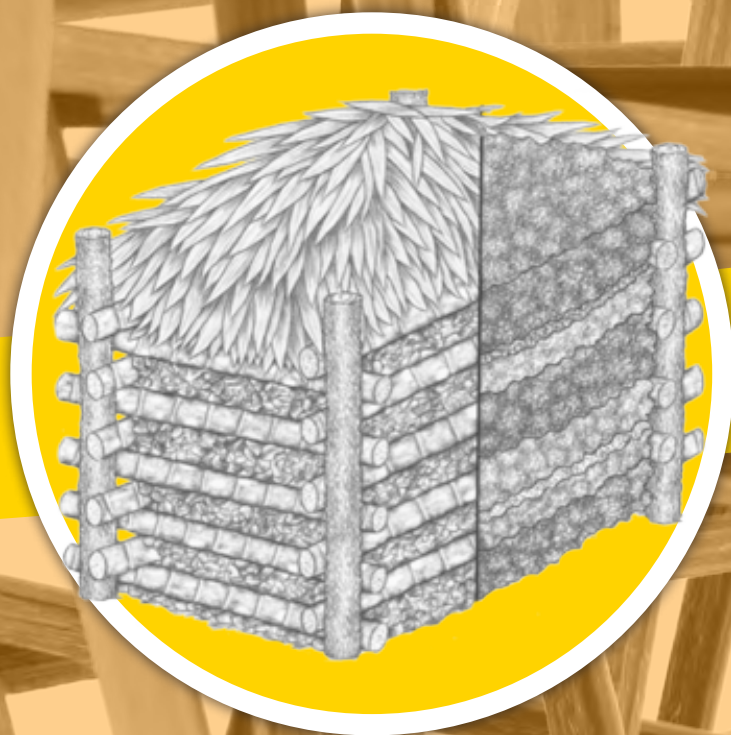


Mauricio García Arboleda
Jairo Gómez Z.

Manejo de la materia
orgánica el andén Pacífico







Manejo de la materia orgánica en el andén Pacífico

Manejo de la materia orgánica en la Amazonia

Autores

© Mauricio García Arboleda

© Jairo Gómez Z.

Ilustración

© Juan García Arboleda

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 el Pacífico*. 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 el andén Pacífico

Esta región comprende 6.443.400 hectáreas, extensión que corresponde al 5.6% del país. No obstante, si se considera la cuenca del pacífico en su totalidad, incluyendo todo el costado occidental de la cordillera, puede alcanzar porcentajes mayores (10% del territorio nacional).

Las principales subregiones fisiográficas son la llanura del Pacífico, la serranía del Baudó y la depresión del Atrato; obviamente la región abarca también el piedemonte de la cordillera occidental.

El clima se caracteriza por presentar altas temperaturas (mayores de 24 °C en promedio) y los valores máximos de precipitación máximos en el país; constituye una de las zonas más húmedas del mundo. Las zonas con precipitaciones superiores a los 5000 mm integran parte muy importante de la región. Al oriente y al suroriente de Quibdó (5 y 6 latitud norte) origina la isoyeta de los 8000 mm con años en los cuales se sobrepasan los 9000 mm. Solamente se presentan áreas pequeñas (Tumaco, Golfo de Urabá, Valle del Cauca y Patía) donde las precipitaciones fluctúan entre 1500 y 3000 mm; en el resto de la región estas son siempre muy superiores a los 3000 mm.

Para relacionar la calidad y cantidad de los materiales orgánicos con las zonas de vida en esta región es importante anotar que la mayor parte se enmarca dentro del piso cli-

mático con altas condiciones de humedad ambiental; la restante se encuentra dentro del piso medio, también con alta humedad en el ambiente.

De acuerdo con lo expresado, la zona de vida que cubre la mayor extensión es el bosque pluvial premontano (transición cálida); le siguen las de los bosques pluvial tropical y muy húmedo tropical (ver mapas zonas de vida); al sur y al norte de la región se encuentran áreas de los bosques muy húmedo tropical y muy húmedo premontano (transición cálida); mientras que bordeando la cordillera occidental y en la parte más alta de la serranía del Baudó, domina el bosque pluvial premontano.

En la región insular de Malpelo, la zona de vida que se presenta es el bosque húmedo premontano.

A continuación se describe la dinámica característica de la generación de materia orgánica en la región pacífica. No obstante, la tendencia intemperizante del clima que reina en la región que podría fácilmente mineralizar los restos orgánicos, hay una serie de factores intrínsecos y extrínsecos del medio natural que atenúa tal acción. Así por ejemplo, a lo largo del litoral, en las formas de marismas, un alto porcentaje de los suelos se desarrolla a partir de restos orgánicos y, en consecuencia, presenta grandes contenidos de materia orgánica.

Los suelos de los valles aluviales ostentan cantidades variables de materia orgánica que guardan una gran relación con su drenaje; entre más pobre sea este, mayor será el contenido de carbono. De esta forma, los suelos con un drenaje deficiente presentan más materia orgánica (nivel muy alto), mientras que en los mejores drenados el constituyente orgánico es bajo. Ejemplo de lo primero lo constituye la gran depresión del río Atrato, en la cual reinan condiciones casi constantes de mal drenaje, por lo que los suelos son de naturaleza orgánica.

En los suelos del paisaje de lomerío el contenido de materia orgánica depende de lo abrupto del terreno, ya que esta característica determina en gran medida la densidad de la cobertura boscosa y, como consecuencia, el volumen de restos orgánicos que aporta anualmente.

De esta forma en los sectores más quebrados, que se distinguen por una cobertura vegetal poco densa, se encuentran medios edáficos con muy bajos contenidos de carbón orgánico, pero en la medida en que el terreno es menos abrupto, el porcentaje se incrementa progresivamente hasta alcanzar valores que fluctúan entre bajos y medianos y esporádicamente altos.

