de ocurrir la muerte de patógenos y semillas de malezas, se multiplica una variedad de microorganismos benéficos que se mantienen activos hasta el final del proceso y después, cuando el compost es aplicado al suelo. Sin embargo, no es recomendable que se alcancen temperaturas sobre los 75°C que producen desnaturalización de proteínas y muerte de microorganismos benéficos, por lo que se recomienda bajarlas mojando la pila.

En la fase siguiente, de enfriamiento, la actividad microbiana decrece y con ello las temperaturas. Se puede asumir que el compost ha iniciado su fase de maduración al final del proceso, después de 3 a 4 meses, cuando las temperaturas no se elevan sobre las medias ambientales, a pesar de voltear la pila y tener la humedad adecuada (Figura 4., derecha), en esta etapa la fauna del suelo recoloniza la pila y es posible observar lombrices y algunos insectos. Tres o cuatro semanas más tarde, cuando no se reconocen las materias primas originales, ya que la mezcla está muy homogénea y, además, tiene un olor agradable, como tierra húmeda de bosque, aroma generado por los ácidos húmicos, el compost está terminado y puede ser utilizado.

6.3. Calidad de Compost

Si su destino es una explotación orgánica o se espera postular al financiamiento del Programa Sistema de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios (SIRSD-S), será necesario realizar un análisis en un laboratorio especializado. El momento de tomar una muestra es al final de la fase de maduración, cuando no suben las temperaturas, no se reconocen las materias primas originales y tiene el olor agradable característico.

Antes de tomar la muestra de compost es ideal realizar un volteo, logrando una máxima homogenización del material. Para que sea representativa se debe tomar una muestra compuesta, de al menos 20 submuestras colectadas al azar en diferentes sitios y profundidades de la pila, que se mezclan en un recipiente limpio

de unos 20 litros. Luego, se debe sacar unos 6 a 10 litros que constituirá la muestra definitiva, colocarla en una bolsa limpia, rotularla con el nombre del predio, de la pila, la fecha del muestreo, y enviarla rápidamente al laboratorio sin exponerla a temperaturas altas.

Compost inmaduros pueden tener una relación C:N alta, valores de pH extremos o contenidos altos de sales. Todas estas características pueden dañar o matar las plantas, al mezclarlo con el suelo en que ellas están establecidas. Para evitar daños, compost inmaduros sólo pueden aplicarse como enmiendas al suelo un tiempo antes de establecer el cultivo y de esta forma asegurar su completa descomposición.

Un metro cúbico de compost terminado debiera pesar entre 650 y 700 kilogramos, se puede almacenar en sacos o guardar a granel protegiéndolo de la luz solar en un lugar fresco y seco, con al menos un 40% de humedad para mantener viables los microorganismos benéficos que viven en él.

6.4. Aplicación de compost en la agricultura

En el caso de cultivos perennes, como frutales o berries, el compost se aplica en el camellón, antes de la plantación, también se pueden realizar aplicaciones post-plantación, colocando una capa alrededor de cada planta o bajo la línea de riego. Siempre es conveniente incorporarlo para evitar la muerte de los microorganismos benéficos que contiene por efecto de los rayos ultravioleta. La dosis recomendada es de 10 ton/ha/año.

En cultivos anuales se puede aplicar en forma localizada en la línea de siembra a razón de 20 ton/ha/año, ya que como se aplica a toda la superficie, el movimiento del suelo, todos los años, provoca oxidación de la materia orgánica, que es necesario reponer. En hortalizas se recomiendan 2 litros por metro cuadrado en la cama de plantación.

Investigaciones de INIA han demostrado que con la aplicación de compost al suelo, en forma periódica, se mejora la estructura de los suelos, lo que lleva a una mejor infiltración y retención de humedad e incrementa la vida activa en el suelo y con ello la supresión de enfermedades y el vigor de las plantas, todo lo que lleva a mejores rendimientos y calidad de la producción.

6.5. Resultados de estudios con compost en el faro agroecológico de INIA Quilamapu

Existen numerosas investigaciones en elaboración, uso y beneficios del compost

realizadas en el Faro Agroecológico de INIA Quilamapu en sus 18 años de funcionamiento, gracias al trabajo de estudiantes, tesis, operarios y a los agricultores y extensionistas. A continuación, se presentan tres trabajos. El primero relacionado con proceso de compostaje, ejecutado por Natalia Padilla, con el cual obtuvo el título de Ingeniera en Biotecnología de la Universidad de Concepción; el segundo relacionado con los beneficios del uso de un compost de calidad sobre los rendimientos de una hortaliza y la calidad del suelo, realizado por Vilma Carrasco, trabajo con el cual obtuvo el título de Ingeniera Agrónoma de la Universidad Adventista de Chile y el tercero, que demuestra el efecto supresivo del compost y té de compost sobre un importante patógeno del suelo, el cual fue realizado por César Gallardo, quien obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo de la Universidad de Concepción, con este trabajo.

