



PRODUCCIÓN DE **BIOFERTILIZANTES** **EN FINCA**

Manual de Capacitación para Agricultores y Técnicos de Palma Aceitera

Solidaridad



Autor:

Ing. Carlos José López Castañeda

CIP: 390550

Equipo de revisión y edición:

Lesly Vera

Camila Garrido Lecca

Ariana Orrego-Villacorta

Diagramación:

Sandra Chavez

Solidaridad - Oficina Lima, Perú

Avenida Reducto 1310, Miraflores

<https://solidaridadlatam.org/>

©Solidaridad, 2026. Todos los derechos reservados.

El contenido de esta publicación podrá ser reproducido si se obtiene permiso de la organización y la fuente es reconocida.



OBJETIVO

Beneficios de los Biofertilizantes

- Entender cómo funciona el suelo.
- Aprender a producir y usar biofertilizantes correctamente.



Raíces sanas, palmas fuertes

Un suelo vivo sostiene el crecimiento y la producción.



Más vida microbiana

Los microorganismos transforman la materia orgánica y liberan nutrientes.



Nutrición sostenible

Mejor disponibilidad de nutrientes y mayor eficiencia en la fertilización.



Mejor estructura y retención de agua

Suelos aireados, con buena infiltración y retención que resisten sequías y lluvias intensas.



Mayor producción y rentabilidad

Suelos sanos, palmas productivas y aceite de calidad.



Edafología



Fertilidad del suelo



Compost regenerativo



MOB

(Microorganismos beneficios)



BIOL

(Fertilizante líquido)

1

EL SUELO: NO ES TIERRA, ES UN ORGANISMO VIVO

El suelo no es solo “**tierra**”. Es como un animal vivo debajo de nuestros pies.

Está formado por:



Minerales (arena, limo y arcilla)



Materia orgánica



Agua



Aire



Microorganismos

Si el suelo está sano, la planta está sana.
Si el suelo está enfermo, la planta se debilita.

LAS 3 PROPIEDADES DEL SUELO

2.1 PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO TEXTURA Y ESTRUCTURA

Bases de un suelo sano para palma aceitera

La textura determina el tamaño de las partículas del suelo, y la estructura cómo se agrupan esas partículas. Juntas controlan el aire, el agua y el crecimiento de la raíz.



1 Textura del Suelo

Es la proporción de arena, limo y arcilla. Determina la capacidad del suelo para retener agua y nutrientes, y su facilidad de manejo.

Clases de textura

Arenosa

- Predomina la arena
- Partículas grandes
- Drena muy rápido
- Baja retención de agua y nutrientes
- Baja fertilidad



Franco Arenosa

- Más arena que arcilla
- Drenaje rápido
- Retiene algo de agua
- Fertilidad baja a media



Franco

- Balance entre arena, limo y arcilla
- Buen drenaje y aireación
- Retención adecuada de agua y nutrientes
- Ideal para palma



Franco Arcillosa

- Más arcilla que arena
- Retiene bien el agua y nutrientes
- Buen potencial productivo
- Puede compactarse si se maneja mal



Arcillosa

- Predomina la arcilla
- Retiene alta de agua
- Drenaje lento
- Riesgo de compactación y asfixia de la raíz



¿Cómo conocer la textura?

Prueba del frasco:

1. Llene un frasco con suelo y agua.
2. Agite y deje reposar.
3. Las partículas se separan por tamaño.



Ideal para Palma Aceitera
Texturas francas o franco arcillosas con buen drenaje y buena retención de agua.

2 Estructura del suelo

Es la forma en que las partículas del suelo se agrupan en "agregados" o "migajas". Una buena estructura permite que el suelo respire, almacene y las raíces crezcan sin restricciones.

Tipo de estructura



Granular (deseable)

- Agregados pequeños y redondeados
- Buena aireación y drenaje
- Fácil penetración de raíces
- Alta actividad biológica



Bloquosa

- Agregados en bloques
- Drenaje y aireación moderados
- Puede mejorar con materia orgánica y biología



Laminar o compactada (no deseable)

- Capas planas y densas
- Mal drenaje y poca aireación
- Impide el crecimiento de raíces
- Favorece encharcamiento y erosión

¿Cómo lograr buena estructura?

 Aporte constante de materia orgánica (compost, mulch, raquis picado)

 Uso de microorganismos beneficios que forman agregados estables.

 Evitar compactación: no trabajar el suelo húmedo y controlar el tránsito.

 Mantener cobertura vegetal para proteger la estructura del suelo.

¿Por qué son importantes para la palma aceitera?



Mejor desarrollo de raíces

Un suelo suelto y con buena estructura permite raíces profundas y sanas.



Mayor eficiencia en agua y nutrientes

Un suelo retiene lo necesario y entrega a la planta cuando lo necesita.



Mayor resistencia a sequías y lluvias

Un suelo bien estructurado almacena agua en época seca y drena el exceso en lluvias.



Mayor producción y rentabilidad

Suelos con buena textura y estructura sostienen palmas más productivas por más años.

Señales de alerta en campo ⚠



Formación de costra superficial después de las lluvias.



Encharcamientos que duran varios días.



Dificultad para penetrar con pala o barra.



Raíces superficiales y poca exploración del suelo.



Palmas con bajo vigor, amarillamiento y baja producción.

Buenas prácticas para conservar textura y estructura ✓



Dejar rastrojos y raquis en el campo (no quemar).



Aplicar compost y enmiendas orgánicas.



Usar coberturas vegetales y leguminosas en las calles.



Manejar la escorrentía y evitar la erosión.



Controlar el tránsito de maquinaria, especialmente en suelos húmedos.



Aplicar MOB, biol o té de compost para mejorar la vida y estabilidad del suelo.



Suelo con buena textura y estructura = raíces sanas, palmas fuertes, mayor producción

¡Cuidemos hoy el suelo para cosechar mañana!



2.2 PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO PH, CIC Y ALUMINIO

Claves para una palma aceitera productiva

El pH, la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y el aluminio (Al^{3+}) determinan la disponibilidad de nutrientes y el desarrollo de las raíces de la palma.

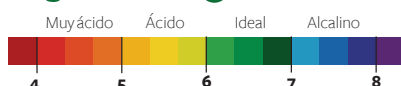


1 pH del Suelo

El pH indica qué tan ácido o alcalino es el suelo. Controla la disponibilidad de nutrientes y la actividad de los microorganismos.