En los suelos de la isla de Malpelo el contenido de materia orgánica es muy bajo. Al igual que el resto de las regiones, el achurado denota el “perfil orgánico” y coincide con las áreas que aun mantienen la vegetación boscosa original. (Suelos de Colombia, 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:

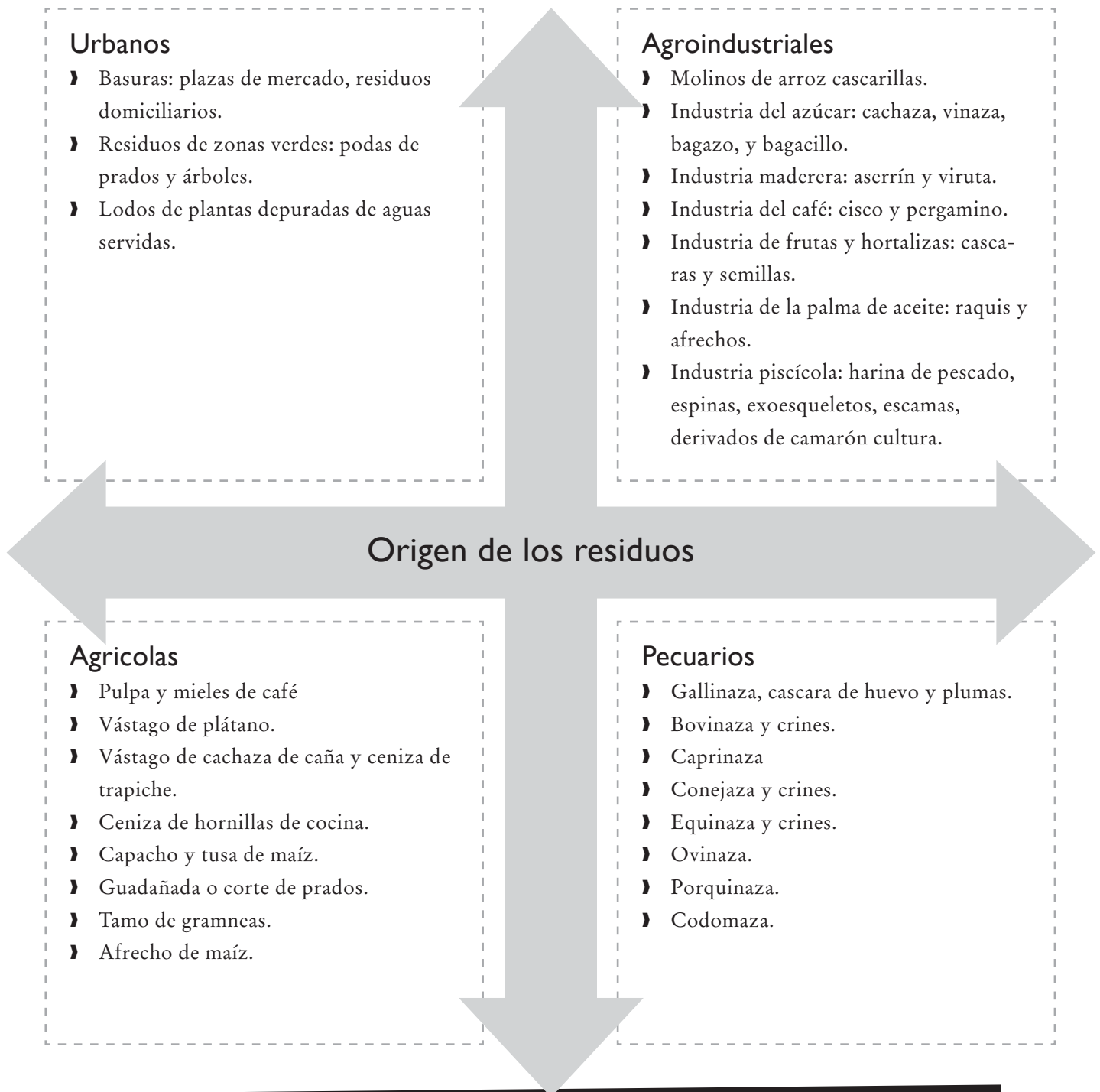


Figura 2. García, M. (2011). Origen de los residuos. Fuente: Convenio SENA- TROPENBOS.

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.

