



Producción y uso de compost elaborado con mostaza negra (*Lepidium latifolium* L.) en mezcla con otras materias primas

Cecilia Céspedes L., Juan Luis Sepúlveda A. y Lorenzo León G., INIA Quilamapu

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - INFORMATIVO N° 145

Históricamente, la agricultura en la provincia El Loa se ha sustentado en dos cultivos principales: el maíz choclo y la alfalfa, ambos adaptados a la escasez de agua, a alto contenido salino, y a la presencia de arsénico y boro.

A partir del año 2006, los agricultores notaron la creciente incidencia de la maleza mostaza negra que disminuyó progresivamente la capacidad productiva de los suelos cultivados. Al no existir otra alternativa para eliminar los residuos producto de las limpiezas, éstos han sido quemados, con la consiguiente contribución al calentamiento global mediante la emisión de gases de efecto invernadero.

La mostaza negra es una maleza perenne, de la familia de las crucíferas, que fue detectada en Calama en 2006, desde donde se ha propagado a gran parte de la provincia Loa, debido a su alta adaptación a las condiciones edafoclimáticas del territorio, donde compite con los cultivos de la zona, generando importantes pérdidas productivas y económicas (Foto 1).

Esta especie se adapta a los suelos agrícolas del territorio. Su parte aérea puede llegar a producir hasta 10 toneladas de materia seca por hectárea, por lo que es muy importante para los agricultores implementar distintas prácticas para su control. No obstante, dada la alta producción de biomasa de esta especie en la zona, generalmente más alta que

distintas especies cultivadas, es posible utilizar su follaje para elaborar compost y así transformar un desecho en materia prima para la obtención de una enmienda de suelos de alta calidad.

La ejecución del proyecto "Desarrollo de protocolos de producción de compost derivado de residuos de mostaza negra (*Lepidium latifolium* L.) para ser usado en el mejoramiento de suelos y disminuir la dispersión de la maleza" -que lideró INIA con el financiamiento de FIA-, generó información para transformar los residuos de mostaza negra en un recurso valioso que contribuya a recuperar la capacidad productiva de los suelos, disminuyendo el impacto medioambiental de las quemas agrícolas asociadas a la maleza.

¿Qué es el compost y para qué se utiliza?

El compost es el resultado de la descomposición aeróbica (en presencia de aire) de una mezcla de residuos orgánicos, animales y vegetales. Durante



su elaboración se alcanzan altas temperaturas que dejan inviables las semillas de malezas y dan muerte a patógenos que son pequeños organismos vivos que causan enfermedades a las plantas.

El proceso de compostaje permite, además, que se multipliquen otros microorganismos benéficos que reducen la incidencia de enfermedades y plagas que afectan a las plantas y estimulan su crecimiento, ya que aporta promotores de crecimiento y nutrientes que provienen de los residuos que se utilizan como materias primas. Asimismo, tiene un efecto positivo en la estructura del suelo, mejorando la porosidad y, por ende, la retención de agua y su disponibilidad para las plantas, lo cual es relevante en zonas áridas, como la zona norte de Chile, donde el recurso agua es escaso, situación que se ve agudizada especialmente en el nuevo escenario de cambio climático.

En el territorio de la provincia del Loa, los suelos se caracterizan por sus bajos contenidos de materia orgánica (<3 %) y alto contenido de sales. La aplicación de enmiendas orgánicas, generalmente se realiza en base a guano o rastrojos de cultivo, los que no siempre están disponibles y los resultados que se obtienen no son los mismos que con la utilización de materia orgánica estabilizada como el compost, que regula el pH, junto con aportar nutrientes, y se caracteriza por sus contenidos de sales inferiores a los de los guanos.

¿Cómo elaborar compost a partir de la mostaza negra?

