

# Capítulo 3

## Manejo orgánico de la fertilidad del suelo en un huerto de nogal

Aart M. Osman • Juan Cisterna S.

### 3.1. Introducción

Un suelo fértil, con una buena calidad biológica, física y química es la base de una producción orgánica exitosa. La fertilidad se genera y sostiene a través de prácticas que promuevan la vida en el suelo del huerto, como por ejemplo mediante la aplicación de compost y la siembra de cubiertas vegetales. La vida del suelo consiste de una red trófica de micro, meso y macroorganismos –es decir bacterias, hongos, nematodos, colémbolos, ácaros, lombrices, insectos, etc.– que transforman los residuos y abonos orgánicos en nutrientes disponibles para las plantas. En el mismo tiempo este proceso contribuye a mejorar la porosidad y estabilidad del suelo a través de la formación de humus estable, la formación de hyphas (en el caso de hongos) y la excreción de sustancias orgánicas.

Adicionalmente cabe destacar, que un suelo vivo protege a las plantas contra enfermedades y plagas, ya que un suelo con una abundante y diversa comunidad de organismos ayuda a mantener la presión de plagas y enfermedades a un nivel bajo, debido a que estas tienen que competir con otros organismos por espacio y nutrientes. Además, entre la diversidad de organismos del suelo se encuentran enemigos naturales de las plagas y enfermedades que inciden en una disminución de la población de los organismos dañinos.

La materia orgánica es un elemento clave en el huerto orgánico, ya que es el combustible que promueve la vida del suelo, siendo el alimento de los organismos al inicio de la cadena trófica. Para crear y mantener un suelo vivo, es esencial proveer al suelo de materia orgánica, realizando prácticas como la aplicación de compost y otros abonos orgánicos y la siembra de cubiertas vegetales.

Por otro lado, el manejo orgánico requiere de prácticas que eviten la pérdida y promuevan el reciclaje del humus y los nutrientes. El objetivo es minimizar la

necesidad de adquirir insumos externos, optimizando y restituyendo los nutrientes perdidos en el sistema, por ejemplo, a través del reciclaje de nutrientes a través del compost y adecuando la fertilización a la demanda de las plantas. Labores en el suelo como la labranza y el desmalezado aceleran la mineralización y pérdida del humus. Esta pérdida aumenta a medida que la intervención en el suelo es mayor, por lo cual se recomienda minimizar estas labores.

Finalmente, en los sistemas orgánicos generalmente el nitrógeno es el nutriente más escaso y difícil de mantener dentro del sistema debido a su alta movilidad. Prácticas que eviten la pérdida por la mineralización acelerada y fomenten el reciclaje de nutrientes incluyen: una fertilización balanceada, la siembra de cubiertas vegetales y el compostaje e incorporación de todos los restos vegetales (de la poda, cosecha, cortes de cubiertas vegetales).

En este capítulo se revisará el manejo nutricional del nogal y las opciones del manejo de la fertilidad del suelo a través del reciclaje de residuos agrícolas, y fertilizantes comerciales. En el siguiente Capítulo 4 se presenta la siembra y manejo de cubiertas vegetales.

**Figura 3.1.** Aplicación de compost.



## 3.2. Manejo nutricional de un huerto de nogal

La base de la nutrición de las plantas en sistemas orgánicos es la mineralización de la materia orgánica del suelo a través de los microorganismos del suelo. Además, estos organismos están involucrados en la disolución de minerales en la roca parental y, por ejemplo, en el caso de los Rhizobios, estos realizan la fijación de nitrógeno del aire. La actividad biológica del suelo depende de la disponibilidad de materia orgánica, humedad y la temperatura del suelo. Generalmente, en huertos con varios años de manejo orgánico, se encuentra una vida de suelo suficientemente activa. En huertos recién convertidos a un manejo orgánico, se podrá acelerar la actividad biológica, inoculando micro organismos a través de aplicaciones de té de compost, entre otras.

**Tabla 3.1.** presenta los principales nutrientes y su importancia para el nogal. Para determinar las cantidades de diferentes enmiendas orgánicas que debemos aplicar anualmente en nogales, y las necesidades de complementar éstas con otros fertilizantes, se deben considerar los siguientes cuatro aspectos, de preferencia en su conjunto:

a) Observación de los árboles:

La revisión del desarrollo vegetativo, color de las hojas y la presencia de patrones de síntomas típicos de deficiencias o daños por toxicidad, como también los resultados de la cosecha, entregan información importante para monitorear si el manejo actual está generando los resultados esperados o existe la necesidad de adecuar el manejo.

b) Análisis foliares:

Se realizan anualmente, en el mes de enero o febrero, ya que en el verano el contenido de los nutrientes de las hojas demuestra menor variabilidad. Comparando los resultados entregados por el laboratorio con valores de referencia para nogal (**Tabla 3.2.**), se puede detectar deficiencias o sobreabundancia de nutrientes. Además, la comparación de resultados de varios años del mismo huerto permite visualizar tendencias. Cabe señalar que los valores de referencia disponibles en Chile generalmente se basan en datos del extranjero. Idealmente, se debe generar un conjunto de valores de referencia específico para la zona, tipo de suelo, manejo (convencional o orgánico) y variedad. Por lo anterior, la interpretación de los valores entregados por el laboratorio, requiere contrastar los resultados con las observaciones en terreno, los rendimientos obtenidos y los resultados

de análisis foliares de años previos. Asimismo, al revisar los datos de un año particular, se deben tomar en cuenta los factores que pueden estar influenciando los resultados, como por ejemplo el estrés hídrico.

c) Análisis de suelo:

En huertos establecidos se recomienda realizar cada tres años en otoño un análisis de las características químicas del suelo. Los resultados del análisis químico del suelo entregan información sobre la disponibilidad de nutrientes. **Tabla 3.3.** incluye los valores de referencia para el cultivo de nogal convencional en Chile. Al igual que para los valores de referencia para el análisis foliar, uno debe tomar en cuenta que los valores de referencia disponibles en Chile generalmente se basan en datos del extranjero y no se encuentran datos específicos para huertos orgánicos. La disponibilidad de nutrientes depende de las características físicas y, sobre todo en sistemas orgánicos, de la actividad biológica del suelo.

d) Requerimientos nutricionales de las plantas:

El manejo orgánico apunta a la nutrición balanceada de las plantas, evitando no solamente una fertilización deficiente sino también una sobre fertilización. Ambas situaciones fomentan la susceptibilidad a plagas y enfermedades. Además, se debe evitar la sobre fertilización, sobre todo con fuentes con alto contenido de nitrógeno o fósforo, ya que pueden contaminar el agua subterránea y superficial. Una nutrición balanceada requiere del conocimiento de la demanda de nutrientes del árbol para la formación de hojas, renovación de raíces, renovación de madera y formación de flores y frutos. Es importante considerar que, la demanda nutricional del árbol depende del rendimiento esperado, la eficiencia del fertilizante a utilizar y la capacidad del suelo para retener y liberar los nutrientes. Los datos de la extracción de nutrientes del árbol de nogal que se presentan en el **Tabla 3.4.**, entregan una primera aproximación de la cantidad de macronutrientes, que se deben adicionar para mantener la fertilidad del suelo. En un huerto orgánico, en el cual idealmente se reciclan los residuos vegetales, la principal salida de nutrientes del sistema es a través de la cosecha de las nueces. **Tabla 3.4.** presenta una estimación de la extracción de los macronutrientes (NPK). De los nutrientes, que se utilizan en menor cantidad en el nogal, en Chile es común observar deficiencias del magnesio y zinc (Gamaliel, et al., 2010).

Adicionalmente, se debe considerar que, en sistemas de frutales perennes, parte de los nutrientes son almacenados en la madera y raíces de los árboles.

Bajo las condiciones de California, EE. UU., se estima que se necesita 17 kg/ha nitrógeno para la formación de madera nueva (UC Davis, 2021). Este valor se aumenta en árboles que todavía están en fase de formación y depende de la densidad de plantación.

**Tabla 3.1.** Principales nutrientes, su importancia para el nogal y posibles fuentes.

Nutriente	Importancia	Fuentes para la fertilización
Nitrógeno	En el nogal el inicio de crecimiento vegetativo coincide con el periodo de floración y cuaja del fruto, que provoca una alta demanda de nitrógeno durante la primavera. Las reservas generadas en la temporada anterior son la principal fuente de nitrógeno en esta época. Por lo anterior, resulta clave la disponibilidad de nitrógeno en el suelo durante el periodo al final de verano antes de la cosecha cuando las raíces todavía están activas y el árbol está formando sus reservas.	Cubiertas vegetales de leguminosas, compost, vermicompost, estiércol de bovino; y fertilizantes orgánicos comerciales autorizados como harinas de sangre, pescado, huesos, plumones, etc.
Fósforo	Nutriente poco móvil el cual tiene que ser encontrado por las raíces. Existen dos momentos importantes en el que el árbol requiere de este nutriente, en el crecimiento radicular y en fructificación.	Compost, roca fosfórica, harina de huesos.
Potasio	Tiene una importancia en el movimiento del agua en la planta, es un elemento importante para la apertura estomática. Además, influye en la presión, turgencia y contenido de agua del fruto.	Purines, estiércol, guano, sulfato de potasio y fertilizantes orgánicos comerciales como productos de algas.
Calcio	Alta extracción en desarrollo de fruto favoreciendo la asimilación y movilización de otros elementos.	Abonos orgánicos, óxido de calcio, Carbonato de calcio, cloruro de calcio, sulfato de calcio y yeso agrícola.
Magnesio	Elemento importante para la formación de la molécula de clorofila, a pesar de su baja extracción es un elemento sensible en los nogales ya que cumple una función importante en la concentración de fotosintatos y síntesis de proteínas.	Sulfato de magnesio.
Zinc	Elemento importante en la composición de varias enzimas por lo que es fundamental en distintos procesos de la planta, como, por ejemplo, la floración.	Sulfato de Zinc.
Azufre	Corresponde a un elemento estructural en moléculas como aminoácidos y proteínas. Cumple una función importante en la síntesis de clorofila, aminoácidos y vitaminas.	Estiercoles Azufre en polvo o elemental