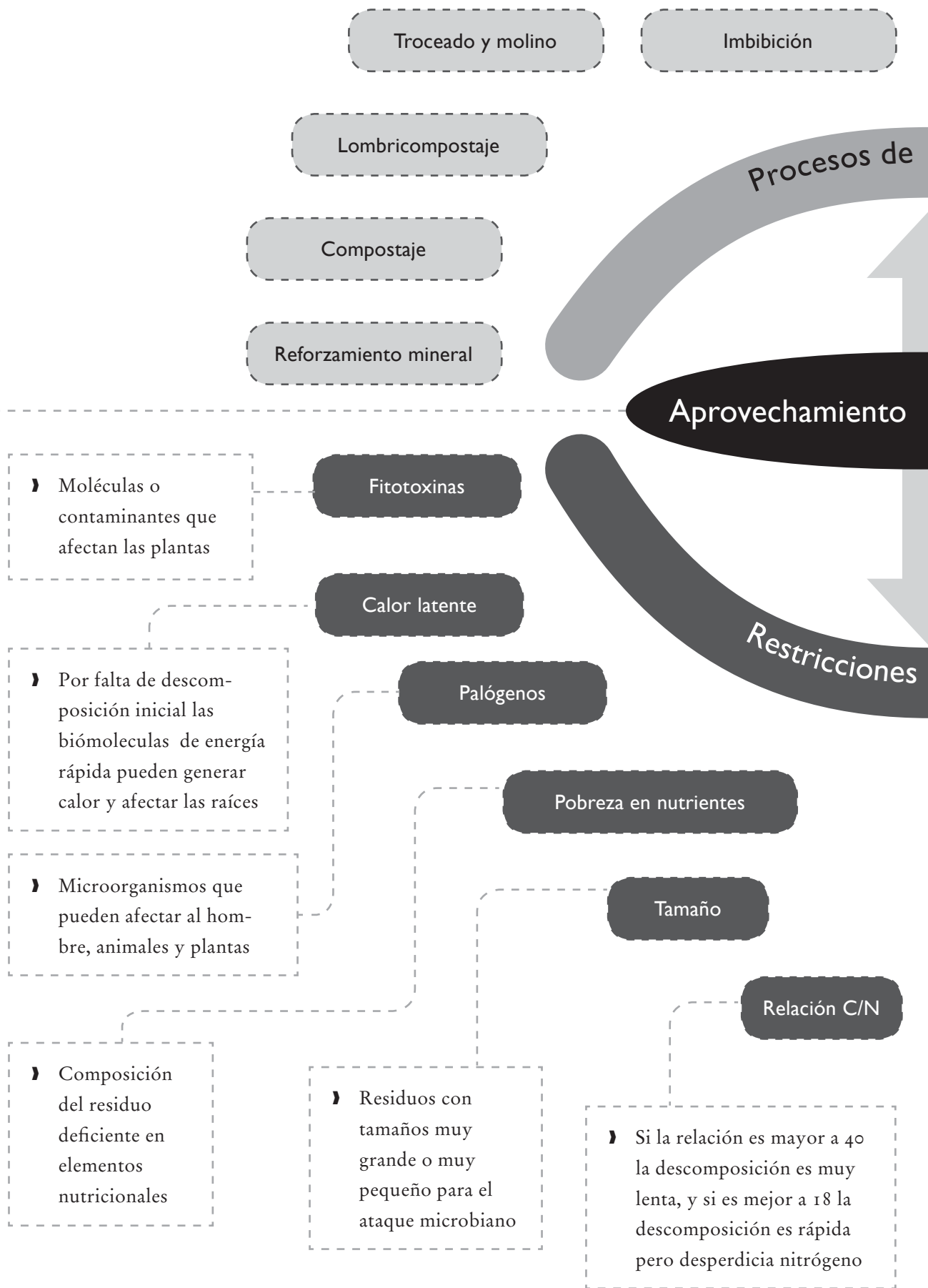
La fibra es de muy lenta descomposición y los materiales no fibrosos son de rápida descomposición.

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).



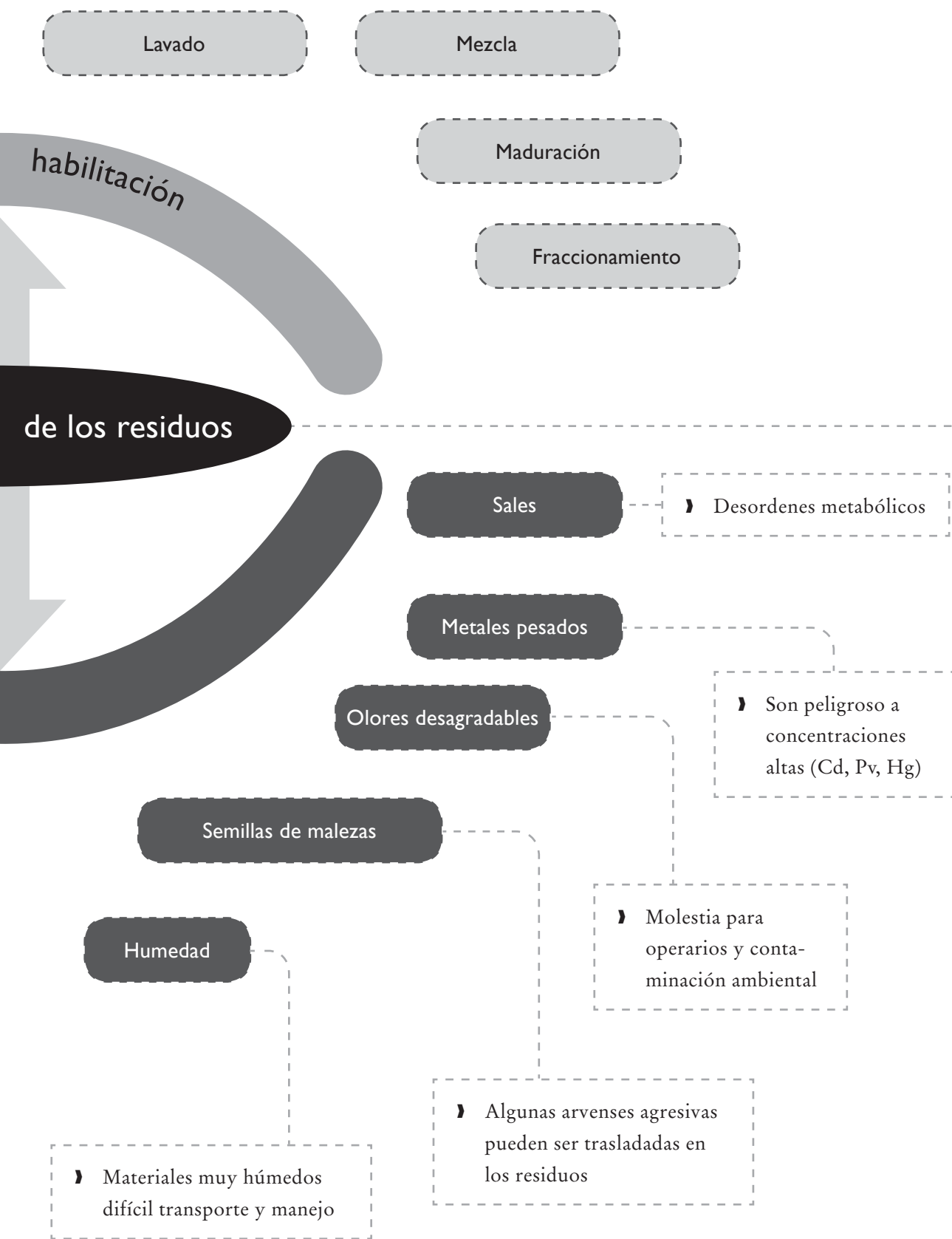


Figura 3. García, M. (2011). Restricciones y procesos de habilitación de los residuos.