RANGO IDEAL PARA PALMA ACEITERA

5.0 - 6.0 ✓ Ligeramente ácido



¿POR QUÉ ES IMPORTANTE?



En pH muy bajo (<5.0) los nutrientes esenciales (P, Ca, Mg, K) se vuelven menos disponibles.



La actividad de microorganismos benéficos disminuye en suelos muy ácidos o muy alcalinos.



Un pH adecuado favorece el desarrollo de raíces y la absorción de agua y nutrientes.

¿CÓMO MANEJAR EL pH?



ENCALADO

Aplicar cal agrícola o dolomita para elevar el pH y reducir la acidez.



MATERIA ORGÁNICA

El compost y los residuos vegetales ayudan a estabilizar el pH.



BUEN DRENAJE

Evitar encharcamientos que acidifican el suelo.

2 CIC del Suelo

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es la "capacidad del suelo para retener nutrientes" y ponerlos a disposición de las plantas.

RANGO IDEAL PARA PALMA ACEITERA

> 15 cmol(+)/kg

✓ A mayor CIC, mayor fertilidad.

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE?



Un suelo con buena CIC retiene mejor nutrientes como K, Ca, Mg y NH: evitando que se laven con la lluvia.



Mejora la eficiencia de los fertilizantes y reduce costos de producción.



Favorece el crecimiento continuo de la palma y mayores rendimientos de racimo.

¿CÓMO AUMENTAR LA CIC?



APLICAR MATERIA ORGÁNICA

Compost, estiércol, raquis picado y biochar aumentan la CIC.



CONSERVAR LA ARCILLA

Evitar la erosión y mantener cobertura vegetal.



BALANCEAR NUTRIENTES

Evitar excesos de K y Na que saturan la CIC y bloquean otros nutrientes.

3 Aluminio (Al^{3+})

En suelos ácidos (pH bajo), el aluminio se vuelve soluble y tóxico para las plantas, especialmente para las raíces.

RIESGO ALTO DE TOXICIDAD POR ALUMINIO

pH < 5.0

Al^{3+} soluble > 1 cmol(+)/kg

¿QUÉ PROBLEMAS CAUSA?



Inhibe el crecimiento de las raíces y reduce su capacidad de absorber agua y nutrientes.



Provoca amarillamiento, hojas pequeñas y menor crecimiento de la palma.



Reduce la producción y el peso de los racimos.

¿CÓMO MANEJAR EL ALUMINIO?



ENCALADO ADECUADO

Elevar el pH a 5.0 - 6.0 para precipitar el Al^{3+} y reducir su toxicidad.



APORTES DE CALCIO

El Ca desplaza al Al^{3+} de los sitios de intercambio y protege las raíces.



MATERIA ORGÁNICA Y MICROORGANISMOS

Mejoran la estructura del suelo y reducen el efecto tóxico del Al.

Relación entre pH, CIC y Aluminio

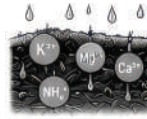
pH muy bajo (< 5.0)

Aumenta la solubilidad del Al^{3+} y reduce la CIC efectiva.



CIC bajo

El suelo no retiene bien los nutrientes, se lavan fácilmente y la palma no los aprovecha.



Resultado

Raíces débiles, palmas con bajo vigor y menor producción de racimos.



Beneficios de manejar bien el pH, La CIC y el Aluminio



Raíces sanas y profundas



Mejor absorción de nutrientes



Mayor eficiencia en el uso de fertilizantes



Palmas más fuertes y sanas



Mayores rendimientos de aceite

Buenas prácticas para conservar y mejorar pH, CIC y reducir Aluminio



Hacer análisis de suelo
Al menos cada 2 años para monitorear pH, CIC y Al.



Encalar según análisis
Usar la dosis correcta de cal o dolomita para corregir la acidez.



Aplicar materia orgánica
Compost, raquis picado, coberturas y bioinsumos mejoran el suelo.



Mejorar drenaje
Evitar echarcamientos y compactación del suelo.



Fertilizar balanceado
Aportar nutrientes según necesidades del cultivo y del suelo.



Suelo bien manejado, raíces fuertes, palmas productiva y rentable
¡Cuidemos hoy el suelo para cosechar por muchos años!



2.3 PROPIEDADES BIOLÓGICAS DEL SUELO

CONTENIDO DE MO, PH Y ACTIVIDAD MICROBIANA

Bases de un suelo vivo para una palma aceitera productiva

La materia orgánica alimenta a los microorganismos, el pH regula su actividad, y los microorganismos transforman nutrientes y protegen la raíz. **¡Un suelo vivo = raíces fuertes y más racimos!**



1 Materia contenido de orgánica (MO)

La MO es el alimento del suelo. Mejora su estructura, retención de agua, almacenamiento de nutrientes y soporte de la vida microbiana.

RANGO IDEAL PARA PALMA ACEITERA

3-6% (o más mejor)

Bajo (<3%) Medio (3-6%) Alto (>6%)

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE?

- Mejora la estructura del suelo y evita la compactación.
- Aumenta la retención de agua en época seca.
- Libera nutrientes gradualmente para la palma.
- Alimenta a los microorganismos beneficiosos.

¿CÓMO AUMENTAR LA MO?

- Aplicar compost, estiércol y residuos orgánicos.
- Dejar raquis, hojas y fibras bien distribuidos en el campo.
- Usar coberturas vegetales y leguminosas.
- Reducir la labranza y evitar quemas.

2 pH DEL SUELO

El pH controla la disponibilidad de nutrientes y la actividad de los microorganismos.

RANGO IDEAL PARA PALMA ACEITERA

5.0 - 6.0 (Ligeramente ácido)

Muy ácido (<4.5) Ácido (4.5-5.0) Ideal (5.0-6.0) Alcalino (>7.0)

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE?

- A pH adecuado, la palma absorbe mejor los nutrientes (N, P, K, Ca, Mg).
- Favorece la actividad microbiana benéfica en el suelo.
- Reduce la toxicidad por Al y Mn en suelos ácidos.
- Mejora el crecimiento de raíces y la producción de racimos.

¿CÓMO MANEJAR EL pH?

- ENCALAR:** aplicar cal agrícola o dolomita según análisis de suelo para elevar el pH y reducir Al y Mn tóxicos.
- APORTAR MATERIA ORGÁNICA:** compost, estiércol y coberturas ayudan a estabilizar el pH.
- MEJORAR DRENAJE:** evita suelos encharcados que acidifican el suelo.
- MONITOREAR:** hacer análisis de suelo cada 1 - 2 años.