Recolección de materias primas

Se deben coleccionar las plantas de mostaza negra hasta el estado de flor, para evitar la diseminación de las semillas. Es importante considerar que mientras más verdes estén las plantas (Foto 2), más humedad tienen y, por ende, más rápido será el proceso de compostaje. Por ello, es relevante considerar que no se pueden usar solamente plantas secas y lignificadas, es decir, con consistencia leñosa (Foto 3), ya que el proceso será ineficiente. Además, se pueden agregar restos de hortalizas (Foto 4) que son abundantes en los invernaderos de Chiu Chiu y Lasana. Éstos constituyen

un excelente material verde para la elaboración de compost, ya que aportan humedad y diversidad de materiales a la mezcla.



Foto 1. Mostaza negra (*Lepidium latifolium* L.)



Foto 2. Recolección de mostaza negra verde.



Foto 3. Recolección de mostaza negra seca y lignificada.



Foto 4. Restos de hortalizas desechados por agricultores en invernadero de Chiu Chiu.

Es fundamental incluir como materia prima el guano de aves o el estiércol animal. En el territorio, el estiércol que se encuentra con mayor abundancia es el de ovino (Foto 5); no obstante, se puede reemplazar por guano de aves.



Foto 5. Recolección de estiércol ovino en Chiu Chiu.

El guano y estiércol son fundamentales para la elaboración de compost, ya que aportan importante contenido de nitrógeno indispensable en el proceso y microorganismos que se encargarán de la descomposición.

Luego de recolectar suficiente materia prima para la elaboración del compost, se deben realizar las mezclas en las cantidades óptimas. En estudios realizados por INIA en la comuna de Calama (provincia del Loa), se obtuvieron buenos resultados elaborando pilas de compost con capas sucesivas de los materiales que se señalan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Cantidad óptima de materiales a utilizar por cada capa en una pila de compost.

Materia Prima	Cantidad material
mostaza negra seca	10 cm
mostaza negra verde	50 cm
estiércol ovino de preferencia húmedo	24 palas
suelo	4 palas
agua	50 litros

*Cada capa se debe regar con chorro en forma de lluvia con la cantidad de agua recomendada, como mínimo, no aplicar más agua si comienza a escurrir.

Si el estiércol o guano utilizado es fresco, colaborará a que el proceso de compostaje sea más rápido y eficiente. En caso de que esté seco o "maduro", se recomienda aumentar la cantidad utilizada al doble.

Elaboración de la pila de compost

La pila de compost debe ubicarse en un lugar que no se inunde. Preferentemente, debe estar situada en un sector de semi sombra, para evitar que pierda humedad muy rápido. También debe disponerse de agua en las inmediaciones con el fin de efectuar los riegos necesarios durante todo el proceso de compostaje. Idealmente, el agua no debe estar clorada. Se recomienda utilizar agua de riego (canales), la que puede llegar a ser almacenada en contenedores, para disponer de ella cuando resulte necesario.

Pasos para hacer una pila de compost

1) Se mide un sector en el terreno de 1,5 m x 1,5 m (Foto 6) que se raspa, debiendo soltarse un poco la parte superficial del suelo para facilitar que los microorganismos entren en contacto con las materias primas que se ubican sobre él. El largo puede ser mayor dependiendo de la cantidad de material disponible.



Foto 6. Base de la pila de compost.

2) Inserte 4 estacas en las 4 esquinas (Foto 7) o bien un marco de madera en la base (Foto 8). Suelte el suelo que queda en la superficie interior.

3) Coloque un poste de unos 2 m de largo en el centro de la pila. Puede ser un tubo sanitario de pvc, un polín de unas 4" aproximadamente, el que se retirará al final de la elaboración de la pila. Su uso tiene por finalidad dejar un espacio libre de material en el centro, conformando una chimenea, para liberar calor (Foto 9).

4) Incorpore capas sucesivas de materias primas. Cada una se riega abundantemente, hasta llegar a 1,3 m de altura, aproximadamente. Finalizada la pila, se debe retirar el poste del centro para estimular la ventilación.