6.5.1. Variación de la riqueza de grupos dominantes de la comunidad de actinobacterias durante el proceso de compostaje

Las actinobacterias son bacterias filamentosas Gram(+) que constituyen un potencial recurso para la agricultura, ya que se han caracterizado como promotores del crecimiento vegetativo, controladores biológicos y como bacterias con un activo metabolismo, ya que tienen la capacidad de sintetizar fitohormonas, antibióticos y enzimas extracelulares. Estas bacterias son importantes microorganismos presentes en el proceso de compostaje que pueden ser integradas en el manejo agrícola, de modo de mitigar los problemas de erosión del suelo y recuperar su fertilidad, a través de la aplicación de materia orgánica estabilizada como compost.

Con el fin de saber si existe una variación en la composición de la comunidad de actinobacterias durante el proceso de compostaje, y de ser así, determinar cuál sería la variable más importante en regular estos cambios en la comunidad de estos microorganismos en dicho proceso, se realizó un estudio, analizando la distribución de la comunidad de actinobacterias en las cuatro etapas del proceso de compostaje, caracterizadas según las temperaturas alcanzadas (Cuadro 1).

Cuadro 1.

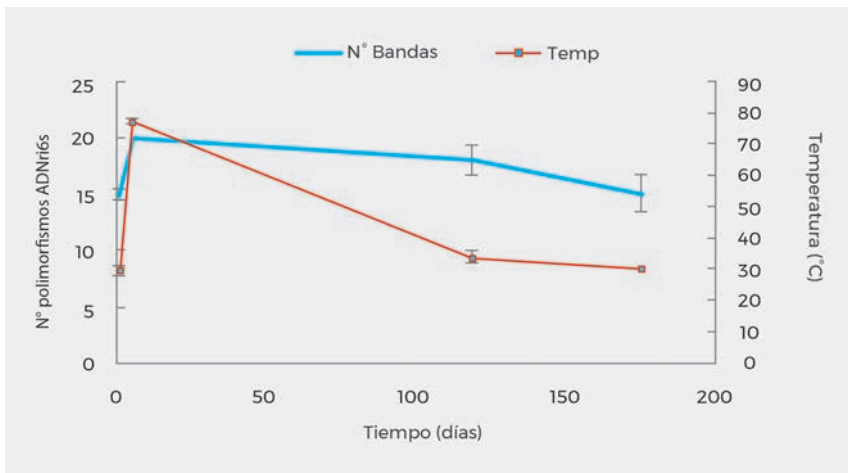
Caracterización de etapas del proceso de compostaje y días de colecta de muestras

Día	Temperatura (°C)	Etapas del proceso de compostaje
1	29,4	Mesófila
5	77,2	Termófila
119	33,7	Enfriamiento
175	30,3	Maduración

El ensayo consideró tres repeticiones, constituidas por tres pilas de compost, las que fueron elaboradas con una relación C/N igual a 20, para asegurar una rápida elevación de las temperaturas. En todo el proceso de compostaje se tomaron 12 muestras, entre noviembre del 2011 y mayo del 2012, registrando temperatura, humedad relativa, materia orgánica, carbono orgánico total, relación C/N, recuento total de microorganismos y distribución de componentes dominantes de la comunidad de actinobacterias, por amplificación selectiva tras la separación de polimorfismos del gen ribosomal 16S mediante gel de gradiente denaturante (DGGE).

Dentro de los resultados obtenidos, cabe destacar que el patrón de polimorfismos asociados a la etapa termófila fue significativamente mayor, en comparación con las otras etapas del compostaje. Tal variación se asoció a una mayor riqueza microbiana de esta comunidad, cambio eventualmente influenciado por la variable temperatura de acuerdo con el análisis de correlación de Pearson (Figura 6).

Figura 6.
Correlación lineal entre la variación de la riqueza de actinobacterias (línea azul) y la variación de temperatura (línea roja). $r = 0,65$, $p > 0,05$.



Se concluyó que la composición de la comunidad de actinobacterias alcanzó su mayor riqueza en la etapa termófila y está presente a lo largo de todo el proceso, sin embargo, su dominancia y riqueza cambia durante el transcurso del proceso de compostaje y se relaciona con la variable temperatura ($r = 0,65$; $p > 0,05$) en forma más clara que con la relación C:N ($r = 0,52$; $p > 0,05$), la MO ($r = 0,31$; $p > 0,05$) y el contenido de humedad ($r = 0,18$; $p > 0,05$).

