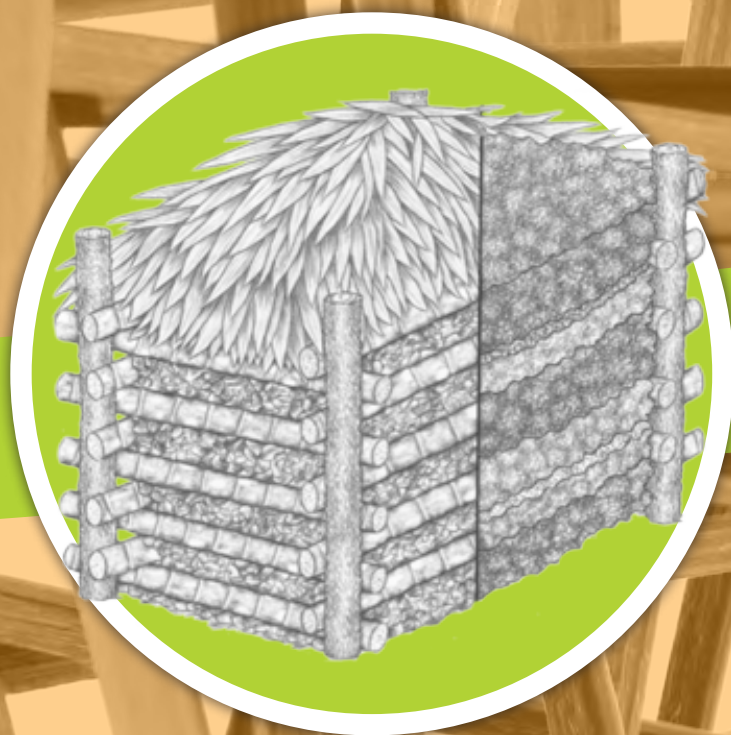


Mauricio García Arboleda
Jairo Gómez Z.

Manejo de la materia orgánica en la Amazonia







Manejo de la materia orgánica en la Amazonia

Manejo de la materia orgánica en la Amazonia

Autores

© Mauricio García Arboleda

© Jairo Gómez Z.

Ilustración

© Juan García Arboledaz

Coordinación del proyecto

Luis Carlos Roncancio B

Equipo de trabajo Convenio SENA-Tropenbos

María Clara van der Hammen

Sandra Frieri

María Patricia Navarrete

Norma Zamora

Mauricio García

Javier Fernández

Daniela Pinilla

Asesores Tropenbos Internacional Colombia

Hans Vellema

Carlos A. Rodríguez

Coordinación del proyecto editorial

Catalina Vargas Tovar

Corrección de estilo

María del Pilar Hernández

Diseño

Luis Felipe Jáuregui Reyes  lujau@gmail.com

Impresión

Lorena Martínez

Bogotá D.C., 2011

Citación sugerida

García Arboleda, Mauricio; Gómez Z., Jairo. *Manejo de la materia orgánica en la Amazonia*. Servicio Nacional de Aprendizaje, Tropenbos Internacional Colombia, NUFFIC-NPT. Bogotá, 2012.

Glosario

- » **Ácido acético:** líquido higroscópico, incoloro y de olor punzante a vinagre. Soluble en agua. $\text{CH}_3\text{-COOH}$ ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$).
- » **Ácido butírico:** producto final de la fermentación de carbohidratos por los microorganismos del rumen. Responsable del olor a mantequilla. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$.
- » **Ácidos húmicos:** fracción del humus, soluble en álcali, con colores cercanos al negro.
- » **Ácidos fúlvicos:** fracción del humus, soluble en ácido, con colores de amarillo a ocre.
- » **Agentes meteorológicos:** agentes físicos presentes en la atmósfera, por ejemplo, el granizo, las lluvias, etc.
- » **Andisoles:** suelos con alto contenido de materiales amorfos.
- » **Biodiversidad:** variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.
- » **Bioma:** región particular o conjunto de regiones que tienen unas condiciones físicas y climáticas características y que soportan una fauna y una flora que muestran adaptación a estas condiciones.
- » **Biomasa:** masa de los seres vivos.
- » **Cercas vivas:** disposición de árboles que reemplaza a una cerca hecha con materiales no vivos, como postes de árboles y de cemento.
- » **Conductividad:** mide la cantidad de iones presentes en el agua, de modo disuelto. La disolución de estos iones tiene la propiedad de conducir corriente eléctrica. “Los iones que más afectan la conductividad son: calcio, magnesio, potasio, sodio, carbonatos, cloruros y sulfatos”. (Roldán, 1992).
- » **Conductividad hidráulica:** capacidad del suelo para permitir el flujo de agua.
- » **Ecosistema:** conjunto estable de un medio natural y de los organismos animales y vegetales que viven en él.
- » **Edáfico:** relativo al suelo.
- » **Erosión:** en geología y edafología, la pérdida de la capa superficial de la tierra por acción de factores climáticos, viento, gravedad y aguas corrientes.

- **Etapa termofílica:** etapa del compostaje en la cual la temperatura se eleva por encima de 45 °C.
- **Fitotoxinas:** sustancias capaces de causar toxicidad en los vegetales.
- **Follaje:** conjunto de hojas de los árboles y de otras plantas.
- **Gestión microbiológica:** participación de los microorganismos en algún proceso.
- **Hábitat:** conjunto total de los factores físicos (o abióticos) y biológicos que caracterizan el espacio donde reside un individuo, una población de determinada especie, o una comunidad animal o vegetal.
- **Hidrosolubles:** sustancias solubilizables en agua.
- **Horizonte espódico:** horizonte aluvial con un espesor mínimo de 2.5 cm, que contiene materiales amorfos, formados por compuestos de materia orgánica y aluminio con o sin hierro; normalmente se encuentra bajo un horizonte arenoso de coloración blanca o bajo horizontes con nomenclatura O, E o Ap.
- **Humus:** materia orgánica parcialmente descompuesta presente en el suelo, derivada de la vegetación que se desarrolla en ella; contribuye a la fertilidad del suelo.
- **Intercambio catiónico:** movimiento de los cationes de un espacio a otro. En el suelo desde el borde de los coloides hacia la solución del suelo y viceversa.
- **Lixiviado:** sustancia generalmente hidrosoluble que se escurre de una masa, por ejemplo, de una compostera.
- **Lombrices epigeas:** son aquellas que trabajan en los detritos orgánicos que están encima del suelo.
- **Masa orgánica:** masa compuesta por necromasa en el argot orgánico.
- **Micorrizas:** unión íntima de la raíz de una planta con las hifas de determinados hongos.
- **Patógenos:** agentes causales de una enfermedad.
- **Perfil del suelo:** sucesión vertical de los horizontes –estratos o capas diferenciados durante los procesos de formación del suelo (pedogénesis)–. En conjunto, y considerados tridimensionalmente (en volumen), cada perfil se denomina pedón, que es la unidad que se utiliza para describir los suelos.
- **pH:** potencial de iones de hidrógeno disueltos en el agua. Factor intensivo o limitante cuando es demasiado alto o bajo.
- **Procesos de habilitación:** proceso que busca eliminar debilidades, potencias y fortalezas, por ejemplo, de los residuos orgánicos.
- **Reciclado:** transformación de los residuos, dentro de un sistema de producción, para su fin inicial o para otros fines, incluido el compostaje y la biometanización, pero no la incineración con recuperación de energía.
- **Residuo:** se define como cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprende o tiene la intención u obligación de desprenderse.
- **Reutilización:** el empleo de un producto usado para el mismo fin para el que fue diseñado originariamente.

- **Residuos silíceos:** residuos con alto contenido de especies químicas de silicio, por ejemplo, ceniza de madera, cascarilla de arroz, etc.
- **Sedimentos (Kg/ 3):** material litológico o edafológico. “Materia sólida orgánica, con densidad usualmente superior a la del agua y que es transportada por esta o también depositada por ella. Puede originarse en la hoya de la corriente o en su propio lecho”. (Villegas, 1985).
- **Subsidio de energía:** energía suministrada a un sistema desde el exterior, excepto las naturales (solar, eólica, etc.).
- **Suelos inceptisoles:** suelos inmaduros, de formación reciente o con horizontes diagnóstico que se forman rápidamente.
- **Suelos histosoles:** suelos orgánicos.
- **Suelos orthox:** los que tienen una saturación de bases mayor del 35% en el horizonte óxico.
- **Suelos óxicos:** suelos tropicales, ricos en sesquióxidos de hierro y aluminio, muy intemperizados.
- **Suelos sódicos:** suelos cuyo porcentaje de saturación de sodio intercambiable es mayor del 15%.
- **Suelos ultisoles:** suelos forestales tropicales y subtropicales intemperizados, muy evolucionados con iluviación (proceso de acumulación en un horizonte del suelo de elementos procedentes de otro) de arcilla y pobres en bases.
- **Volatilización:** proceso mediante el cual una sustancia pasa del estado sólido o líquido al gaseoso.



Dinámica de la materia orgánica en la Amazonia

De acuerdo con el IGAC¹ la región de la Amazonia cubre el 34.9% del territorio nacional, tiene una escasa densidad de población (aproximadamente 1.2 hab/km²) y se caracteriza globalmente por alturas sobre el nivel del mar entre 0 y 500 m. Sin embargo, se presentan colinas dispersas que pueden alcanzar los 100 m sobre el nivel del mar. Su clima dominante se clasifica como tropical lluvioso, sin estacionalidad muy marcada que afecte las relaciones edafo-vegetacionales, las elevadas precipitaciones (2500-3500 mm/año y mayores a los 4500 en el piedemonte andino). En asocio con temperaturas superiores a 25 °C, definen una vegetación predominante de bosque denso, variando de alto a bajo, con enclaves pequeños de sabana (al Noreste), áreas de colonización (al Noroeste) y bosques con vegetación arbustiva en la zona de colinas.