Foto 7. Estacas para delimitar la base de la pila de compost.



Foto 8. Marco de madera para delimitar la base del compost.



Foto 9. Poste central que se saca al terminar de formar la pila, así se genera una chimenea que permite liberar calor en el proceso.

Si los pasos fueron realizados correctamente, la mezcla comenzará a calentarse al día siguiente, producto de la oxidación de la materia orgánica.

5) Monitoree la temperatura de forma manual, introduciendo la mano en el agujero dejado al sacar el poste, lo más cerca posible del centro de la pila. Si la temperatura está muy elevada y no puede mantener la mano en el interior, es clara indicación que el proceso está funcionando correctamente. Si la temperatura no es elevada, el proceso no está funcionando bien y se deberá buscar el error cometido.

Resulta recomendable disponer de un termómetro con lanza que permite medir la temperatura en el centro de la pila o uno de pinchar que también debe insertarse en el centro para obtener un dato más representativo (Foto 10).

6) Controle la temperatura diariamente, para captar el día en que las temperaturas comienzan a descender. Es muy relevante conocer las temperaturas del compost, ya que cuando se mantienen superiores a 55°C, por períodos iguales o superiores a 72 horas, mueren las semillas de las malezas y también los microorganismos patógenos que pudiesen estar presentes en las materias primas utilizadas.



Foto 10. Arriba, termómetro marcando con lanza al interior de la pila de compost. Abajo, termómetro de pinchar pequeño.

7) Voltee o revuelva la pila periódicamente. Es necesario que ésta tenga suficiente aire y humedad, por lo que resulta necesario revolverla y humedecerla. Los volteos deben realizarse cuando las temperaturas de la pila comiencen a bajar, lo que se verifica con el uso de termómetros (Foto 10) o al introducir la mano en el centro de la pila y verificar que está más frío que el día anterior. Esto ocurre, generalmente, transcurridas dos o tres semanas después de su elaboración, aunque puede ocurrir después, dependiendo de las materias primas utilizadas.

La manera correcta de voltear la pila es depositar el material externo, que está menos descompuesto en el centro de la nueva pila, y el que está más descompuesto en la parte superior y externa. Esto permite asegurar que todo el material pase por fases de temperaturas elevadas, ya que al centro de la pila ocurren las mayores alzas. Se recomienda el uso de horqueta para los primeros 3 o 4 volteos, ya que en las primeras etapas de compostaje los materiales están aún muy enteros (Foto 11). Luego, cuando los materiales están más descompuestos, se puede utilizar una pala para realizar esta tarea.



Foto 11. Volteo con materias primas poco descompuestas.

El revolver la pila de compost, permite incorporar oxígeno, lo que estimula la actividad de los microorganismos descomponedores. Además, en el volteo se sugiere regar la pila, lo que permite mantener niveles de humedad adecuados, que deben estar sobre 60% durante todo el proceso. La humedad es un factor importante, ya que genera las condiciones necesarias para la multiplicación de los microorganismos descomponedores.

8) Controle la humedad realizando la "prueba del puño" (Foto 12).

Para evaluar humedad en la pila de compost, retire la capa superficial del sector que va a muestrear. Tome con la mano una porción del material que quedó expuesto. Apriete firmemente y observe si escurre agua. Abra la mano y observe si el material mantiene su forma o se disgrega.



Foto 12. "Prueba del puño". Compost demasiado húmedo: al apretar la mezcla gotea (arriba). Humedad correcta: al abrir la mano el material mantiene su forma y no gotea (centro). Demasiado seco: al abrir la mano el material se disgrega (abajo).

Si faltara humedad (Foto 12 abajo), al realizar el volteo es recomendable volver a mojar la pila para promover un alza de las temperaturas. El volteo se debe repetir cada vez que las temperaturas bajen, hasta que llega un momento en que a pesar de haber volteado la pila y ésta tenga humedad adecuada, las temperaturas no se elevan.