3 Actividad microbiana del suelo

Los microorganismos son los trabajadores del suelo. Descomponen la materia orgánica, liberan nutrientes y protegen la raíz.

INDICADORES DE BUENA ACTIVIDAD MICROBIANA

- Descomposición rápida de residuos orgánicos.
- Olor a tierra fresca y color oscuro del suelo.
- Presencia de lombrices e insectos benéficos.
- Raíces blancas, activas y con pelos absorbentes.

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE?

- Recicla nutrientes y los pone disponibles para la palma.
- Protege la raíz contra enfermedades.
- Mejora la estructura del suelo y la infiltración de agua.
- Aumenta el vigor de la palma y la producción de aceite.

¿CÓMO FAVORECERLA?

- Aplicar bioinsumos: compost, biol, MOB, té de compost, micorrizas.
- Aportar materia orgánica de calidad regularmente.
- Evitar exceso de agroquímicos y quemas.
- Mantener el suelo cubierto y con humedad adecuada.

¿Como trabajan juntos?

MATERIA ORGÁNICA
Alimenta a los microorganismos y mejora la estructura del suelo.

pH ADECUADO
Permite que los nutrientes estén disponibles y los microorganismos trabajen mejor.

ACTIVIDAD MICROBIANA
Transforma la materia orgánica, libera nutrientes, protege la raíz y mejora todo el sistema suelo-planta.

RESULTADO
Raíces fuertes, palmas vigorosas, más racimos mayor producción de aceite.

¿Qué pasa cuando no se manejan bien?

MO BAJA (<3%)

- Suelo duro y compacto
- Poca retención de agua
- Pocos nutrientes disponibles
- Menos actividad microbiana
- Bajo rendimiento

pH MUY ÁCIDO (<5.0)

- Toxicidad por Al y Mn
- Bloqueo de nutrientes (P, Ca, Mg)
- Raíces cortas y dañadas
- Palmas débiles y amarillentas
- Menor producción

BAJA ACTIVIDAD MICROBIANA

- Lenta descomposición
- Acumulación de residuos
- Mayor riesgo de enfermedades
- Suelo sin vida
- Menos racimos y aceite

Buenas prácticas para un suelo biológicamente activo

Aplicar compost
y enmiendas orgánicas de calidad.

Usar coberturas vegetales
y leguminosas

Dejar residuos de poda y raquis
bien distribuidos

Encalar según análisis
para mantener pH 5.0 - 6.0

Mejorar drenaje
y manejar la humedad del suelo

Aplicar bioinsumos:
MOB, biol, té de compost, micorrizas

Reducir químicos
y no realizar quemas

Suelo vivo, raíces fuertes, palmas productivas y rentables
¡Cuidemos hoy el suelo para cosechar por muchos años!



3

EL PROBLEMA PRINCIPAL EN SELVA: SUELO ÁCIDO

En palma, muchos suelos tienen:

- pH entre 4.0 y 5.5.
- Aluminio alto.
- Poca disponibilidad de fósforo.

Cuando el suelo es muy ácido:

- Las raíces se queman.
- El aluminio daña la planta.
- La producción baja.

4

¿CÓMO MEJORAMOS UN SUELO ÁCIDO?

Con enmiendas:

- Cal agrícola
- Dolomita
- Yeso agrícola
- Compost

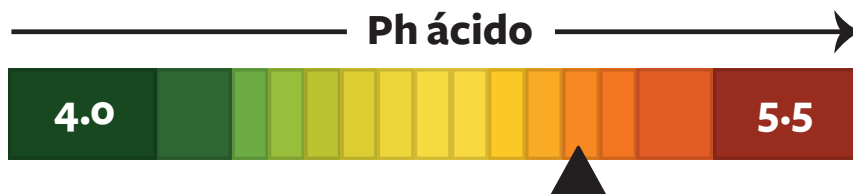
- La cal sube el pH.
- El yeso ayuda a mover el aluminio.
- El compost mejora todo el sistema.

*En el caso de la producción bajo certificación orgánica, solo se puede utilizar cal si su composición es de carbonato cálcico (cal agrícola) o de carbonato magnésico-cálcico.



DESAFÍOS DE SUELOS ÁCIDOS

EL PRINCIPAL PROBLEMA EN LA SELVA



Raíces quemadas y cortas

Tóxico Al^{3+} -> raíz principal dañada



Fósforo (P) retenido

Bloqueado y no disponible



Conclusión:
Subir el pH y desplazar el aluminio

Menos microorganismos

Baja actividad biológica



Producción reducida

Afecta especialmente Cacao y café





5 ELEMENTOS TÓXICOS PARA PALMA ACEITERA

En muchos suelos de la Amazonía, especialmente cuando el suelo es muy ácido o permanece mojado por mucho tiempo, algunos elementos que normalmente están en el suelo —como el aluminio, manganeso y hierro— pueden volverse dañinos para la palma aceitera. El primer lugar donde se nota el problema es en la raíz. Cuando la raíz se daña, la palma empieza a absorber menos agua y menos nutrientes, por lo que crece más lento, produce menos hojas nuevas y forma racimos más pequeños. En campo esto puede verse como palmas débiles, hojas amarillentas o manchadas y menor producción.

La buena noticia es que estos problemas sí se pueden manejar. Para suelos muy ácidos, aplicar cal o dolomita ayuda a bajar la toxicidad del aluminio y manganeso. Cuando el problema es exceso de agua, lo más importante es mejorar el drenaje, para que el suelo tenga más aire y la raíz pueda respirar. Además, aplicar compost regenerativo, biol, MOB o té de compost ayuda a mejorar la estructura del suelo, aumentar la vida microbiana y fortalecer las raíces. En palabras simples: si cuidamos el suelo, la raíz trabaja mejor; y si la raíz trabaja mejor, la palma produce más.

1 Aluminio (Al^{3+})

Se vuelve tóxico en suelos ácidos ($pH < 5.0$) y con alta acidez intercambiable.

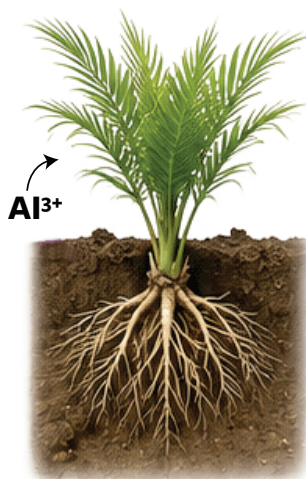
Problemas que causa

- Inhibe el crecimiento de raíces.
- Reduce la absorción de fósforo, calcio, magnesio y agua.
- Menor desarrollo vegetativo y producción de racimos.
- Mayor sensibilidad a sequía.



