

CARTILLA TÉCNICA SOBRE

MANEJO NUTRICIONAL DEL CACAO

FEDERACION NACIONAL DE CACAOTEROS
FONDO NACIONAL DEL CACAO



FEDERACION NACIONAL DE CACAOTEROS
FONDO NACIONAL DEL CACAO

CARTILLA TÉCNICA SOBRE

MANEJO NUTRICIONAL DEL CACAO

Calle 31 # 17-27 Teusaquillo
Bogotá D.C
PBX: (601) 3273000
www.fedecacao.com.co

FEDERACION NACIONAL DE CACAOTEROS
FONDO NACIONAL DEL CACAO

CARTILLA TÉCNICA SOBRE MANEJO NUTRICIONAL DEL CACAO

CÓDIGO ISBN
xxxxxxxxxx

AUTORES
Oscar Darío Ramírez

COLABORADORES
María Victoria Correa
Annie Soraya María Zamora Pulecio
Henry Silva Vega

EDICIÓN Y REVISIÓN
FNC - MNC - 001

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN
Javier Nieto
Vector Creativo

Bogotá, Colombia

Fedecacao

©2025

FEDERACIÓN NACIONAL DE CACAOTEROS

Eduard Baquero López
Presidente Ejecutivo

Luis Eduardo López
Gerente Técnico

Nubia Stella Guerrero
Gerente Administrativa

JUNTA DIRECTIVA 2025

Evelio de Jesus Gonzales Agudelo
Presidente Junta Directiva Antioquia

Dagoberto Ortiz Bermeo
Vicepresidente Tolima

Elda Esneda Daza Piedrahita
Principal Arauca

Guillermo Herreño Sedano
Principal Santander

Marco Tulio Caupaz Ledesma
Principal Huila

Noe Mantilla Rodriguez
Principal Santander

Sotero Arenas Pico
Principal Santander

Isaias Alvarez Ramirez
Principal Santander

Cesar Augusto Jaramillo Muñoz
Principal Antioquia

Sandra Catalina Lancheros Ortega
Principal Boyacá

Contenido

01 Introducción 4

02 Conceptos generales del suelo 6

03 Los análisis de laboratorio 16

04 Requerimientos nutricionales para el cultivo de cacao 25

05 Minerales en la nutrición del cacao 34

06 Costos de implementación de un modelo de manejo nutricional en cacao 41

07 Calendario de Actividades para la Fertilización del Cultivo de Cacao 50

08 Referencias 52

1 Introducción



La Presidencia Ejecutiva, junto con las Gerencias Técnica y Administrativa de la Federación Nacional de Cacaoteros (FEDECACAO) y el Fondo Nacional del Cacao, se complacen en presentar a todos los cacaocultores de Colombia esta cartilla titulada ***Manejo Nutricional del Cacao en Colombia.***

Este documento ha sido elaborado pensando en ustedes, los productores, y en la importancia de cuidar y nutrir adecuadamente las plantas de cacao para alcanzar mejores cosechas y mayores ingresos.

Gracias al incremento en el recaudo de la cuota de fomento cacaotero, ha sido posible financiar esta cartilla como parte de un ambicioso plan nacional de nutrición para el cacao. Estos recursos se reinvierten en las regiones productoras, conforme a la normativa vigente, con el objetivo de beneficiar directamente a quienes cultivan este fruto ancestral.

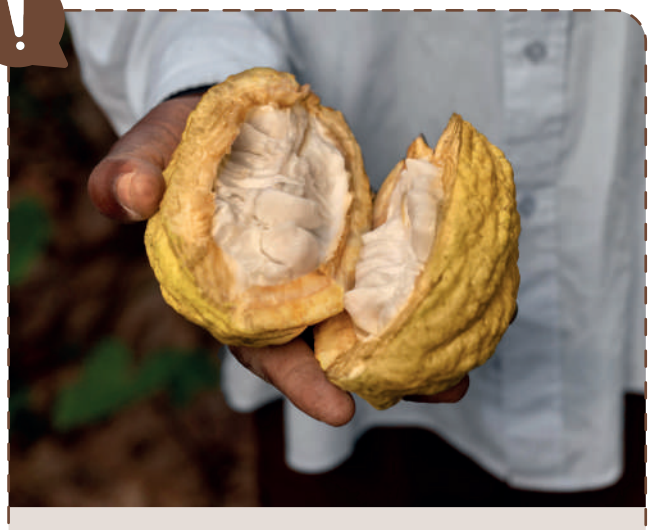
Esta cartilla forma parte del programa de Transferencia de Tecnología del Fondo Nacional del Cacao y responde a una estrategia aprobada por la Comisión de Fomento Cacaotero. Su propósito es apoyar a los productores en el aumento de la productividad de sus cultivos, fortalecer sus conocimientos técnicos y fomentar prácticas sostenibles que protejan el medio ambiente.

Una adecuada nutrición de las plantas, acompañada de asistencia técnica, puede marcar una gran diferencia. Con un manejo integral que incluya una buena poda, control de plagas y enfermedades, y una fertilización responsable, las plantas de cacao pueden duplicar su producción superando las dos toneladas por hectárea.

FEDECACAO y el Fondo Nacional del Cacao reafirman su compromiso con el bienestar de los productores, llevando tecnología, conocimiento y oportunidades directamente al campo colombiano, reafirmando su compromiso de seguir trabajando por el bienestar de los productores, compartiendo tecnología, conocimiento y oportunidades directamente con el campo colombiano.

Eduard Baquero López
Presidente Ejecutivo
Fedecacao - Fondo Nacional del Cacao





Descripción del contenido

La nutrición en el cultivo del cacao es fundamental para el desarrollo fisiológico y el crecimiento óptimo de la planta. Un balance nutricional adecuado le aporta a la planta los nutrientes esenciales para etapas de crecimiento y producción.

Un programa de manejo nutricional en el cultivo de cacao debe basarse en los resultados de un análisis de suelos, ya que este permite obtener un diagnóstico nutricional del suelo. De esta manera, es posible identificar los nutrientes presentes, ausentes o en baja disponibilidad que son indispensables para lograr plantas sanas y vigorosas, capaces de expresar todo el potencial productivo. así mismo, un adecuado manejo nutricional debe integrar tanto componentes químicos como biológicos. Este proceso debe complementarse con prácticas de manejo como el control de malezas, el manejo fitosanitario, las podas y la regulación de sombríos, todas consideradas como parte del manejo integral del cultivo de cacao.

2 Conceptos generales del suelo



El suelo es la capa más superficial de la tierra. No es solo tierra inerte, sino un ecosistema complejo y dinámico donde ocurren procesos físicos, químicos y biológicos. Está compuesto por una mezcla de minerales, materia orgánica, microorganismos, agua y aire. El suelo es el soporte vital para la mayoría de las plantas y animales, lo que lo hace un recurso increíblemente valioso.

2.1. Formación general del suelo

De acuerdo con el *Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)* y el Departamento para la Agricultura de Estados Unidos (USDA), los suelos se organizan en **horizontes**, capas naturales que se diferencian por su composición, color, estructura y grado de meteorización o desagregación. Estos horizontes, designados normalmente con letras (O, A, B, C y R), cumplen funciones ecológicas y productivas que determinan la fertilidad y el manejo del suelo.

- **Horizonte O (orgánico):** Es la capa más superficial, compuesta por restos vegetales en descomposición, hojarasca y residuos de cultivos. Según IGAC (2016), aquí se concentran los procesos biológicos y la descomposición de materia orgánica, fundamentales para el reciclaje de nutrientes.

- **Horizonte A (superficial o mineral con aporte orgánico):** Corresponde al suelo arable, donde se mezclan minerales con materia orgánica. USDA (2014) lo define como la zona de acumulación de humus mezclado con materiales minerales, donde se encuentran la mayoría de las raíces y donde ocurre la mayor extracción de nutrientes por los cultivos.

- **Horizonte B (subsuelo):** Es la capa de acumulación o **iluviación**, donde se depositan materiales arrastrados desde los horizontes superiores (arcillas, óxidos de hierro y aluminio, carbonatos). El IGAC lo describe como un horizonte de mayor compactación y coloración distintiva, que aporta estabilidad a los cultivos y almacenamiento de nutrientes a mediano y largo plazo.

- **Horizonte C (material parental o substrato):** Según IGAC (2016), está formado por material mineral poco alterado, en proceso de transformación hacia suelo. El USDA lo reconoce como la zona de transición entre el suelo propiamente dicho y la roca madre, con baja actividad biológica y escaso desarrollo estructural.

- **Horizonte R (roca madre):** Es el material consolidado, rocoso, del cual se origina el suelo por meteorización. Su función principal es servir de base estructural y fuente última de minerales. Tanto IGAC como USDA lo consideran fuera del suelo activo, pero indispensable para explicar su génesis.

2.2. Propiedades del suelo

En esta formación intervienen diversos factores que determinan las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Entre ellos se destacan: el material parental (tipo de roca o materia orgánica que lo conforma), el clima en especial la temperatura y las precipitaciones, los organismos vivos como plantas, animales y microorganismos, la topografía del terreno, el tiempo de formación y la influencia de la actividad humana.

2.2.1. Propiedades físicas

Son características que podemos ver, tocar y sentir, como el color, la textura, la estructura, la porosidad, la densidad, la consistencia, la temperatura y el aire en el suelo. Estas propiedades están conectadas y nos dan información clave sobre el estado del suelo.

Color

Es a menudo lo primero que se nota y puede dar pistas sobre la composición del suelo. El color está directamente relacionado con la presencia de ciertos materiales en el suelo, principalmente la materia orgánica y varios minerales, por ejemplo:

- **Negro:** Indica la presencia de materia orgánica descompuesta, que es un signo de un suelo rico en nutrientes, en la mayoría de los casos.
- **Rojo:** Generalmente se debe a la presencia de óxidos de hierro y aluminio, lo que también indica un buen drenaje.
- **Blanco:** Señala la existencia de sales o silicatos, y puede ser un indicio de suelos pobres o con problemas de salinidad.

Textura

La textura del suelo es una característica fundamental que describe la proporción de las partículas minerales que lo componen: arena,

limo y arcilla. En esencia, es la *"receta"* del suelo, indicando el porcentaje de cada uno de estos componentes. Cada tipo de partícula tiene un tamaño específico que le otorga al suelo propiedades únicas:

- **Arcilla:** Son las partículas más pequeñas. Un suelo con alto contenido de arcilla tiende a ser pegajoso y retiene bien el agua, pero puede dificultar la circulación del aire.
- **Limo:** Las partículas de limo tienen un tamaño intermedio. Los suelos limosos se sienten suaves y sedosos, y pueden retener agua y nutrientes de manera eficiente.
- **Arena:** Son las partículas más grandes. Los suelos arenosos se sienten ásperos, drenan el agua rápidamente y tienen poca capacidad para retener nutrientes.

La combinación de estas partículas en diferentes porcentajes determina el tipo de textura del suelo, que a su vez se clasifica en nombres como "franco", "arenoso", "arcilloso".

Estructura

La estructura del suelo se refiere a la forma en que las partículas individuales del suelo (arcilla, limo y arena) se agrupan para formar terrones o agregados. Piensa en ella como la arquitectura del suelo.