**Tabla 3.2.** Niveles de referencia para el análisis foliar en nogal. Muestra de hojuela terminal de la hoja del tercio medio de un brote; enero a febrero. (Fuente: Hirzel, 2014).

Nutriente	Unidad	Nivel deficiente	Nivel adecuado	Nivel excesivo
Nitrógeno	%	< 2,0	2,2 - 3,2	>3,5
Fósforo	%	<0,08	0,1 - 0,2	>0,3
Potasio	%	<0,8	1,2 - 1,8	>2,5
Calcio	%	<0,8	1,0 - 2,0	>2,5
Magnesio	%	<0,15	0,3 - 0,6	>0,8
Cloro	%	<0,05	0,1 - 0,2	>0,3
Hierro	mg/Kg	<40	50 - 150	>200
Manganeso	mg/Kg	<20	30 - 100	>200
Zinc	mg/Kg	<15	18 - 60	>150
Cobre	mg/Kg	<3	4 - 20	>25
Boro	mg/Kg	<20	30 - 150	>200

**Tabla 3.3.** Características químicas apropiadas del suelo para un huerto de nogal. (Fuente: Hirzel, 2019).

Elemento o variable analizada	Unidad de medida	Nivel adecuado según textura	
		Franco arenosa a franco limo arenosa	Franco limosa a franco arcillosa
Materia orgánica	%	>1,5	>1,5
pH (agua 1:2,5)	-	6,2 - 7,5	6,0 - 7,5
Conductividad eléctrica	dS /mol	<1,5	<1,5
CIC <sup>1</sup>	cmol (+)/Kg	8 - 15	15 - 30
Nitrógeno inorgánico	mg/Kg	15 - 30	20 - 40
Fósforo Olsen	mg/Kg	>12	>15
Potasio Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,3 - 0,6	0,4 - 0,8
Calcio Intercambiable	cmol (+)/Kg	7 - 10	8 - 12
Magnesio Intercambiable	cmol (+)/Kg	1,0 - 3,0	1,2 - 3,0
Sodio Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,03 - 0,3	0,05 - 0,6
Suma de bases	cmol (+)/Kg	>8	>10
Relación calcio sobre CIC <sup>1</sup>	%	60 - 65	55 - 65
Relación magnesio sobre CIC <sup>1</sup>	%	12 - 15	10 - 15
Relación potasio sobre CIC <sup>1</sup>	%	2 - 3	3 - 4
Azufre	mg/Kg	>8	>10
Hierro	mg/Kg	4 - 20	4 - 20
Manganeso	mg/Kg	2 - 10	3 - 20
Zinc	mg/Kg	1 - 10	2 - 10
Cobre	mg/Kg	0,5 - 1	0,5 - 1
Boro	mg/Kg	0,8 - 1,5	1 - 2

<sup>1</sup>CIC: Capacidad de intercambio catiónico.

**Tabla 3.4.** Extracción de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) a través de la cosecha de un huerto convencional en la Región Metropolitana con una producción de 3500 kg/ha (Elaboración de datos disponibles en Gamalier et al., 2010).

	N (kg)	P (kg)	K (kg)
	Por tonelada de nueces		
Mariposa	16	1,8	2,0
Cáscara	1	0,06	0,9
Total	17	1,9	2,9

En el manejo orgánico, el nitrógeno es el nutriente más crítico para el rendimiento. Es un elemento móvil, con alto riesgo de pérdidas por volatilización y lixiviación. En abonos y fertilizantes orgánicos, el nitrógeno está disponible en formas orgánicas. Su disponibilidad en el tiempo para las plantas es dinámica y depende de la tasa de mineralización de la materia orgánica mediante la acción de los microorganismos. Lo que se denomina actividad biológica del suelo, la cual aumenta con la temperatura y requiere de un suelo con suficiente humedad, oxígeno y materia orgánica. Por lo contrario, condiciones de bajas temperaturas, sequía, compactación y anegamiento frenan la mineralización del nitrógeno disminuyendo su disponibilidad. Adicionalmente, influye la relación entre carbono y nitrógeno (C/N) de las fuentes de la materia orgánica, valores de C/N menores a 10 generan una rápida disponibilidad, mientras que materiales de C/N mayor a 25, inicialmente disminuyen la disponibilidad de nitrógeno para las plantas, pues se produce inmovilización de este elemento, debido a que este es capturado por los microorganismos del suelo para su crecimiento.