Síntomas en Palma

- Hojas más cortas y estrechas.
- Crecimiento lento, plantas enanas.
- Puntas de raíces engrosadas y café oscuro (si se observa en raicillas).



Prácticas de manejo



ENCALADO

Aplicar cal agrícola o dolomita para elevar el pH a 5.0 - 5.5 y reducir el Al intercambiable.



APORTE DE MATERIA ORGÁNICA

Usar compost, mulch, raquis picado o biochar para aumentar la CIC y completar el Al.



INOCULACIÓN MICROBIANA

Aplicar microorganismos beneficios (MOB, micorrizas) que mejoran el desarrollo radicular.



BUENA NUTRICIÓN

Asegurar Ca, Mg y P adecuados para competir con Al en las raíces.



MEJORAR DRENAJE

Evitar echarcamientos que acentúan la acidez y la toxicidad.

El encalado es la práctica más efectiva para reducir la toxicidad por Al



2 Magnesio (Mn^{2+})

Se vuelve tóxico en suelos ácidos ($pH < 5.0$) y con mal drenaje.

Problemas que causa

- Afecta la fotosíntesis y la respiración.
- Interfiere con la absorción de hierro, magnesio y calcio.
- Reduce el vigor, la producción y la calidad del racimo.
- Aumenta el estrés oxidativo en la planta.



Síntomas en Palma

- Manchas cloróticas o necróticas en hojas jóvenes (punteado).
- Hojas con franjas amarillas entre nervaduras.
- Bordes y puntas quemadas.

Mn^{2+}



Prácticas de manejo



ENCALADO

Elevar el pH a 5.0 - 5.5 para disminuir la solubilidad del Mn.



MATERIA ORGÁNICA Y COBERTURA

Aporta complejos orgánicos que inmovilizan el Mn y mejoran la estructura del suelo.



MEJORAR DRENAJE Y AIREACIÓN

Evitar suelos saturados de agua. Construir zanjas o drenajes si es necesario.



APORTE DE CA Y MG

El Ca y Mg compiten con el Mn en absorción por la planta.



NUTRICIÓN BALANCEADA

Mantener niveles adecuados de K y micronutrientes para reducir el impacto del Mn.

El control del pH, el drenaje y la materia orgánica son claves para manejar el exceso de Mn.

3 Hierro (Fe^{2+}/Fe^{3+})

Se vuelve tóxico en suelos mal drenados, encharcados o muy compactados (condiciones reductoras).

Problemas que causa

- En exceso, el Fe reduce la absorción de fósforo y otros nutrientes.
- Causa toxicidad radicular y clorosis.
- Reduce crecimiento y producción de racimos.
- Favorece enfermedades de raíz.



Síntomas en Palma

- Hojas amarillentas con nervaduras verdes (clorosis).
- Punteo café o manchas en hojas viejas.
- Raíces café, con poco crecimiento.

Fe^{2+}



Prácticas de manejo



MEJORAR DRENAJE

Eliminar encharcamientos. Construir drenes, zanjas y mantener canales limpios.



DESCOMPACTAR EL SUELO

Subsolar o laboreo profundo para mejorar la aireación y el movimiento del agua.



APORTE DE MATERIA ORGÁNICA

Mejora la estructura del suelo y reduce condiciones reductoras.



CAMAS O BORDOS ELEVADOS

En zonas muy húmedas, permite mejor drenaje de la zona radicular.



ENCALADO (si el pH es muy bajo)

Ajustar pH a 5.0 - 5.5 para mejorar disponibilidad y equilibrio del Fe.

Eliminar el exceso de agua y mejorar la aireación del suelo es la clave para controlar el Fe tóxico.



6

RESTITUCIÓN DE NUTRIENTES

La planta extrae nutrientes cada vez que cosechamos. Si no los devolvemos, el suelo se empobrece.

Ejemplo:

1 tonelada RFF de palma aceitera extrae aproximadamente:

- 2.8 - 3.2 kg de N
- 0.4 - 0.6 kg de K₂O
- 5.5 - 6.5 kg de CaO

**Si no reponemos, el suelo
pierde fertilidad cada año.**

7

¿QUÉ ES UN BIOFERTILIZANTE?

Es un producto natural que:

- Mejora el suelo
- Aporta microorganismos
- Ayuda a liberar nutrientes

Tenemos dos principales:

1. Compost regenerativo (sólido)
2. Consorcio microbiano (líquido)

COMPOST REGENERATIVO

(PASO A PASO SIMPLE)

COMPARACIÓN DE CALIDAD DE UNA PILA DE COMPOST REGENERATIVO

Una buena pila produce compost estable, lleno de vida y nutrientes para el suelo.
Una mala pila genera pérdidas de nutrientes, malos olores y un compost de baja calidad.

Buena pila de compost regenerativo

Manejo adecuado, equilibrio y condiciones óptimas = Compost de alta calidad

Materiales adecuados
 Mezcla balanceada de materiales verdes (nitrógeno) y marrones (carbono).

Humedad adecuada
 Humedad entre 50-60% al apretar con la mano salen 1-2 gotas de agua.

Aireación correcta
 Volteos regulares que se aseguran oxígeno y evitan compactación.

Temperatura adecuada
 Fase termofílica activa: 50 - 65 °C en el interior de la pila.

Sin malos olores
 Olor a tierra húmeda o bosque. No huele a podrido.

Gran diversidad de microorganismos beneficiosos que descomponen y transforman la materia orgánica.

Temperatura ideal: 55 - 65 °C (en el interior)

PILA ACTIVA BIEN MANEJADA

CARACTERÍSTICAS VISUALES DE UNA BUENA PILA

Color
 Marrón oscuro a chocolate.

Textura
 Suelta, granulosa con partículas diversas.

Materiales reconocibles
 Se distinguen trozos de paja, hojas, ramas parcialmente descompuestas.

Humedad
 Húmeda pero no mojada.

Actividad biológica
 Presencia de lombrices, hongos blancos, actinomicetos y otros organismos.

Resultado: Compost estable, nutritivo y lleno de vida para el suelo y las plantas.