Evaluación de compost maduro

El compost tarda 3 a 4 meses en estar listo, lo que se comprueba cuando no aumentan las temperaturas aunque se voltee la pila con la humedad adecuada. En este momento, no es posible distinguir las materias primas originales (Foto 13) y ha adquirido un aroma a bosque húmedo. Si el compost terminado tiene partículas muy grandes (mayores de 16 mm) es conveniente pasarlo por un harnero o tamiz (Foto 14) y guardar en sacos en un lugar sombreado y fresco, para que mantenga la humedad hasta que sea utilizado.



Foto 13. Compost terminado.



Foto 14. Tamizado para separar partículas superiores a 16mm.

El compost debe cumplir con todos los parámetros que exige la Norma Chilena para la elaboración de compost (NCh2880) que dicen relación con la calidad de las materias primas y también con la calidad y madurez del producto terminado. Compost elaborados por INIA en la provincia del Loa, utilizando mostaza negra en mezcla con estiércol y restos de hortalizas en las proporciones presentadas en el Cuadro 1, permitieron obtener compost terminados con las características que se presentan en el Cuadro 2. En él los parámetros obtenidos están en los rangos permitidos por la Norma Chilena, a excepción de

la conductividad eléctrica y la porosidad, que son levemente superiores. Esto debido a que la muestra fue colectada antes de que el compost estuviera completamente maduro y en condiciones óptimas para ser utilizado, ya que es sabido que ambos valores disminuyen en la medida que el compost concluye su etapa de madurez.

Es relevante considerar que el contenido de arsénico en el compost obtenido con las materias primas locales está muy por debajo de los rangos permitidos para ambas clases (A y B).

Cuadro 2. Caracterización de compost terminado, elaborado con mostaza negra, estiércol y restos hortícolas y rangos permitidos, de acuerdo a la Norma Chilena Oficial 2880.

Parámetro	Compost Mostaza negra	Rangos permitidos NCh 2880*	
		Clase A	Clase B
Conductividad eléctrica (dS/m)	8,85	≤ 3	≤ 8
pH	7,67	5-8,5	5-8,5
Materia orgánica %	25,17	≥ 20	≥ 20
Carbono orgánico total (%)	14,63	-	-
Nitrógeno total (%)	1,34	≥ 0,5	≥ 0,5
Relación C/N	11,06	≤ 25	≤ 30
Relación Amonio/Nitrato	0,65	≤ 3	≤ 3
Porosidad (%)	69,33	45-60	45-60
Arsénico (mg/kg)	1,08	≤ 15	≤ 20

*La Norma Chilena (NCh) 2880 considera dos clases de compost (A y B) de acuerdo a su calidad, siendo mejor calidad de compost la clase A, como se observa en el Cuadro 2, que puede ser utilizado en la producción orgánica.

Prueba de campo en Calama

Se estableció un ensayo en la comuna de Calama (Cerro Negro) para evaluar el efecto de la aplicación de dos dosis de compost (10 y 20 ton/ha) localizado en los surcos y cubriendo la semilla de maíz (Foto 15).

Las evaluaciones realizadas fueron: altura de plantas, número de hojas, diámetro basal de plantas y número de mazorcas. Los resultados se presentan en la Figura 1.



Foto 15. Aplicación de compost localizado en ensayo de maíz (izquierda). Evaluación de maíz (derecha).