Esta característica es de suma importancia porque influye directamente en el rendimiento de los cultivos; una buena estructura del suelo facilita:

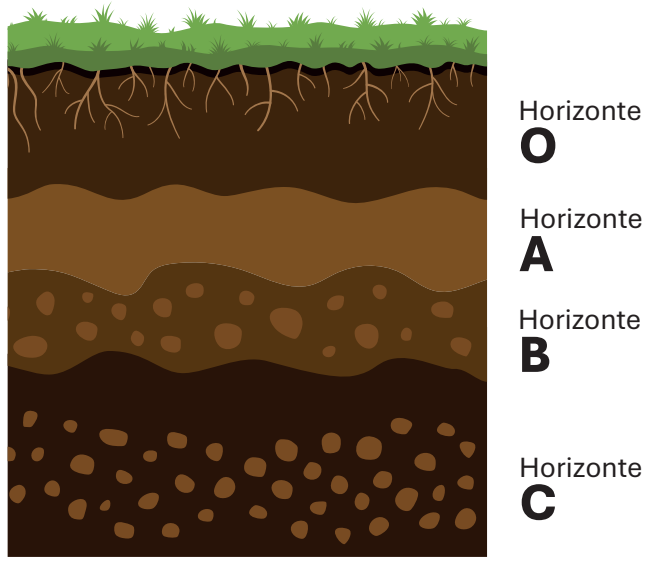
- **El crecimiento de las plantas:** Las raíces pueden penetrar más fácilmente para obtener agua y nutrientes, lo que mejora su anclaje y desarrollo.
- **La aireación y el drenaje:** Permite la circulación adecuada de aire y agua, evitando encharcamientos y garantizando que las raíces reciban suficiente oxígeno.
- **La nutrición y la fertilidad:** Una estructura adecuada promueve la actividad de los microorganismos beneficiosos que liberan nutrientes para las plantas.
- **La resistencia a la erosión:** Los terrones bien formados son más resistentes a ser arrastrados por el viento o el agua.

Es importante saber que la estructura del suelo no es estática. Puede mejorarse o dañarse con las labores agrícolas, por lo que su manejo adecuado es fundamental para la agricultura sostenible.

Profundidad

Considerando la estructura del suelo se puede determinar qué tan profundo es un suelo, lo que ayuda a definir lo que se denomina *"profundidad efectiva"*.

La profundidad efectiva del suelo hace referencia a los espacios disponibles y libres de obstáculos para el crecimiento de las raíces de las plantas. Es el área donde las raíces pueden penetrar sin dificultad en busca de agua, nutrientes y un anclaje firme.



Profundidad potencial del suelo

Esta característica es crucial para el buen desarrollo de cualquier cultivo, ya que un suelo con poca profundidad efectiva limita el crecimiento de las raíces y, por lo tanto, la salud de la planta. Las raíces pueden encontrar diversos obstáculos que impiden su crecimiento, como:

- **Capas endurecidas:** Son capas de suelo compactado que las raíces no pueden atravesar.
- **Piedras o rocas:** Objetos sólidos que bloquean el camino de las raíces.
- **Agua estancada:** El exceso de agua en el subsuelo puede impedir que las raíces respiren y se desarrollen correctamente.
- **Sales:** La acumulación excesiva de sales en el suelo puede ser tóxica para las raíces.

A continuación, se muestra una representación de la profundidad del suelo:

Profundidad del suelo para cultivo de cacao

PROFUNDIDAD DEL SUELO	CENTÍMETROS
Muy profunda	Más de 150
Profunda	150 a 100
Moderadamente profunda	100 a 50
Superficial	50 a 25
Muy superficial	25 a 10
Extremadamente superficial	Menos de 10

Permeabilidad

La permeabilidad es la capacidad del suelo para permitir que el aire y el agua circulen a través de sus poros. Es una característica que indica qué tan fácilmente pueden moverse los fluidos dentro del suelo. La permeabilidad está directamente relacionada con la estructura del suelo, la textura, el contenido de arcilla y la porosidad (la cantidad de poros en el suelo). En esencia, un suelo con alta permeabilidad permite que el agua y el aire se filtren rápidamente, mientras que uno con baja permeabilidad los retiene por más tiempo.

Porosidad

La porosidad es una característica clave del suelo que se refiere a la cantidad de espacio. En términos sencillos, es la parte del suelo que no está compuesta por material sólido. Estos espacios, conocidos como poros, son los que permiten que el agua y el aire se muevan y circulen a través del suelo. La facilidad con la que el agua y el aire se desplazan depende directamente de la cantidad y el tamaño de estos poros.

Imagina dos tipos de suelo:

- **Suelos con partículas grandes:** En suelos como la arena, las partículas son grandes y los poros entre ellas también lo son. Esto permite que el agua y el aire fluyan y penetren con facilidad.
- **Suelos con partículas pequeñas:** En suelos como la arcilla, las partículas son mucho más pequeñas, lo que crea poros muy diminutos. Esto dificulta la penetración del agua y el aire.



Drenaje

El drenaje es la facilidad y rapidez con que los suelos eliminan el agua del suelo, especialmente después de la lluvia; para esto el suelo existen dos tipos de drenajes interno y externo.

Drenaje interno: es la rapidez con que el agua penetra los horizontes del perfil del suelo, la cual depende de la permeabilidad del suelo. Por ejemplo, los suelos arcillosos son poco permeables y tienen mal drenaje interno. En otras palabras, se encharcan con mucha facilidad.

Drenaje externo: el drenaje externo depende de la topografía y se refiere al movimiento del agua sobre el suelo cuando llueve, se llama agua de escorrentía y es la que produce erosión.

2.2.2. Propiedades químicas

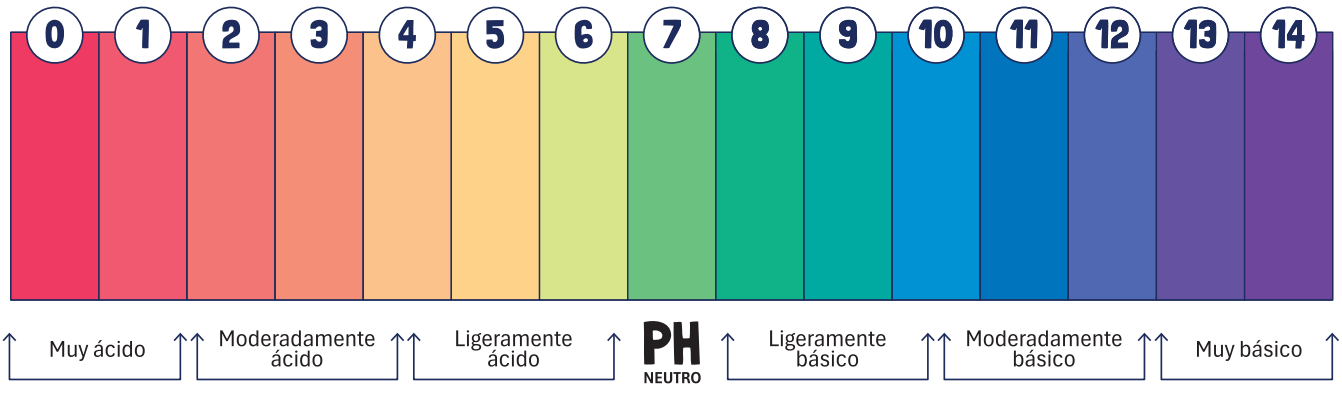
Cuando hablamos de las propiedades químicas del suelo, estamos refiriendo al **pH**, que mide la acidez o alcalinidad; **la capacidad de intercambio catiónico (CIC)**, que indica su habilidad para retener nutrientes; la **Conductividad Eléctrica (CE)**, que refleja el contenido de sales; porcentaje de la materia orgánica, crucial para la fertilidad y contiene nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio y la presencia de metales y oligoelementos.

Acidez de los suelos (pH)

La acidez del suelo es una condición que se determina mediante el pH, esta es una medida que nos dice si un suelo es ácido o alcalino (básico). Esta medida se basa en la concentración de iones de hidrógeno (H+) en la solución del suelo y se expresa en una escala que va de 0 a 14, considerando 7 como neutro.

A continuación, se ilustra una imagen que representa lo mencionado:





Escala de pH



Entender el pH del suelo es crucial para la agricultura, ya que influye directamente en su fertilidad y en la salud de las plantas. Un pH por debajo de lo adecuado puede afectar varios aspectos vitales para el crecimiento del cultivo, tales como:

- **Disponibilidad de nutrientes:** El pH controla qué tan accesibles son los nutrientes para las raíces de las plantas. Algunos nutrientes se absorben mejor en suelos ácidos, mientras que otros lo hacen en suelos alcalinos. La mayoría de los nutrientes esenciales están más disponibles cuando el pH del suelo se acerca a un valor neutro.
- **Actividad microbiológica:** El pH afecta a las bacterias y otros microorganismos del suelo, que son esenciales para descomponer la materia orgánica y liberar nutrientes.
- **Efectos tóxicos:** En niveles de pH extremos, algunos elementos pueden volverse tóxicos para las plantas.

Afortunadamente, el pH del suelo se puede ajustar. Para corregir un pH inadecuado, se realiza el encalado (la adición de cal para reducir la acidez), aplicar la cantidad correcta de fertilizantes y el uso de prácticas de cultivo que aumenten el porcentaje de materia orgánica.

Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.)

La Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.) es un indicador clave de la fertilidad del suelo. La C.I.C. mide la capacidad del suelo para retener y suministrar nutrientes esenciales a las plantas, como el calcio, el magnesio y el potasio.

Imagina el suelo como dos imanes juntos con cargas negativas (Aniones) y positivas (Cationes). Estas cargas se encuentran en las partículas de arcilla y en la materia orgánica. La C.I.C. mide la cantidad de estas cargas negativas (Aniones) que pueden “atrapar” nutrientes cargados positivamente (cationes). Cuanto mayor sea la C.I.C., mayor será la capacidad del suelo para retener estos nutrientes, lo que reduce el riesgo de que se pierdan por lixiviación (arrastre por el agua).

En la siguiente tabla, revisaremos los principales cationes y aniones que influyen en la nutrición vegetal:

Iones principales en la nutrición del cacao

Cationes

CATEGORÍA	CATIÓN	FUNCIÓN/IMPORTANCIA
MACRONUTRIENTES (Presentes en mayor cantidad)	Calcio (Ca^{2+})	Fortalece paredes celulares y mejora la estructura del suelo.
	Magnesio (Mg^{2+})	Componente central de la clorofila, esencial para la fotosíntesis.
	Potasio (K^{+})	Regula apertura de estomas, transporte de azúcares y llenado de frutos.
	Amonio (NH_4^{+})	Es una fuente de nitrógeno esencial para el cacao, vital para la síntesis de proteínas, aminoácidos y clorofila, y para el crecimiento general
MICRONUTRIENTES (Necesarios en pequeñas cantidades)	Hierro (Fe^{2+} / Fe^{3+})	Participa en la respiración y síntesis de clorofila.
	Manganeso (Mn^{2+})	Activas enzimas y ayuda en la fotosíntesis.
	Zinc (Zn^{2+})	Esencial para la formación de hormonas de crecimiento.
	Cobre (Cu^{2+})	Participa en enzimas y en la lignificación de tejidos.
	Níquel (Ni^{2+})	Ayuda en el metabolismo del nitrógeno (ureasa).
OTROS CATIONES (No esenciales, pero influyen en fertilidad)	Sodio (Na^{+})	Sustituye parcialmente al potasio y regularla apertura y cierre de estomas para controlar el equilibrio hídrico. No se considera un nutriente esencial.
	Aluminio (Al^{3+})	En bajas concentraciones, es beneficioso al mejorar la absorción de fósforo y modular colores florales, además de actuar como antioxidante. En suelos ácidos, altas concentraciones son altamente tóxicas, inhibiendo el crecimiento de las raíces al dañar las paredes celulares.
	Hidrógeno (H^{+})	Su concentración determina el pH del suelo.