Mala pila de compost regenerativo

Manejo inadecuado, desequilibrio y falta de condiciones = Compost de baja calidad

Materiales inadecuados
 Exceso de verdes o de estiércol fresco, restos de comida, plásticos y materiales no compostables.

Humedad excesiva o insuficiente
 Muy mojada (chorrea agua) o muy seca (polvorienta).

Aireación deficiente
 Sin volteos, compactada, sin oxígeno.

Temperatura inadecuada
 No alcanza la fase termofílica o se calienta demasiado y luego se enfría rápidamente.

Malos olores
 Olor a podrido, amoníaco, ácido sulfhídrico o cloaca.

Baja vida microbiana
 Predominio de microorganismos patógenos y fermentaciones anaeróbicas.

Temperatura muy baja o excesivamente alta (>70 °C y luego cae)

PILA MAL MANEJADA PROBLEMAS

CARACTERÍSTICAS VISUALES DE UNA MALA PILA

Color
 Negro brillante, grisáceo o con manchas verdosas.

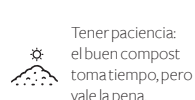
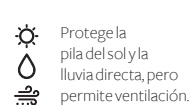
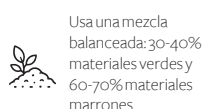
Textura
 Compacta, lodosa o muy fibrosa sin descomponer.

Materiales reconocibles
 Restos de comida enteros, plásticos, vidrios o materiales aún frescos.

Humedad
 Muy mojada y encharcada o muy seca.

Actividad biológica
 Ausencia de lombrices, hongos beneficiosos y vida visible.

Resultado: Compost inestable, de baja calidad y puede dañar el suelo y las plantas.



Etapas:

1. Mezclar residuos y estiércol.
2. Mantener humedad (20-30%).
3. Voltear cada 3-5 días.
4. Alcanzar 55-70 °C.
5. Curar hasta que esté a temperatura ambiente.

¿Cómo saber si está listo?

- No está caliente.
- No tiene olor fuerte (huele a tierra).
- Color oscuro.

¡Atención!

Compost inmaduro puede quemar la planta.

MOB - CONSORCIO MICROBIANO (FERMENTO LÍQUIDO)

COMPARACIÓN DE CALIDAD DE MOB

La calidad del MOB depende de una buena fermentación y de una alta población de microorganismos benéficos.

✓ MOB bien fermentado

Fermentación correcta, alta carga microbiana y producto estable



Color

Marrón a anaranjado (transparente a ligeramente turbio).



Aroma

A fermento dulce (similar a fruta madura o panificación).



Espuma

Puede presentar espuma fina y persistente.



Superficie

Presencia de partículas blancas o escarchas blanquecinas.



pH

Menor a 4.5 (ácido).



Microorganismos

Alta diversidad y abundancia de microorganismos benéficos (bacterias ácido lácticas, levaduras, hongos benéficos etc.).

CARACTERÍSTICAS VISUALES DEL MOB BIEN FERMENTADO

Color

Marrón a anaranjado



Aroma

A fermento dulce



Superficie

Con partículas blancas o escarchas



Espuma

Fina y persistente



pH

Menor a 4.5 (ácido)



MOB estable, con alta población microbiana y gran capacidad de beneficio para las plantas y el suelo.

X MOB mal fermentado

Fermentación defectuosa, baja microbiana y producto inestable



Color

Marrón sucio, grisáceo u oscuro (turbio).



Aroma

Podrido, putrefacto, sulfhídrico o a cloaca.



Espuma

Espuma gruesa, inestable o de color oscuro.



Superficie

Sin escarchas blancas. Puede presentar película oscura o nata.



pH

Mayor a 7 (alcalino).



Microorganismos

Baja diversidad y presencia de microorganismos indeseables (bacterias putrefactivas, patógenas, etc.).

CARACTERÍSTICAS VISUALES DEL MOB MAL FERMENTADO

Color

Marrón sucio, grisáceo u oscuro



Aroma

Podrido, putrefacto



Superficie

Sin escarchas blancas, puede tener película oscura



Espuma

Gruesa, inestable o de color oscuro



pH

Mayor a 7 (alcalino)



MOB inestable, con baja o nula población microbiana benéfica y sin beneficios para las plantas. Puede causar problemas en el suelo y el cultivo.



RECOMENDACIONES



Usa ingredientes de calidad y agua sin cloro.



Mantén una buena mezcla y agitaciones periódicas.



Fermenta en lugar sombreado limpio y ventilado.



Usa el MOB en el tiempo recomendado (2 a 3 meses).

Un buen manejo = microorganismos vivos y beneficiosos.

Fórmula base:¹

- Agua 70%
- Azúcar 10-15%
- Residuo vegetal 15%
- Activador 0.5% (opcional)
- Sal 0.5% (opcional)

¹Nota: Todas las proporciones son en peso (kg).

Pasos:

1. Seleccionar residuos vegetales frescos.
2. Picar el material vegetal en trozos de 1 a 3 cm.
3. Disolver el azúcar en parte del agua.
4. Incorporar el residuo vegetal.
5. Completar con agua hasta el volumen final.
6. Agregar activador y sal si se usan.
7. Mezclar intensamente.
8. Fermentar en sombra durante 7 a 14 días, agitando diariamente.
9. Filtrar y almacenar.

COMPARACIÓN DE SISTEMAS PARA PRODUCIR BIOL

Un buen sistema asegura un Biol de calidad y estable. Un sistema mal hecho genera un Biol de baja calidad e inestable.



Sistema bien hecho

Diseñado para la calidad, estabilidad y facilidad de manejo



Tanque adecuado

Tanque plástico grado alimentario de 200 litros con tapa hermética.



Sistema cerrado con salida de gas

Permite la liberación de CO₂ y otros gases sin entrada de aire.



Materiales limpios y de calidad

Agua sin cloro, insumos frescos y herramientas limpias.



Mezcla y agitación

Mezcla homogénea y agitaciones periódicas (diarias o cada 2 días).



Ubicación adecuada

Lugar sombreado, protegido y ventilado.



Manejo responsable

Registro de fechas e insumos. Higiene siempre.



CARACTERÍSTICAS DE UN BIOL DE CALIDAD

Color

Marrón oscuro o casi negro



Aroma

A compost o ligeramente a estiércol



Espuma

Presente, fina y persistente



pH

Mayor a 7 (alcalino)



BIOL estable, nutritivo y efectivo para las plantas y el suelo.