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.

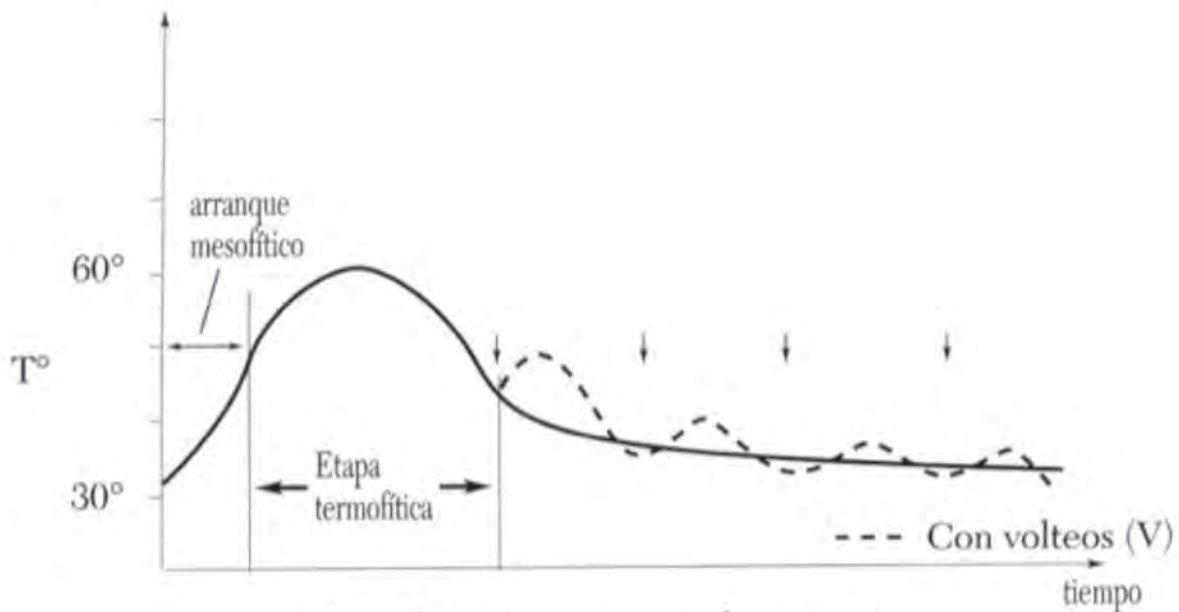
Los compostables son espontáneamente colonizados por diversos grupos de microorganismos. En condiciones óptimas de relación *C/N* en los primeros días tienen dominancia en el trabajo los hongos, por su facilidad para aprovechar los azúcares y almidones. A medida que avanza el proceso, van ganando en 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 30 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 lombricompostos, 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

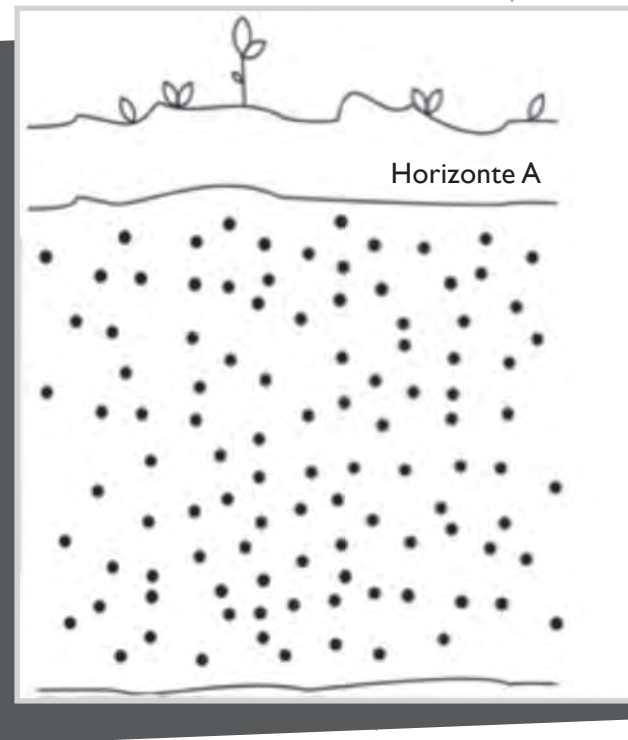
Suelos: los suelos presentan una gran variabilidad espacial en el plano horizontal, aun en el predio o en la finca. Por tanto, en una región tan extensa como el andén Pacífico colombiano se presentan muchos tipos de suelos. Sin embargo, podría describirse un perfil de suelo típico que muestre las condiciones más representativas de la mayoría de los paisajes.

En su formación, los suelos del andén Pacífico están influenciados por los sedimentos que bajan de la cordillera Occidental y por la alta precipitación que muestra valores de 3.000 a 4.000 mm/año al Sur y 6.000 a 8.000 mm/año hacia el Norte. Se encuentran suelos orthox, inceptisoles óxicos y ultisoles. Los suelos de los valles de los ríos Mira, Patía, San Juan y Atrato son de buena calidad. Se encuentran histosoles en las zonas de manglar.

Suelos de textura liviana, baja a mediana fertilidad, P asimilable con valores de 3 a 20 ppm, arenas dominadas por cuarzo y feldspatos, pH por debajo de 5.0 y caolinita en las arcillas.