La selva densa, exuberante y con bosques en estado clímax abarca el 42% del área total forestal, mientras que la selva densa, pero en grado menor que el anterior, el bosque bajo y las sabanas comprenden el 40%. El 18% restante lo componen la selva mixta de bosques y las sabanas arbóreas del Guainía.

Debido a que el contenido, la calidad y la cantidad de la materia orgánica de los suelos colombianos tienen origen en los diferentes tipos de cobertura, zonas de vida o formaciones vegetales actuales o futuras, ellas constituyen un elemento fundamental para el análisis de la materia orgánica en los agroecosistemas. Para el caso de la Amazonia el bosque húmedo-premontano (transición cálida) se extiende en un porcentaje alto de la región (ver anexo zonas de vida) hacia el centro y el piedemonte se encuentran en claves del bosque muy húmedo tropical. En la parte suroriental del área aparece el bosque húmedo tropical en forma de franjas longitudinales paralelas a los ríos Caquetá, Putumayo y Amazonas (IGAG, 1995).

Las anteriores zonas de vida generan una dinámica determinada de la materia orgánica en la Amazonia, de tal forma que el contenido de carbono orgánico es bajo en los suelos localizados en los paisajes de lomerío y altiplanicie (altillanura), muy bajo en los de peniplanicie (saliente de Vaupés) y extremadamente bajo en los de altiplanicie, especialmente en los afloramientos rocosos dispersos en las partes central y oriental de la región.

Situación diferente presentan los suelos enclavados en los valles de los ríos mayores que surcan el área, debido a que en estos el contenido de carbono orgánico es medio, porque el porcentaje del elemento oscila entre 1.5 y 2.5.

Es de subrayar que los suelos que se encuentran aun bajo la cobertura boscosa original se caracterizan por presentar una delgada capa de restos orgánicos en diferentes etapas de descomposición, que se ha denominado “capa de litter” o “perfil orgánico”, en el que el contenido del carbón orgánico se aproxima al ciento por ciento (IGAG, 1995).



Importancia de la materia orgánica del suelo

El suelo es la parte superior de la corteza terrestre, fruto de la gestión de agentes meteorológicos sobre un material parental, a través del tiempo. Se compone de una fracción mineral y de una orgánica. La primera está constituida por arenas, limos y arcillas que tienen diferentes minerales y estructuras. La proporción relativa de las arenas, limos y arcillas se denomina textura del suelo, que naturalmente han cambiado muy poco en relación con los decenios de vida del hombre.

La segunda, es decir, la materia orgánica está constituida por residuos orgánicos frescos y en descomposición, por fracciones avanzadas como el humus y los hidrosolubles y por la biota. Esta puede variar en términos cortos de años por la acción de la intervención de la agricultura.

Las arcillas, limos, arenas y la materia orgánica se organizan en agregados para constituir la estructura del suelo, que genera nuevas propiedades físicas a las de la textura.

Influencia de la materia orgánica: las propiedades del suelo dependen de las fracciones mineral y orgánica. Veamos cómo influye la materia orgánica en la calidad del suelo.

- › Mejora la estructura del suelo y por tanto la circulación de agua y aire (aireación, infiltración, conductividad hidráulica, almacenamiento de agua, drenaje, etc.).
- › Aporta capacidad de intercambio catiónico (CIC) y contribuye a la fertilidad.
- › Ayuda a regular el pH, por su capacidad tampón.
- › Reduce la toxicidad del aluminio intercambiable.
- › Libera nutrientes lentamente.
- › Sirve de sustrato alimenticio a la biota del suelo, diversificándola y regulándola.

En resumen, contribuye a la fertilidad física, a la fertilidad química y a la fertilidad biológica. Por ello es tan importante cuidar la materia orgánica del suelo y procurar su conservación y/o mejora.

La materia orgánica en los agroecosistemas

De la selva a los invernaderos

Un agroecosistema produce biomasa, anualmente y por hectárea, en concordancia con la calidad del suelo, con el clima, con la altitud, con el genoma, con el manejo y con su diversidad florística. Se tratará en adelante la relación de la productividad de biomasa y el acomplejamiento florístico.

Como principio agroecológico se plantea que toda superficie del suelo debe estar cubierta por vegetación, sea el cultivo o la vegetación acompañante. Así se logra la máxima conversión de energía solar a energía química almacenada en la biomasa.

El sistema más complejo es la selva, tanto por cubrimiento foliar como por diversidad. De la selva, el hombre hace extracciones: a partir de la selva o del bosque el hombre ha creído que la vía para obtener productos agrícolas es desacomplejar los agroecosistemas a expensas de pagar con subsidios de energía e insumos externos, tal desatino.

Persiste alguna complejidad en los cultivos permanentes acompañados de árboles como cacao con sombrío. Se pasa a cultivos permanentes como los frutales en monocultivo, a la ganadería extensiva soportada por posturas y a cultivos transitorios mecanizados como la soya, el maíz, el trigo, el sorgo, etc. Finalmente se llega a la máxima artificialización en el sistema invernadero llamada producción protegida, donde el reciclaje de carbono llega a cero (0).



Prácticas recomendables

Para que los agroecosistemas en su diverso grado de complejidad, favorezcan a la materia orgánica del suelo, se recomienda observar las siguientes prácticas.

- › Mantener la mayor complejidad florística posible.
- › Utilizar los diversos recursos orgánicos, de la manera más sabia y oportuna.
- › Preferir los cultivos permanentes sobre los transitorios.
- › En ganadería vacuna, establecer sistemas silvopastoriles.
- › Establecer cercas vivas para aminorar la velocidad de los vientos y favorecer la producción de biomasa.
- › Favorecer los drenajes naturales y/o construir drenajes artificiales.
- › Buscar unos cultivos agroecológicos eficientes, que generen mayor cantidad de residuos orgánicos.

Prácticas indeseables

Para el ambiente y para la calidad del suelo, se deben evitar ciertas prácticas.

- › La ganadería extensiva, principalmente en las zonas de ladera.
- › Las quemas en los lotes de cultivo y de los residuos orgánicos disponibles.
- › Mecanizar las labores de suelo. Ese movimiento acelera la mineralización de la materia orgánica.
- › El uso de herbicidas. Se sugiere hacer un control mecánico con machete o guadaña.

Consideraciones generales sobre los residuos

Para introducirnos en el mundo del compostaje es necesario, inicialmente, conceptualizar los diferentes elementos del tema. A continuación se definen algunos de ellos:

Residuo: es cualquier sustancia u objeto que se desprende o tiene la intención u obligación de desprenderse de un todo.

Los residuos urbanos o municipales son los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como los que no tengan las calificaciones de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades. Todos estos provienen de la limpieza de las vías públicas, de las zonas verdes, de las áreas recreativas y de las playas; de los animales domésticos muertos, así como de muebles, enseres y vehículos abandonados; residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.

Los biodegradables son todos los residuos que, en condiciones de vertido, pueden descomponerse de forma aerobia y anaerobia, como restos de alimentos y de jardines, el papel o el cartón.

Reutilización: empleo de un producto usado para el mismo fin para el que fue diseñado originariamente.

Reciclado: transformación de los residuos, dentro de un sistema de producción, para su fin inicial o para otros fines, incluido el compostaje y la biometanización, pero no la incineración con recuperación de energía.

Valorización: todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios para el medio ambiente (Moral, R. y Moreno, J., 2008).



Origen de los residuos

Existen diversos tipos de residuos generados en los diferentes contextos de la sociedad como se aprecia a continuación:

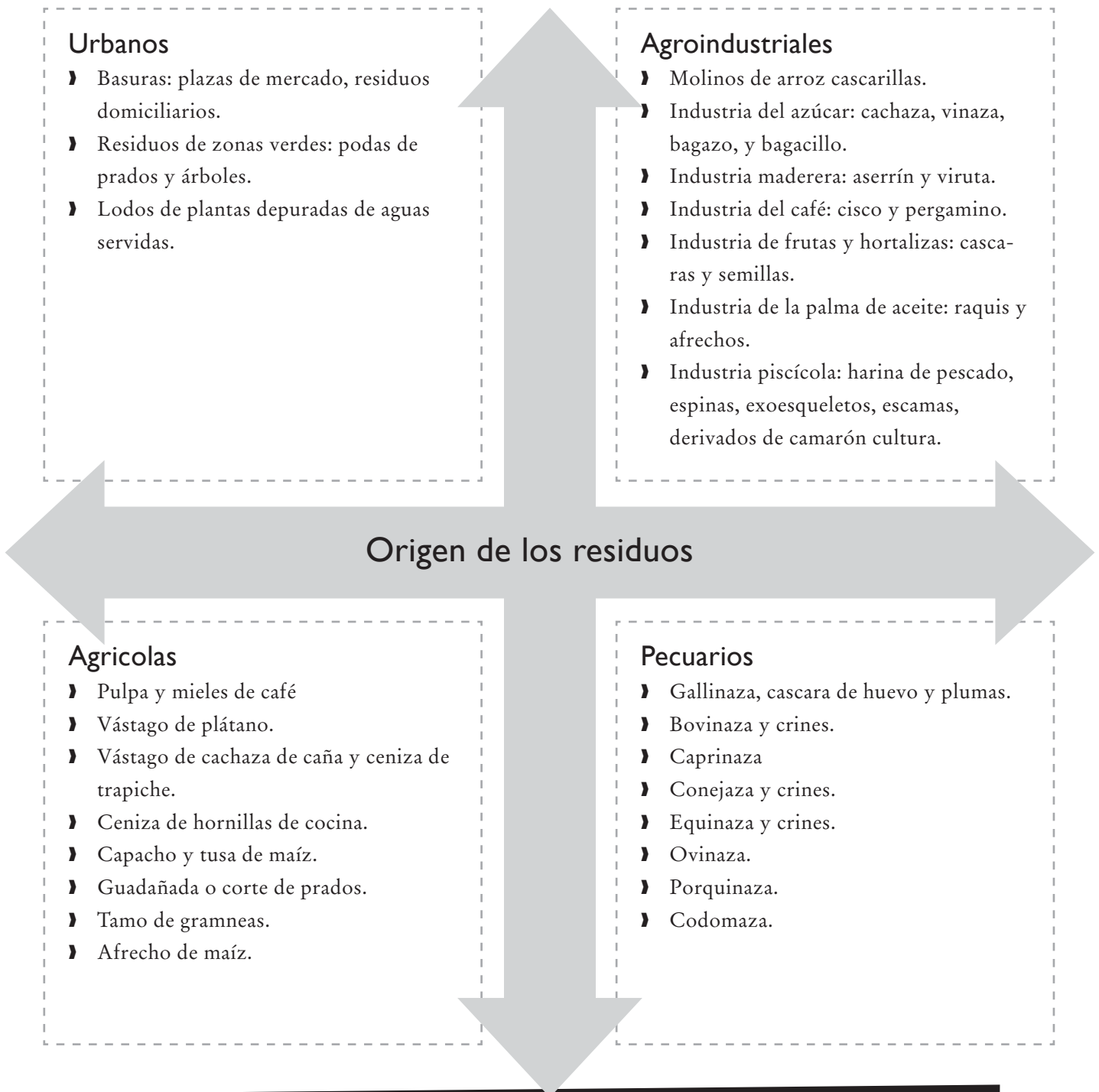


Figura 2. García, M. (2011). Origen de los residuos. Fuente: Convenio SENA- TROPENBOS.