Sistema mal hecho

Improvisado, expuesto a contaminación y difícil de manejar



Tanque inadecuado

Tanque usado, sucio o no apto para alimentos.



Sin sistema de salida de gas

No permite la salida de gases, se genera presión y malos olores.



Materiales contaminados

Agua clorada o sucia, insumos en mal estado, herramientas contaminadas.



Mezcla deficiente

No se agita o se hace muy poco, la fermentación es irregular.



Exposición inadecuadas

Al sol y lluvia, temperaturas extremas que dañan el proceso.



Manejo descuidado

Sin registro, sin limpieza, sin control.



CARACTERÍSTICAS DE UN BIOL DE BAJA CALIDAD

Color

Grisáceo, claro o verdoso



Aroma

Desagradable, fétido a podrido o putrefacción



Espuma

Escasa, gruesa o inexistente



pH

Variable e inestable



BIOL inestable, de bajo valor nutritivo y puede dañar las plantas y el suelo



RECOMENDACIONES

La calidad del Biol depende más del manejo y del sistema que de la cantidad de insumos que uses.



Mejor para las plantas



Mejor para el suelo



Más resistente



Más rentable

Fórmula base: ²

- Agua 80%
- Estiércol 10%
- Residuo vegetal 10%
- Fuente de azúcar 3% (opcional)

²Nota: Todas las proporciones son en peso (kg).

Pasos:

1. Colocar parte del agua en el tanque.
2. Incorporar el estiércol y homogeneizar.
3. Agregar el residuo vegetal picado.
4. Disolver y añadir la fuente de azúcar si se utiliza.
5. Completar con agua.
6. Fermentar en sistema semiabierto o anaerobio durante 30 a 45 días.
7. Filtrar y almacenar.

COMPARACIÓN DE CALIDAD DE TÉ DE COMPOST

Un buen té de compost aporta vida al suelo y a las plantas. Un mal té de compost puede causar más daño que beneficio.



Té de Compost bien hecho

Aireado correctamente con insumos y compost de calidad



Color

Marrón a ámbar, transparente.



Aroma

A tierra fresca, a bosque, a compost.



Espuma

Espuma ligera, fina y persistente.



Superficie

Con pequeñas burbujas finas, agua viva y en movimiento.



pH

Menor a 6,5 (ligeramente ácido).



Usa compost maduro y de buena calidad, agua sin cloro, aireación constante y tiempo adecuado (24 - 36 h).



Microorganismos

Alta diversidad y abundancia de microorganismos benéficos (bacterias, hongos, actinomicetos, protozoos, algas, etc.).

CARACTERÍSTICAS VISUALES DE UN TÉ DE COMPOST BIEN HECHO

Color

Marrón a ámbar, transparente



Aroma

A tierra fresca, a compost



Superficie

Burbujas finas y agua en movimiento



Espuma

Fina, ligera y persistente



pH

Menor a 6,5 (ligeramente ácido)



Té de compost de alta calidad =

Más vida para el suelo y mejores plantas.



Té de Compost mal hecho

Manejo inadecuado, falta de aireación o insumos de baja calidad



Color

Marrón oscuro, grisáceo, turbio u opaco.



Aroma

Podrido, a cloaca, sulfhídrico o fétido.



Espuma

Espuma gruesa, sucia, inestable o con mal olor.



Superficie

Película aceitosa, nata o costras. Agua estancada sin movimiento.



pH

Mayor a 7 (alcalino).



Falta de aireación, uso de compost inmaduro, agua clorada o tiempo excesivo (> 48 h) generan fermentación indeseada.



Microorganismos

Baja diversidad y presencia de microorganismos indeseables (bacterias putrefactivas, patógenas, algas nocivas, etc.).

CARACTERÍSTICAS VISUALES DE UN TÉ DE COMPOST MAL HECHO

Color

Marrón oscuro, grisáceo u opaco



Aroma

Podrido, a cloaca, sulfhídrico



Superficie

Película, nata o costras



Espuma

Gruesa, sucia e inestable



pH

Mayor a 7 (alcalino)



Té de compost de baja calidad =

Puede dañar el suelo y las plantas.



RECOMENDACIONES



Usa compost maduro y de buena calidad.



Usa agua sin cloro (dejar reposar 24 h o desdorar).



Airea constantemente 24 - 36 horas.



Usa el té fresco, no guardarlo por más de 24 horas.



Aplicarlo antes posible, preferiblemente el mismo día de su preparación.

Un buen té de compost es un alimento para la vida del suelo y de tus cultivos.

Fórmula base:³

- Agua 80%
- Compost 20%
- Fuente de azúcar 1% (opcional)

³Nota: Todas las proporciones son en peso (kg).

Pasos:

1. Colocar parte del agua en el tanque.
2. Incorporar el compost.
3. Disolver y añadir la fuente de azúcar si se utiliza.
4. Completar con agua.
5. Fermentar en sistema semiabierto 24-48 horas.
6. Filtrar y almacenar.



FERTILIZANTE QUÍMICO VS BIOFERTILIZANTE

Químico

Actúa rápido

Aporta nutrientes específicos

No mejora estructura

Puede acidificar

Biofertilizante

Actúa más lento

Mejora todo el suelo

Mejora estructura

Ayuda a equilibrar

- Lo ideal no es escoger uno u otro.
- Lo ideal es usar ambos inteligentemente.

Mensajes clave para recordar:

- El suelo es un sistema vivo.
- Sin materia orgánica no hay fertilidad sostenible.
- El pH ácido es el principal problema en selva.
- El compost mejora estructura y biología.
- El consorcio activa la vida del suelo.
- La fertilización debe reponer lo que la planta extrae.

Conclusión:

- Maneja pH: Aplica enmiendas.
- Incrementa materia orgánica del suelo:
Aplica compost maduro.
- Activa suelo: con consorcios microbianos
(Biol, MOB, té de compost, etc.).
- Repone nutrientes correctamente.