Aniones

CATEGORÍA	ANIÓN	FUNCIÓN/IMPORTANCIA
MACRONUTRIENTES	Nitrato (NO_3^{-})	Fuente principal de nitrógeno, estimula el crecimiento vegetativo.
	Fosfato ($H_2PO_4^{-}$, HPO_4^{2-})	Fundamental para la energía (ATP), raíces y flores.
	Sulfato (SO_4^{2-})	Forma en que la planta absorbe el azufre, esencial para proteínas.
MICRONUTRIENTES	Cloruro (Cl^{-})	Necesario en pequeñas cantidades, regula apertura de estomas y fotosíntesis.
	Molibdato (MoO_4^{2-})	Forma en que la planta absorbe molibdeno, clave para el metabolismo del nitrógeno (enzima nitrato reductasa).
	Ácido bórico / Borato (BO_3^{3-}, $B(OH)_4^{-}$)	Fuente de boro, importante en el desarrollo de flores y frutos.
OTROS ANIONES PRESENTES EN EL SUELO	Bicarbonato (HCO_3^{-}) y Carbonato (CO_3^{2-})	No son nutrientes, pero afectan el pH y la disponibilidad de fósforo y micronutrientes.
	Silicato (SiO_3^{2-})	en algunos cultivos (arroz, caña, banano) fortalece tejidos y resistencia, aunque no siempre se considera esencial.

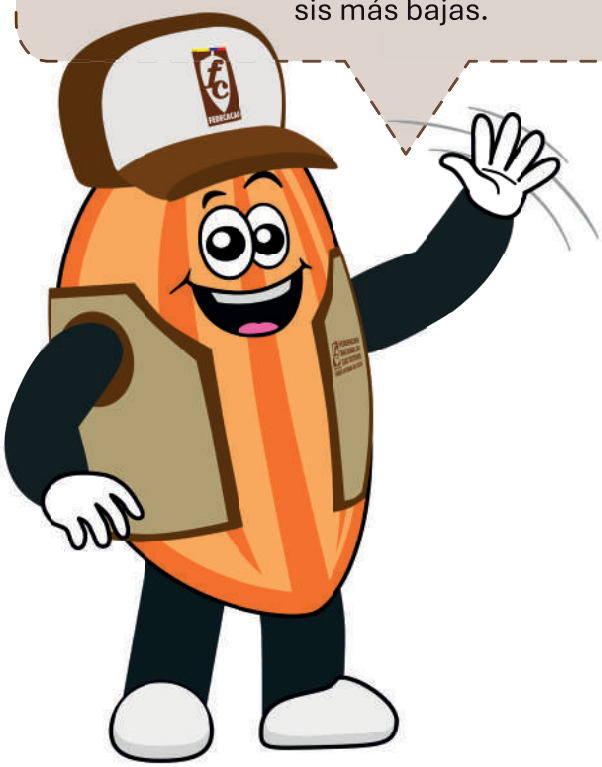
Fuente: Basado en: Nutrientes esenciales para las plantas. (2014). L, Tony., & L, Mark. McFarland.

El pH y la C.I.C juegan un papel fundamental en el análisis de la fertilidad del suelo. A medida que el pH del suelo aumenta (es decir, se vuelve menos ácido), el número de cargas negativas del suelo también aumenta; esto, incrementa la C.I.C.

Debido a esta relación, los suelos con una C.I.C. alta requieren un manejo diferente a los de C.I.C. baja; por ejemplo:

- **Suelos con alta C.I.C.:** No necesitan ser encalados tan a menudo. Sin embargo, cuando se vuelven ácidos y necesitan cal, se requieren dosis más altas para alcanzar el pH deseado, ya que el suelo tiene una mayor capacidad de "amortiguamiento" (resistencia al cambio de pH).

- **Suelos con baja C.I.C.:** Se acidifican más rápidamente y necesitan encalados más frecuentes, pero con dosis más bajas.



2.2.3. Propiedades biológicas del suelo

Las propiedades biológicas del suelo se relacionan con la presencia y actividad de organismos vivos como bacterias, hongos, algas, protozoos, insectos y lombrices, siendo el porcentaje de la materia orgánica del suelo un componente fundamental para su desarrollo. Estos organismos cumplen funciones esenciales en el ciclo de nutrientes particularmente del carbono y el nitrógeno, la descomposición de la materia orgánica, la formación del suelo, el crecimiento de las plantas y la mejora de su estructura. En este sentido, la diversidad y la actividad biológica resultan determinantes para mantener la salud y la fertilidad del suelo.

Algunos de los componentes y organismos que encontramos en el suelo son:

- **Microorganismos:** Bactérias, hongos, actinomicetos, algas, protozoos y virus

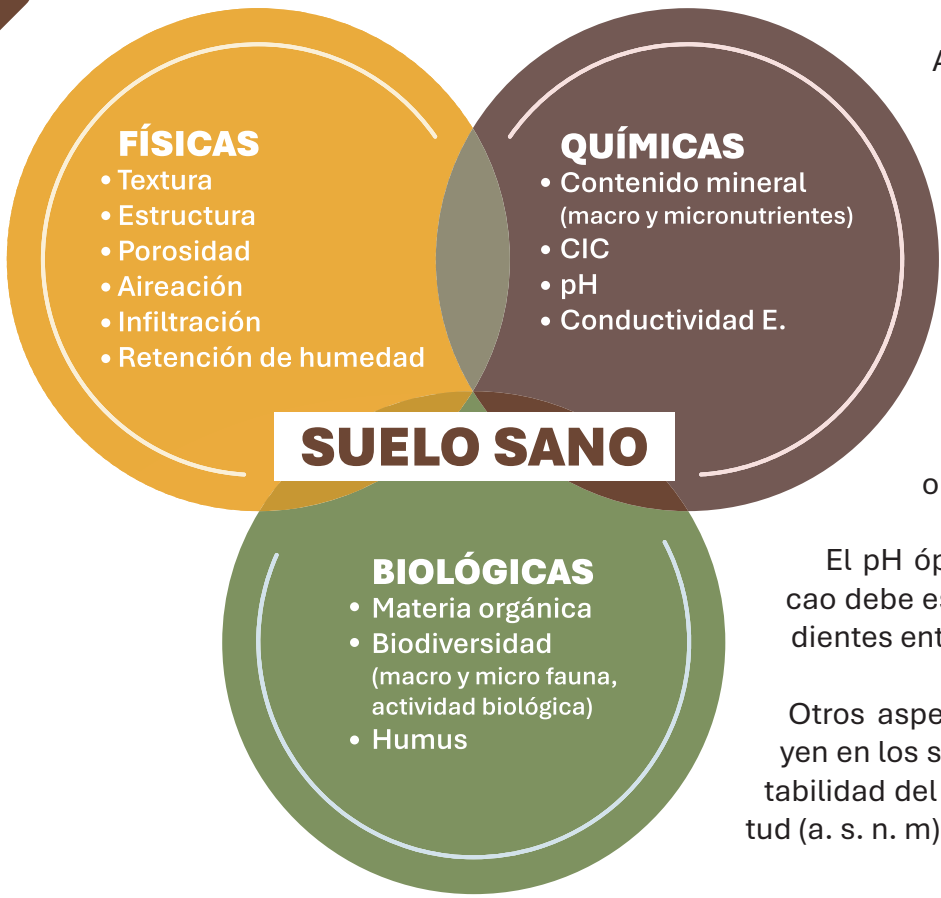
- **Fauna:** Lombrices de tierra, insectos, ácaros, nemátodos

- **Raíces de plantas:** La parte visible de la flora del suelo

- **Materia orgánica:** Residuos de organismos vivos que sirven de alimento y sustrato para la vida del suelo.

Los componentes y organismos influyen en las propiedades biológicas, especialmente en la composición del suelo mejorando el contenido de materia orgánica, nutrientes, pH, humedad y temperatura.

Un suelo con condiciones óptimas para el cultivo de cacao debe contener las siguientes propiedades físicas, químicas y biológicas:



Mantener el equilibrio de las propiedades del suelo es clave para maximizar su capacidad productiva.

2.3. Consideraciones para el cultivo de cacao

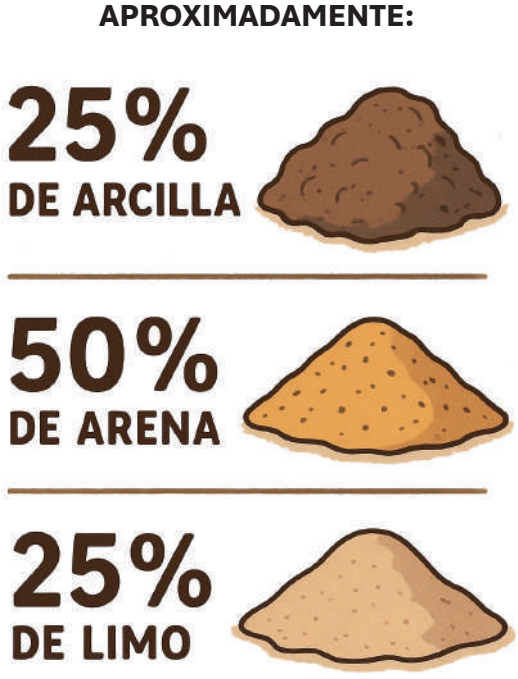
Teniendo en cuenta los aspectos generales del suelo, el cultivo de cacao como cualquier otro cultivo, requiere algunos parámetros fundamentales de suelo, que serán determinantes para su óptimo desarrollo y productividad. Los mejores suelos para el cultivo de cacao son aquellos con estructura franco y franco-arcilloso, con buen drenaje interno y externo, siendo los mejores aquellos que contengan:

Esto asegura un buen balance de drenaje, retención de agua y nutrientes, propiedades vitales para el desarrollo óptimo del cacao.

Adicionalmente, requiere de suelos profundos, considerando que su sistema radicular puede alcanzar hasta 2 metros. Aquellos suelos que presenten arcillas de coloraciones negras e incrustaciones con aspecto de óxido denotan buena aireación y buen contenido de materia orgánica.

El pH óptimo para el cultivo del cacao debe estar entre 5.5 - 6.5, con pendientes entre 0 al 30% de inclinación.

Otros aspectos importantes que influyen en los suelos y por ende en la adaptabilidad del cultivo son el clima y la altitud (a. s. n. m).



Estructura ideal del suelo

2.3.1. Altitud y clima

El cacao es un cultivo tropical, lo que significa que su producción comercial se restringe a las regiones cercanas al ecuador, específicamente entre los 20 grados de latitud norte y 20 grados de latitud sur.

Para Colombia, el clima ideal se encuentra en la franja del piso térmico cálido, que abarca desde el nivel del mar hasta los 1,200 metros de altitud.

Dentro de los aspectos climáticos claves para el cultivo de cacao se encuentran:

Temperatura: La temperatura ideal para el cacao se sitúa entre 22 °C y 30 °C. Es importante evitar temperaturas extremas. Las temperaturas diurnas superiores a 38 °C y nocturnas inferiores a 15 °C pueden afectar la productividad. Una variación diaria de temperatura de más de 10 °C es perjudicial para el cultivo.

Precipitación: El agua es el recurso más importante para el cacao. El cultivo requiere un suministro constante de lluvia, con un mínimo anual de 1,200 mm. Sin embargo, el rango óptimo se encuentra entre 1,800 y 2,600 mm bien distribuidos a lo largo del año. Periodos de sequía de más de dos meses pueden dañar los árboles y afectar la producción, por lo que podría ser necesario el riego suplementario.

Humedad relativa: Debido a su origen en las selvas húmedas de América, el cacao necesita un ambiente con alta humedad. La humedad relativa óptima es del 80%, aunque el cultivo se desarrolla bien con una humedad superior al 70%.

