

MANUALES PRÁCTICOS PARA LA ELABORACIÓN DE BIOINSUMOS

9. *Composta.*



ÍNDICE

1. Presentación.....	1
2. Introducción.....	3
3. ¿Qué es la composta?.....	6
3.1. Funciones.....	7
3.2. Ventajas.....	7
4. Un poco de historia.....	8
5. Elaboración de composta.....	9
5.1. Ingredientes necesarios.....	10
5.2. Materiales y herramientas.....	11
5.3. Proceso de elaboración.....	12
6. Características físicas y químicas del producto final.....	23
7. Forma de aplicación.....	24
8. Almacenamiento y caducidad.....	25
9. Recomendaciones generales.....	25
10. Bitácora de seguimiento.....	26
11. Evaluación.....	28
12. Diagrama del proceso de producción.....	30
13. Referencias bibliográficas.....	31



1. Presentación

“Todo es mejorable y perfectible, constantemente y más en el campo, en la agricultura, en donde están implicados miles de factores para su realización” ¹

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) a través de la Estrategia de Acompañamiento Técnico (EAT)² del Programa Producción para el Bienestar, difunde y refuerza prácticas agroecológicas para el mejoramiento de la productividad y a su vez promueve sistemas locales de producción y consumo de alimentos sanos, nutritivos, resilientes, competitivos y socialmente responsables.

“Producción para el Bienestar aumentará la producción y con apoyos entregados de forma previa a las siembras, propiciará la inversión y mayor productividad en granos como el maíz, arroz, frijol, trigo harinero, además de sostener el esfuerzo productivo en café y caña de azúcar. Los apoyos del programa llevan bienestar a ejidatarios, comuneros y pequeños propietarios.”³ Y para 2021, se integran productoras y productores de cacao y miel.

Dentro del reforzamiento de las prácticas agroecológicas, la EAT promueve el uso y producción de bioinsumos, actividades indispensables para avanzar en el proceso de transición agroecológica. Los bioinsumos son más baratos, efectivos e inocuos, permitiendo que la actividad agrícola sea rentable y económicamente justa. Para el cumplimiento de dicho objetivo, se han contratado los servicios de técnicos profesionales de diversas disciplinas, a quienes se les ha llamado Técnicos Agroecológicos (TA), porque su mayor función es promover la utilización de metodologías que aseguren un manejo sustentable de los cultivos. Estos TA reciben el apoyo de Técnicos Sociales (TS), que procuran y alientan la organización de las y los productores enfocándose en la autoproducción de insumos y en el desarrollo de conocimientos.

En este sentido y con base en el convenio entre Agricultura y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) para el ejercicio presupuestal 2021, ponemos a su disposición una serie de 16 manuales preparados como documentos de referencia. En ellos se plasma una metodología estandarizada y se homologan técnicas y prácticas agroecológicas, con el objetivo de facilitar la autoproducción de bioinsumos, y se proporciona información detallada sobre todo el proceso de preparación, manejo, utilización y aplicación eficiente en campo.

¹Frase atribuida a un técnico agroecológico de la EAT.

²La EAT tiene su origen a mediados del 2019 cuyo objetivo central es: incrementar las capacidades de los pequeños productores para transitar hacia un modelo agrícola mas sustentable, resiliente y productivo.

³<https://www.gob.mx/produccionparaelbienestar>

Estos manuales además habrán de servir de herramienta para las y los técnicos agroecológicos de la EAT del Programa Producción para el Bienestar, para que las y los productores puedan desarrollar y ampliar sus conocimientos para la producción de bioinsumos, y de esa manera mejoren y aumenten la producción de alimentos y eliminar gradualmente el uso de fertilizantes y herbicidas químicos para cumplir el objetivo de alcanzar la autosuficiencia alimentaria.

A lo largo de esta serie de 16 manuales abordamos algunas de las diversas técnicas y prácticas agroecológicas para la auto producción de insumos. Dichos insumos orgánicos contribuyen, según sea el caso, al mejoramiento del suelo, al aumento de la nutrición vegetal y al control de plagas y enfermedades.

Para el tema del mejoramiento de suelo y del cultivo en general, ponemos a su disposición los manuales de: **Bocashi, Composta, Reproducción de microorganismos de montaña, Reproducción de microorganismos específicos, Humus de lombriz convencional y Lixiviado de lombriz; para aumentar la nutrición vegetal: Supermagro, Té de composta, Solución Steiner e Inoculación de semillas; para el control de plagas y enfermedades: Agua carbonatada, Caldo sulfocálcico, Caldo bordelés, Agua de vidrio, Extractos vegetales, y Trampas.**

El presente manual que corresponde al número 9 de la serie, atañe a la técnica agroecológica **Composta**, uno de los bioinsumos empleados más comúnmente y fáciles de hacer en cualquier lugar, con uso de ingredientes de fácil acceso y muy económicos. Además, permite mantener la fertilidad de los suelos con excelentes resultados en el rendimiento de los cultivos.

Incluye una breve historia y un concepto general del uso de este insumo; además, los ingredientes, herramientas y materiales necesarios para su preparación paso por paso, sumando recomendaciones muy específicas, así como las características físicas y químicas que aseguren la calidad y buenos resultados en su aplicación. Se anexa una bitácora sencilla de seguimiento al proceso y a las aplicaciones, para garantizar un registro que pueda ser llevado a un análisis, revisión y en su caso a una investigación para la mejora del insumo.

Al final del manual se agrega una evaluación con preguntas puntuales que refuercen lo aprendido y con ello puedan desarrollar diversas técnicas y prácticas agroecológicas a partir de la autoproducción de bioinsumos y contribuir al objetivo de alcanzar la autosuficiencia alimentaria, planteada por el Gobierno de la Cuarta Transformación.