La localización del andén Pacífico en la zona de convergencia de las placas tectónicas Nazca, Suramérica y Caribe, la convierten en una franja con alto potencial por amenazas y riesgos causados por fenómenos naturales como sismos, tsunamis, movimientos en masa, inundaciones fluviales y marinas, subsidencia (hundimiento progresivo de la superficie con respecto a un nivel de referencia estable, producido por causas naturales como la actividad tectónica, fallas activas y expulsión de fluidos en estratos subyacentes), licuación de suelos, marejadas, erosión litoral y costera; así como los efectos por el fenómeno de El Niño y el ascenso del nivel del mar por calentamiento global. (IGAC, 2009).

Es por ello que el conocimiento de sus génesis, componentes fisiográficos y sus biomas es fundamental para una gestión territorial sostenible.



Algunos de los principales paisajes del andén Pacífico corresponden a:



Litorales

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).



Manglares

Son ecosistemas constituidos por un bosque enmarañado, por un grupo de especies de árboles o arbustos adaptados a terrenos anegados en donde se mezclan el agua dulce y el agua salada de mar.

Se estima que los manglares del Pacífico colombiano producen alrededor de 10 toneladas de hojarasca por hectárea al año y una vez caídas al suelo o al agua, las hojas son cubiertas rápidamente por bacterias y hongos que al descomponerlas liberan sustancias que sirven de alimento a camarones y otros crustáceos, que a su vez son consumidos por otros organismos. Una tercera parte de las especies de peces marinos depende de la cadena alimenticia que se inicia en los manglares. (Rivera, 2008).



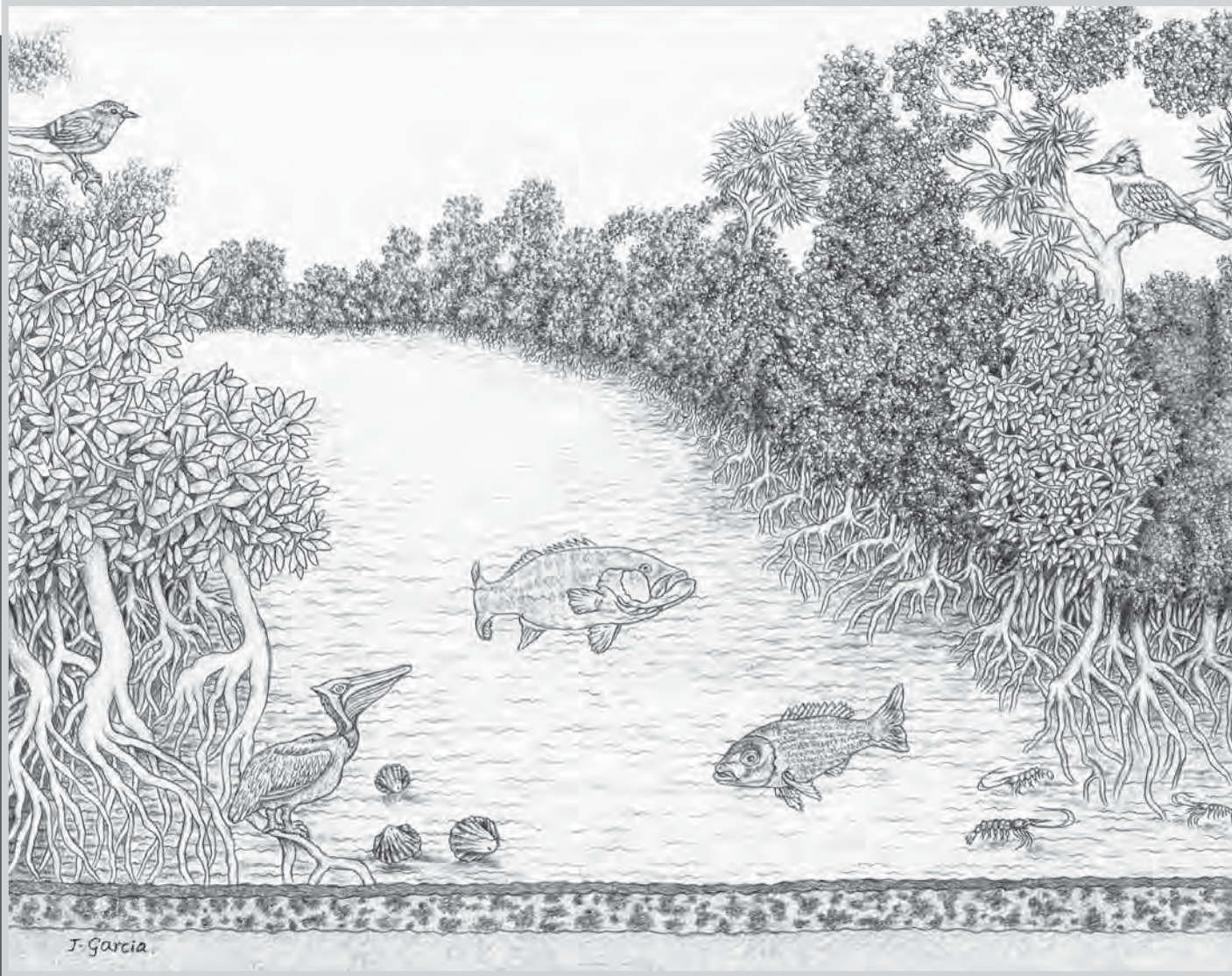


Ilustración: Juan García Arboleda

Los humedales

Son las zonas pantanosas que se hallan en los cursos medios y bajos de los grandes ríos. En muchas de ellas, permanentemente anegadas, situadas en medio del bosque húmedo tropical, se desarrollan formaciones boscosas de palmas y una densa maraña de lianas, por lo que localmente se las denomina palmares, pero también guandales, fangales o manguales. Algunas de las palmas más frecuentes en estos pantanos son el quitasol, la guángare, el táparo y el naidí. (Rivera, 2008).