Vientos: Los vientos fuertes y constantes son un problema para el cacao. En general, vientos moderados (20–30 km/h): No causan daños significativos, pero pueden aumentar la evapotranspiración y el estrés hídrico si se prolongan. Vientos fuertes (30–50 km/h): Pueden causar rotura de ramas, caída de frutos y daños foliares. Vientos muy fuertes (más de 50–60 km/h): Pueden volcar plantas jóvenes, arrancar árboles o derribar sombra protectora, causando pérdidas graves. Por eso, se recomienda establecer barreras rompevientos (con árboles o cercas vivas) en zonas donde los vientos superen los 30 km/h de manera frecuente.

Luminosidad: El cacao es una especie que tolera la sombra. Su metabolismo está adaptado a condiciones de baja luminosidad. Por esta razón, el cultivo requiere ser plantado en sistemas agroforestales, es decir, asociado con otras especies que le proporcionen sombra transitoria y permanente. Durante la fase inicial, el uso de cultivos transitorios como el plátano, es crucial para proteger a los árboles jóvenes de la alta radiación solar y de las temperaturas elevadas, a la medida que este llega a su etapa productiva, los cultivos establecidos como transitorios desaparecen quedando bajos el sistema agroforestal permanente.

Para ayudar a conservar estos aspectos dentro del cultivo y evitar consecuencias no deseables, es importante diseñar un sistema agroforestal apropiado, según la región; este sistema me ayudará a conservar la temperatura ideal, equilibrar la cantidad de agua al cultivo, mantener la humedad relativa ideal, evitar el impacto directo de los vientos y suministrar la luminosidad apropiada para el cultivo en sus diferentes etapas, además de mantener la cobertura natural del suelo.

En caso de condiciones extremas, se pueden incorporar sistemas de riego y fertiriego, así como productos compuestos como los hidro retenedores.

3 Análisis de laboratorio



La realización de análisis físicos, biológicos y químicos, ya sea de suelo o foliar, es imprescindible para diseñar una estrategia de manejo de nutrición eficiente y sostenible para el cultivo de cacao. Estos estudios permiten evaluar con precisión la disponibilidad de nutrientes y otros factores que inciden en la nutrición del cultivo, lo que facilita ajustar la fertilización a sus necesidades reales, optimizar el uso de insumos y garantizar una mayor eficacia en el manejo del cultivo.

Aunque en muchas zonas de Colombia existen condiciones favorables y un alto potencial para la expansión del cacao, resulta fundamental realizar análisis que respalden estos procesos. Estos diagnósticos permiten garantizar la sostenibilidad del cultivo, optimizar el uso de insumos y asegurar que las nuevas áreas productivas se desarrollen de manera eficiente y responsable.

3.1. Análisis físico y químico del suelo

El análisis de suelos es una herramienta fundamental para conocer el contenido de nutrien-

tes del suelo, permitiendo tomar decisiones adecuadas en el manejo del cultivo de cacao.

A través de este diagnóstico es posible identificar la disponibilidad de nutrientes, la acidez y otras características que influyen directamente en el desarrollo de las plantas, garantizando una fertilización eficiente, sostenible y adaptada a las condiciones reales del lote. Para esto necesitamos los siguientes materiales:

- Machete, pala o palín.
- Valde o recipiente de plástico limpio.
- Bolsa plástica nueva y resistente.
- Marcador permanente.
- Rotulo para marcación de la muestra.
- Superficie limpia y resistente (costal de fibra o lamina de plástico).



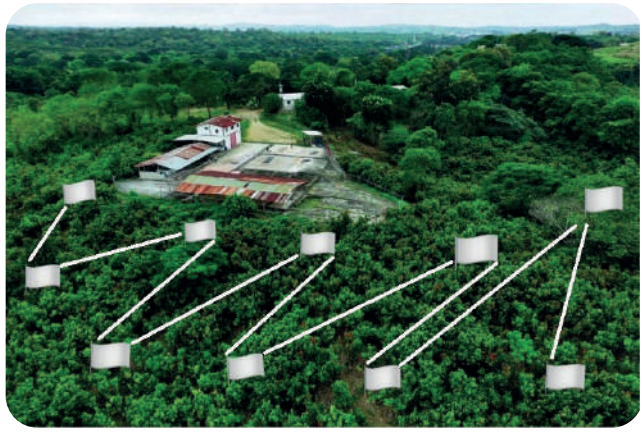
Herramientas para toma de muestra

3.1.1. Procedimiento

La representatividad de la muestra es el factor clave que garantiza la validez de los resultados de laboratorio, por esto la muestra debe recolectarse mediante la unión de submuestras representativas de diferentes puntos y profundidades del lote, garantizando la homogeneidad y precisión del diagnóstico.

1. Es fundamental identificar y delimitar las áreas de muestreo considerando aspectos como la topografía, la pendiente, la uniformidad del relieve y el uso previo del suelo. Cada lote debe ser tratado como una unidad independiente de análisis.

2. Cada muestra debe estar integrada por 10 a 15 submuestras distribuidas en zigzag dentro del lote.



Distribución de submuestras

3. El punto de extracción recomendado es la proyección de la copa o gotera del árbol, donde se concentra la absorción de nutrientes.



Selección de punto de extracción

4 Antes de tomar la submuestra, se debe retirar la hojarasca superficial.



Limpia de terreno para toma de muestra

5 Las submuestras deben extraerse en la franja de 0–30 cm de profundidad, correspondiente a la zona de mayor actividad radicular del cacao.



Profundidad de la muestra

6 Se abre un pequeño hueco en forma de “V” con pala o machete limpio, de donde se extrae la porción de suelo.



Hueco con muestra de suelo

7 Las submuestras recolectadas se depositan en un recipiente plástico o balde limpio y sin residuos químicos.



Recolección de submuestras

8 Una vez reunidas, se mezclan cuidadosamente para conformar la muestra compuesta.



Preparación de muestra

9 Durante la homogenización deben retirarse piedras, raíces, lombrices o residuos que puedan alterar el análisis.



Selección de la muestra

10 Del material resultante se separa aproximadamente 1 kg de suelo empacada en una bolsa plástica nueva.



Empacado de muestra

11 Para su correcta identificación es necesario colocar en su rotulación la siguiente información: Fecha de la toma, Nombre completo del productor, cedula, teléfono/celular, nombre de la finca, vereda, municipio y departamento, cultivo, edad del cultivo, correo electrónico para envío de resultados.



Marcación de la muestra

3.1.2. Recomendaciones

- Garantizar que la muestra sea representativa del lote, por lo que se debe evitar tomarla en un único punto.
- Evite el contacto físico directo con la muestra (use guantes).
- Verificar que las herramientas y materiales a utilizar al momento de la toma estén limpios, sin trazas de oxido, agroquímicos, combustibles, etc.
- Evitar fumar, comer y/o manipular productos agroquímicos como fertilizantes, cal, herbicidas, etc.., durante el muestreo, ya que pueden contaminar la muestra.
- No recolectar muestras en zonas atípicas como orillas de caminos, canales, viviendas, establos, estanques o saladeros.
- Evitar tomar las muestras en suelos quemados y/o aplicaciones de agroquímicos.
- El momento ideal para la toma de la muestra es 2 a 3 meses antes de la fecha planificada para la aplicación, de modo que los resultados guíen oportunamente el plan de nutricional.
- El análisis de suelo debe repetirse cada 2 o 3 años.
- Seleccione un laboratorio certificado por el ICA para tal fin.

3.2. Análisis foliar

El análisis foliar es una herramienta crucial para que los agricultores de cacao apliquen fertilizantes de manera eficiente. A diferencia del análisis físico y químico del suelo, que nos dice, qué nutrientes están disponibles, el análisis foliar revela la cantidad de nutrientes que la planta ha absorbido realmente. Esto permite detectar deficiencias o excesos nutricionales de manera temprana, antes de que se manifiesten síntomas visibles de deficiencias nutricionales en las hojas que podrían afectar la producción.



Para esto necesitamos los siguientes materiales:

- Tijeras de podar o cuchillo limpio y desinfectado.
- Paño húmedo o toalla suave.
- Bolsa(s) de papel limpia(s).
- Etiquetas o marcador permanente.
- Guantes limpios.
- Libreta o formato de registro.

3.2.1. Procedimiento

Así como en el análisis físico y químico del suelo, la representatividad de la muestra es el factor clave que garantiza la validez de los resultados de laboratorio.

1. Elija al azar de 20 a 30 plantas de cacao que estén sanas y con un desarrollo normal, distribuidas uniformemente en la plantación.

2. Evite las plantas que muestren signos de plagas, enfermedades o estrés, ya que sus resultados no serían representativos del cultivo en general.



Selección de plantas para toma de muestra

3 La muestra debe tomarse de una hoja específica, la tercera hoja completamente desarrollada, contando desde el brote más reciente; es importante que la hoja no esté ni demasiado vieja ni demasiado joven.





Selección de hojas para la muestra

4 Recolecte aproximadamente 100 hojas de las plantas seleccionadas, no es necesario tomar más.

5 Limpie las hojas con un paño húmedo para eliminar el polvo y los residuos. No lave las hojas con agua, ya que podría afectar la composición de nutrientes.



Limpieza de hojas seleccionadas

6 Deje que las hojas se sequen a la sombra para evitar la descomposición.



Secado de las hojas

7 Coloque las hojas en una bolsa de papel limpia, nunca en una bolsa de plástico.



Empacado de hojas para envío de muestra

8 Etiquete la bolsa de papel con la información del productor, la ubicación de la parcela, el tipo de suelo y la fecha de la muestra, tal como se hizo con la rotulación de la muestra de suelo.



Rotulación de la muestra

3.2.2. Recomendaciones

- Evite tomar muestras en cultivo recién fertilizados, ya sea de manera foliar o edáficos, de igual manera con aplicaciones de enmiendas o abonos orgánicos.
- Mantenga desinfectadas las herramientas y elementos utilizadas para la recolección de muestra.
- Evite el contacto físico directo con la muestra (use guantes)
- Evite el contacto de la muestra con sustancias contaminantes como, agroquímicos, combustibles, etc.
- Seleccione un laboratorio certificado por el ICA para tal fin.

3.3. Análisis de agua para fertilización por riego

Cuando consideramos necesario la instalación de un sistema de riego, la calidad del agua a utilizar puede tener un impacto significativo en la salud de las plantas, la disponibilidad de nutrientes y la eficacia de los fertilizantes aplicados. Realizar un análisis de agua permite identificar posibles problemas que podrían interferir con el crecimiento óptimo del cacao y optimizar las estrategias de fertilización.

3.3.1. ¿Por qué es importante?

Contenido de sales y conductividad eléctrica (CE): El agua con alta concentración de sales disueltas puede incrementar la salinidad del suelo, dificultando la absorción de agua y nutrientes por las raíces y provocando estrés hídrico y nutricional en las plantas. La Conductividad Eléctrica es un indicador de la cantidad de sales presentes en el agua; valores elevados señalan un mayor riesgo de salinización.

pH del agua: El pH del agua de riego influye directamente en el pH del suelo de la zona radicular. Un pH del agua demasiado alto o bajo puede afectar la disponibilidad de nutrientes para la planta. Por ejemplo, un pH alcalino puede reducir la disponibilidad de

micronutrientes como el hierro, el manganeso y el zinc, mientras que un pH ácido puede aumentar la solubilidad de ciertos elementos, llegando a niveles tóxicos.