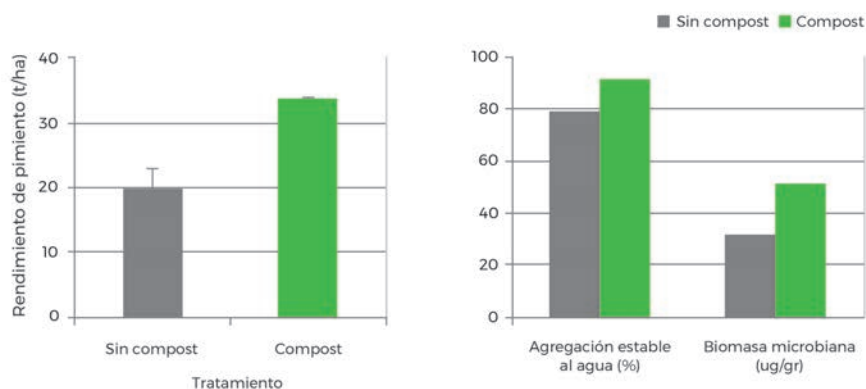
Lo anterior pone de manifiesto la importancia de la etapa termófila en el proceso de compostaje, que no solo asegura la higienización del producto final, sino que también la presencia de microorganismos, como las actinobacterias, que aportan promotores de crecimiento y antibióticos cuando son aplicados al suelo.

6.5.2. Evaluación del rendimiento de pimiento (*Capsicum annuum*L.) y la calidad del suelo con aplicación de compost

Numerosas veces se ha demostrado como la aplicación de compost eleva los rendimientos de un cultivo. Así también, en el Faro Agroecológico de INIA Quilamapu se hizo un estudio, aplicando compost antes del establecimiento de pimiento (*Capsicum annuum*), que además buscaba conocer los efectos sobre dos parámetros de calidad de suelos: agregación estable al agua y biomasa microbiana. Para ello se diseñó un experimento con 2 tratamientos: Testigo sin compost y con 20 ton/ha de compost, utilizando 4 repeticiones sobre un suelo serie Chacayal (Orden Inceptisol).

Figura 7.

Rendimiento de pimiento e indicadores de calidad de suelos agregación estable al agua y biomasa microbiana, con y sin aplicación de compost.
Letras iguales indica que no existen diferencias significativas ($p < 0,05$).



Como se observa en la Figura 7. el rendimiento aumentó desde 19,8 a 33,8 ton/ha con la aplicación de compost, y lo mismo ocurrió tanto para la fracción estable al agua que se incrementó desde 79,3 a 91,5%, como para la biomasa microbiana de 31,4 a 51 g/gramo de suelo.

Lo anterior permite demostrar el importante efecto positivo del compost, no solo sobre la producción, sino también sobre la sostenibilidad del sistema productivo, mejorando la calidad del suelo.

6.5.3. Compost y té de compost para mejorar la calidad del suelo y promover la supresión de *Sclerotium cepivorum* Berk. en cebolla (*Allium cepa* L)

Con el fin de demostrar que el uso de compost de calidad (que han sido elaborados adecuadamente y han alcanzado la etapa termófila en el proceso) permite suprimir enfermedades, se estableció un ensayo para evaluar el efecto del compost y té de compost como supresores de *Sclerotium cepivorum*, patógeno que causa la pudrición blanca de la cebolla, este hongo puede persistir en el suelo por muchos años en sus estructuras de resistencia o esclerocios (Figura 8.).

Figura 8.

Pudrición blanca de la cebolla, se pueden ver los esclerocios del patógeno como piedrecillas sobre el tubérculo.



Por ello el ensayo se hizo en macetas, evitando de esta forma, la contaminación del suelo del sector de estudio. Se establecieron 3 plántulas de cebolla en cada maceta, el diseño experimental fue completamente al azar, con 5 repeticiones, y los cuatro tratamientos que se presentan en el Cuadro 2.