Los residuos orgánicos se pueden convertir en valiosos recursos orgánicos, mediante los procesos de habilitación. Pueden ser líquidos o sólidos. Los líquidos corresponden a los lixiviados de los sólidos o a los que se originan en procesos industriales.

Los sólidos están constituidos por fibra (celulosa, lignina y hemicelulosa) y por material no fibroso como los azúcares, almidones, proteínas y otras moléculas.

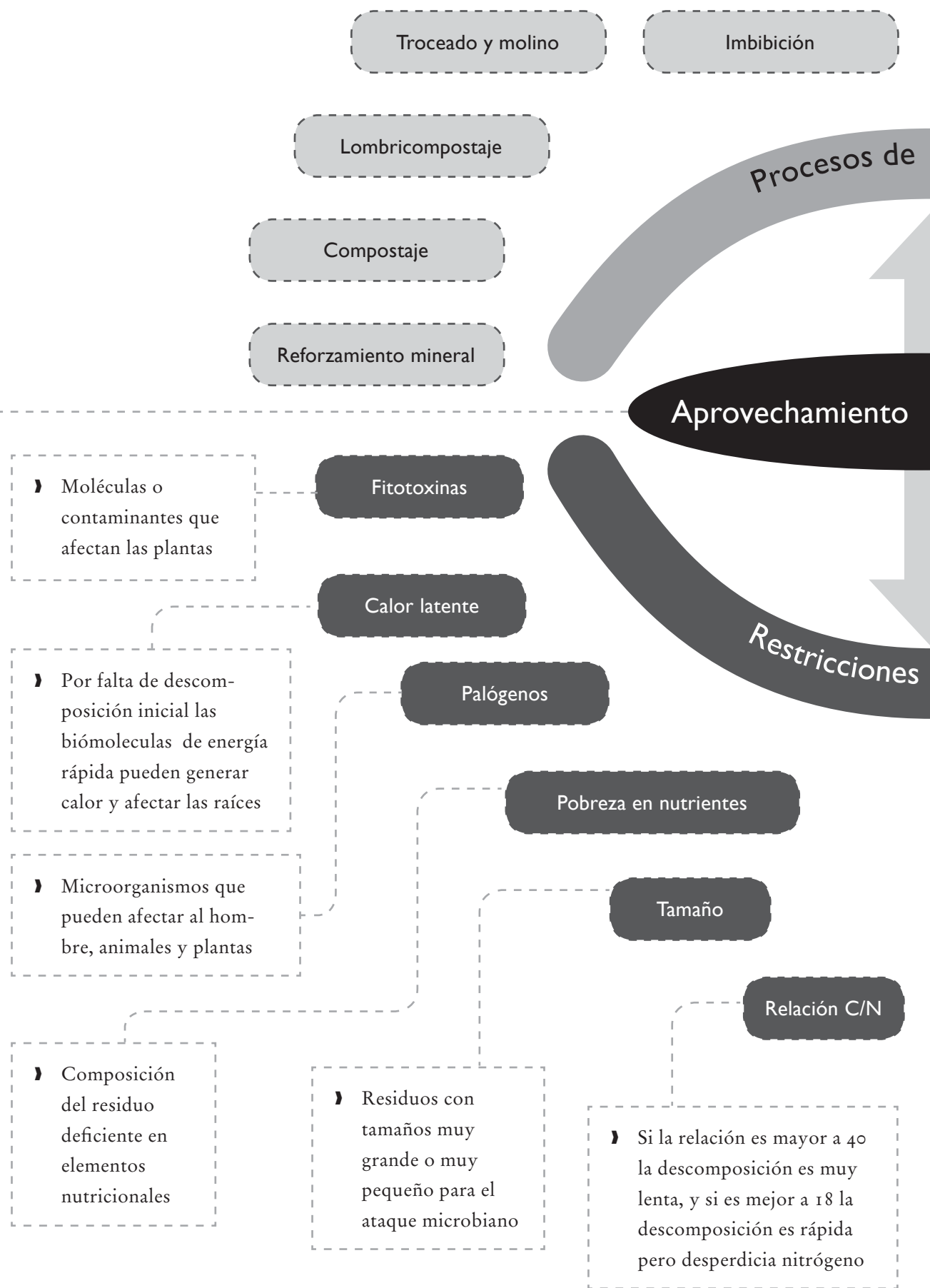
La fibra es de muy lenta descomposición y los materiales no fibrosos son de rápida descomposición.

Los residuos orgánicos frescos tienen algunas desventajas para su uso directo en la agricultura: presencia de fitotoxinas (ácidos acético, butírico, propiónico y otras moléculas), semillas de malezas invasoras, patógenos, humedad, etc.

Para obviar estas desventajas y obtener ventajas adicionales los residuos orgánicos se someten a los procesos de habilitación.

Habilitación de los residuos orgánicos para la agricultura

El uso directo para la agricultura de los residuos mencionados en la figura 2 está marcado por una serie de restricciones. En consecuencia, el hombre ha venido desarrollando procesos para habilitar su uso (Gómez, J., 2000). Como se puede apreciar en la siguiente figura, el compostaje es uno de los procesos para la habilitación de diferentes residuos en los sistemas productivos agropecuarios y en él se pueden asociar otros procesos como el reforzamiento mineral, el troceado y molido, la imbibición (colocar o impregnar materiales fibrosos en soluciones nutritivas para que penetren en ellos y luego lo liberen lentamente), mezcla y maduración, entre otros. Nos concentraremos específicamente en el proceso de compostaje. (Convenio SENA-TROPENBOS).



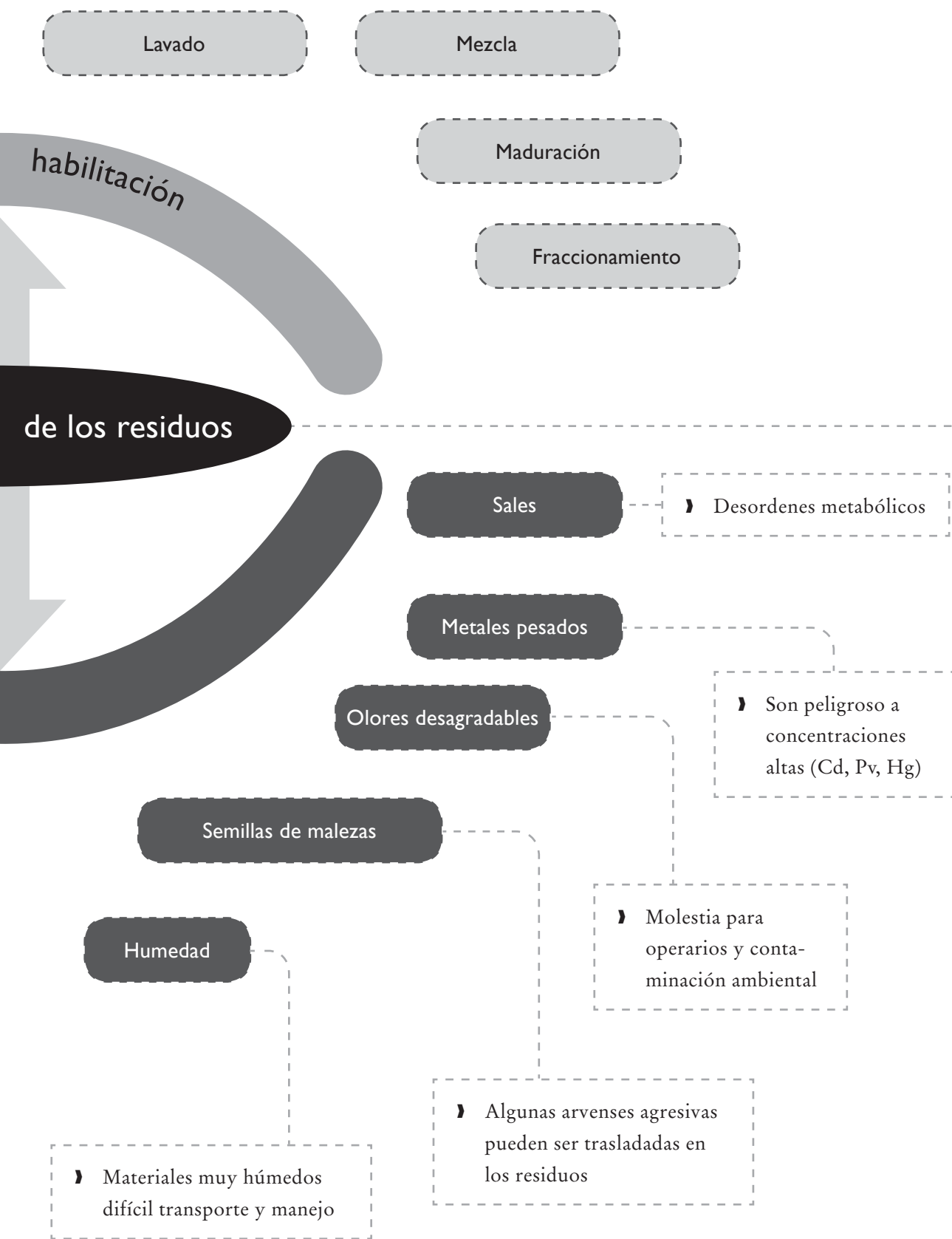


Figura 3. García, M. (2011). Restricciones y procesos de habilitación de los residuos.