Presencia de elementos tóxicos: El agua puede contener elementos como el boro, el sodio o metales pesados en concentraciones perjudiciales para el cacao. Estos elementos pueden acumularse en el suelo y ser absorbidos por las plantas, afectando su crecimiento y producción.

Concentración de nutrientes: Si bien el objetivo principal del riego no es la fertilización, el agua puede contener ciertos nutrientes en concentraciones significativas (por ejemplo, calcio, magnesio, bicarbonatos). Conocer estos niveles permite ajustar las dosis de fertilizantes para evitar excesos y desequilibrios.

Presencia de bicarbonatos y carbonatos: Altos niveles de bicarbonatos y carbonatos en el agua pueden elevar el pH del suelo con el tiempo, afectando la disponibilidad de nutrientes y la estructura del suelo.

Riesgo de obstrucción de sistemas de riego: El análisis puede identificar la presencia de partículas en suspensión, algas o altos niveles de ciertos minerales (como hierro o calcio) que podrían obstruir los sistemas de riego por goteo u otros métodos presurizados, reduciendo su eficiencia y uniformidad de aplicación de agua y fertilizantes. Para la toma de muestra necesitamos los siguientes materiales:

- Envase de plástico inerte, limpio y con tapa (preferiblemente recomendado por el laboratorio).
- Agua de la fuente seleccionada (para enjuagar previamente el envase).
- Etiquetas o marcador permanente.
- Libreta o formato de registro (para anotar información del muestreo).
- Guantes limpios (opcional, para evitar contaminación de la muestra).

3.3.2. Procedimiento

1. Elija un punto representativo de la fuente de agua que se utiliza para el riego del cacao (pozo, río, quebrada, etc.).

2. Utilice un envase limpio y previamente enjuagado con la misma agua que va a muestrear. Se recomiendan envases de plástico inerte.

3. Deje correr el agua durante unos minutos antes de llenar el envase para asegurar que la muestra sea representativa.

4. Llene el envase completamente, dejando el menor espacio de aire posible.

5. Si es necesario, siga las instrucciones específicas del laboratorio sobre el tipo de envase y la preservación de la muestra.

6. Identifique claramente el envase con la siguiente información: nombre del productor, ubicación de la parcela, fuente de agua, fecha y hora de la toma de muestra.

7. Envíe la muestra a un laboratorio especializado en análisis de agua lo antes posible para evitar alteraciones en su composición.

3.3.3. ¿Cómo utilizar los resultados del análisis de agua?

- Comparar los valores obtenidos con los rangos óptimos para el cultivo de cacao.
- Identificar si el agua presenta niveles elevados de sales, pH extremo, presencia de elementos tóxicos o altas concentraciones de bicarbonatos.
- Ajustar la estrategia de fertilización: Si el agua contiene cantidades significativas de ciertos nutrientes, se pueden reducir las dosis de fertilizantes que contienen esos elementos. Si el pH del agua no es el adecuado, se pueden considerar enmiendas al suelo o el uso de fertilizantes con reacción ácida o básica para contrarrestar el efecto.
- Si el agua presenta problemas de calidad, se pueden considerar tratamientos como la filtración, la acidificación o la elección de fuentes de agua alternativas.
- Conocer la calidad del agua ayuda a prevenir la salinización del suelo y la obstrucción de los sistemas de riego.



Recipiente para la muestra



Llenado de envase



Etiquetado de envas

Recomendaciones

- Mantenga desinfectadas las herramientas y elementos utilizadas para la recolección de muestra.
- Evite el contacto físico directo con la muestra (use guantes)
- Verifique que el recipiente con la muestra esté bien sellado.
- Evite el contacto de la muestra con sustancias contaminantes como, agroquímicos, combustibles, etc.
- Seleccione un laboratorio certificado por el ICA para tal fin.

NOTA: Para más información contáctate con el técnico extensionista u oficina más cercana de Fedecacao.

4 Requerimientos nutricionales para el cultivo de cacao

Para comprender los requerimientos nutricionales del cultivo de cacao, es fundamental considerar su estado fisiológico, el cual se divide en cuatro etapas principales: desarrollo (vivero), levante (establecimiento), inicio de producción y producción. Cada una de estas fases determina las proporciones y concentraciones de nutrientes necesarias, que aumentan progresivamente en la medida en que el cultivo avanza hacia la etapa productiva, como se presenta en la siguiente tabla:

Estimación de nutrientes requeridos para el cacao en diferentes estados de desarrollo (kg/ha)

Estado de la Planta	Edad de la planta (Meses)	Requerimientos nutricionales						
		Kg/ha						
		N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn
Vivero	5-12	2,1	0,6	2,4	2,3	1,1	0,04	0,01
Establecimiento	28	136	14	156	113	47	3,9	0,5
Inicio de producción	39	212	23	321	140	71	7,1	0,9
Plena producción	50-87	438	48	633	373	129	6,1	1,5

Fuente: Fedecacao (2021). Guía técnica cultivo de cacao en Colombia.

Durante su etapa de crecimiento, el cacao necesita siete elementos esenciales, tres de ellos carbono (C), oxígeno (O) e hidrógeno (H) provienen del aire, el agua y el suelo, los otros catorce se dividen en dos grupos:

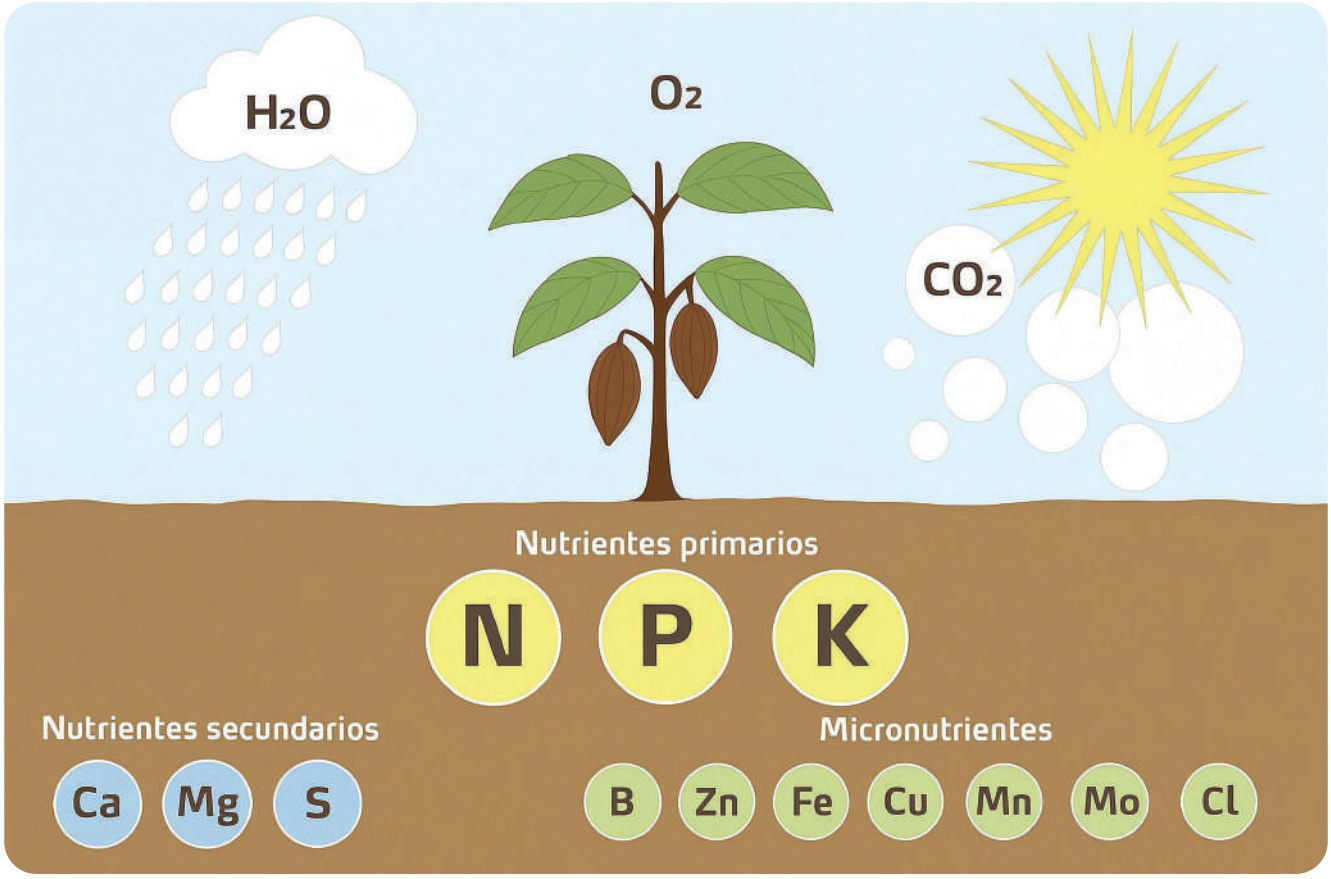
- **Macronutrientes**, que la planta requiere en mayores cantidades (más del 0,1% de la masa seca) = **Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Azufre (S), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg).**

- **Micronutrientes,** que se necesitan en cantidades mucho más pequeñas (menos de 100 microgramos por gramo de masa seca) = **Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Boro (B), Molibdeno (Mo) y Cloro (Cl).**

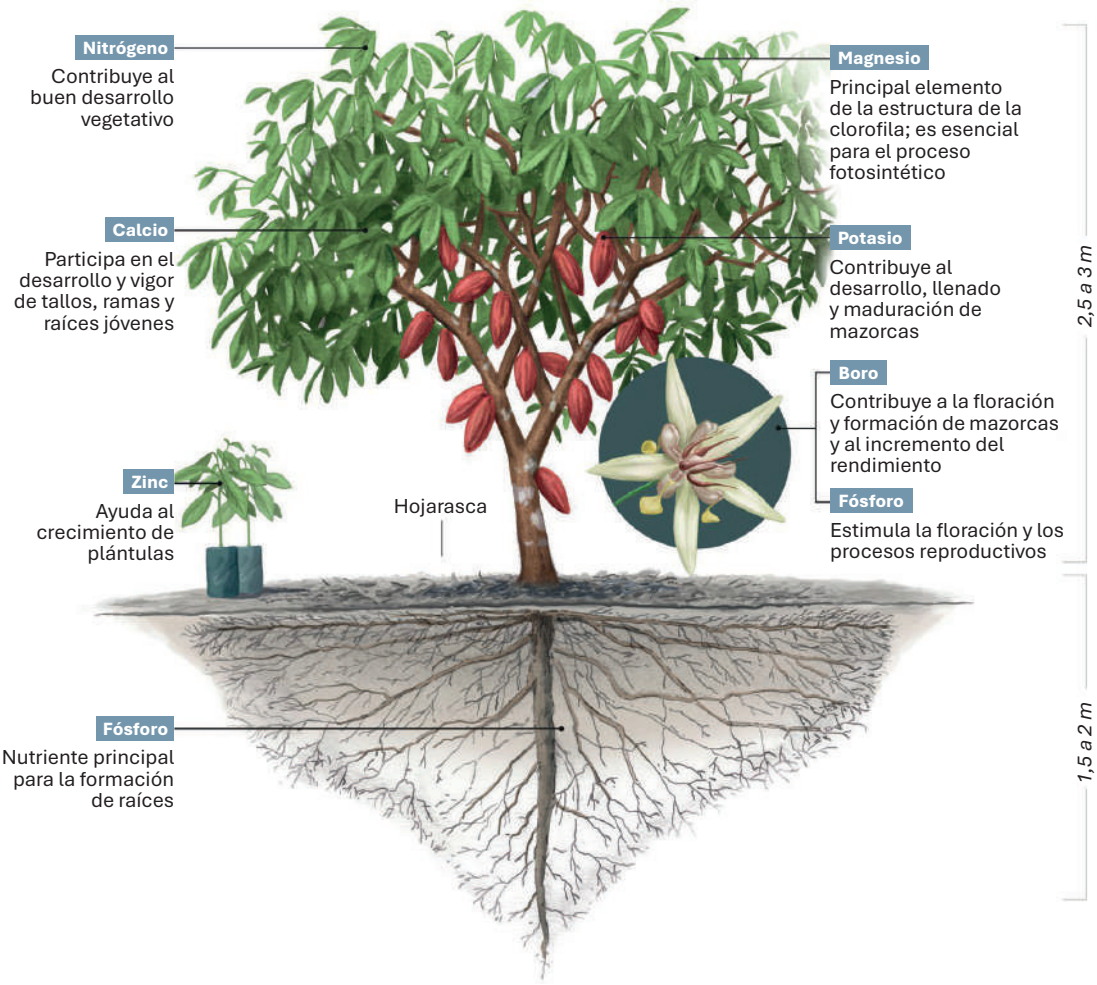
Dentro de cada grupo, los nutrientes también se organizan según el grado de importancia que tienen para el desarrollo y la producción del cacao.