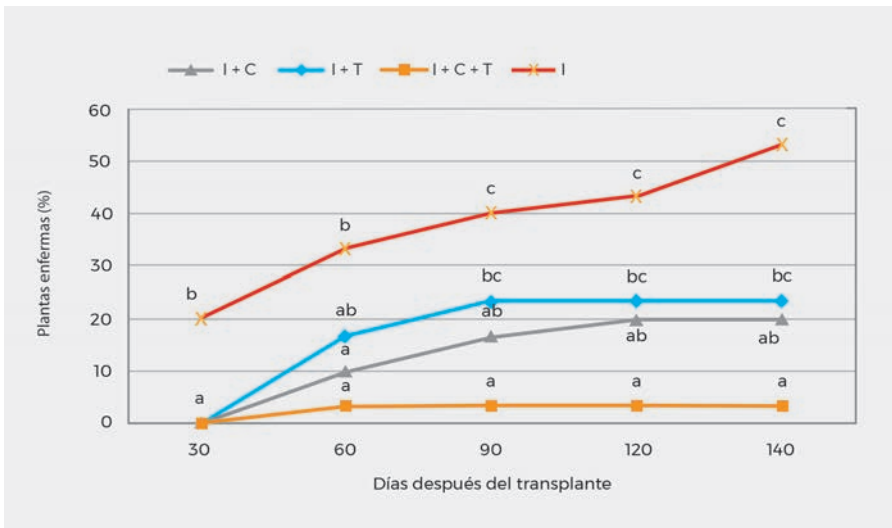
Cuadro 2.
Tratamientos

Tratamiento	Inóculo	Compost	Té de Compost
I	3 esclerocios/gr suelo	0	0
I+C	3 esclerocios/gr suelo	20% en la maceta	0
I+T	3 esclerocios/gr suelo	0	200 cc, al 20 %, 3 veces/semana
I+C+T	3 esclerocios/gr suelo	20% en la maceta	200 cc, al 20 %, 3 veces/semana

Se realizaron evaluaciones cada 30 días (Figura 9). Los resultados mostraron que el tratamiento con aplicación de compost y té de compost (I+C+T) redujo en un 50% la incidencia de la enfermedad a los 150 días, al final del estudio, mientras que el compost y té de compost por separado lo hicieron en un 33,3% y 30% respectivamente. De esta forma se demostró que la aplicación de compost y té de compost logra la supresión de esta enfermedad.

Figura 9.

Supresión de *Sclerotium cepivorum* en cebolla, gracias al efecto del compost y té de compost.



Los microorganismos presentes en el compost y té de compost de buena calidad son los responsables del efecto supresivo, ya que ellos, mediante diferentes mecanismos (competencia, antagonismo, antibiosis, etc.), evitan la multiplicación y daño ocasionado por el patógeno al cultivo.

Lo anterior permite demostrar, una vez más, la importancia de la etapa termófila del compost, donde se multiplican microorganismos benéficos como son las actinobacterias que liberan antibióticos y permiten reducir la incidencia de enfermedades, cuando el compost es aplicado al suelo, logrando además, un efecto mayor, si es complementado con la aplicación de té de compost.

Referencias bibliográficas

CARRASCO, V. (2008). Evaluación del comportamiento de plantas de Ballica perenne (*Lolium perenne* L.) y pimiento (*Capsicum annum* L.) con la aplicación de dosis crecientes de compost de diferentes calidades. Memoria para optar al título de Ingeniera Agrónoma. Universidad Adventista de Chile. Chillán, Chile.

CÉSPEDES-LEÓN, M. C. Y WOLF, M. W. 2021. La materia orgánica como eje del manejo sustentable de los suelos. En: Ovalle, M. y Quiroz, M. (Eds.) 2021. "Manual de prácticas agrícolas para una agricultura sustentable". Boletín INIA N° 426, 206p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. La Cruz, Chile.

CÉSPEDES-LEON M.C., STONE A., and DICK R.P. 2006. Organic soil amendments: Impacts on snap bean common root rot (*Aphanomyces euteiches*) and soil quality. *Applied Soil Ecology* 31(3):199-210. doi.org/10.1016/j.apsoil.2005.05.008

CÉSPEDES, C. y MILLAS, P. 2015. Relevancia de la materia orgánica en el suelo. En: Ruíz, C. (Ed) Rastrojo de cultivos y residuos forestales. Programa de transferencia de prácticas alternativas al uso del fuego en la Región del Biobío. Boletín INIA N°308, 196 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chillán, Chile.

GALLARDO, C. (2017). Compost y te de compost para mejorar la calidad del suelo y promover la supresión de *Sclerotium cepivorum* Berk. En *Allium cepa* L.

INN. (2015). Compost. Requisitos de calidad y clasificación. (Segunda edición). Instituto Nacional de Normalización. 16p.

MORENO, J. y MORAL, R. (Eds.) 2011. Compostaje. Mundi-Prensa. Madrid. España.

PADILLA, N. (2012). Variación de la riqueza de grupos dominantes de la comunidad de actinomicetes presentes durante el proceso de compostaje. Memoria para optar al título de Ingeniera en Biotecnología. Universidad de Concepción, Concepción, Chile.