2. Introducción

“Mejor sería no hacer nada, dijo uno de los filósofos optimistas, los problemas del futuro, el futuro los resolverá. Lo malo es que el futuro es ya hoy, dijo uno de los pesimistas”, José Saramago. *Las intermitencias de la muerte*. 2005⁴

“El país enfrenta una situación de alta dependencia alimentaria del exterior. Importamos casi la mitad de los alimentos que comemos y también la mayor parte de insumos, maquinaria, equipo, implementos y combustibles para la agricultura. El campo mexicano tiene potencial y capital humano –particularmente en productores de pequeña y mediana escala– para elevar producción y productividad y reducir esas importaciones”.⁵

Desde 1982 el sector rural, en particular la agricultura campesina, ha vivido una guerra sin cuartel “económica, política, social e ideológica provocando la mayor crisis social y alimentaria desde tiempos de la Revolución Mexicana de 1910 y afectando a millones de campesinos y pobladores rurales, así como a la gran mayoría de los mexicanos”.⁶

Las y los campesinos de México y el mundo comenzaron a experimentar nuevas formas de hacerle frente a las crisis estructurales del modelo agroindustrial, de revolución verde y transgénico. “Los tecnócratas contemporáneos ostentaron el falso o dudoso privilegio de tener un papel único y sin precedentes en el desarrollo de la agricultura industrial para el logro del bienestar humano; sin embargo, los mismos son la especie que más ha desarrollado el poder de cometer un suicidio colectivo y de destruir toda la vida en la tierra a partir del invento, la producción y aplicación de tecnología (máquinas, venenos, fertilizante, etc.) inadecuada y de origen bélico en los ecosistemas agrarios”.⁷

La agricultura en México tiene dos problemas centrales que se deben resolver de manera diferenciada.

Por un lado, los altos costos de producción, ya que la agricultura como actividad económica dejó de ser rentable para las y los pequeños productores, debido al encarecimiento de los insumos. El otro problema es el enorme deterioro de los suelos. Aproximadamente el 93 por ciento de los suelos cultivables expresan una pérdida considerable de su fertilidad y a este factor se agrega la pérdida física de suelo, por arrastre fluvial y por viento fuerte.

⁴Suárez, Víctor. *Políticas públicas para la agricultura*. 2011.

⁵<https://www.gob.mx/produccionparaelbienestar>

⁶Varios autores. *Nuevo proyecto de nación, por el renacimiento de México*. 2011.

⁷Restrepo, Jairo. *Manual práctico, el ABC de la agricultura orgánica y harinas de roca*. 2007.

La incorporación de insumos químicos durante los 30 años recientes casi ha acabado con la biota original de los suelos: con los microorganismos (hongos, bacterias, actinomicetos etc.) y con las pequeñas especies (todo tipo de insectos y pequeños mamíferos y aves). La incorporación de elementos químicos solubles y asimilables por la planta no ha impedido la desmineralización paulatina del suelo, y es necesario incrementar la inducción de más minerales elementales químicos para poder obtener cosecha.

Uno de los aspectos más importantes para la producción de alimentos sanos, nutritivos e inocuos es el cuidado del suelo. Parecería algo elemental y obvio, sin embargo, durante todo el proceso de revolución verde, los suelos agrícolas fueron desechados, despreciados, así como las y los campesinos, bajo la lógica productivista y por la implementación de grandes cantidades de agrotóxicos y fertilizantes químicos. “Desde inicios del siglo XX, diversos estudios han afirmado que la fertilidad de los suelos determinaba el contenido de nutrientes de los alimentos y, por ende, la salud humana, dado que suelos que proveen un medio saludable rico en nutrientes, dan lugar a tejidos vegetales que contienen la mayoría de los elementos que el ser humano requiere”.⁸

La autoproducción de insumos es una solución para suministrarlos en forma oportuna, con calidad y en cantidades suficientes. Se habla de autoproducir los requerimientos minerales y biológicos que necesitan los miles de pequeñas industrias biológicas que se ponen a trabajar cuando se siembran, a veces 45, 60 u 80 mil plantas. Microscópicas calderas (células) transforman minerales en compuestos moleculares y después en enzimas nutritivas y reactivas con la ayuda del agua de lluvia (o de riego) como reactivo poderoso y con la energía lumínica y el calor del sol.

“La calidad de los suelos ha sido resumida por Astier, Maass y Etchevers (2002) en tres principios: a) la productividad del ecosistema o agroecosistema, es decir la habilidad del suelo para seguir produciendo sin perder sus propiedades físicas, químicas y biológicas; b) la calidad medioambiental entendida como la capacidad del suelo para atenuar contaminantes ambientales y patógenos y seguir proveyendo servicios como la reserva de carbono, el mantenimiento de la biodiversidad y la infiltración de agua, entre otros, y c) la capacidad de un suelo para producir alimentos sanos y nutritivos para los seres humanos y otros organismos.”⁹

⁸Cotler, Helena, *Transiciones agroecológicas para recuperar la calidad del suelo*. Revista LEISA.

⁹*Ídem*.

El conocimiento integrado de las y los campesinos y de las y los científicos ha conseguido que las diversas prácticas y procesos sean efectivos para la recuperación de la fertilidad y vida del suelo con bajos costos, y con insumos disponibles en las parcelas, en el bosque y en la montaña. Con ello, es posible hacer frente al deterioro de los suelos por el excesivo uso de plaguicidas y fertilizantes químicos, cuyos efectos cada día son más evidentes en la contaminación de ríos, plantas y suelos y daños en la salud humana.

Es necesario escalar en el dominio del proceso para la elaboración de insumos orgánicos, pero eso solo es posible si se escala también en el conocimiento que se requiere para comprender los procesos productivos de las plantas, del suelo y de los ecosistemas. Para poder incidir en el desarrollo de un cultivo con eficiencia, se requiere información, y el suelo y la planta la pueden proporcionar a través de diferentes mediciones, incluyendo que al inicio del ciclo productivo se cuente con análisis físico-químicos y biológicos de ambos elementos, que proporcionarán los datos que dan las pistas para actuar, y cultivar eficientemente una planta o miles de ellas, evitando al mismo tiempo el deterioro de la fertilidad de los suelos.