Bosques de tierras bajas

De acuerdo con David Rivera (2008) es la imponente alfombra verde que cubre la mayor parte de la región. Aproximadamente el 77% de ella está ocupado por formaciones boscosas naturales, de las cuales el 55% se mantiene casi intacto. Estos bosques representan el 15% de la cobertura boscosa de Colombia y producen casi el 60% de la madera aserrada que se utiliza en el país.



La variabilidad que se presenta de un lugar a otro dificulta la caracterización de los tipos forestales, cuyo desarrollo responde generalmente a diferencias en la composición del suelo, a la humedad, al relieve y a perturbaciones históricas. Ciertas formaciones boscosas suelen repetirse en respuesta a patrones más o menos constantes, muchos de los cuales coinciden con nombres que les dan los pobladores de la región, según las especies dominantes, como guandales, cativales, natales, naidizales, sajales, etc. No obstante, la apariencia del bosque de las zonas bajas del Chocó biogeográfico no es muy distinta a la de los bosques húmedos tropicales que existen en otras partes del mundo.

Recomendaciones de manejo

La selva húmeda que recubre un gran porcentaje del andén Pacífico es el elemento estructural fundamental para la gestión sostenible del territorio y las propuestas de manejo adecuado del suelo. En este sentido, el suelo del Pacífico tiene diferentes matices en donde por un lado existen suelos arcillosos (suelo laterítico) que emergen de la interacción selva-clima-material parental y si alguno de los componentes de esta estructura análogamente “simbiótica” llegase a colapsar, en especial el componente vegetal de la selva, por algún proceso de deforestación o de intervención del hombre, el suelo quedará inservible por deshidratación y compactación; y por otro lado, existen también suelos arenosos constituidos por finos cuarzos, muy pobres en cuanto a nutrientes. Si se perdiera esa relación con el estrato arbóreo las áreas intervenidas de esta forma se convertirían en un desierto. La reflexión anterior indica que el sistema selva se autorregula y que la dinámica de deshoje y pudrimiento de la biomasa sobre la superficie del suelo, acompañada de la acción microbiana, de la meso y macrofauna inherentes al sistema, son el soporte de la sostenibilidad edáfica de la selva húmeda.

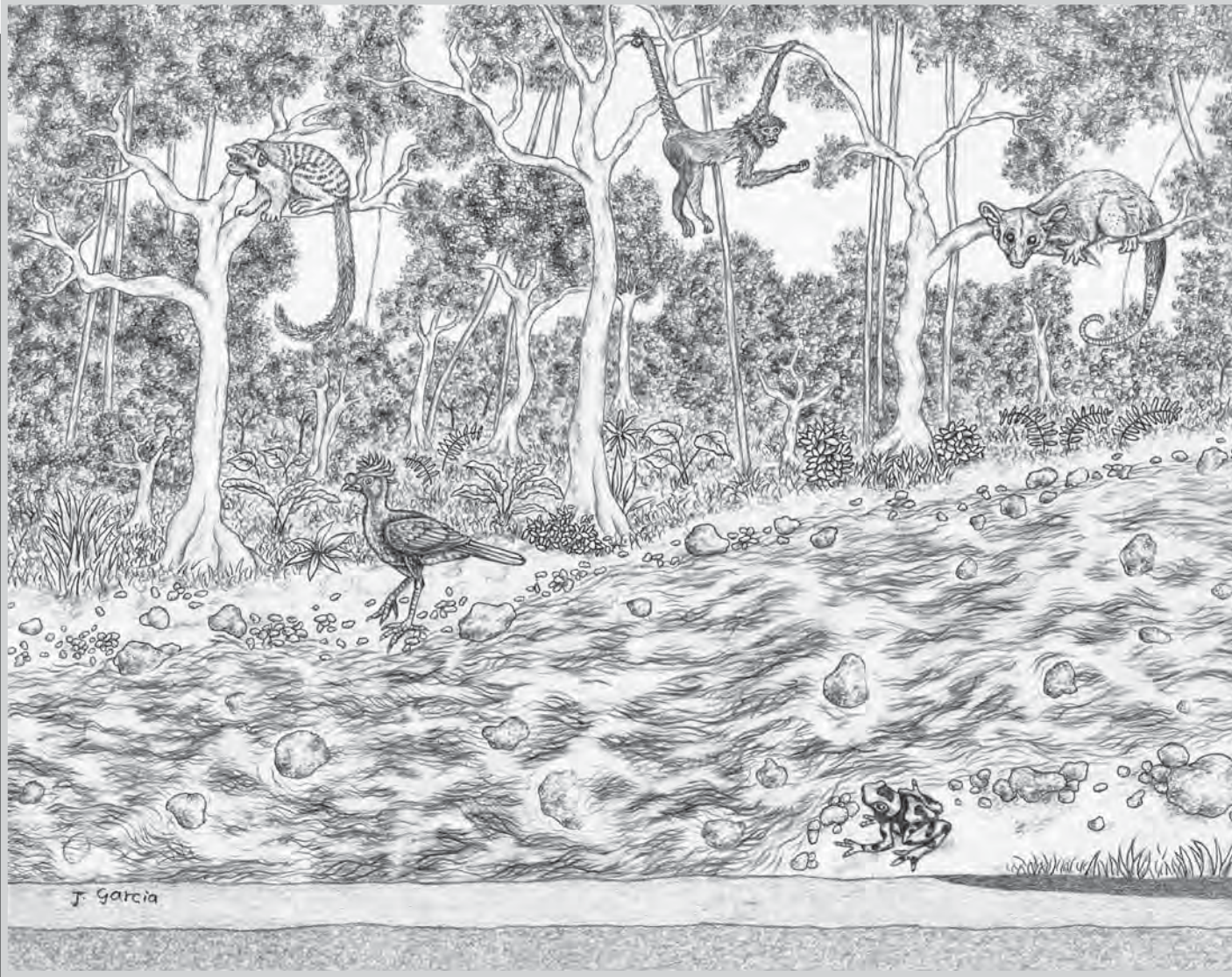


Ilustración: Juan García Arboleda



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.