En las cuatro etapas del cultivo, el nutriente que más requiere el cultivo es el potasio (K), seguido por el nitrógeno (N) y el calcio (Ca). Por el contrario, el fosforo (P) es el que menos necesita, aunque sigue siendo esencial para el buen desarrollo de la planta.

Para suplir estas necesidades, es clave apoyarse en el análisis de suelos y, si es posible, en el análisis foliar. Estos estudios no solo muestran la cantidad de nutrientes presentes y sus relaciones, sino también las condiciones físicas y químicas del suelo que conviene mejorar. De esta forma, la fertilización será más efectiva y el cultivo aprovechará mejor los nutrientes.



A continuación, se ilustra como interactúan estos elementos en un árbol de cacao:



Distribución y función de elementos minerales en el árbol de cacao

Fuente: Agrosavia (2025). Manejo de la fertilización integrada en el cultivo de cacao.

4.1. Fuentes Nutricionales

Al igual que cualquier ser vivo, el cacao necesita un buen balance de nutrientes en cada etapa de su crecimiento para alcanzar su máximo potencial en la etapa productiva. Existen dos fuentes principales de nutrición:

1. El suelo de manera natural: gracias a la capa orgánica formada por la descomposición de hojas, ramas y restos de animales.

2. Los fertilizantes externos: que son productos de síntesis química o de origen sintético, formulados con los nutrientes que la planta requiere.

Ambas fuentes son importantes y se complementan. El suelo aporta la base nutricional, y los fertilizantes ayudan a cubrir las necesidades que falten, de acuerdo con los resultados de los análisis y el plan de manejo nutricional del cacao.

4.2 Materia Orgánica

Es la primera capa del suelo y está formada por raíces, hojas, ramas, frutos en descomposición y desechos de animales. Su descomposición la realizan microorganismos, que al mismo tiempo liberan los nutrientes que cada residuo contiene.

La concentración de materia orgánica en el suelo es un factor fundamental para conocer su estado nutricional. De hecho, al abrir un hueco en el lote, un color oscuro en el suelo suele indicar mayor presencia de materia orgánica.

Los suelos con buena capa de materia orgánica son más aptos para sembrar cacao, siempre que también cuenten con condiciones físicas y climáticas favorables. Con el tiempo, los suelos pueden perder materia orgánica por causas como:

- Deforestación o degradación forestal
- Monocultivos o agricultura intensiva
- Labranza profunda (arado)
- Uso excesivo e indiscriminado de agroinsumos
- Falta de rotación de cultivos
- Quemas
- Deslizamientos de tierra y erosión

Por eso, todo plan de nutrición debe incluir la incorporación de materia orgánica, para recuperar lo que el cultivo extrae y lo que se pierde por prácticas agrícolas o fenómenos naturales.

4.2.1 Abonos orgánicos

Se obtienen a partir de la descomposición de materiales de origen animal o vegetal encontrados en la finca, como estiércol de ganado o especies menores de corral, residuos vegetales de cosecha o de cocina, entre otros; estos pueden aportar nutrientes a los cultivos, que además contribuyen al mejoramiento de la textura y estructura del suelo.

Tipos de abono orgánico

En la finca cacaotera se pueden preparar distintos tipos de abonos orgánicos aprovechando los materiales disponibles. A continuación, se presentan algunas opciones:

- **Compost:** es el más común y fácil de preparar. Se elabora con residuos vegetales que se deben fragmentar y mezclar, donde se realiza una oxidación aeróbica por efecto de bacterias durante de 3 a 5 meses, con volteo frecuente según el estado de maduración.

- **Humus de lombriz:** muy rico en nutrientes. Se obtiene con la cría de lombrices, que al alimentarse descomponen el sustrato y producen humus sólido y líquido, ideal para aplicar a los cultivos. De fácil producción siempre y cuando se lleven a cabo las recomendaciones para mantener el semillero de lombrices en las camas funcionando adecuadamente.

- **Cenizas de madera:** Aportan principalmente fósforo y potasio. Se activan al mezclarse con agua y pueden incorporarse en la preparación del compost.

- **Cáscaras de huevo:** molidas finamente, se aplican alrededor de la base de las plantas, ayudan a mantener alejadas a plagas, como caracoles y orugas, además de aportar calcio al suelo.

- **Ramas y hojas trituradas:** Una vez trituradas, se pueden esparcir directamente en el suelo para mejorar su nutrición.

Estiércol: tradicional y muy utilizado por sus altos contenidos de nitrógeno. Debe compostarse antes de aplicarlo para evitar riesgos de contaminación en las plantas por bacterias. Se recomienda que provenga de animales que no hayan recibido antibióticos recientemente.

Bokashi o bocashi: Es un abono fermentado de rápida elaboración (25 a 40 días). Se prepara con microorganismos eficientes, melaza y materiales de la finca como estiércol, residuos de cosecha, hojarasca, ceniza, palo podrido, tierra negra o lodo de río.

Biochar: el biochar de cáscaras de cacao es un carbón vegetal obtenido al someter las cáscaras a un proceso de calentamiento en ausencia o con poca presencia de oxígeno (pirólisis). Se usa como enmienda orgánica en los suelos ácidos, ayuda a bajas el pH y aumenta la capacidad de intercambio catiónico.

La aplicación de este tipo de abonos y enmiendas mejora considerablemente algunos aspectos de la planta en su fase de desarrollo, como:

Características del suelo: aumenta los contenidos de nutrientes, estabiliza el pH del suelo y mejora la capacidad de retención de agua. El abono orgánico ayuda a recuperar suelos maltratados por prácticas agropecuarias.

Resistencia a enfermedades y plagas: El incremento de nutrientes y microorganismos benéficos en el suelo, fortalece a las plantas en general, lo que las hace más resistentes al ataque de enfermedades e insectos plagas.

Sostenibilidad: En la finca siempre se generan residuos (restos de cosecha, podas, hojas, frutos, estiércoles), lo que permite mantener de manera constante la práctica de elaborar compost. La clave está en la disciplina del productor: si se organiza y aprovecha esos materiales, podrá producir abono orgánico de forma continua y sostenible.

Mejora procesos de absorción de fertilizantes: Ayuda a que las plantas mejoren su capacidad de absorción de los fertilizantes. Esto se traduce en cultivos más productivos y, en consecuencia, en una mayor rentabilidad para el productor.

Dentro de esta gama de abonos orgánicos, también se consideran aquello biofertilizantes, bioles, fertilizantes líquidos o purines, preparados mediante receta previa con protocolos de fermentación aeróbica (con presencia de oxígeno) o anaeróbica (sin presencia de oxígeno), mezclando restos animales y vegetales, en agua, melaza y en algunos casos con adición de minerales en forma de quelatos, sulfatos o rocas.

Algunos biofertilizantes de uso en cacao que se pueden mencionar son: caldo microbiano aeróbico o guarapo de estiércol, caldo súper 4, caldo sulfocálcico, caldo revitalizador de suelos, caldo súper magro, caldo de mantillo y purín de ortiga entre otros (Angarita, D. 2009; Méndez, R. 2008).

La aplicación periódica de estos abonos orgánicos mantiene y mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, reduciendo a través del tiempo la aplicación de fertilizantes de síntesis química.

4.3. Enmiendas

Un resultado crítico en el análisis de suelo para el cultivo de cacao puede relacionarse con una acidez elevada, determinada por valores de pH menores a 5.5, condición que interfiere en la disponibilidad de calcio, magnesio y fósforo, afectando el desarrollo y la productividad del cultivo.

Para llevar el pH a niveles recomendados para la planta, se deberían aplicar enmiendas a base de calcio (Ca). Estas ayudan a neutralizar los elementos que causan la acidez y genera varios beneficios:

- Mejora la absorción nutricional,
- Redistribuye el Nitrógeno (N) en la planta,
- Libera el fósforo (P) retenido en el suelo
- Aumenta la eficiencia en el uso de fertilizantes
- Mejora la capacidad para retener nutrientes y agua,
- Contribuye al equilibrio físico, químico y biológico del suelo, reduciendo las probabilidades de erosión.

El tipo de enmienda, cantidad y frecuencia de aplicación depende del nivel de acidez que se encuentre en los resultados del análisis de suelo. Entre más ácido esté el suelo, mayor deberá ser la dosis y frecuencia de aplicación, pero debe evitarse el exceso, ya que puede desnaturalizar el suelo y reducir la fauna microbiana. La recuperación del pH adecuado puede tardar de uno a varios años, por lo que se requiere un plan de manejo continuo. La aplicación de enmiendas debe complementarse siempre con materia orgánica como compost para lograr un mejor efecto y mantener la salud del suelo.

El tiempo de reacción de una enmienda depende de su composición y de la humedad del suelo. Sus efectos positivos suelen verse en la planta, especialmente en la producción de hojas nuevas.

Es importante aclarar que la aplicación de enmiendas **no sustituye un plan de nutrición completo**: son una parte fundamental del manejo del cultivo, pero tienen un objetivo específico y se complementan con la fertilización.

La siguiente tabla, relaciona algunos aspectos importantes en la aplicación de enmiendas:

Beneficios en la aplicación de enmiendas

Beneficio Clave Enmienda	Descripción del Impacto en el Cultivo de Cacao
Corrección de la Acidez	El encalado neutraliza la acidez del suelo, elevando el pH a un rango óptimo de 5.5 a 7.0 para el cacao. Esto evita que la planta sufra por un pH bajo.
Eliminación de la Toxicidad	En suelos ácidos, elementos como el aluminio y el manganeso se vuelven tóxicos para las raíces del cacao. El encalado precipita estos elementos, eliminando su efecto dañino y permitiendo el desarrollo de un sistema radicular sano.
Mejora en la Disponibilidad de Nutrientes	Al elevar el pH, el encalado desbloquea nutrientes esenciales como el fósforo, nitrógeno, y potasio, que en condiciones ácidas no están disponibles para la planta. Esto asegura que el cacao reciba los nutrientes que necesita para crecer.
Aporte de Calcio y Magnesio	Las enmiendas calcáreas, como la cal agrícola y la cal dolomita, son fuentes importantes de calcio y magnesio, dos nutrientes vitales para el desarrollo celular y la fotosíntesis del cacao.
Mayor Eficiencia de Fertilización	Un suelo con un pH corregido permite que el cacao aproveche al máximo los fertilizantes aplicados. Esto se traduce en una reducción de la cantidad de fertilizantes necesarios y, por ende, en un menor costo de producción a largo plazo.
Promoción de la Actividad Biológica	Un pH equilibrado favorece el crecimiento y la actividad de microorganismos beneficiosos en el suelo. Estos organismos son clave para la descomposición de la materia orgánica y la mejora de la estructura del suelo, lo que beneficia la salud general de la plantación.