La información es conocimiento, el conocimiento es solución, la solución es producción, la producción es ingreso económico, y un mayor ingreso es mayor garantía de vida digna. Una idea implícita en las investigaciones agroecológicas es que, entendiendo estas relaciones y procesos ecológicos, los agroecosistemas pueden ser manejados para mejorar la producción de forma más sustentable, con menores impactos negativos ambientales y sociales y un menor uso de insumos externos. En la conferencia número 20, “Experiencias Agroecológicas Internacionales”, como parte del ciclo Autosuficiencia Alimentaria e Innovación Tecnológica con Prácticas Sustentables, que organiza la Secretaría de Agricultura, los expositores (Walter Jehn --Australia--, Vijay Kummar --India-- y Sebastiao Pinheiro --Brasil--) coincidieron en que “la revolución verde, que difundió la agricultura industrial, ha llegado a su saturación y su fin”.¹⁰

La agroecología es una alternativa sostenible frente al modelo de revolución verde, transgénico y agroindustrial, y por ello es necesario sumar esfuerzos de todas y todos los actores comprometidos con el presente y futuro de la agricultura. El presente manual, y toda la colección, es una herramienta útil que se suma a este propósito.

¹⁰ Gillet, Eliana, *Cómo la revolución verde llega a su saturación y su fin*. 2021.
<https://mundo.sputniknews.com/opinion/202101291094277992-como-la-revolucion-verde-llego-a-su-saturacion-y-su-fin/>

3. ¿Qué es la composta?

La composta es un abono resultado de un proceso de biodegradación de materia orgánica llevado a cabo por múltiples organismos y microorganismos descomponedores que comen, trituran y degradan las moléculas de ésta bajo condiciones aerobias. Para elaborar este abono, es necesario apilar por capas, diversas formas de materia orgánica: residuos secos (pajas o restos de cosechas), estiércol, residuos verdes y residuos de vegetales frescos, tierra de monte o composta terminada y materia mineral (ceniza de madera, harina de roca, cascarones de huevo). Provee los tres elementos esenciales para el desarrollo de las plantas: nitrógeno, fósforo y potasio, además de otros elementos y algunos minerales que son indispensables para la fertilidad del suelo.

En la elaboración de una composta debemos tomar en cuenta la temperatura, humedad, oxigenación y la relación Carbono: Nitrógeno (C:N). El carbono y el nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica.

Carbono: presente en los materiales secos (hojarasca, rastrojos, pajas, restos de jardinería secos, fibras de coco, viruta, cartón y papel picados).

Nitrógeno: presente en mayor cantidad cuando los materiales orgánicos son verdes al igual que cuando los excrementos son frescos.

El valor recomendado de la relación C:N para obtener composta de calidad se encuentra estimado entre 25:1 y 40:1. Lo que quiere decir que se añadirán al proceso de compostaje 25 o 40 partes de carbono por 1 parte de nitrógeno. Esta relación de componentes debe ser tomada en cuenta para obtener un abono de calidad.

Durante el proceso de compostaje, las condiciones de manejo promueven la descomposición mediante diversos procesos biológicos naturales que requieren condiciones especiales de humedad, aireación y temperatura.

Hay diferentes etapas que deben cumplirse para obtener composta de calidad. Cuando el compostaje concluye, el volumen inicial se reduce entre un 50 y 85 por ciento y obtendremos un producto final estable que puede ser almacenado y aplicado al suelo.

La actividad microbiana producirá un aumento de temperatura a consecuencia de las oxidaciones biológicas exotérmicas y, dado que la materia orgánica posee muy mala conductividad térmica, ésta actúa como aislante térmico, causando que la mayor parte del calor producido permanezca dentro de la pila de material orgánico. La pila se enfriará posteriormente al disminuir la descomposición. (Oscar Monroy H. Gustavo Viniegra G. 1990).

La utilización de un material que no haya finalizado correctamente el proceso de compostaje puede acarrear riesgos como: fitotoxicidad (malos olores); bloqueo biológico del nitrógeno, también conocido como “hambre de nitrógeno”; reducción de oxígeno radicular; exceso de amonio, nitratos en las plantas y contaminación de fuentes de agua.

3.1. Funciones

- Contribuye a fortalecer el sistema inmunológico de las plantas.
- Mejora la estructura del suelo al facilitar la formación de conglomerados en éste, permitiendo mantener una correcta aireación y humedad.
- Aporta micronutrientes y macronutrientes, que lo convierten en un excelente abono para las plantas.
- Mejora la capacidad de retención de agua y de intercambio catiónico (CIC).
- Facilita y acelera la germinación en un suelo con composta.
- Aporta microorganismos como bacterias y hongos, capaces de transformar los materiales insolubles del suelo en nutrientes asimilables por las plantas y ayuda a degradar sustancias nocivas como metales pesados y organismos patógenos nocivos, no sólo para el cultivo sino para las personas.
- Mejora las condiciones del suelo al aportar carbono, lo cual ayuda a mantener la biodiversidad de la micro y macrofauna (lombrices).

3.2. Ventajas

- Contribuye a reciclar desechos vegetales.
- Es de bajo costo.
- No contamina el suelo, agua y ecosistema.
- Los insumos que se utilizan son de fácil accesibilidad.
- Es seguro y fácil de realizar.
- Reduce el riesgo de erosión.
- Reduce la evaporación del agua.
- Reduce el uso de fertilizantes químicos.



4. Un poco de historia

La palabra composta proviene del latín componere, que significa "juntar"; de acuerdo con la historiografía, los materiales orgánicos fueron los primeros productos que se utilizaron en la fertilización de los cultivos. El inicio del reciclaje de los desechos orgánicos para usarse de abono en los cultivos, se pierde en la prehistoria humana. En excavaciones arqueológicas se han encontrado poblados que depositaban sus desperdicios en áreas usadas también para el cultivo.

En México, la importancia de estos materiales fue conocida por las culturas prehispánicas, ya que en el valle de México los aztecas formaban las chinampas con suelos orgánicos o cieno rico en materia orgánica, porque así obtenían mejores cosechas. (CNIA y SARH, 1982).