En nogales existe una alta demanda de este nutriente en primavera, con el periodo de floración y cuaja de fruto. La principal fuente de nitrógeno en primavera es la reserva generada en la temporada anterior por lo que resulta clave la disponibilidad de nitrógeno al final del verano, previa a la cosecha, cuando las raíces todavía están activas y post cuaja para promover el desarrollo vegetativo. Si se estima escasez de nitrógeno en estas épocas, se puede considerar manejos que aceleran la mineralización, como la realización de una labranza superficial y riego para asegurar una humedad óptima del suelo. Adicionalmente, se puede complementar la fertilización con fuentes de nitrógeno de disponibilidad relativamente rápida como guano rojo o harina de sangre (ver sección siguiente).

Finalmente es importante señalar que bajo la certificación orgánica chilena la cantidad máxima de nitrógeno, que se puede aplicar es 170 kg/ha/año.

### 3.3. Fuentes orgánicas para la fertilización

Las principales fuentes para la fertilización orgánica son los residuos agrícolas de origen animal y las cubiertas vegetales de especies de leguminosas, como alfalfa, tréboles, vicia, haba y arvejas. En primer lugar, se utilizarán los recursos producidos en el mismo predio. Predios sin componente animal, generalmente deben adquirir abonos y fertilizantes de otras empresas agrícolas o proveedores comerciales. Antes de la adquisición de cualquier insumo, es importante verificar su autorización para uso en la producción orgánica, con el ente certificadora. Para la certificación bajo la normativa chilena, el SAG publica una lista de “insumos visados para uso en agricultura orgánica nacional”, que se actualiza periódicamente y está disponible en su sitio web (<https://www.sag.gob.cl/ambitos-de-accion/certificacion-de-productos-organicos>; pestaña registros y listas).

A continuación se tratarán en más detalle, las principales fuentes para la fertilización orgánica.

#### Residuos agrícolas, biopreparados y su manejo

En la producción agrícola en general se genera una gran cantidad de residuos orgánicos, los cuales pueden reciclarse bajo distintas técnicas, convirtiéndose en excelentes abonos o enmiendas orgánicas para los suelos. También existen los biopreparados que corresponden a elaboraciones a partir de materiales simples como restos de origen vegetal o animal y/o sustancias de origen mineral, que ayudan a mejorar el desarrollo de los cultivos, los cuales poseen propiedades nutritivas, controladoras de insectos y/o de enfermedades para las plantas.

**Tabla 3.5.** Ejemplos de la composición nutricional de enmiendas orgánicas más comunes en Chile (Nota: la composición depende del origen del producto, por lo cual siempre requiere realizar un análisis para conocer la composición exacta).

Enmienda	pH	CE <sup>1</sup>	C/N <sup>2</sup>	MO <sup>3</sup>	h <sup>4</sup>	N <sup>5</sup>	C <sup>6</sup>	P <sup>7</sup>	K <sup>8</sup>	Ca <sup>9</sup>	Na <sup>10</sup>
				(%)							
Estiércol Bovino	8,0	3,0	16,6	62	75,8	2,16	34,4	0,13	2,13	1,38	0,28
Compost de residuos vegetales	6,1 - 8,5	0,3 - 0,9	12 - 30	20 - 60	11 - 60	0,8 - 1,7	11 - 34	0,3 - 0,4	0,2 - 0,4	1,1 - 1,75	0,05 - 0,16
Lombri compost	7,4 - 8,1	3,0 - 6,7	20 - 28	70 - 80	60 - 80	1,5 - 1,8	40 - 47	1,0 - 1,4	0,08 - 0,12	2,0 - 2,5	0,6 - 1,0

<sup>1</sup>CE: Conductividad eléctrica, <sup>2</sup>C/N: relación carbono - nitrógeno, <sup>3</sup>MO: Materia orgánica, <sup>4</sup>h: humedad, <sup>5</sup>N: Nitrógeno total, <sup>6</sup>C: Carbono total, <sup>7</sup>P: Fósforo total, <sup>8</sup>K: Potasio total, <sup>9</sup>Ca: Calcio total, <sup>10</sup>Na: Sodio total. (Fuente: Hirzel & Salazar, 2021).