Los procesos de habilitación reconocidos a la fecha son los siguientes.

Compostaje

Es el más importante porque permite las mayores transformaciones de los residuos e involucra otros procesos.

Es un proceso en el cual los microorganismos aeróbicos oxidan los residuos orgánicos, pasando necesariamente por una etapa termofílica (45 a 60°C) con lo cual desaparecen las fitotoxinas y el calor latente para dar finalmente un producto estabilizado llamado compost que puede ser utilizado en agricultura con relativa seguridad.

El sitio: se elige un sitio que ofrezca garantías. Puede ser un tejado o una cubierta fija que proteja el proceso de la lluvia o hacerse al aire libre protegiendo la masa orgánica en evolución con un plástico que evite el paso incontrolado del agua de lluvia por la pila.

Los materiales: los residuos orgánicos que se van a compostar reciben el nombre de compostables. Son de diversa procedencia e índole, como residuos de cocina, malezas, hojarasca de árboles, aserrín, fibra de coco, residuos de pescadería, hojas y tallos de plátano y otras musáceas, etc. Pueden ser fibrosos, si dominan en sus tejidos la celulosa, la hemicelulosa y la lignina; o poco fibrosos si dominan las proteínas, los azúcares y los almidones. Para un buen proceso debe existir un buen balance entre los fibrosos y los pocos fibrosos. Es deseable una relación C/N entre 25 y 30.

Si hay mucha fibra como en una relación C/N de 50 o más, el proceso será lento y el compost resultante saldrá pobre en nutrientes. Si hay poca fibra, la relación C/N puede estar por debajo de 10 y se presentarán pérdidas de N por volatilización. Además, quedará poco material para el compost.



La pila: es uno de los métodos de compostaje más usados. Consiste en amontonar los compostables hasta lograr una altura de 1.30 a 1.50 m. A los tres o cinco días, si la pila tiene la humedad adecuada, se empieza a calentar. La temperatura no debe ser inferior a 45 °C ni superior a 60 °C.

La humedad de los compostables debe controlarse: si está muy alta el proceso se detiene, lo mismo ocurre si está muy baja.

Para condiciones territoriales donde los suelos son ácidos, se añaden intercalados con los residuos, cales de diverso tipo como la agrícola, la dolomita, calfos, dolfos u otra o ceniza de la cocina en cantidades de 1 a 2 bultos para las cales y de medio a un bulto para la ceniza, por cada pila.

Las pilas pueden someterse a volteos, para homogenizar los compostables mediante un proceso para airear y para inspeccionar la humedad. Se hace un primer volteo a las tres semanas y luego cada cuatro o seis semanas.

Después de varios volteos el material ha disminuido su volumen y ha bajado su temperatura y ya no se distinguen los materiales originales. Ahora parece un suelo orgánico. Entonces, se dice que se tiene un compost maduro que ahora se deja secar a un 30% de humedad para su uso o para su almacenamiento.

Gestión microbiológica: de la masa de compostables los microorganismos obtienen agua, energía y nutrientes para su vida y multiplicación.

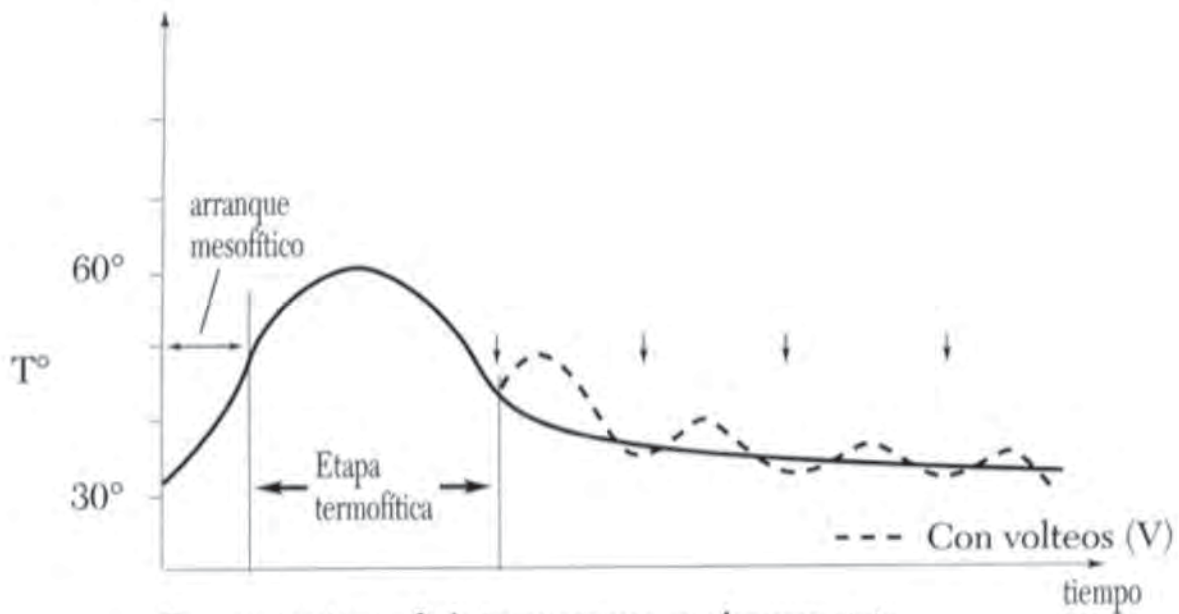
Los compostables son espontáneamente colonizados por diversos grupos de microorganismos. En condiciones óptimas de relación *C/N* en los primeros días tienen dominancia en el trabajo los hongos, por su facilidad para aprovechar los azúcares y almidones. A medida que avanza el proceso, van ganando en presencia las bacterias que se desempeñan mejor si el contenido relativo de *N* se ha elevado, aun cuando sigue presente algún trabajo de los hongos. No es necesaria la aplicación de caldos microbianos.



Relación C/N: si en los residuos orgánicos domina la fibra, esta relación puede ser de 50 o más y el proceso de compostaje irá muy lento si hay poca fibra. La relación puede estar por debajo de 10 y el proceso va rápido pero se presentan pérdidas de N por volatilización. Se considera adecuada una relación de 25 a 30.

Temperatura: el material compostable cambia su temperatura durante el proceso.

Lo más importante es alcanzar la etapa termofílica de al menos 45 °C para luego empezar a enfriarse hasta estar a 3 o 4 °C por encima del ambiente. La temperatura de una pila se monitorea un poco más arriba de la mitad del flanco y a 20 cm de profundidad.



Comportamiento de la temperatura en el compostaje.

Humedad: se monitorea por métodos técnicos o empíricos. Se toma una muestra del tamaño del puño y se exprime. Si conserva la forma, la humedad es óptima; si se desbarata está muy seco y debe humedecerse; y si suelta líquido, está muy húmedo. Debe dejarse secar en las últimas semanas.

pH: La naturaleza de los materiales y las enmiendas añadidas, determina el pH final del compost, que en el laboratorio debe medirse de una mezcla 2:1 (agua - compost). No es cierto que debe tener un pH de 7 - 0.

Lombricompostaje

Consiste en hacer camas bajas de los compostables y llevar lombrices epigeas, como la roja californiana, para que los consuman. Hay que cuidar las camas de pájaros, gallinas, planarias, etc. y estar pendiente de que no falte agua y nuevos residuos. La altura de la cama puede ser de 20 a 30 cm de tal forma que no se caliente. El lombricompostado resultante es de mejor calidad bioquímica que el compost del mismo residuo, por su mayor contenido en fitohormonas.