En China, Japón e India existen referencias de hace más de 4,000 años del procesamiento de desechos agrícolas y ganaderos para emplearlos como fertilizantes. Igualmente, en la Roma del emperador Augusto, en el 50 A. C., se recogían los desperdicios de la ciudad para emplearlos en la agricultura. La primera referencia en Europa de procesamiento de la composta es un manuscrito de 1182 encontrado en Trujillo, España, y que se atribuye al maestro templario Gualdim Pais. En este manuscrito hay recetas para procesar los desechos agrícolas y ganaderos y obtener fertilizante, llamado humus viviente u oro fértil. Para ello se consideraba el cultivo, tipo de suelo y humedad, y consistía en un proceso de pilas de volteo que duraba unos 90 días. En el siglo XV, en Florencia los agricultores entraban todas las mañanas a la ciudad para recoger los desechos, éstos luego eran empleados en la fertilización de sus tierras de cultivo.

Se reconoce como padre del compostaje moderno al inglés Sir Albert Howard por haber experimentado con distintos métodos en Indore (India), donde trabajó como técnico y asesor agrícola entre 1924 y 1931, desarrollando el método que denominó Proceso Indore. Con este proceso obtenía humus a partir de restos agrícolas y ganaderos. Posteriormente, aparecieron sistemas de compostaje que controlaban parámetros básicos del proceso. Tal es el caso del sistema de la Universidad de Beltsville (EE. UU.), en 1970, que controlaba la oxigenación y el de la Universidad de Rutgers (EE. UU.) enfocado en la temperatura.

5. Elaboración de composta

La elaboración de la composta se puede realizar en dos procesos:

- a) Proceso aeróbico: con microorganismos que necesitan oxígeno.
- b) Proceso anaeróbico: con organismos que no necesitan oxígeno.

El proceso de compostaje que se detalla en este manual es aeróbico y consta de 4 fases, las cuales son:

1ª Fase mesófila (pre-fermentación):

Es la primera fase del proceso; comienza bajo el impacto de **bacterias termófilas** a temperatura ambiente. Luego, la temperatura aumenta rápidamente hasta los 45°C y debido a la actividad microbiana, comienza el proceso de biodegradación. Esta fase se lleva a cabo durante los primeros días (**entre dos y ocho días**).

2ª Fase termófila (fermentación):

La temperatura sigue manteniéndose en un nivel relativamente alto por causa del calor producido por la actividad microbiológica. En esta fase, la biodegradación se realiza por **termófilas**, que son aquellas bacterias capaces de crecer a mayores temperaturas y actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de carbono, como la celulosa o la lignina.

Esta fase puede durar **desde unos días hasta meses**, dependiendo del material orgánico utilizado así como de las condiciones climáticas y del lugar, y otros factores. También se conoce con el nombre de “**fase de higienización**” debido a que, por el calor generado, se destruyen algunas bacterias y posibles contaminantes de origen fecal que puedan estar presentes en el material de partida.

3ª Fase de enfriamiento o mesófila II:

La temperatura comienza a disminuir hasta los 45 °C de nuevo, por lo que el proceso de biodegradación se desarrolla más despacio y las emisiones también disminuyen.

En general, no hay necesidad de aireación o humedecimiento durante esta fase, pero sí puede ser conveniente **continuar la mezcla y el movimiento del material** para obtener un producto homogéneo e higiénico. Esta fase requiere de **varias semanas** y puede dar lugar a confusión con la última fase del proceso.

4ª Fase de maduración:

Requiere varios meses a temperatura ambiente, tiempo en el cual se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos.

Durante este proceso hay ciertos parámetros que se deben estar monitoreando para llevar a cabo una composta de excelente calidad; algunos de ellos son: oxígeno, dióxido de carbono, humedad, temperatura y pH, entre otros.

5.1. Ingredientes necesarios

Para la elaboración de una tonelada de composta se requiere:

100 costales de 50 kilogramos c/u de esquilmos (pajas), cereales (maíz, arroz, trigo, cebada, zacatón), hojas secas y ramas delgadas secas.



40 costales de 50 kilogramos c/u de estiércoles (de ganado bovino, cabras, ovejas, caballos, conejos, aves, etc.).



70 costales de 50 kilogramos c/u de residuos verdes de diferentes cultivos y malezas.



10 costales de 50 kilogramos c/u de restos de vegetales frescos de las comidas, cáscaras de frutas y bagazos.



10 costales de 50 kilogramos c/u de tierra de monte o composta terminada.



70 kilos de materia mineral: ceniza de madera, harina de roca, cascarones de huevo.

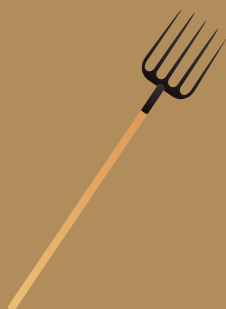


Agua no clorada o agua de lluvia.

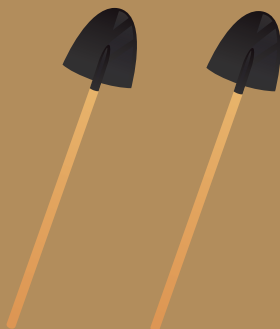


Nota: Los ingredientes tienen que estar picados o cortados en trozos pequeños.

5.2. Materiales y herramientas



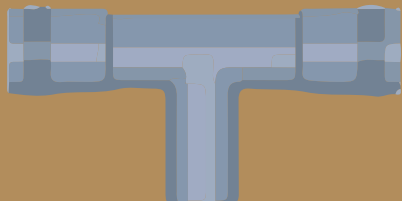
Un bieldo



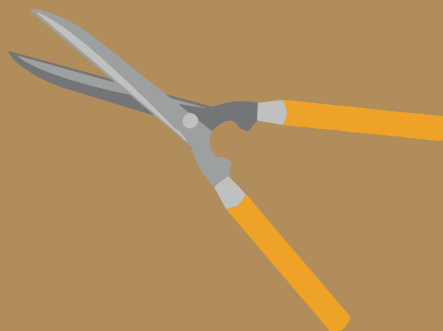
Dos palas rectas o cucharas



Una cubeta de 20 litros



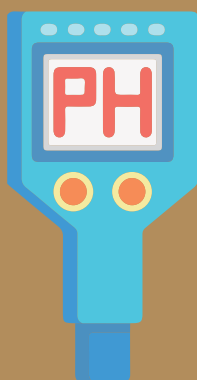
Un tubo PVC de 2 pulgadas



Machete, tijeras de podar o trituradora (molino/implemento).