**Figura 3.2.** Residuos para el reciclaje de nutrientes: el pelón y otros restos de la cosecha.



Los abonos o enmiendas orgánicas empleadas en la agricultura corresponden a fuentes de materia orgánica de origen vegetal y animal, dentro de las cuales se encuentran el compost, vermicompost, estiércoles, guanos fosilizados y abonos verdes entre otras. Estas enmiendas aportan materia orgánica en cantidad y calidad, además de nutrientes esenciales a los suelos, los cuales contribuyen a aumentar la fertilidad, mejorar las propiedades fisicoquímicas y aumentar la productividad de los cultivos.

### **Compost**

Corresponde al producto obtenido del proceso de descomposición y estabilización aeróbica (en presencia de oxígeno) de diversos residuos orgánicos (de origen animal y/o vegetal), por la acción de sucesivas poblaciones de microorganismos. El producto final que se obtiene se denomina compost, el cual es rico en materia orgánica y nutrientes de liberación rápida y lenta.

Cabe destacar, que la normativa orgánica chilena exige trazabilidad del origen de la materia prima utilizada. Solamente se pueden utilizar materiales permitidas en la agricultura orgánica. Además, no está permitido el uso de estiércol, guano y otros residuos de animales provenientes de la agricultura intensiva. Adicionalmente, el compost que se comercializa debe cumplir con la norma chilena del compost (NCH 2880).

La elaboración a pequeña escala se puede realizar en pilas circulares de una superficie mínima de 1m<sup>2</sup>, según la disponibilidad de material. En el centro se coloca una estaca de 2m de alto y alrededor se incorporan capas intercaladas de unos 20 centímetros aproximadamente, de materiales con niveles altos de nitrógeno (estiércol fresco o desperdicios de cocina), materiales de niveles equilibrados de relación carbono-nitrógeno (C/N) (restos de hortalizas, restos de poda, guanos o estiércoles secos con cama animal) y materiales con altos contenidos de carbono (hierbas secas, hojas secas, paja de gramíneas, aserrín o virutas). Los materiales se apilan hasta lograr una altura de 1 a 1,5 metros y luego se deben humedecer con agua. Es importante monitorear la humedad y temperatura de la pila de compost periódicamente. La humedad debe estar entre un 45 a 60% durante todo el proceso. En caso de decaer la humedad, se debe aplicar agua a la pila. Por otra parte, se debe procurar que la pila de compost alcance un peak de temperatura de al menos 55° Celsius por mínimo 3 días consecutivos. Para prolongar el periodo de la alta temperatura, es importante voltear la pila cada 15 a 20 días o antes al observar una disminución de temperatura. Trascurrido entre 3 y 4 meses el compost se mantendrá a temperatura ambiente, lo que indica que está listo para ser usado.

Elaboraciones de mayor tamaño se pueden realizar en hileras de 1,5 a 3 metros de altura con la misma dimensión de ancho. El largo se determina según la disponibilidad de material. En estos diseños se puede incorporar sistemas de riego para controlar la humedad, sistemas de recolección de lixiviados, sistemas de control de aireación y realizar volteo mecanizado.

La composición nutricional del compost depende de las materias primas utilizadas. Generalmente el contenido de nitrógeno del compost oscila entre 1 y 2%. La liberación de este nutriente varía según factores climáticos y características del suelo, entre otros. Hirzel y Salazar (2021), estiman que la tasa de mineralización de un compost maduro en la primera temporada de aplicación corresponde entre un 15 y 40%. Es importante considerar que gran parte del nitrógeno restante se libera en los años siguientes, por lo cual se aumenta la disponibilidad de este nutriente cuando se implementa un manejo con aplicaciones anuales de compost.

Para información más detallada sobre la elaboración del compost se recomienda revisar la literatura listada en la sección "Publicaciones prácticas sobre la elaboración del compost y biopreparados" al final del presente capítulo.

**Figura 3.3.** Una pila de compost.



### **Vermicompost**

El humus de lombriz o vermicompost es generado por medio de lombrices, las cuales disuelven los residuos orgánicos a través de su tracto digestivo, transformándolo en compuestos ricos de nutrientes y materia orgánica, que son eliminados en forma de heces. Los nutrientes son altamente solubles por lo que se considera un fertilizante de liberación rápida. La lombriz roja californiana (*Eisenia fetida*) es la especie de lombriz más utilizada por su gran capacidad reproductiva.