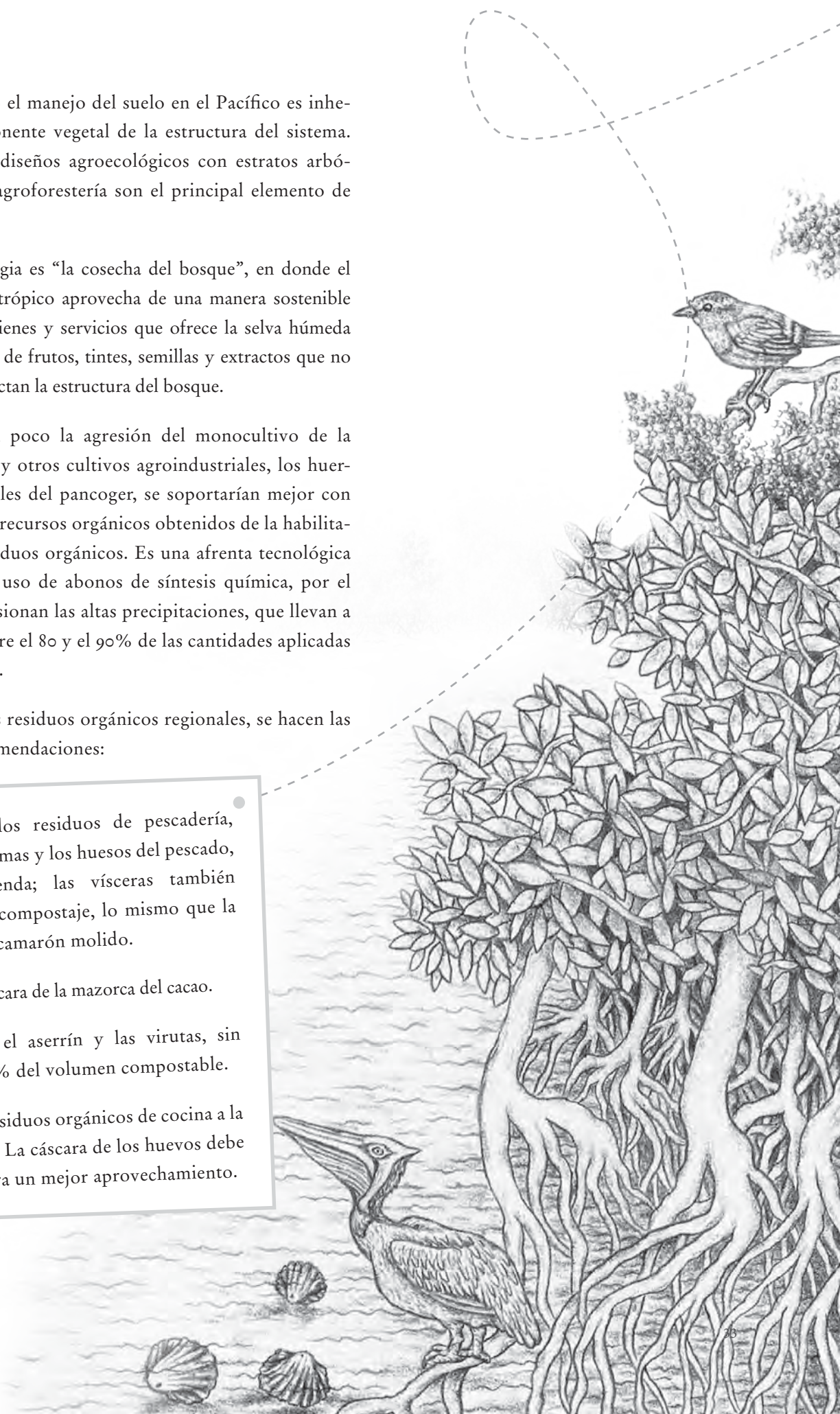
En este sentido el manejo del suelo en el Pacífico es inherente al componente vegetal de la estructura del sistema. Por tanto, los diseños agroecológicos con estratos arbóreos, como la agroforestería son el principal elemento de planificación.

La otra estrategia es “la cosecha del bosque”, en donde el componente antrópico aprovecha de una manera sostenible los diferentes bienes y servicios que ofrece la selva húmeda como es el caso de frutos, tintes, semillas y extractos que no deterioran o afectan la estructura del bosque.

Para frenar un poco la agresión del monocultivo de la palma africana y otros cultivos agroindustriales, los huertos habitacionales del pancoger, se soportarían mejor con la ayuda de los recursos orgánicos obtenidos de la habilitación de los residuos orgánicos. Es una afrenta tecnológica y ambiental el uso de abonos de síntesis química, por el lavado que ocasionan las altas precipitaciones, que llevan a pérdidas de entre el 80 y el 90% de las cantidades aplicadas de tales abonos.

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

- ▶ Aprovechar los residuos de pescadería, como las escamas y los huesos del pescado, previa molienda; las vísceras también pueden ir al compostaje, lo mismo que la cascarilla de camarón molido.
- ▶ Trocear la cáscara de la mazorca del cacao.
- ▶ Aprovechar el aserrín y las virutas, sin exceder el 5% del volumen compostable.
- ▶ Llevar los residuos orgánicos de cocina a la compostera. La cáscara de los huevos debe molerse, para un mejor aprovechamiento.



- ▶ Trocear los vástagos (raquis) de los racimos de plátano y otras musáceas.
- ▶ Concertar con los municipios el aprovechamiento de los residuos orgánicos de las plazas de mercado y los residuos del mantenimiento de prados.
- ▶ Moler la cascarilla de arroz, que no pase del 10% del volumen compostable.
- ▶ Como fuente de nitrógeno se puede utilizar follaje picado de anturio (*Anthurium formosum*)¹.