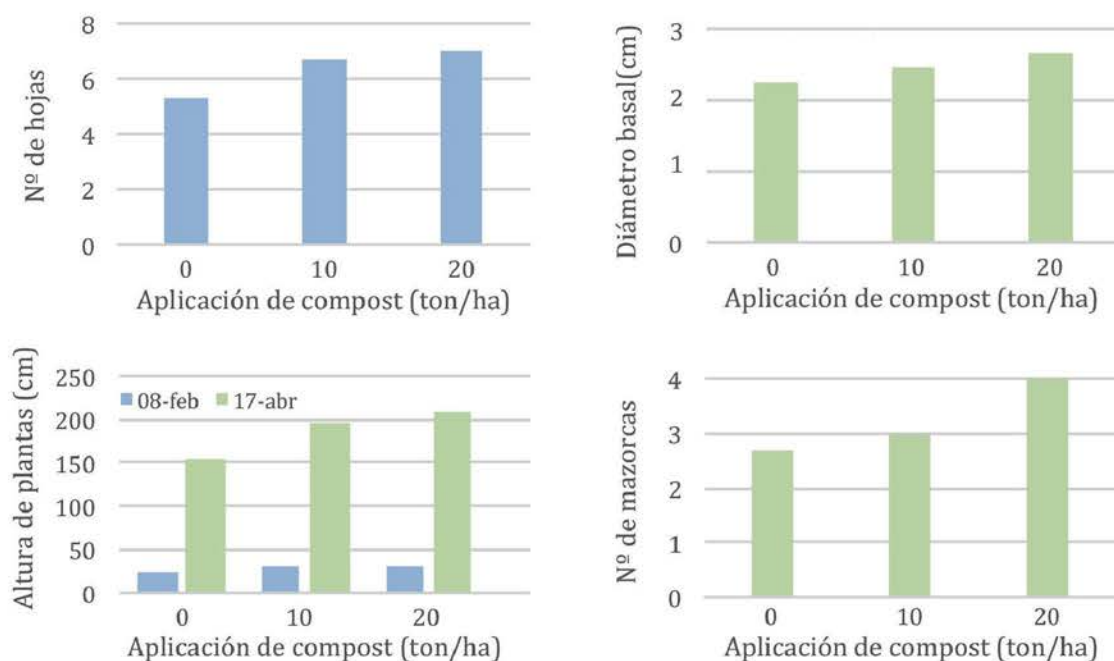


Figura 1. Respuesta de las plantas de maíz a las aplicaciones de diferentes dosis de compost.

Como se observa en la Figura 1, es evidente el efecto del compost en el número de hojas, diámetro basal de las plantas y la altura de plantas (17 de abril). Pero la respuesta no es la misma con la altura de plantas (8 de febrero) ni con número de mazorcas, a pesar de que existe una tendencia a aumentar con dosis mayores de compost.

El compost aporta nutrientes para el crecimiento de las plantas, mejora la estructura del suelo, lo que permite mayor porosidad y mejor retención de humedad. Además, estimula la actividad biológica en el suelo, favoreciendo el reciclaje de nutrientes y la supresión de enfermedades.

Recomendaciones generales

Utilizar la parte vegetativa de la maleza mostaza negra como materia prima para elaborar compost, permite alcanzar altas temperaturas que asegura la muerte de sus semillas presentes tanto en las plantas como en los guanos o estiércoles utilizados, transformando este desecho local

en un biopreparado de alta calidad, que puede elaborarse a pequeña escala, sin necesidad de gran infraestructura, por lo que cualquier persona puede realizarlo, con el consiguiente ahorro en compra de fertilizantes, impacto positivo en el medio ambiente, la producción y economía familiar.

Este Informativo INIA es posible gracias al proyecto "Desarrollo de protocolos de producción de compost derivado de residuos de mostaza negra (*Lepidium latifolium* L.) para ser usado en el mejoramiento de suelos y disminuir la dispersión de la maleza", que cuenta con financiamiento de la Fundación para la Innovación Agraria, FIA, (código PYT0328-2017-).

Permitida la reproducción total o parcial de esta publicación citando la fuente y autores.
 Cecilia Céspedes L., Ingeniero agrónomo, Ms.C., INIA Quilamapu / ccespede@inia.cl
 INIA Quilamapu, Av. Vicente Méndez 515, Chillán - Fono: (56) 42 220 6800

www.inia.cl



Año 2019
INFORMATIVO Nº 145 **AGROECOLOGÍA**
INIA