El proceso se lleva a cabo en contenedores, camas de cultivo de lombrices o también llamadas lombricomposteras, las que corresponden a estructuras elaboradas de diferentes materiales (madera, concreto, recipientes plásticos, entre otros), generalmente sobre el suelo y sin fondo. Estas requieren una superficie mínima de 1m<sup>2</sup> y una profundidad de 50-60cm. Dichas estructuras deben estar protegidas de la luz directa del sol, altas temperaturas, exceso de humedad y de la lluvia directa.

Las lombrices se van alimentando con residuos orgánicos, de preferencia picados previamente y descompuestos. Se recomienda habilitar contenedores para una descomposición previa y alimentar las lombrices cada 7 a 10 días con estos residuos. En estos se pueden incluir residuos de la cocina sin procesar, restos de podas, rastrojos, estiércoles de producción extensiva, restos de hortalizas, hojas secas, entre otros. Se recomienda ir incorporando una amplia variedad de estos residuos para mantener equilibrada la humedad y obtener un producto final con múltiples de nutrientes.

Luego de un periodo de 3 a 4 meses aproximadamente, se puede cosechar el vermicompost, el cual puede ser tamizado y secado para su estabilización, y aplicado directamente al suelo. El producto final debe cumplir los mismos estándares de calidad que el compost, según lo establecido en la norma chilena de compost (NCH 2880).

Se estima que el aporte de nitrógeno oscila entre 1,5 y 1,8% (**Tabla 3.5**). La liberación de este nutriente varía según la composición, factores climáticos y características del suelo, entre otros. Se aplica en primavera u otoño.

Para información más detallada sobre la elaboración del vermicompost se recomienda revisar la literatura listada en la sección “Publicaciones prácticas sobre la elaboración del compost y biopreparados” al final del presente capítulo.

## **Bokashi**

Abono que se obtiene a partir de una fermentación aeróbica acelerada de residuos de origen vegetal y animal. El proceso de la producción solamente lleva siete días. El producto final aporta una gran cantidad de nutrientes y microorganismos al suelo, que tiene un efecto rápido en las plantas. También tiene un efecto acumulativo en el suelo, por lo que aplicaciones reiteradas mejorarán las propiedades físicas del suelo como porosidad, capacidad de retención de agua y la penetración de las raíces.

La elaboración del bokashi consta, por una parte, de la mezcla de tierra (1 carretillada), guano (1 carretillada) y afrecho (20 kg). Por otra, se diluye chancaca (200 gr) en agua y se mezcla con yogurt (1 L) y levadura de pan previamente activada (20 gr). Esta segunda mezcla se utiliza para humedecer la primera realizada. La preparación final queda tapada con plástico durante una semana. Al comienzo se revuelve la pila tres veces al día y desde el quinto día una vez al día. En el séptimo día el producto ya se encuentra listo para ser usado. Es importante destacar que existen distintas recetas para la elaboración de bokashi, en la cual se reemplazan



**Figura 3.4.** El proceso de vermicompostaje con lombrices en distintos estadios de desarrollo.



los ingredientes mencionados por productos equivalentes y disponibles localmente. Por ejemplo, el afrecho se puede cambiar por cascara de nuez.

Para información más detallada sobre la elaboración del bokashi se recomienda revisar la literatura listada en la sección “Publicaciones prácticas sobre la elaboración del compost y biopreparados” al final del presente capítulo.

### **Té de compost, té de vermicompost y té de bokashi**

Se caracterizan por su fácil elaboración a partir de compost, humus de lombriz, guano o bokashi. Si bien sus efectos no están bien documentados en la literatura científica, sus adherentes les atribuyen propiedades como el manejo de enfermedades y plagas y la promoción de un mejor crecimiento de las plantas al dejar de forma inmediata disponible los nutrientes y aportando microorganismos.

La elaboración de los diferentes té consiste en disponer un saco que contenga el material escogido, ya sea compost o vermicompost o bokashi (20 kg) y su

introducción dentro de un tambor de 200 litros de agua sin cloro o de agua lluvia o de pozo. Se revuelve todos los días y al cabo de 7 a 10 días está listo para ser usado.

Esta preparación también se puede realizar con guano fresco, pero a diferencia del proceso anterior se mantendrá durante 30 días previo a su uso.

Se aplica a través del sistema de riego y a través de aplicación foliar, en la mañana o por las tardes, en las horas de mayor frescor.

Para información más detallada sobre la elaboración del té se recomienda revisar la literatura listada en la sección "Publicaciones prácticas sobre la elaboración del compost y biopreparados" al final del presente capítulo.

### **Supermagro**

Biofertilizante líquido, generado de la descomposición aeróbica de estiércol con agua junto con la adición de 9 diferentes compuestos de origen mineral (sulfato de zinc, sulfato de magnesio, sulfato de manganeso, sulfato de cobre, clorato de calcio, borax, sulfato de cobalto, molibdato de sodio, sulfato de hierro). Es un fertilizante muy completo, que aporta gran cantidad de microorganismos, macronutrientes y micronutrientes necesarios para el metabolismo, crecimiento y desarrollo de las plantas. Además, según sus adherentes contribuye a la tolerancia contra el ataque de plagas y/o enfermedades.