Termómetro de aguja



Medidor de pH (potenciómetro o tiras medidoras)



Costales o plástico de tamaño variable para cubrir la pila de composta

5.3. Proceso de elaboración

A continuación, se describe un proceso sencillo de la elaboración de composta.

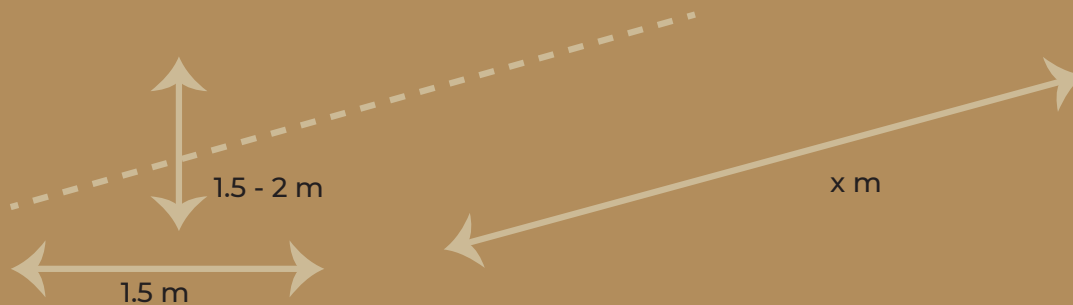
Actividades previas

- Ubicación y acondicionamiento del terreno. El lugar donde se prepare la composta debe estar preferentemente protegido de los rayos del sol y con fácil acceso al agua. Es recomendable que esté cerca del terreno donde se aplicará posteriormente la composta o donde se encuentren los residuos orgánicos a utilizar, todo esto con la finalidad de disminuir costos del traslado de insumos necesarios y del producto final.

- Tener todos los materiales finamente picados para que su descomposición sea más rápida.

Paso 1. Preparación del área de composteo

Trazar en el suelo un rectángulo de 1.5 metros de ancho por el largo deseado. La longitud de la pila dependerá del tamaño del área (superficie) disponible, de los materiales (ingredientes) disponibles y del manejo operativo que se haga. En la base dibujada, se harán pilas de entre 1.5 y 2 metros de alto para facilitar las tareas de volteo.



Una vez medido y marcado el terreno se afloja la tierra con un biello o palas a 10 centímetros de profundidad para ayudar con la aeración y drenaje, para que los microorganismos de ese suelo puedan colonizar la pila de composta.



Paso 2. Construcción de la pila de insumos.

Agregar una capa de 25 a 30 centímetros de material seco como rastrojo de maíz, paja de trigo, arroz o cebada; todo esto debe estar picado en pequeños trozos, también pueden usarse hojas secas, zacates o fibras.



Posteriormente se agrega otra capa de 15 a 25 centímetros de residuos verdes de diferentes cultivos y malezas; en esta capa también se pueden incluir restos de vegetales frescos de las comidas en casa, cáscaras de frutas y bagazos.



Luego se agrega una capa de 8 a 10 centímetros de estiércoles de bovinos, caballos, chivos, borregos conejos o gallinas. Pueden ser frescos o secos.



Después agregar una capa delgada que cubra la anterior con ceniza de madera, con cascarones de huevo, o harina de rocas.



Por último se agrega una capa de tierra de monte o composta madura de 2 a 5 centímetros de espesor para inocular la nueva composta y acelerar su descomposición.



Una vez terminada esta capa se pueden establecer tutores con tubos de PVC de 2 pulgadas para hacer el riego interno de la composta.



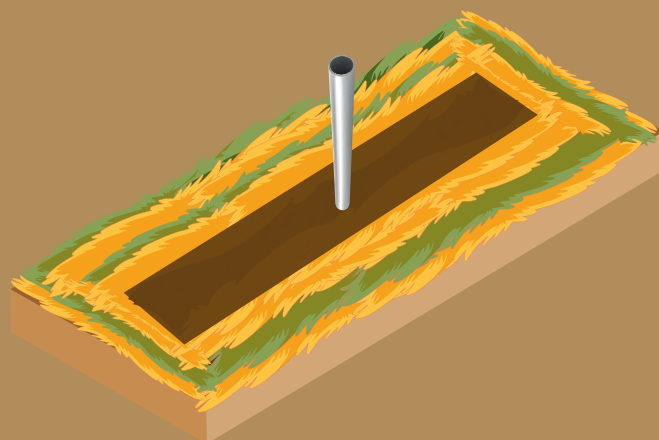
La composta debe tener una humedad aproximada del 60% asemejando a una esponja mojada, esto lo podemos comprobar si al tomar un puño de composta y presionarlo sólo escurren unas pocas gotas de agua.



Repetir las capas de rastrojo, material verde con restos de vegetales frescos de las comidas en casa, cáscaras de frutas y bagazos, estiércol, ceniza o harina de roca y volver a mojar. Esto se repetirá hasta lograr una altura que puede variar entre 1.50 y 2.0 metros para fines prácticos.



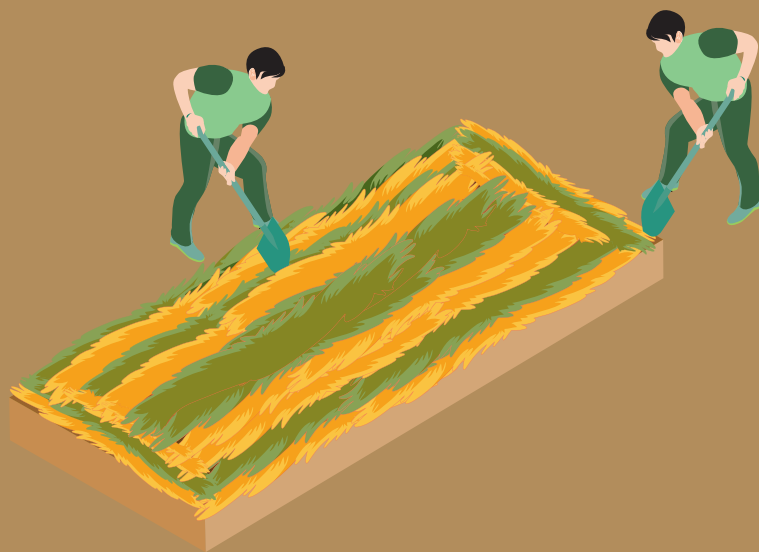
Al llegar a la altura deseada se deberá cubrir con una delgada capa de tierra o de hojas secas y si es posible con un plástico para aislar el calor generado.