Troceado

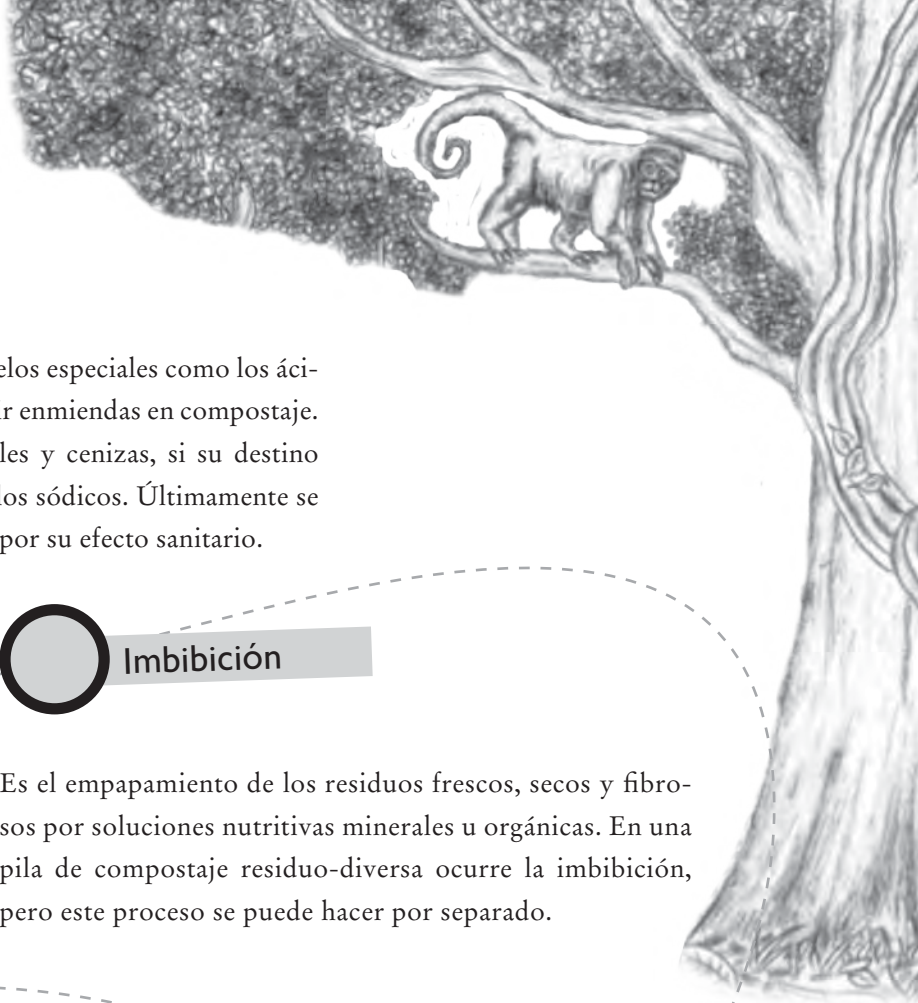
Antes de llevar a compostaje o a lombricompostaje, los compostables de gran tamaño deben trocearse para favorecer el trabajo microbial y la homogeneidad. Para compostaje los trozos deben ser menores de 5 cm y para lombricompostaje, menores de 1 cm.

Molido

Materiales silíceos como la cascarilla de arroz y el pergamino de café, la cáscara de huevo y otros deben molerse finalmente para favorecer la disponibilidad del silicio, del calcio, del fósforo y de otros nutrientes presentes en tales compostables.

Mezcla

Se ha demostrado que la mezcla de compostable de diversa naturaleza tiene mayor calidad de recurso orgánico que el de una sola fuente. La mezcla puede hacerse de dos formas: antes y después del proceso de compostaje o lombricompostaje. Adicionalmente, por su calidad, influye en la cantidad y calidad de las cosechas y el tema ha dado lugar a favorecer la residuo-diversidad, como otra forma de denominar la mezcla de residuos.



Enmienda

Si el recurso orgánico va para suelos especiales como los ácidos y los sódicos, conviene añadir enmiendas en compostaje. Para el caso se recomiendan cales y cenizas, si su destino son suelos ácidos y azufre y suelos sódicos. Últimamente se están usando enmiendas silíceas por su efecto sanitario.

Imbibición

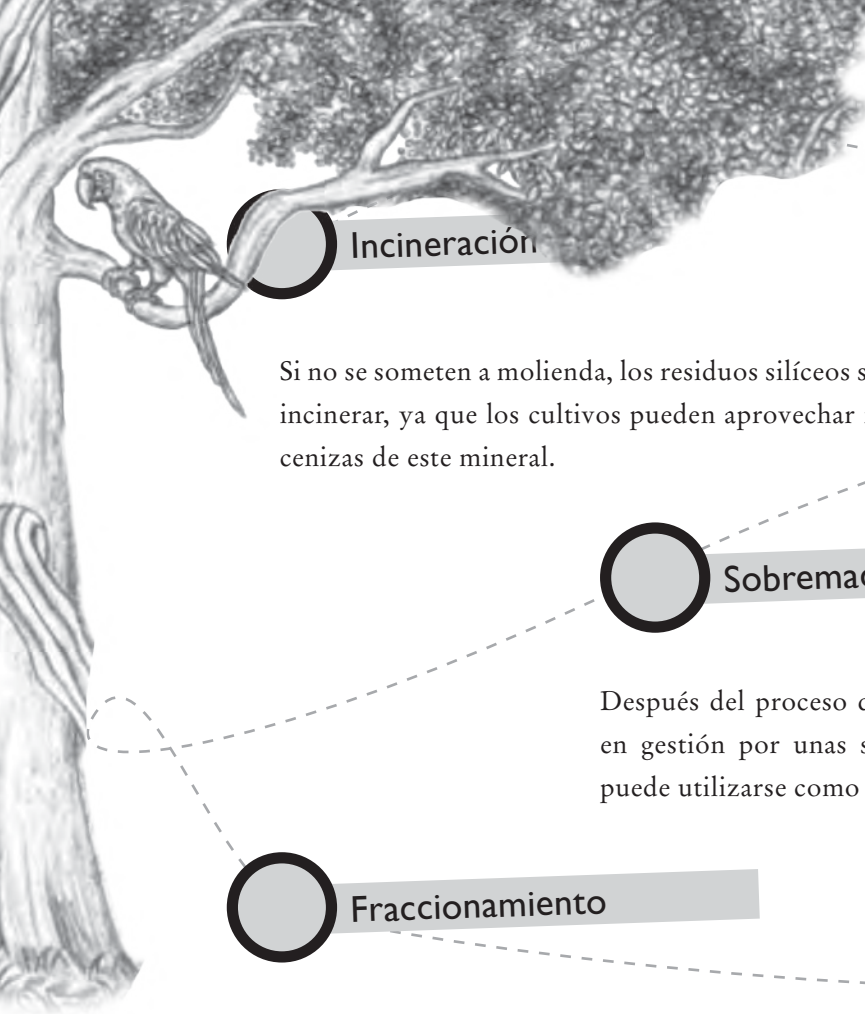
Es el empapamiento de los residuos frescos, secos y fibrosos por soluciones nutritivas minerales u orgánicas. En una pila de compostaje residuo-diversa ocurre la imbibición, pero este proceso se puede hacer por separado.

Refuerzo

Para suplir deficiencias minerales o para buscar un perfil nutricional se realiza el reforzamiento mineral de los materiales orgánicos, antes o después de otros procesos de habilitación, cuidando de mantener la prevalencia de lo orgánico sobre lo mineral.

Lavado

Algunos recursos orgánicos pueden resultar salinos y entonces se recomienda su limpieza para reducir esta situación desventajosa.



Incineración

Si no se someten a molienda, los residuos silíceos se pueden incinerar, ya que los cultivos pueden aprovechar mejor las cenizas de este mineral.

Sobremaduración

Después del proceso de compostaje, la pila puede dejarse en gestión por unas semanas más. El recurso resultante puede utilizarse como sustrato orgánico.

Fraccionamiento

Los compost y los lombricompostos se pueden fraccionar físicamente (por tamaño) o químicamente.

Si el recurso se diluye 1:10 (1 vol de recurso por 10 vol de agua) se obtienen los hidrosolubles. Si en vez de agua, se utiliza una solución ácida 0.1 M se obtienen los ácidos solubles. Y si la solución es alcalina (NaOH o KOH 0.5 M) se extraen las sustancias húmicas que son una mezcla de ácidos húmicos o humatos y ácidos fúlvicos o fulvatos, que se usan edáfica o foliarmente. Para extraer las sustancias húmicas también se puede utilizar urea u orina humana o de vacuno.

Recursos orgánicos

Como producto de los procesos de habilitación, los residuos orgánicos se convierten en valiosos recursos orgánicos para la agricultura, cuyo perfil de acción define su nombre.

Abonos orgánicos

Son recursos capaces de proporcionar cantidades sensibles de nutrientes esenciales principalmente nitrógeno, fósforo y potasio, al suelo y al vegetal. El término sensible lleva a establecer un valor mínimo de la sumatoria $N + P_2O_5 + K_2O$ que, según el nivel tecnológico de la sociedad, se sitúa entre 4 y 6% en base seca. Además, se consideran fríos los abonos orgánicos con valores reducidos de N, como por ejemplo 1 a 1.5%. Por lo demás, estos tienen una pobre gestión sobre todo en climas fríos. Hay que recordar que los abonos orgánicos no solo tienen N, P y K sino también todos los demás elementos esenciales y no esenciales que últimamente han adquirido importancia.

Comparado con los abonos de síntesis química, los abonos orgánicos tienen menos efectividad, pero más eficiencia y representan un seguro para la sostenibilidad ante las extremas variaciones del cambio climático.

Se recomienda hacer aplicaciones edáficas de 100 cc a 1000 cc por planta, cada 2 a 4 meses. La mezcla de abonos orgánicos ha mostrado efectividad con los de síntesis química, en agriculturas de transición de lo “químico” a lo orgánico.

Enmiendas orgánicas

Son recursos orgánicos con capacidad para modificar propiedades químicas del suelo que se consideren adversas para el desempeño de los cultivos, como pH, sodio intercambiable, aluminio intercambiable, exceso de calcio, exceso de manganeso disponible, excesos de metales pesados y salinidad.

También eleva la capacidad de intercambio catiónico. Por ello reemplaza a las enmiendas minerales como las cales, el yeso, el azufre y otras.

Un abono orgánico también hace la función de enmienda.

Acondicionador orgánico

Es un recurso orgánico con capacidad para renovar las propiedades físicas del suelo, empezando por la estructura que conduce a la mejora de la porosidad y por tanto al incremento de la capacidad de infiltración, de almacenamiento de agua y de aireación, si además se fortalece con cationes como calcio, magnesio y silicio. Un abono orgánico también puede hacer la función de acondicionador.

Sustrato orgánico

La horticultura moderna descubrió que las altas porosidades que se obtienen con recursos orgánicos como las turbas y los compost fibrosos sobremadurados, dan lugar a la mejor expresión genética del rendimiento de los cultivos.

Un sustrato se define como “todo material sólido distinto del suelo, natural o de síntesis, mineral u orgánico que colocado en un contenedor permite el anclaje del sistema radical y desempeña un papel de soporte para la planta”. La calidad de un sustrato descansa en las propiedades físicas, más que en las químicas. Así, al menos se exige una porosidad total del 80 al 95%.