Para la elaboración de supermagro se utiliza un tambor de 200 litros donde se agrega guano (40 kg), agua (100 L), leche (1 L) y chancaca (0,5 kg disuelta en 1 L de agua). Todo esto es revuelto y se deja fermentar por 5 días. Posteriormente, cada 7 días se agrega nuevamente chancaca (0,5 kg disuelta en 1L de agua), leche (1 L) y 1 de los 9 minerales. Esto se repite cada 7 días con un mineral diferente hasta completar todos los minerales, y finalmente se deja fermentar 30 días (en verano) o 45 días (en invierno).

La preparación final debe ser diluida al 2-5%. Se aplica cada 2 semanas desde antes de floración hasta caída de hojas.

### **Estiércoles o guanos**

Corresponde a la mezcla de fecas **sólidas y líquidas de animales con o sin restos de la cama animal, como de vacas, ovejas, caballos**, cerdos, cabras o aves de corral. Su función es aumentar el contenido de materia orgánica del suelo y mejorar la fertilidad del suelo con nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes.

En la agricultura orgánica no está permitido el uso de estiércoles o guanos provenientes de la producción animal intensiva. En cuanto a los provenientes de producción animal extensiva, todos pueden utilizarse incluso mezclados con otros, ajustándose a la disponibilidad en el lugar los que se pueden usar de forma fresca o madura. Adicionalmente, la normativa chilena establecida por el sistema agrícola ganadero (SAG), indica que la utilización de estiércoles frescos, provenientes de la producción extensiva, se debe aplicar con un mínimo 90 días antes a la cosecha de frutales.

Se recomienda para una utilización óptima del estiércol, aplicarlo maduro y compostado. Para esto se mezcla el estiércol con residuos vegetales absorbentes, como paja de trigo, aserrín, hojas secas y/o restos de poda chipeada. Estos residuos permiten retener la parte más abundante de nitrógeno y potasio provenientes de la orina. Se forma una pila o montón para que entren en proceso de descomposición durante unos meses previo a su aplicación. Así el material se mantendrá **más estabilizado** químicamente y se previene la pérdida de nutrientes.

La incorporación de animales en la producción frutícola es una gran ventaja, ya que se establece un balance armonioso entre la producción de cultivos y la producción animal, potenciando el reciclaje de residuos vegetales y obteniendo una excelente fuente de materia prima para la elaboración de abonos orgánicos como el compost.

### **Fertilizantes orgánicos comerciales**

Corresponden a productos orgánicos producidos, elaborados, envasados y comercializados por empresas que cumplen las normas de certificación de insumos orgánicos establecidas por el SAG. Para la certificación bajo la normativa chilena, el SAG publica una lista de "insumos visados para uso en agricultura orgánica nacional", que se actualiza periódicamente y está disponible en su sitio web (<https://www.sag.gob.cl/ambitos-de-accion/certificacion-de-productos-organicos;pestaña-registros-y-listas>).

En el mercado es posible encontrar diferentes productos que aportan macro y micronutrientes necesarios en los distintos estados fenológicos como por ejemplo:

### **Fertilizantes a base de productos y subproductos de origen animal**

Se aplican como una fuente de nitrógeno de disponibilidad rápida. Incluyen harinas y pellets de sangre, huesos pelos, plumones, entre otros. La normativa

orgánica indica, que el uso de estos productos es sujeto a verificación previa de la necesidad por el organismo de certificación.

### **Fertilizantes a base de productos vegetales y aminoácidos**

La mayoría de estos productos, registrados para uso en agricultura orgánica en Chile, contienen aminoácidos libres de origen vegetal junto con otros nutrientes y/o materia orgánica de aplicación foliar o radicular. Los aminoácidos son esenciales para la biosíntesis de las proteínas y enzimas, así como para la formación de ácidos nucleicos, hormonas y otras sustancias esenciales para el desarrollo vegetativo. Estos fertilizantes se consideran bioestimulantes y aportadores de nitrógeno.

### **Fertilizantes a base de extractos de algas**

Son biofertilizantes con materiales bioactivos naturales solubles en agua. Contienen vitaminas, minerales, compuestos orgánicos y fitohormonas. Tienen acción en la fisiología de la planta a diferentes niveles del metabolismo de ésta, así como también en la microbiología del suelo permitiendo la biodisponibilidad de nutrientes. Por su cualidad bioestimulante se utiliza desde previo a floración hasta fructificación.