Paso 3. Proceso de compostaje

Se recomienda hacer un volteo cada 15 días durante 3 meses. Se deberá vigilar durante los volteos, que la composta tenga humedad suficiente y, en caso de estar seca, regarse. Al llegar la semana 12, evaluar la temperatura, si no está a temperatura ambiente, dejar que continúe el proceso de maduración otros 15 días.

Al final de cada volteo se deberá cubrir con un plástico o con hojas secas.



La elaboración de la composta se ha concluido satisfactoriamente cuando es similar a la tierra de monte bien descompuesta, de un color oscuro y un olor agradable. La calidad como la madurez dependen de las características de la materia prima.



Parámetros de control durante el proceso de compostaje

Como se mencionó anteriormente hay parámetros que debemos tomar en cuenta durante todo el periodo de compostaje (fase mesófila (pre-fermentación), fase termófila (fermentación), fase de enfriamiento o (mesófila II) y fase de maduración, para llevar a cabo una composta de excelente calidad.

Parámetros del compostaje

Parámetro	Rango ideal al comienzo (2 - 5 días)	Rango ideal para compost en fase termofílica II (2 - 5 días)
C:N	25:1 - 35:1	15/20
Humedad	50% - 60%	45% - 55%
Concentración de oxígeno	~10%	~10%
Tamaño de partícula	< 25 cm	~ 15 cm
pH	6,5 - 8,0	6,0 - 8,5
Temperatura	45 - 60°C	45°C - Temperatura ambiente
Densidad	250 - 400 kg/m ³	< 700 kg/m ³
Materia orgánica (Base seca)	50% - 70%	> 20%
Nitrógeno Total (Base seca)	2,5 - 3%	1 - 2%

Durante las etapas de compostaje podemos observar problemas en los parámetros de control de este proceso. A continuación, se abordan algunos de estos problemas y sus soluciones.

● Oxígeno

El proceso de compostaje que se describe es un proceso aeróbico, con presencia de oxígeno; éste es necesario para la respiración de los microorganismos, que a su vez liberan CO₂ (dióxido de carbono) a la atmósfera. Todo esto ocurre para lograr la descomposición de los materiales orgánicos utilizados.

Porcentaje de aireación	Problema		Soluciones
< 5%	Baja aireación	Insuficiente evaporación de agua, generando exceso de humedad y un ambiente de anaerobiosis.	Volteo de mezcla y/o adición de material estructurante que permita la aireación.
5% - 15% Rango ideal			
> 15%	Exceso de aireación	Descenso de temperatura y evaporación del agua, haciendo que el proceso de descomposición se detenga por falta de agua.	Picado del material a fin de reducir el tamaño de poro y así reducir la aireación. Se debe regular la humedad, bien proporcionando agua al material o añadiendo material fresco con mayor contenido de agua (restos de fruta y verduras, césped, purines u otros).

● Humedad

La humedad es un parámetro estrechamente vinculado a los microorganismos, ya que, como todos los seres vivos, usan el agua como medio de transporte de los nutrientes y elementos energéticos a través de la membrana celular.

Porcentaje de aireación	Problema		Soluciones
<45%	Humedad insuficiente	Puede detener el proceso de compostaje por falta de agua para los microorganismos.	Se debe regular la humedad, ya sea proporcionando agua material o añadiendo material fresco con mayor contenido de agua (respos de fruta y verduras, césped, purines u otros).
45% - 60% Rango ideal			
>60%	Oxígeno insuficiente	Material muy húmedo, el oxígeno queda desplazado. Puede dar lugar a zonas de anaerobiosis.	Volteo de la mezcla y/o adición de material con bajo contenido de humedad y con alto valor en carbono, como serrines, paja u hojas secas.

● Temperatura

Uno de los parámetros más importantes es la temperatura, durante la fase termófila puede llegar hasta los 65 °C, destruyendo los parásitos y patógenos que pudieran estar presentes en los residuos utilizados, es por eso por lo que hay que poner especial atención si ésta no aumenta o baja demasiado rápido, ya que, a mayor temperatura y tiempo, mayor es la velocidad de descomposición y mayor higienización.

Temperatura °C	Causas asociadas		Soluciones
Bajas temperaturas (T° ambiente < 35°C)	Humedad insuficiente	Las bajas temperaturas pueden darse por varios factores, como la falta de humedad, por lo que los microorganismos disminuyen la actividad metabólica y por tanto, la temperatura baja.	Humedecer el material o añadir material fresco con mayor porcentaje de humedad (restos de fruta y verduras, u otros).
	Material insuficiente	Insuficiente material o forma de la pila inadecuada para que alcance una temperatura adecuada.	Añadir más material a la pila de compostaje.
	Déficit de nitrógeno o baja C:N	El material tiene una alta relación C:N y por lo tanto, los microorganismos no tienen el N suficiente para generar enzimas y proteínas y disminuyen o ralentizan su actividad. La pila demora en incrementar la temperatura más de una semana.	Añadir material con alto contenido en nitrógeno como estiércol.
Altas temperaturas (T° ambiente > 70°C)	Ventilación y humedad insuficiente	La temperatura es demasiado alta y se inhibe el proceso de descomposición. Se mantiene actividad microbiana pero no la suficiente para activar a los microorganismos mesófilos y facilitar la terminación del proceso.	Volteo y verificación de la humedad (55 - 60%). Adición de material con alto contenido en carbono de lenta degradación (madera, o pasto seco) para que ralentice el proceso.