Supresor orgánico

Es un recurso orgánico cuya gestión reduce los problemas sanitarios de los vegetales. Ya existen numerosas investigaciones en todo el mundo que lo demuestran, pero todavía no se conoce el hilo conector de esta función.

Bioestimulante orgánico

Es un recurso orgánico que promueve en forma notoria el crecimiento, desarrollo y diferenciación de los vegetales. En los compost, pero sobre todo en los lombricompuestos, se encuentra un buen nivel de fitohormonas.

Hidrorretenedor

Materiales sintéticos (gel) o residuos orgánicos capaces de almacenar varias veces su peso en Agua. Si son muy fibrosos, los recursos orgánicos pueden retener grandes cantidades de agua. A una succión de 10 cm, los materiales bagacillo de caña de azúcar, aserrío de madera y astillitas de madera retuvieron 1121, 471 y 368% de agua respectivamente, en base gravimétrica.

Acolchados orgánicos

Un acolchado es todo material que se ubica encima del suelo como una cubierta.

Puede ser de síntesis, mineral u orgánica. El acolchado orgánico, corresponde a la palabra inglesa *Mulch*.

De preferencia, el acolchado orgánico debe ser fibroso, habilitado o no. Sus funciones son: proteger el suelo de la erosión, disminuir las pérdidas de agua por evaporación, reducir la aparición de malezas, regular la temperatura del suelo y el trapeo de sedimentos en zonas erosionables, entre otras.

Suelos y recomendaciones

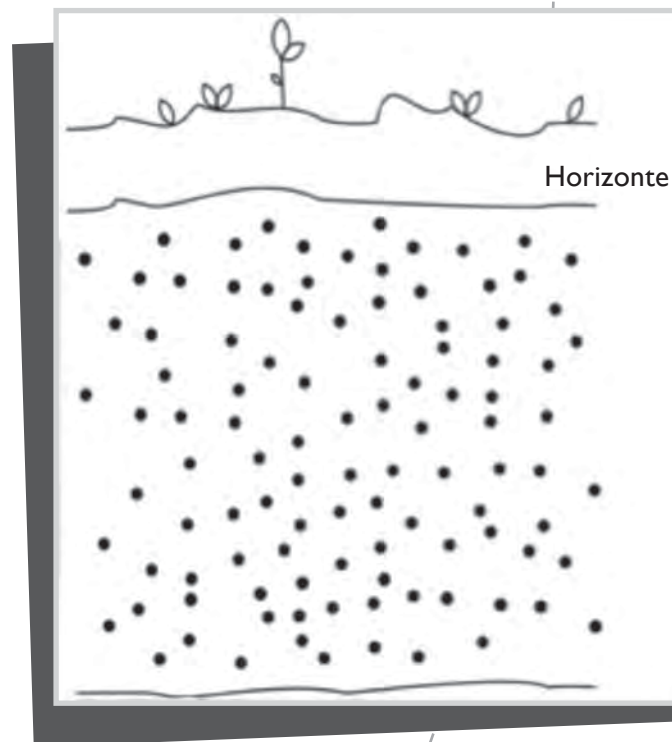
Los suelos muestran una gran variabilidad espacial en el plano horizontal, aun en un predio o finca. Por tanto, en una región tan grande como la Amazonia colombiana, hay muchos tipos de suelos. Sin embargo, podría describirse un perfil de suelo típico que muestre las condiciones medias de la mayoría de los paisajes.

En su formación, los suelos de la Amazonia están influenciados por los sedimentos de la cordillera Oriental y del escudo Guayanés. Se presentan oxisoles e inceptisoles óxicos.

Suelos de texturas livianas, fertilidad baja, pH ácido, toxicidad por aluminio intercambiable, bajos bajos en contenido de materia orgánica, menos intervenidos que los de la Orinoquia; sílice (Si O₂) dominando la fracción arena. La caolinita domina la fracción arcillosa y a veces losintegrados.

El equilibrio dinámico que se presenta en las zonas de la Amazonia, con una matriz poco intervenida, se debe a la enorme influencia que ejerce el componente vegetal y a las funciones ecosistémicas inherentes a él; a la dinámica de generación de biomasa que, en su función ecosistémica, nutre de macromoléculas generadoras de materia orgánica a los diferentes arreglos de suelos que se funden en una variada gama de opciones, resultantes de las arenas provenientes del escudo guayanés, los sedimentos de la cordillera oriental y las capas de flujo de materiales que, otrora, la dinámica geológica vertió sobre el escudo guayanés.

De acuerdo con los estudios del Instituto de Investigaciones Científicas (SINCHI), la Amazonia ocupa 477.274 Km², de los cuales 22.030, es decir, el 4,7% corresponde a los biomas de la montaña andina. La mayor superficie, 309.988 Km² (64,9%), está cubierta por selva húmeda ecuatorial de tierra firme. El 12%, o sea, 57.388 Km² son selvas inundables. Las sabanas amazónicas con caatingas ocupan 16.042 Km² (3,4%); las formaciones rocosas y los tepuyes, incluida la serranía de la Macarena, comprenden 71.825 Km² (15%). (Amazonia de Colombia, 2008).



Igapós y várzeas

Son las selvas inundables, franjas de selva que corresponden a tierras bajas y planas, que experimentan periodos de aguas bajas y altas. En ellas se encuentran árboles que se han adaptado a sobrevivir varios meses bajo el agua, hasta diez metros de profundidad y que incluso han sincronizado sus fructificaciones para nutrir a peces frugívoros, que nadan entre el follaje como si fueran aves. Algunos han desarrollado mollejas como la de la gallina para moler las frutas que comen y que luego siembran al defecar.

Las várzeas son los bosques inundables de ríos blancos y los igapós lo son de los ríos negros. Algunos escritos utilizan la palabra várzea en forma generalizada, sin distinguir tipos de aguas. (Colombia salvaje. Un paraíso de fauna y flora, 2008).

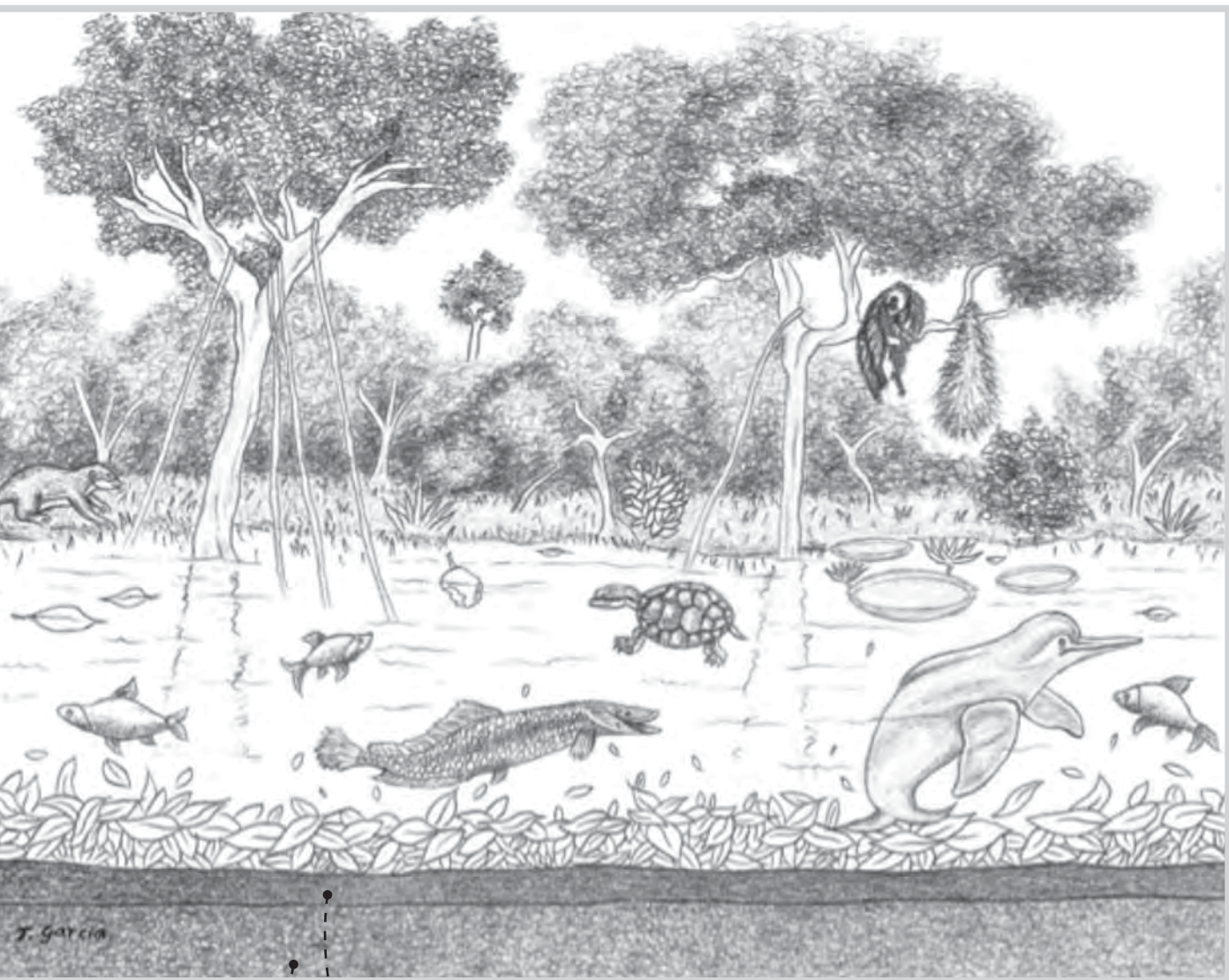


Ilustración: Juan García Arboleda

- Capa de arcilla + materia orgánica + residuos transportados por el agua.
- Capa de arena originaria del escudo Guyanés

Tepuyes

Son montañas o más bien mesetas de techo plano y laderas escarpadas, por lo general tan altas que establecen un clima diferente al de la base que las rodea y, por tanto, poseen especies de fauna y flora diferentes y propias. Cuando se comenzaba a separar África de América existía en esta última un corazón rocoso: el escudo guyanés, en parte revestido de capas sedimentarias muy antiguas y duras, constituidas principalmente por rocas areniscas.