Fuente: Manejo de la fertilidad de suelos en la zona tropical. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Sánchez, P. A., & Rincón, A. E. (2012).

4.3.1. Tipos de enmiendas

La naturaleza ofrece dos tipos principales de enmiendas del suelo: orgánicas e inorgánicas. Las enmiendas orgánicas son materiales de origen natural, como abono, compost, estiércol, restos de cosechas, hojas y ramas de árboles, y residuos de alimentos. Las enmiendas inorgánicas son materiales de origen mineral, como arena, cal, yeso y ceniza de madera.

Es importante seleccionar la enmienda adecuada, según las necesidades específicas del suelo, teniendo en cuenta factores como el tipo de suelo, la acidez, el nivel de nutrientes y la calidad del agua.

En la siguiente tabla, se pueden ver los tipos de enmienda y sus características:

Tipos de enmiendas y sus características

Característica Principal	Enmiendas Orgánicas	Enmiendas Inorgánicas (Minerales)
Origen	Residuos vegetales, animales y microorganismos.	Materiales de origen mineral o sintético.
Composición	Principalmente materia orgánica (carbono, hidrógeno, oxígeno) y nutrientes esenciales.	Sales, óxidos y minerales específicos.
Función Primaria	Mejorar las propiedades físicas y biológicas del suelo (estructura, retención de agua, actividad microbiana).	Corregir propiedades químicas del suelo (principalmente el pH y salinidad).
Acción	Lenta y gradual, con efectos a largo plazo.	Rápida y específica, con efectos a corto o mediano plazo.
Aporte de Nutrientes	Suministran nutrientes de forma gradual y en concentraciones variables.	Aportan nutrientes específicos en concentraciones controladas.
Ejemplos	Compost, estiércol, humus de lombriz, abono verde, turba.	Cal agrícola (CaCO3), cal dolomita (CaMg(CO3)2), yeso agrícola (CaSO4 · 2H2 O), azufre elemental (S).
Ventajas	Aumentan la fertilidad del suelo a largo plazo. Reducen la compactación. Reciclan residuos. Fomentan la vida del suelo.	Efecto rápido y predecible. Fáciles de aplicar en grandes extensiones. Ideales para corregir problemas específicos de pH o salinidad.
Desventajas	Pueden contener semillas de maleza o patógenos. Requieren grandes cantidades. El contenido nutricional es menos preciso.	Pueden causar desequilibrios si se aplican en exceso. Su producción tiene un mayor impacto ambiental. No mejoran la estructura del suelo.

Fuente: Guía global para los sistemas de cultivo de cacao. International Cocoa Organization ICCO (2022).
Manejo de la fertilidad de suelos en la zona tropical. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Sánchez, P. A., & Rincón, A. E. (2012).

Enmiendas calcáreas

Dentro de las enmiendas más comunes aplicadas a los cultivos de cacao están las cales que, según su concentración y fuente se encuentran en el mercado con diferentes nombres.

En la siguiente tabla, se presentan las principales enmiendas calcáreas que se pueden encontrar en el mercado:

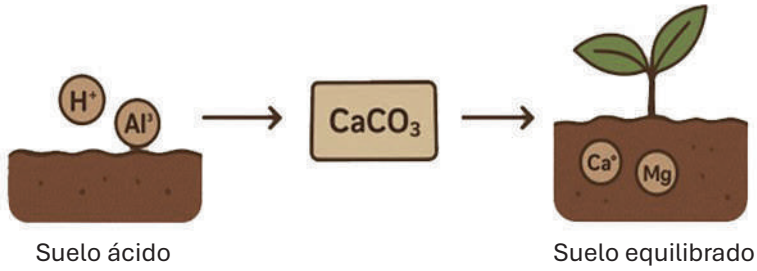
Enmiendas comerciales

Enmiendas de acidez	Elementos o nutrientes
Cal Viva, Cal Agrícola o Cal apagada o Hidróxido de calcio	Calcio. Diferentes contenidos
Cal dolomítica	Calcio y Magnesio
Yeso Agrícola	Calcio + Azufre
Calfos	Calcio + Fósforo
Óxido de Magnesio	Mg + Si
Silicarbonatos	Ca, Mg, S, Si
Enmiendas múltiples-*- Micro organismos	Ca, Mg, P, S + Bacterias
Enmiendas múltiples+Menores	Ca, Mg, P, S, B, Cu, Si, Zn

Fuente: Compañía Nacional de Chocolate (2021). Nutrición y Fertilización.

A continuación, se ilustra algunos aspectos importantes en la aplicación de enmiendas calcáreas, como la cal:





Importancia de la aplicación de enmiendas al suelo

Fuente: International Cocoa Organization ICCO (2022). Guía global para los sistemas de cultivo de cacao.

4.3.2. Aplicación de enmiendas del suelo

La cantidad de enmienda a usar puede aplicarse de varias formas: a) al voleo al inicio del cultivo b) en cobertura en la base del árbol proporcional a la edad y c) al hueco al momento de la siembra. Los suelos de textura arcillosa con más del 30 % de arcilla, pueden recibir hasta 4.000 Kg/ha/año y los suelos de textura franco o franco arenoso, con arcilla inferior al 30 %, no admiten más de 2.000 Kg/ha/año. En casos que la dosis supere la cantidad máxima, esta debe fraccionarse para aplicarla en dos o tres años. Para facilitar la penetración en el perfil de la enmienda a usar en superficie, se puede reemplazar por yeso agrícola, hasta el 40 % de la dosis total calculada para cada aplicación (Méndez H. A. 1988).



Aplicación de cal en forma de corona

Al finalizar la etapa escogida para efectuar la aplicación del correctivo, es necesario tomar una nueva muestra de suelos, que permita evaluar información básica como la evolución del pH, el porcentaje de saturación de aluminio y los niveles de nutrientes, que faciliten recalcular una nueva dosis y los tiempos de aplicación (Vivar, F. 2013).



Aplicación de cal al voleo por calles del cultivo

IMPORTANTE: Recuerda que las enmiendas son el complemento de nuestro plan nutricional.

5 Minerales en la nutrición del cacao



Al igual que los seres humanos, las plantas necesitan de un equilibrio nutricional para su optimo desarrollo y que, en muchas ocasiones no son suficientes aquellos que se puedan encontrar en el suelo de manera natural. Una nutrición mineral acertada es fundamental en el cultivo de cacao para el crecimiento, desarrollo y producción de frutos sanos y de calidad, lo cual influye directamente en la rentabilidad del cultivo.

En Colombia, gran parte de los cultivos de cacao se ubican en suelos ácidos y con deficiencias en nutrientes, lo que hace indispensable la fertilización mineral para suplir las carencias de estos y lograr la mayor expresión productiva de los árboles.

A continuación, veremos características de los minerales y su importancia:

Minerales y su importancia en el cultivo de cacao

Característica Nutrición Mineral	Importancia y Beneficios Específicos
Aumento de la Producción	La nutrición adecuada permite que la planta desarrolle más flores y, por ende, más mazorcas. El rendimiento por hectárea aumenta significativamente, lo que se traduce en mayores ganancias para el productor.
Mejora de la Calidad del Grano	Los nutrientes influyen directamente en la calidad del grano, incluyendo su peso, sabor y aroma. Un cacao de mejor calidad tiene un mayor valor comercial en el mercado.
Fortalecimiento de la Planta	La nutrición balanceada fortalece la planta, haciéndola más resistente a plagas, enfermedades y estrés ambiental, como las sequías. Esto reduce las pérdidas en la cosecha y los costos asociados al manejo de problemas sanitarios.
Sostenibilidad del Cultivo	La fertilización repone los nutrientes que la planta extrae del suelo, evitando su agotamiento a largo plazo. Esta práctica es crucial para mantener la productividad del cultivo por muchos años.
Optimización de Recursos	Al saber qué nutrientes necesita la planta (mediante un análisis de suelo), se aplican solo los fertilizantes necesarios, lo que optimiza la inversión y minimiza el impacto ambiental.

Fedecacao (2017). Manual de fertilización y nutrición del cacao en Colombia.

5.1. Deficiencias nutricionales en el cultivo de cacao

Hemos mencionado la importancia de los nutrientes minerales en los árboles de cacao, ahora revisaremos, como se logra identificar a simple vista la ausencia de estos en las diferentes partes del árbol y como pueden afectar la productividad.

Al hacer un recorrido por el cultivo, se puede identificar algunas características relevantes en las plantas, que seguramente marcan algunas diferencias con relación a plantas sanas y vigorosas, a estas le llamamos signos. Estos signos pueden representar dos situaciones negativas presentes en las plantas, una de estas puede ser por afectaciones por plagas o enfermedades causales de síntomas en el metabolismo de la planta; la segunda y a la cual nos estaremos refiriendo, es por desequilibrio nutricionales.



Dentro de lo observado podemos encontrar, **a. hojas:** Marchitamientos, coloraciones amarillas y/o rojizas, quemazón en los bordes o en la parte central, enroscamientos de hacia afuera o hacia adentro, rugosidades o perdida de alisamiento natural, perdida de dimensiones o alargamientos anormales; **b. ramas:** perdida de hojas, secamiento parcial o total, perdida de rigidez; **c. frutos:** deformidad, coloración diferente a la normal, granos más pequeños de lo normal, maduración prematura; **d. flores:** Caída repentina, quemazón, desarrollo anormal de flores; **e. tallo:** Rugosidad y acanalamiento vertical, secamiento parcial, exudaciones, llagas o coloraciones anormales; **f. raíces:** secamiento parcial o total, perdida de raíces secundarias y pelos adsorbentes, llagas y exudaciones.