Temperaturas necesarias para la eliminación de algunos patógenos.

Microorganismo	Tempertura	Tiempo de exposición
<i>Salmonella spp</i>	55°C	1 hora
	65°C	15 - 20 minutos
<i>Escherichia coli</i>	55°C	1 hora
	65°C	15 - 20 minutos
<i>Brucella abortus</i>	55°C	1 hora
	62°C	3 minutos
<i>Parvovirus bovino</i>	55°C	1 hora
<i>Huevos de Ascaris lumbricoides</i>	55°C	3 días

Fuente: Jones and Martin, 2003

Es importante revisar periódicamente la temperatura de la composta ya sea con un termómetro o con un machete; este último lo debemos introducir a la composta y al momento de sacarlos debe evaporarse la humedad rápidamente, lo cual nos indica que la temperatura de la composta es la correcta.

● pH

El pH de la composta depende de los materiales de origen y varía en cada fase del proceso (desde 4.5 a 8.5). En los primeros estadios del proceso, el pH se acidifica por la formación de ácidos orgánicos. En la fase termófila, debido a la conversión del amonio en amoniaco, el pH sube y se alcaliniza el medio, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al neutro.

El pH define la supervivencia de los microorganismos y cada grupo tiene pH óptimos de crecimiento y multiplicación. La mayor actividad bacteriana se produce a pH 6.0 - 7.5, mientras que la mayor actividad fúngica se produce a pH 5.5 – 8.0; el rango ideal es de 5.8 a 7.2.

pH	Causas asociadas		Soluciones
< 4,5	Exceso de ácidos orgánicos	Los materiales vegetales como restos de cocina, frutas, liberan muchos ácidos orgánicos y tienden a acidificar el medio.	Adición de material rico en nitrógeno hasta conseguir una adecuada relación C:N.
4,5 - 8,5 Rango ideal			
> 8,5	Exceso de nitrógeno	Cuando hay un exceso de nitrógeno en el material de origen, con una deficiente relación C:N, asociado a humedad y altas temperaturas, se prduce amoniaco alcalinizando el medio.	Adición de material más seco y con mayor contenido en carbono (restos de poda, hojas secas, aserrín).

6. Características físicas y químicas del producto final

El olor de la composta debe de ser a tierra fresca, sin olores fétidos por descomposición, el color debe ser café oscuro a negro y la textura debe ser terrosa y fácil de desmoronar.

Parámetro	Rango ideal de compost maduro (3 - 6 meses)
C:N	10:1 - 15:1
Humedad	30% - 40%
Concentración de oxígeno	~10%
Tamaño de partícula	<1,6 cm
pH	6,5 - 8,5
Temperatura	Temperatura ambiente
Densidad	<700 kg/m ³
Materia orgánica (Base seca)	> 20%
Nitrógeno total (Base seca)	~1%



7. Forma de aplicación



La composta se puede utilizar en todo tipo de cultivos, al momento de la siembra, en el aporque y el deshierbe. Se debe aplicar 3 meses antes de la siembra para que se logre incorporar al suelo y sus nutrientes puedan ser aprovechados por los cultivos y se aplica 1 tonelada por hectárea.

Para la aplicación hay que tomar en cuenta las necesidades del cultivo en cuanto a nutrición (hacer análisis físico-químico del suelo y foliar).

Se puede aplicar composta sola como fertilizante orgánico y también combinada con fertilizantes químicos o harinas de roca (en nutrición integrada). Al momento de echar la composta sobre el terreno, éste tiene que estar húmedo y se cubre la composta con la misma tierra del terreno para que pueda trabajar mejor el abono orgánico.

Para los frutales se recomienda poner dos a tres palas de composta y se entierra en la "proyección de la copa". En las hortalizas se pone uno o dos puñados por cada planta.

8. Almacenamiento y caducidad

La composta se puede guardar en costales o a granel en un lugar bajo techo, donde quede protegida del sol y de la lluvia o el sereno. No tiene fecha de caducidad. Lo ideal es aplicarla en cuanto el proceso de compostaje a terminado.

9. Recomendaciones generales

- Proteger la composta del sol y del exceso de lluvia.
- El tiempo mínimo prudente para poder tener una composta de calidad es de 2 a 3 meses y medio.
- No incorporar a la composta restos de comida que contengan grasa o aceite.
- No utilizar estiércoles de animales domésticos (perros o gatos) ni de cerdo.
- La humedad de la composta debe oscilar entre el 40 y 60%.
- Una vez que la composta ya quedó elaborada, se deberá mantener a un 12 a 20% de humedad, para mantener la salud de los microorganismos.



10. Bitácora de seguimiento



Figura 22 Planilla de seguimiento de labores de compostaje

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12
Elección del lugar y nivelación												
Picado y amontonamiento del material												
Control de la temperatura y humedad												
Tamizado												

Fuente: P. Roman.

Fecha en que se elaboró la composta: _____

Material utilizado: _____

	Semana											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Registro de humedad												
Registro de temperatura												
Fecha de volteo	- - -		- - -		- - -		- - -		- - -		- - -	
Observaciones												

Anotar en el registro de humedad la fecha si es que fue necesario agregar agua.

Anotar en el registro de temperatura la temperatura promedio de la pila de composta, llevar un registro diario.

Anotar en la semana de volteo el día en el que se volteo la pila de composta, el volteo debe hacerse cada 15 días.

11. Evaluación

Las siguientes preguntas servirán como reforzamiento del aprendizaje.

1. ¿Cree que este insumo puede ser producido en conjunto con otros productores?
2. ¿Qué cantidad aplicaría a su parcela?
3. ¿Cuál ingrediente considera el más difícil de conseguir?
4. ¿Considera que el procedimiento de elaboración es claro y entendible?
5. ¿En qué mes se puede producir este insumo?
6. ¿Cuánto le costaría a usted producir una tonelada de composta?
7. ¿Qué cantidad de ingredientes deberá usted manejar para poder obtener una tonelada de composta?
8. ¿A qué temperatura se logra la eliminación de patógenos de los materiales compostables?
9. ¿Qué es la composta?
10. ¿Qué tipos de materia orgánica pueden integrarse para elaborar composta?
11. ¿Qué aporta el estiércol a la composta?