### **Ácidos húmicos y/o fúlvicos**

Corresponden a concentrados de sustancias húmicas y/o fúlvicas de origen industrial. Es un material orgánico muy reactivo con las partículas minerales del suelo. Su uso como enmienda provoca cambios en las propiedades físicas, aumentando la estabilidad de los agregados, la velocidad de infiltración y la porosidad del suelo, permitiendo de esta forma un mejor desarrollo radicular de las plantas y una mejor absorción de nutrientes. Sin embargo, sus efectos perduran en un corto plazo, entre tres y seis meses, por lo que son necesarias aplicaciones sucesivas cada temporada.



## **Guano de aves marinas, guano rojo**

Corresponden a excrementos acumulados en rocas costeras de Perú y el norte de Chile, extraídos de reservorios autorizados de aves costeras. El guano blanco se caracteriza por ser muy rico en nitrógeno. El guano rojo es un fertilizante natural proveniente de las heces de aves marinas fosilizadas. Contiene materia orgánica (10-15%) y gran cantidad de nutrientes como fósforo (6-12%), nitrógeno (4-8%), potasio (1-2%) y otros micronutrientes.

Se debe adquirir estos productos a través de empresas autorizadas, que han registrado su producto en el listado "Insumos visados para uso en agricultura orgánica nacional" del SAG.

## **Fertilizantes de origen mineral**

Son minerales presentes de forma "natural" en formaciones rocosas y sedimentos. Incluyen roca fosfórica y otros productos que aportan macro y micronutrientes esenciales para el desarrollo vegetativo y generativo de la planta como, zinc, boro, carbonato de calcio, sulfato de potasio y de magnesio.

## **Publicaciones prácticas sobre la elaboración del compost y biopreparados**

Céspedes C., y M. Wolff. 2021. La materia orgánica como eje del manejo sustentable de suelos. En: Ovalle Molina C., y M. Quiroz (eds.). Manual de prácticas agrícolas para una agricultura sustentable. Boletín INIA 426. Instituto de Investigaciones Agropecuarias - INIA, Centro Regional de Investigación La Cruz, La Cruz, Chile. pp. 9-31. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/67616/Capitulo%201.pdf?sequence=2&isAllowed=y> (compost, vermicompost, bokashi)

Larrabe P. 2019. Abono fermentado bokashi. Cambio Climático para la pequeña agricultura en la Región de O'Higgins, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Medio Ambiente e INIA, Rancagua, Chile. <http://cambioclimatico-ohiggins.cl/wp-content/uploads/2019/08/Cartilla-Bokashi.pdf>

Román P., M. M. Martínez, y A. Pantoja. 2013. Manual del compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe, Santiago, Chile. [www.fao.org/3/i3388s/i3388s.pdf](http://www.fao.org/3/i3388s/i3388s.pdf) (compost, vermicompost, t )

SAG. 2013. Agricultura orgánica nacional. Bases técnicas y situación actual. SAG, Santiago, Chile. [http://www.sag.cl/sites/default/files/agricultura\\_org\\_nacional\\_bases\\_tecnicas\\_y\\_situacion\\_actual\\_2013.pdf](http://www.sag.cl/sites/default/files/agricultura_org_nacional_bases_tecnicas_y_situacion_actual_2013.pdf) (compost, vermicompost, bokashi, t , supermagro)

## Referencias

- Hirzel, J., y F. Salazar. 2021. Manejo sustentable de la fertilidad del suelo. Recomendaciones para el uso de enmiendas orgánicas. En: Ovalle Molina C., y M. Quiroz (eds.). Manual de prácticas agrícolas para una agricultura sustentable. Boletín INIA 426. INIA, Centro Regional de Investigación La Cruz, La Cruz, Chile. pp. 33-65.
- Hirzel, J. 2019. Pautas de manejo nutricional en huertos de nogales. Presentación realizada en Exponut, 23 de abril de 2019. Chilenut, Santiago, Chile.
- Hirzel, J. (ed.). 2014. Diagnóstico nutricional y principios de fertilización en frutales y vides. Segunda edición aumentada y corregida. Colección Libros INIA 31. INIA, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, Chile.
- Lemus G., A. Ibacache, B. Pinilla, F. Riveros, G. Sellés, R. Ferreira, L. Martinez, R. Ruiz, C. Sierra, V. Bianchini, et. al. 2010. Producción de nueces de nogal. Manuales FIA de apoyo a la formación de recursos humanos para la innovación agraria. Fundación para la Innovación Agraria (FIA), Chilenut, Santiago, Chile.
- UC Davis (2021) California fertilization guidelines. Walnut. <http://geisseler.ucdavis.edu/Guidelines/Walnut.html> (última fecha consultado: 24 de mayo 2021).