Anexo 1

RESTITUCIÓN DE NUTRIENTES

La fertilización debe reponer lo que el cultivo extrae:

Tabla 1: Extracción de cultivos de cacao y palma aceitera

Nutrientes	Cacao (1 tonelada cacao seco)	Palma aceitera (1 tonelada RFF)
N	20 – 25 kg	2.8 – 3.2 kg
P ₂ O ₅	8 – 10 kg	0.4 – 0.6 kg
K ₂ O	40 – 45 kg	5.5 – 6.5 kg
CaO	10 – 15 kg	0.8 – 1.2 kg
MgO	6 – 8 kg	0.7 – 0.9 kg
S	5 – 6 kg	0.5 – 0.7 kg
Cl	— (no aplica como extracción relevante)	2 – 3 kg
Boro (B)	30 – 50 g	6 – 10 g

Anexo 2

Tabla 2. Comparativo entre fertilizante químico y biofertilizante

Aspecto	Fertilizante químico	Compost regenerativo / Consorcio microbiano
Origen	Sintético, industrial	Orgánico, biológico
Velocidad de respuesta	Rápida, inmediata	Más lenta pero sostenida
Aporte de nutrientes	Alta concentración específica	Menor concentración pero multidimensional
Efecto en suelo	Puede acidificar y no mejora estructura	Mejora estructura, CIC y biología
Microorganismos	No aporta	Aporta y estimula microbiota benéfica
Riesgo ambiental	Lixiviación, contaminación de aguas	Riesgo bajo, si está bien elaborado
Rol ideal	Corrección puntual de deficiencias	Base para un suelo vivo y resiliente
Relación con Cd	Algunos fosfatos pueden aportar Cd	Compost bien hecho tiende a inmovilizar Cd

Fertilizante químico:

- Rápida respuesta.
- Alta concentración.
- No mejora las propiedades del suelo.

Biofertilizante:

- Mejora estructura, CIC y biología.
- Aumenta retención de agua.
- Contribuye a inmovilización de metales pesados.



Anexo 3

Cuadro comparativo: Compost regenerativo vs MOB vs Biol vs Té de compost

Producto	Principal aporte al suelo	Principal aporte al cultivo de palma	Dosis referencial anual
Compost regenerativo	Aporta materia orgánica estable, mejora estructura, porosidad, retención de agua, CIC y vida microbiana. Incrementa reserva de nutrientes y amortigua acidez.	Favorece desarrollo radicular, mejora eficiencia de fertilización mineral, reduce compactación y mejora absorción de K, Mg y Ca (muy importantes en palma).	20–40 kg/palma/año (3–6 t/ha/año), dividido en 1–2 aplicaciones.
MOB	Inocula microorganismos benéficos (bacterias, levaduras, hongos), acelera mineralización y reciclaje de residuos orgánicos.	Mejora la actividad biológica de la rizósfera, acelera descomposición de mulch, raquis y residuos de poda. Ayuda a “activar” el suelo.	2–4 aplicaciones/año de 2–5 L/ha por aplicación (diluido).
Biol	Aporta nutrientes solubles, metabolitos microbianos, aminoácidos y compuestos bioactivos. Actúa como bioestimulante y fertilizante líquido.	Estimula brotamiento, vigor vegetativo y recuperación post-estrés. Puede complementar demanda de N, K y micronutrientes.	10–25 L/ha/aplicación, 4–8 aplicaciones/año (40–150 L/ha/año).
Té de compost	Extrae microorganismos y compuestos solubles del compost maduro; aumenta diversidad biológica del suelo y superficie radicular.	Mejora salud radicular, competencia contra patógenos y eficiencia biológica del compost ya aplicado. Muy útil en viveros y establecimiento.	20–40 L/ha/aplicación, 3–6 aplicaciones/año (60–240 L/ha/año).

- Compost > reconstruye el suelo
- MOB > activa biología
- Biol > estimula crecimiento
- Té de compost > refuerza microbiología



PREGUNTAS FRECUENTES (FAQ) SOBRE SUELO Y BIOFERTILIZANTES

SECCIÓN 1: SUELO, EDAFOLOGÍA Y FERTILIDAD

1. ¿Qué es el suelo desde el punto de vista agronómico?

El suelo es un sistema vivo compuesto por partículas minerales (arena, limo, arcilla), materia orgánica, aire, agua y microorganismos. Su funcionamiento depende del equilibrio entre sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

2. ¿Por qué se dice que el suelo está vivo?

Porque contiene millones de microorganismos (bacterias, hongos, actinobacterias, protozoos) que transforman nutrientes, descomponen residuos, forman agregados y permiten que las raíces absorban agua y nutrientes.

3. ¿Qué es la textura del suelo y por qué importa?

Es la proporción de arena, limo y arcilla.

- Los suelos arenosos drenan rápido.
- Los arcillosos retienen más agua pero se compactan.
- Los franco son equilibrados.

La textura influye en retención de agua, aireación, CIC y desarrollo radicular.

4. ¿Qué es la estructura del suelo?

Es la forma en que se agrupan las partículas para formar agregados. Una buena estructura mejora infiltración, aireación, actividad microbiana y resistencia a la erosión. El compost es uno de los mejores mejoradores de estructura.

5. ¿Qué es la CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico)?

Es la “bodega de nutrientes” del suelo.

Indica cuánta carga negativa tiene el suelo para retener cationes como Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} y NH_4^{+} .

A mayor CIC, más fértil y resistente a la lixiviación. Es la “bodega de nutrientes” del suelo.

6. ¿Qué significa que un suelo tenga pH ácido o alcalino?

- pH bajo (<5.5): ácido > limitación de P, Ca, Mg; incremento de Al^{3+} .
- pH óptimo (5.5–6.8): mejor disponibilidad nutrimental.

pH alto (>7.5): deficiencias de Fe, Zn y Mn.

En la selva, el principal problema es el pH ácido con aluminio tóxico.

7. ¿Por qué el aluminio (Al^{3+}) es tóxico para las plantas?

Porque quema los ápices radiculares, acorta la raíz principal y reduce absorción de P, Ca, Mg.

Cultivos como cacao y café son muy sensibles.



8. ¿Cómo se corrige la acidez del suelo?

Mediante la aplicación de enmiendas calcáreas como:

- Cal agrícola (CaCO_3)
- Dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)
- Yeso agrícola ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) – útil para desplazar aluminio.

9. ¿Qué es la materia orgánica y por qué es tan importante?

Es la fracción orgánica del suelo (restos, humus, microorganismos).

Mejora:

- CIC
- Estructura
- Retención de agua
- Actividad microbiana
- Disponibilidad de nutrientes
- Capacidad de amortiguar pH

Es el “corazón” del suelo.

10. ¿Qué son los metales pesados?

Son elementos que pueden ser tóxicos a bajas concentraciones.