12. ¿Cómo sabemos que la humedad es adecuada durante el proceso de compostaje?

13. ¿Qué parámetros deben ser monitoreados durante el proceso de compostaje?

14. ¿Qué altura debe tener la pila inicial de materiales?

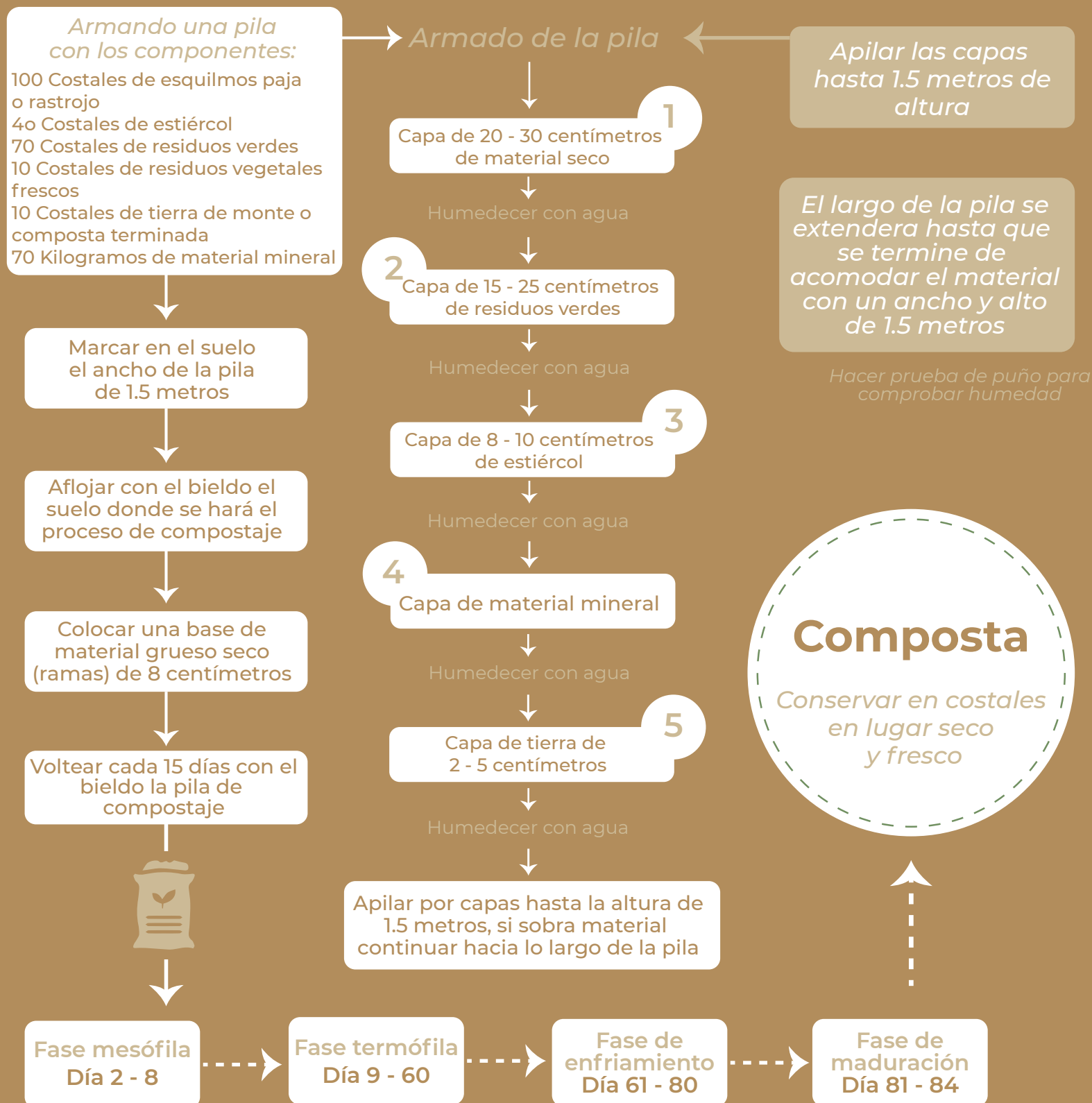
15. ¿Por qué se recomienda remover la tierra donde se hará el compostaje?

16. ¿Qué es la relación carbono: nitrógeno y por qué es importante?

17. ¿Cuánto le costaría a usted producir una tonelada de composta?

18. ¿Qué color debe tener la composta al final de la etapa de maduración?

12. Diagrama del proceso de producción



13. Referencias Bibliográficas

- *INTRODUCCIÓN* (uaaam.mx)
- *Producción de compost* (fertibox.net)
- *¿Qué es la composta?* (uam.mx)
- *compost_esp_v04.pdf* (tierra.org)
- *Documento1* (lombricultura.cl)
- *Microsoft Word - manual composta.DOC* (limpezapublica.com.br)
- *Manual de elaboración de composta* (metrocert.com)
- *N ez-1* (pnuma.org)
- *konposta gida-trz.pdf* (gipuzkoa.net)
- *Manual_compostaje.pdf* (gipuzkoa.net)
- *PORTADA COMPOSTAJE* (miteco.gob.es)
- *Composta_Gloria C. Picó.pdf*
- *Composta* (uprm.edu)
- *“Cómo hacer y usar el compost”. Noviembre 2001. Oregon State University. pdf.*
- *Maquetación 1* (agua.org.mx)
- *Manual de compostaje del agricultor* (fao.org)
- *“Abono orgánico Compost”, CERES Centro Regional de Innovación Hortofrutícula de Valparaíso. Folleto en pdf.*
- *COMPOSTA, "MÉTODO BÁSICO PARA TODOS" TALLER COMUNITARIO (4a PARTE, FINAL) - YouTube*
- *Como hacer un compost o composta(AGRICULTURA ORGÁNICA) - YouTube*
como elaborar compost - YouTube
- *Producción y uso de abonos orgánicos: Biol, compost y humus. 3. Preparación y aplicación del Compost - YouTube*