¹Fundación Espavé

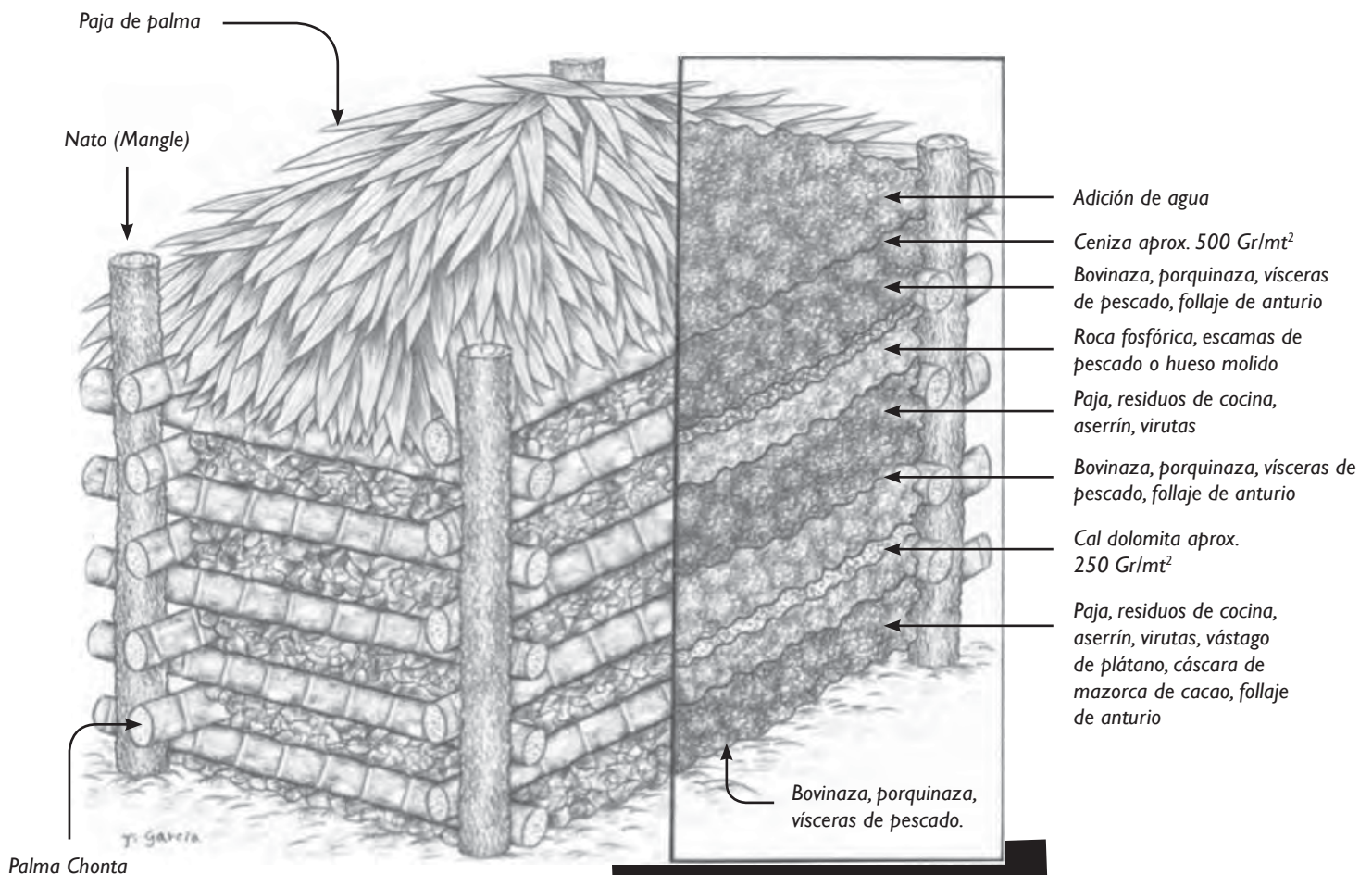


Ilustración: Juan García Arboleda

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 manera que al inicio de la mezcla total, este factor sea del orden de 25 a 30. Para el caso del andén Pacífico, de acuerdo con la disponibilidad de los residuos, las siguientes son algunas opciones de proporciones de mezcla, para guardar tal relación:



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

Residuo	Relación C/N	% N	% Humedad
Boñiga (1)	18	0.7	65
Fango digerido de río (2)	15	1.88	70
Paja de pastos (3)	45	0.2	45
Aserrín (4)	95.27	0.36	21.7
Gallinaza (5)	11.52	0.59	74.44

Mezclas opcionales

Mezcla	Cantidad		
(1)+(3)	1 Kg (1)	1.7 Kg (3)	
(2)+(3)	1 Kg (2)	5 Kg (3)	
(5)+(4)	1 Kg (5)	0.15 Kg (4)	
(2)+(3)+(4)	1 Kg (2)	1 Kg (3)	0.2 Kg (4)

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 del andén Pacífico: fósforo, en el caso de la roca fosfórica, derivados de la piscicultura. Este elemento 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.



Bibliografía

- ▶ Burbano, H. y Silva, F. (ed.). (2010). Ciencia del suelo. Principios básicos. Bogotá: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. 594 pág.
- ▶ 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.
- ▶ Mendivelso, D., Villota, H., y Pulido, M. C. (2009). Investigación integral del andén Pacífico colombiano. Bogotá, Colombia: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- ▶ Moral, R. y Moreno, J. (2008). Compostaje. Madrid: Aula Magna. 570 p.
- ▶ Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (1995). Suelos de Colombia. Bogotá, Colombia: IGAC.





Compartir saberes para tejer soluciones

Convenio SENA-Tropenbos

Formación en gestión ambiental
y cadenas productivas sostenibles