Factores que aumentan la incidencia de metales pesados:

- pH bajo
- Bajo Ca y Zn
- Baja materia orgánica

Suelos de la geología local

Manejo: subir pH, aplicar compost maduro, aportar Ca/Zn, evitar fosfatos contaminados.

11. ¿Qué significa “restitución de nutrientes”?

Reposición de los nutrientes que el cultivo extrae por cosecha y crecimiento.

Ejemplo: La palma aceitera extrae aprox. por tonelada seca:

- N: 3 kg
- P_2O_5 : 0.5 kg
- K_2O : 6 kg
- CaO: 1.5 kg
- Mg: 1 kg
- S: 0.5 kg

La fertilización debe reponerlos para mantener la fertilidad a largo plazo.

12. ¿Cuál es la diferencia entre un suelo degradado y uno sano?

Suelo degradado	Suelo sano
Compactado	Con estructura granular
pH ácido, Al^{3+} alto	pH óptimo, baja toxicidad
Pobre en MO	Rica en MO
Baja actividad microbiana	Alta vida del suelo
Menos raíces	Raíz profunda y activa

El biofertilizante ayuda a pasar de un estado al otro.

SECCIÓN 2: BIOFERTILIZANTES (COMPOST Y CONSORCIOS MICROBIANOS)

13. ¿Qué es un biofertilizante?

Es un producto biológico, sólido o líquido, que aporta materia orgánica, microorganismos benéficos o ambos, mejorando la fertilidad del suelo y la absorción de nutrientes.

14. ¿Qué diferencia hay entre compost y consorcio microbiano?

Apecto	Compost	Consortio microbiano
Estado	Sólido	Líquido
Contenido	Materia orgánica estabilizada	Microorganismos vivos y extractos húmicos
Función	Mejora física, química y biológica	Activa microbiología y acelera descomposición
Uso	En suelo y hoyo de plantación	En pilas, suelo y riego

Son productos complementarios, no excluyentes.

15. ¿Qué materiales sirven para hacer compost regenerativo?

- Residuos de palma aceitera.
- Cáscara de cacao
- Pulpa de café
- Restos de cosecha
- Estiércol
- Pajas, hojas secas
- Biochar (opcional)

Deben estar libres de plástico y químicos.

16. ¿Cuáles son las etapas del compost regenerativo?

1. Acopio y mezcla
2. Oxidación con riegos
3. Termofilia (55–70 °C)
4. Curado (35–55 °C)
5. Molienda y tamizado
6. Envasado y almacenamiento

17. ¿Cómo sé si el compost está listo?

- Está a temperatura ambiente
- Olor a tierra, no a amoníaco
- Color oscuro homogéneo
- Textura suelta
- Humedad 18–22 %





18. ¿Cuál es el error más común haciendo compost?

Exceso de humedad, lo que genera mal olor, anaerobiosis y pérdida de nutrientes. El segundo error es no voltear.

19. ¿Para qué sirve el consorcio microbiano?

- Activar pilas de compost
- Mejorar disponibilidad de nutrientes
- Estimular raíces
- Acelerar la descomposición de residuos
- Recuperar suelos degradados

20. ¿Cómo se produce un consorcio microbiano?

Ingredientes base (70% agua, 15% melaza, 15% vegetales), más hígado y sal.

Se fermenta 1–3 semanas hasta lograr pH 3,5–4,5.

Luego se filtra y envasa.

21. ¿En qué casos se recomienda usar consorcio microbiano?

- Suelo degradado
- Compost lento
- Siembra de cacao/café
- Recuperación post-inundación
- Post-estiaje para reactivar suelos

22. ¿Se puede usar solo biofertilizante sin fertilizante químico?

Depende del rendimiento esperado.

- Para cacao y café, la base orgánica es clave, pero para altas productividades se necesita restitución mineral (N, K, Ca, Mg).
- Lo ideal: suelo vivo + fertilización racional.

23. ¿Cuál es la dosis típica de compost en cacao y café?

- Establecimiento: 3–5 kg por planta
- Mantenimiento: 2–4 kg por planta/año

24. ¿Cuánta cantidad de consorcio se aplica al suelo?

- Entre 2–4 L/ha diluidos en 200–400 L de agua
- Como activador de compost: 5–10 L/ton de material

25. ¿El compost puede elevar el pH del suelo?

Sí, contribuye a amortiguar acidez y, con el tiempo, subir ligeramente el pH.

Pero para subir pH significativamente se requiere cal o dolomita.

26. ¿Se puede quemar una planta con compost?

Sí, si el compost está inmaduro (caliente, amoniacal).

El compost maduro no quema.

27. ¿Se puede usar estiércol fresco directamente?

No se recomienda.

Puede causar:

- Quemaduras por amonio
- Incremento de patógenos
- Aumento del Cd disponible
- Pérdida de raíces finas

El estiércol debe compostarse primero.

28. ¿Por qué se fermenta en recipientes cerrados el consorcio microbiano?

Para mantener un ambiente anaeróbico controlado donde prosperan las bacterias acidolácticas y otros microorganismos benéficos responsables del producto final.

29. ¿Qué pasa si el pH del consorcio no baja?

Ocurre cuando:

- Falta melaza
- Material no fue picado
- Temperatura baja
- Agua clorada
- Contaminación química

Debe corregirse, agregar melaza y continuar la fermentación.

30. ¿Qué síntomas indican que algo salió mal en el consorcio?

- Olor a huevo podrido
- Color grisáceo o negro sucio
- Espuma excesiva
- pH por encima de 5.0

Significa contaminación anaeróbica de putrefacción.

Debe descartarse.

31. ¿Cuáles son los beneficios reales de un suelo con buena biología?

- Menos enfermedades
- Mejor estructura
- Más raíces finas
- Mayor eficiencia de fertilizantes
- Mayor resiliencia al estrés hídrico
- Liberación continua de nutrientes

32. ¿El biofertilizante reemplaza totalmente a la cal o dolomita?

No. El biofertilizante mejora biología y estructura, pero no neutraliza acidez ni reduce aluminio.

Se debe usar en conjunto con enmiendas calcáreas.

33. ¿Qué herramienta necesita sí o sí un agricultor que va a producir compost?

Un termómetro de compost (40–90 °C).

Sin él, no hay control de sanitización ni de madurez.

34. ¿Cuánto tiempo toma producir compost regenerativo?

Entre 6 y 10 semanas, dependiendo de:

- Tipo de materiales
- Lluvias
- Frecuencia de volteos
- Manejo de humedad





Solidaridad