Con el tiempo, el suelo erosionó y las rocas más duras fueron quedando en forma de mesas emergentes en capas horizontales. Esto los convirtió en islas llenas de flora y fauna muy raras y especiales, el “mundo perdido” que inspiró la obra de Arthur Conan Doyle. No encontraron dinosaurios en ellos pero sí “fósiles vivientes” como plantas carnívoras y especies endémicas de casa tepuy. Los más altos están en Venezuela, como el Auyán Tepuy, de 2000 m; el más extenso y fraccionado está en Colombia, con la serranía de Chiribiquete, de 900 m de altura y casi dos millones de hectáreas; mientras que en la sierra de La Macarena está el tepuy más occidental y vecino al sistema andino, lo cual le añade una riqueza adicional en diversidad. (Colombia salvaje. Paraíso de fauna y flora, 2008).



Las selvas de tierra firme

Es fácil suponer que toda la selva es “tierra firme”, si uno la ve desde arriba como ese tapete verde infinito. Pero casi todo viajero conoce primero las selvas de várzeas porque la principal vía de comunicación son los ríos. A veces, en épocas de verano o aguas bajas, se debe caminar para acceder a la tierra firme, a la que nunca le llega el régimen de inundación o várzea. Se distingue por el perfil del suelo que ya no es tan plano sino más bien de colinas cruzadas por pequeñas quebradas y especies vegetales que identifican el punto donde ya no hay inundación anual, como helechos, sotobosques de arbustos siempre verdes y ciertos bejucos muy fuertes y retorcidos. También cambia la fauna de suelo, como el tipo de hormigas. (Colombia salvaje. Un paraíso de fauna y flora, 2008).



Ilustración: Juan García Arboleda

Varillales y caatingas

Existen discontinuidades en el suelo de la selva, parches de arena que pueden ser muy pequeños, de pocas hectáreas, hasta muy extensos con arenas de purísimo cuarzo y casi cero nutrientes. Uno ingresa a un varillal y descubre que ya no hay árboles gruesos, todos son delgados y un poco más densos. Algunos de ellos son más gruesos que una pierna y tienen más de un siglo de edad, el tiempo se ha detenido en ellos.

La escasez de nutrientes ha generado ecosistemas únicos tan diferentes de la selva circundante, que es frecuente encontrar en un parche docenas de animales, especialmente aves, que son únicos de este tipo de ecosistemas y no se ven en la selva vecina. También un alto porcentaje de la flora es exclusivo. Estos suelos arenosos corresponden a dunas fósiles que se acumularon en los tiempos áridos, cuando las selvas retrocedieron dando paso a sabanas y desiertos. Cuando son muy extensos, como el Guainía colombiano, se denominan selvas de caatingas. (Colombia salvaje. Un paraíso de fauna y flora, 2008).

Por otro lado, existen algunos ecosistemas de gran particularidad como el río blanco y el río negro.

Ríos blancos y ríos negros

Los ríos de selva se diferencian por algo más que por su color: son ecosistemas acuáticos del todo diferentes. Los blancos vienen de las montañas cargados de sedimentos, arenas finas, arcillas y minerales que le robaron a las cordilleras. Son por lo tanto ricos en productividad primaria, es decir, plancton propio conformado por algas y plantas acuáticas, que nutren una cadena de vida rica en peces.

Los ríos negros deben su transparencia vinotinto a la infusión de “té” de millones de hojas y troncos en la selva. Estos los hace muy ácidos y pobres en nutrientes. Su fauna, escasa en cantidad pero rica en diversidad, sobre todo de peces ornamentales, no es tan abundante, pero sostiene la extracción de subsistencia de los nativos. Los ríos negros nacen en la propia selva y cuando se unen a los blancos, las aguas siguen juntas por muchos kilómetros sin mezclarse. (Colombia salvaje. Un paraíso de fauna y flora, 2008).

En cierta forma estos biomas constituyen diferentes espacios de uso del hombre, que de acuerdo con sus arreglos culturales, ejerce diferentes niveles de intensificación sobre los recursos naturales. En este sentido, en la Amazonia se ha relacionado de diversas maneras con los ecosistemas, desde

las más sutiles y tradicionales, cargadas de ritmo, mística, respeto por la naturaleza, y basadas en patrones de lectura del comportamiento de los ecosistemas, hasta las extractivistas y productivistas, centradas en patrones de lectura mediante indicadores económicos, pasando por estados intermedios de relaciones de colonos y otros, medianamente intensivas. De estas, las más prístinas y “primitivas” fueron las nómadas y la agricultura itinerante. La primera sustentada en la caza y recolección y la última en relaciones de sucesión hombre-naturaleza. Esto es lo que se conoce como chagra o conuco en donde en los claros de la selva o mediante la tala y quema realizada durante la época seca, se prepara el terreno para cultivar diferentes especies que requiere el hombre.

La chagra es un modelo de agricultura de bajo impacto, con unas connotaciones culturales y de género supremamente complejo, construido a partir de la experiencia del hombre con la naturaleza, durante siglos. Allí, los arreglos sucesionales y los diseños biodiversos se conjugan con la quema en época seca la cual genera una disponibilidad de nutrientes en las cenizas, que mejora la fertilidad en el corto plazo y en donde la emisión y pérdida de materia orgánica por la quema es recuperada en el periodo de barbecho o descanso de la chagra. El ciclo y los espacios de uso de chagras en el tiempo permanecen en la memoria cultural de las comunidades, que van regresando a cada espacio periódicamente a través de transectos históricos de los grupos.

Los otros modelos de intervención territorial en la Amazonia se basan en la ganadería, en la extracción maderera y la minería, entre otros, que pueden resultar críticos en la medida en que rompen el equilibrio dinámico propio del agroecosistema en su estado natural.

De acuerdo con Rivera (2008)², la Amazonia llegará a un punto crítico ecológico cuando los bosques nativos resistentes al fuego se conviertan en matorrales propensos al fuego. Este estado crítico es favorecido por círculos viciosos, puesto que los bosques que se queman son más susceptibles a mayores incendios debido a que la muerte de árboles permite que llegue más luz solar hasta el interior del bosque y seque las hojas y ramas muertas. Después del fuego, la invasión de pastos, helechos y bambúes inflamables refuerza el ciclo de incendios al aumentar la cantidad de combustible en el sustrato forestal. Por otro lado, esta grave situación se conjuga con el punto crítico climático que se presenta cuando la deforestación, el humo, las anomalías en la temperatura de la superficie del mar, como el fenómeno del niño y el calentamiento global, inhiban la precipitación a escala regional. De hecho la situación se tornará más delicada y penosa cuando la pérdida del bosque exceda el 30% y se perpetuará, puesto que la degradación y quema del bosque reduce la liberación de vapor de agua y aumenta las emisiones de humo a la atmósfera.

²Rivera, D. (2008). La Amazonia de Colombia. Bogotá: Libros de la Colección Ecológica, Banco de Occidente.



Recomendaciones de manejo

Para realizar unas recomendaciones en torno al manejo de la materia orgánica en sistema de producción de la Amazonia es fundamental tener en cuenta los siguientes aspectos:

Bioma: conociendo el bioma tengo claro los diferentes procesos y funciones ecosistémicas a la hora de planear una intervención territorial en materia de manejo.

Matriz de intervención: de acuerdo con la intensificación de la intervención antrópica puedo evaluar el estado de deterioro del agroecosistema y su gradiente en torno al equilibrio dinámico del bioma en estudio, en su estado inicial. En este sentido, debo recurrir a herramientas tanto de inventarios florísticos y faunísticos como de indicadores de biodiversidad y de herramientas de cartografía social.

Plan de intervención: se diseña un plan de intervención en donde se incluyen las estrategias que se deben tener en cuenta para llevar el sistema productivo a rangos adecuados, en materia de sostenibilidad ecosistémica, para ello podemos recurrir a externalidades como:

La reintroducción de especies vegetales para diferentes estratos de la estructura del agroecosistema, lo cual traerá en el mediano y en el largo plazos la recuperación de la biodiversidad asociada.

Recurrir a externalidades, en materia de fertilidad de suelos, que incluyan la producción de abonos orgánicos para suplir muy parcialmente el ciclaje de nutrientes naturales, producto de la generación de biomasa de los diferentes estratos.



Como se anotó anteriormente el fósforo es un elemento escaso en los suelos de la Amazonia. Si la matriz que se va a trabajar es de un agroecosistema diverso, es muy importante la presencia de este elemento en las diferentes funciones fisiológicas de los cultivos y de la vegetación acompañante, por tanto se recomienda tener en cuenta las siguientes estrategias:

- ▶ Trabajar con micorrizas: aislar micorrizas nativas; cultivarlas en maíz y frijol; inocularlas en los suelos del agroecosistema.
- ▶ Trabajar con solubilizadores de fósforo: en este sentido es importante recurrir a información secundaria en torno a microorganismos del suelo amazónico que sean solubilizadores de este elemento (algunas cepas de *Bacillus subtilis* y *Penicillium janthinellum*), que pueden influir en las arcillas y en el suelo en general, para llevar a estados solubles elementos que se pueden encontrar fijados o incluidos.
- ▶ En cuanto a los demás elementos es importante que dentro de la estrategia de diagnóstico se haga un análisis de suelos con el fin de tener elementos para la gestión de los abonos orgánicos.

Además de los huertos habitacionales para el pancoger, en la Amazonia podrían preferirse los cultivos de frutas amazónicas, por su mayor sostenibilidad cuando están bajo manejo agroecológico y por las posibilidades de alcanzar en la cadena productiva el escalón de la agroindustria.

Por su relativo aislamiento del centro del país, para la Amazonia Colombiana es asunto de supervivencia y racionalidad económica, depender de los recursos orgánicos para las actividades agrícola y pecuaria, además de la naturaleza del suelo y del clima, como razones adversas.

En cuanto a los residuos orgánicos regionales, se hacen las siguientes recomendaciones:

- ▶ Aprovechar los residuos de la pescadería: las escamas y huesos hay que molerlos finamente. También deberían aprovecharse las vísceras.
- ▶ Cuando sea posible por distancias cortas o fácil transporte, convenir con los municipios la utilización de residuos de mantenimiento de prados y de las plazas de mercado para su uso en la agricultura.
- ▶ Crear una cultura sobre los residuos orgánicos de los cultivos, de la cocina de las casas y de otras fuentes, para su aprovechamiento en las composteras.
- ▶ Las malezas de los cultivos, recolectadas con control mecánico, con machete o guadaña, son un recurso biodiverso estratégico para esta zona.
- ▶ Los aserrines y virutas deberán ir a las composteras, sin exceder el 5% del volumen compostable.

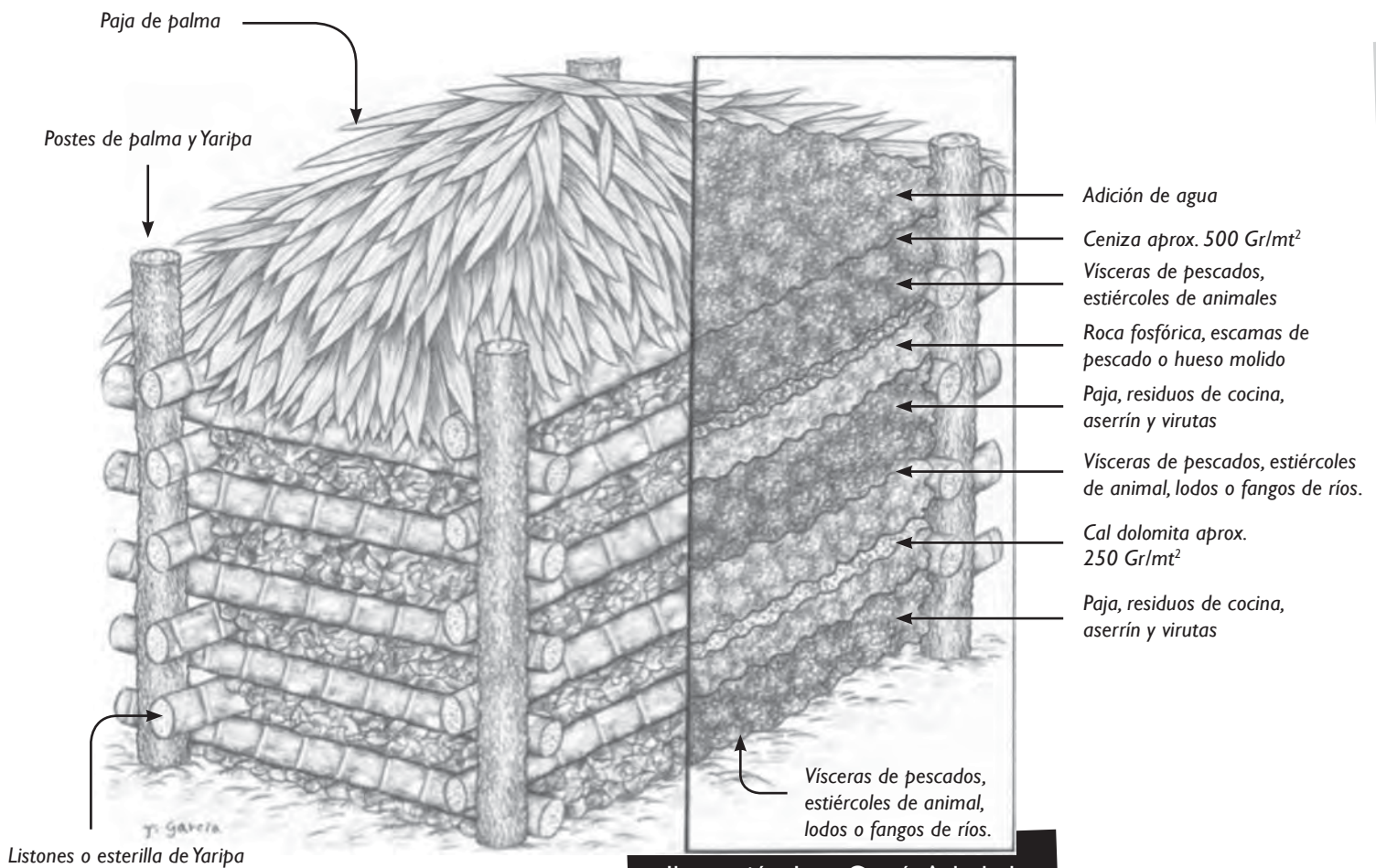
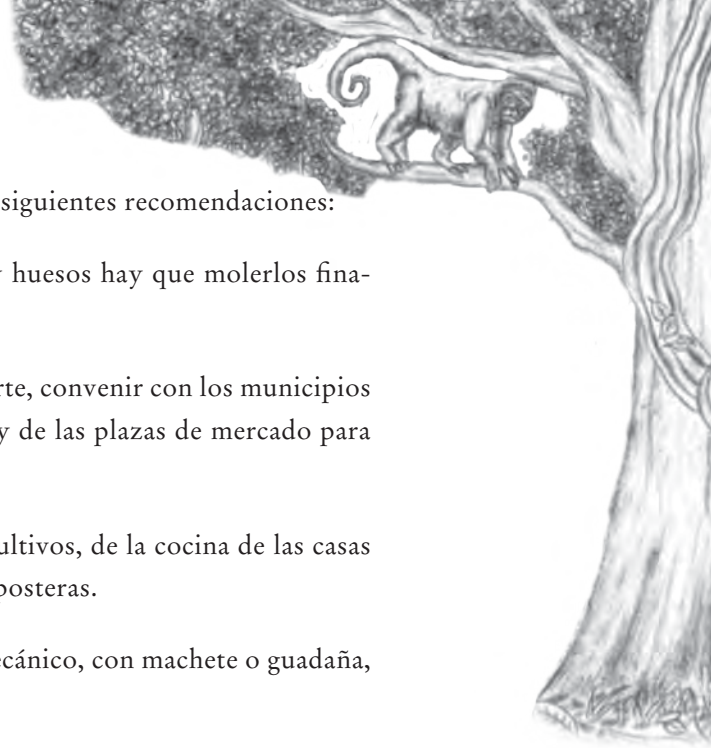


Ilustración: Juan García Arboleda



La pila de compost es una técnica de habilitación de los residuos que imita su proceso de descomposición en la naturaleza. De esta forma, los residuos se van acumulando en la compostera, ya sea de manera ordenada por capas o en la medida de su disponibilidad. Pero lo más importante es guardar las proporciones adecuadas de relación C/N de tal forma que al inicio de la mezcla total, este factor sea del orden de 25 a 30. Para el caso de la Amazonia, de acuerdo con la disponibilidad de los residuos, las siguientes son algunas opciones de proporciones de mezcla, para guardar tal relación:

Los otros insumos que aparecen en la gráfica de compostaje son fundamentales para suministrar elementos como calcio y magnesio importantes en suelos con pH ácidos como los de la Amazonia; fósforo, en el caso de la roca fosfórica y derivados de la piscicultura que, como se ya se dijo, es sumamente bajo o se encuentra fijado en estos suelos. El potasio se suministra en el compostaje, mediante la división de residuos como la ceniza.

Mezclas opcionales para la obtención de una relación Carbono / Hidrogeno 30:1

Residuo	Relación C/N	% N	% Humedad
Boñiga (1)	73	4	65
Fango digerido de río (2)	15	1.88	70
Paja de pastos (3)	45	0.3	45
Aserrín (4)	95.27	0.36	21.7

Mezclas opcionales

Mezcla	Cantidad		
(1)+(3)	1 Kg (1)	1.7 Kg (3)	
(2)+(3)	1 Kg (2)	5 Kg (3)	
(2)+(3)+(4)	1 Kg (2)	1 Kg (3)	0.2 Kg (4)



Bibliografía

- ▶ Burbano, H. y Silva, F. (ed.). (2010). Ciencia del suelo. Principios básicos. Bogotá: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. 594 pág.
- ▶ Castillo Brieva, A. (ed.) (2010). Expedición Colombia fauna flora y áreas protegidas de nuestro país. En: El Tiempo. Bogotá: Fundación Alas de Cristal.
- ▶ Estévez, T. (2008). Colombia salvaje. Un paraíso de fauna y flora. Pacífico, Amazonia y Orinoquia. Bogotá, Colombia: Círculo de Lectores.
- ▶ García, M. (2011). El compostaje. Bogotá: Convenio SENA-TROPENBOS.
- ▶ García, M. (2004). “Guía para el manejo de tecnologías de producción limpia”. En: Colombia 2004. (ed.): Convenio Andrés Bello ISBN: 958-698-161-4 v. o. 56 p.
- ▶ Gómez Z., J. (2000). La materia orgánica en los agroecosistemas. Cali: Feriva. 70 páginas.
- ▶ Gómez Z., J. (2000). Abonos orgánicos. Cali: Feriva. 107 páginas.
- ▶ Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (1999). Paisajes fisiográficos de Orinoquia-Amazonas (ORAM). Bogotá, Colombia: IGAC.
- ▶ Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (1995). Suelos de Colombia. Bogotá, Colombia: IGAC.
- ▶ Moral, R. y Moreno, J. (2008). Compostaje. Madrid: Aula Magna. 570 p.
- ▶ Rivera Ospina, D. (2008). La Amazonia de Colombia. Bogotá: Libros de la Colección Ecológica, Banco de Occidente.





Compartir saberes para tejer soluciones

Convenio SENA-Tropenbos

Formación en gestión ambiental
y cadenas productivas sostenibles