5.2. Principales Deficiencias

Considerando lo anterior, las siguientes imágenes ilustran la acción de los minerales esenciales en hojas y frutos donde se logra observar el mayor impacto en el árbol de cacao cuando se presentan posibles deficiencias nutricionales:

Deficiencia de Nitrógeno (N)







FUNCIONES	SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA
• Promueve el crecimiento en el desarrollo del cultivo • Forma parte de la molécula de clorofila • Es esencial en la síntesis de aminoácidos y proteínas • Es importante en la división celular • Incrementa el número de flores y mejora el peso y el tamaño de los frutos	• Se detiene el crecimiento de las plantas • Clorosis en las hojas bajas de la planta • Hojas pequeñas y delgadas • Tallo delgado • Caída prematura de hojas • Floración prematura

Deficiencia de Fósforo (P)





FUNCIONES	SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA
• Promueve el desarrollo de raíces • Importante en la formación de flores, frutos y semillas • Vital en el proceso de fotosíntesis y en el transporte, almacenamiento y transferencia de energía • Acelera la maduración de los frutos	• La planta crece lentamente y las hojas más pequeñas no se desarrollan • El crecimiento nuevo tiene entre nudos cortos y las hojas se posicionan en ángulo agudo con relación a la rama • Raíces cortas, delgadas y poco profundas • Plantas con precario desarrollo vegetativo • Deficiencia en los procesos de formación de flores, frutos y semillas • Las hojas maduras desarrollan color pálido en los filos y puntas, mientras que las hojas jóvenes se tornan más pálidas que las venas

Deficiencia de Potasio (K)





FUNCIONES	SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA
• Importante en la síntesis de proteínas e hidratos de carbono • Mantiene el nivel hídrico de las plantas, regulando el cierre y apertura de estomas • Da firmeza al tejido (solidez del tallo) • Mejora el llenado, formación y calidad de frutos • Incrementa la resistencia a enfermedades	• Hojas viejas con márgenes necróticas • Los brotes o retoños de hojas son cada vez más pequeñas • Frutos y semillas son de tamaño pequeño y de bajo peso

Deficiencia de Calcio (Ca)





FUNCIONES	SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA
• Crecimiento y fortaleza de tallos y raíces (División celular y elongación de las células) • Componente de la pared celular y de la membrana plasmática • Facilita el aprovechamiento del Boro • Reduce la tasa respiratoria • Regula la transpiración • Estimula la germinación y crecimiento del polen de la flor • Permite el crecimiento vegetativo y de raíces.	• Pudriciones apicales en frutos • Deformación y necrosis de las hojas jóvenes (Manchas marrones focalizadas) • Afecta el crecimiento radicular (Raíces mal formadas) • Caída prematura de hojas, muerte de brotes y yemas • Plantas con retrasos del crecimiento

Deficiencia de Magnesio (Mg)





FUNCIONES	SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA
• Componente estructural de la clorofila (Fotosíntesis) • Necesario para la formación de azúcares, aceites y grasas • Interviene en el llenado de frutos • Interviene en el metabolismo del fósforo • Importante en el cargue del floema de nutrientes elaborados • Activa procesos enzimáticos • Importante en la respiración celular	• Clorosis intervenal • Secamiento en márgenes de hojas • Ápice de las hojas retorcidas • Baja concentración de hidratos de carbono por falta de fotosíntesis

Deficiencia de Boro (B)





FUNCIONES	SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA
• Importante en el desarrollo radicular, hojas y botones florales • Esencial en la polinización, crecimiento de semillas y frutos • Importante en la germinación del polen • Formación del tubo polínico • Formación de la pared celular • Transporte de azucares vía floema	• Malformación de flores y frutos • Acortamiento en entrenudos • Aborto de flores y frutos • Baja viabilidad del polen • Aspecto corchoso de la lámina foliar

Deficiencia de Azufre (S)




FUNCIONES	SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA
• Se le confiere propiedades insecticidas y fungosas • Mejora la asimilación del metabolismo del nitrógeno (sinergismo) • Forma compuestos que confiere resistencia al frío y la sequía • Vital para dar sabor y olor a los granos y frutos • Estimula la formación de la semilla	• Hojas nuevas pálidas y poco desarrolladas • Hojas jóvenes con amarillamiento brillante • Disminución en la producción de clorofila • Detención en la síntesis de proteínas por falta de aminoácidos: Cisteína y metionina

Deficiencia de Zinc (Zn)







FUNCIONES	SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA
• Interviene en la formación de las auxinas (Hormonas de crecimiento) • Favorece la maduración de los frutos • Interviene en la síntesis de la clorofila • Estimula el vigor de la planta y el desarrollo vegetativo	• Ocasiona deformación y retraso en la planta • Hojas pequeñas • Reducción en el ancho de las hojas • Arrosetamiento en hojas jóvenes • Clorosis intervenal en hojas nuevas • Tallos cortos y delgados

Es importante resaltar que la identificación visual de deficiencias no determina en su totalidad la ausencia de un nutriente, ya que estos se pueden confundir con síndromes fisiológicos de la planta, como pueden ser atrofiamiento radicular por obstáculo en el suelo durante su crecimiento, descargas eléctricas (rayos), intoxicaciones y/o afectación por plagas y enfermedades. En algunas ocasiones es la suma de varias de estas, por lo que siempre es necesario contar con el diagnóstico de un técnico extensionista experto o resultados de un laboratorio.



Identificación visual de deficiencias nutricionales

NOTA: Si percibe que su cultivo presenta algún síntoma antes descrito, contacte a los funcionarios de Fedecacao – Fondo Nacional del Cacao para un mejor asesoramiento.

6 Costos de implementación de un modelo de manejo nutricional en cacao



La producción de cacao se realiza en diferentes modalidades, desde los cultivos campesinos para el consumo familiar, el intercambio y la comercialización local, hasta los cultivos industriales orientados a la exportación con altas densidades de siembra, en todos los casos, el cultivo realiza una extracción constante de nutrientes, que con el paso del tiempo va agotando la reserva que ofrecen los minerales y la materia orgánica presente naturalmente en el suelo, especialmente cuando tenemos sembradas variedades de cacao mejoradas, con mayor cantidad y tamaño de mazorcas y granos, la cuales tienen un mayor consumo de nutrientes.

De acuerdo con lo visto anteriormente, el uso de enmiendas para mejorar las condiciones físicas o químicas del suelo, así como la aplicación de fertilizantes, se ha convertido en una

de las prácticas más importantes para tener mayores niveles de producción. En estudios realizados en diversas regiones cacaoteras del mundo, se ha encontrado la relación directa entre planes de manejo nutricional y el aumento del rendimiento del cultivo.

Al respecto, los equipos de investigación de Charry y otros (2025) en Colombia, Ecuador y Perú, encontraron que fincas que tenían producciones entre 200 y 600 kg/ha al año, pasaron a producir 800 a 1.500 kg/ha al año con planes de fertilización integrados, con 2 o 3 aplicaciones al año bien dosificadas.

En estudios llevados a cabo en la República de Ghana, el equipo de investigación de Arthur, Dogbatse & Padi (2024), reportó que la adecuada aplicación de fertilizantes aumentó el rendimiento de grano seco hasta en un 74%, pasando de 426 kg/ha a 739 kg/ha usando solamente fertilizantes granulados; y aumentaron entre el 77% al 117% con una combinación de fertilizantes granulados y foliares, según la región y el tipo de suelo.

Por su parte, Navia, Escobar, & Ballesteros (2022) en un ensayo que comparó la fertilización química y orgánica en el municipio de Tumaco (Nariño), encontraron mejoras significativas del rendimiento del cultivo a partir de la fertilización, y también mejoras en los parámetros de calidad del grano, lo que hace posible obtener primas de precio en mercados diferenciados.

A partir de esta información, es importante que, como productores, se tenga en cuenta que los suelos cambian con el tiempo, y su composición natural depende de condiciones como la ubicación geográfica, el tipo de rocas, el clima, la topografía, la cantidad y frecuencia de las lluvias, entre otras, que facilitan o retrasan la pérdida de nutrientes. No se trata solamente de aplicar fertilizantes, se debe planear bien, buscando el apoyo técnico.

Mantener un adecuado balance de nutrientes es fundamental para mantener una buena producción, al tiempo que se cuida el suelo para el futuro, para lograrlo, la herramienta fundamental es el análisis de suelo.

Para mantener el balance, es necesario aportar los elementos que consume anualmente el cultivo con cada cosecha, y aportar un poco más, para ir “ahorrando” para el futuro, especialmente con el alto consumo de elementos mayores. Es importante entonces hacer aportes de materia orgánica, como se ha visto en capítulos anteriores de esta cartilla.

Existe una diferencia marcada entre un cultivo de cacao a plena exposición y uno establecido en un sistema agroforestal. En el primero, la reposición de nutrientes proviene casi exclusivamente de la caída de las hojas del cacao y de los minerales propios del suelo. En cambio, en un sistema agroforestal, además de este aporte, se suman las hojas de los árboles asociados, la captura y fijación de nitrógeno atmosférico por parte de especies leguminosas y bacterias, así como múltiples interacciones en la rizosfera con hongos benéficos (como las micorrizas), bacterias solubilizadoras, lombrices e insectos.

Estos organismos no solo contribuyen a mejorar la estructura física del suelo, especialmente la porosidad, sino que también incrementan la materia orgánica a través de sus deposiciones y del proceso de descomposición, favoreciendo un reciclaje constante de nutrientes.

La siguiente figura, ilustra los dos tipos de cultivo y su relación ambiental y biológica:



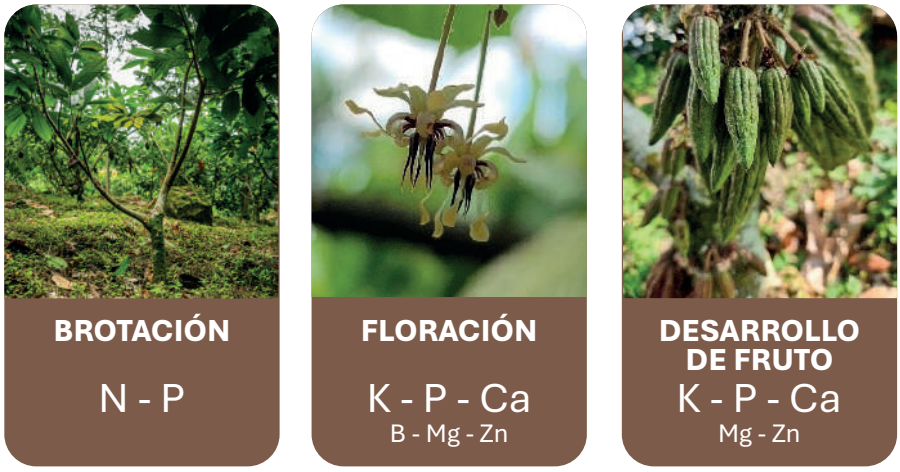
Tipos de cultivo y su relación ambiental y biológica

Recuerda:

Los fertilizantes químicos y orgánicos sufren pérdidas durante su aplicación, lo cual puede generar mayores costos para el productor, nutrición incompleta y fenómenos de contaminación ambiental, por eso **¡no se recomienda hacer una sola aplicación anual!**

EPOCA DE APLICACIÓN

La aplicación depende de la demanda del cultivo y del comportamiento de nutrientes en el suelo.



Nutrientes claves en tapas fenológicas del cultivo de cacao

6.1. El plan de fertilización

Con el fin de realizar una buena práctica de manejo nutricional, es fundamental tener en cuenta los cuatro principios (4R) esenciales para garantizar un "manejo responsable de nutrientes". Los 4R que ha desarrollado el Instituto Internacional de Nutrición de Plantas (IPNI, por sus siglas en inglés, 2013) se basan en la aplicación del insumo correcto, en la cantidad, el lugar y el tiempo adecuado.

La aplicación de enmiendas y fertilizantes bien planificada ayuda a mejorar las condiciones del suelo y maximizar el uso de los recursos del productor y la finca, para eso, se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

Contenido actual de nutrientes y extracción por el cultivo

El contenido de nutrientes disponibles en el suelo va a estar determinado por el análisis de

suelo, que, además dentro de sus resultados hará un análisis físico - químico y las interacciones eléctricas de los nutrientes, por otro lado, la extracción va a estar determinado por el estado fisiológico y fenológico del cultivo, lo cual también nos indicará la necesidad de cada uno, como lo muestra la siguiente imagen:

Época del año

Considerando lo anterior, lo siguiente es tener en cuenta la época del año para la aplicación, ya que, para el caso de aplicación de enmiendas, especialmente si son cales o yeso lo ideal es que haya constantes lluvias que ayuden la penetración en el suelo neutralizando aspectos que causen baja disponibilidad de nutrientes, y para el caso de aplicaciones de fertilizantes de síntesis química, las cuales vienen principalmente en forma de sales, lo ideal es que las lluvias no sean torrenciales para evitar la pérdida del fertilizante por escorrentía (terrenos pendientes), por evaporación (deshidratación) o lixiviaciones (filtración rápida).

Cantidad de producto a aplicar

Para calcular la dosis correcta, se debe evaluar a partir de la oferta de nutrientes en suelo y la demanda de nutrientes por el cultivo, según los resultados del análisis de suelo. Esta información nos permitirá seleccionar el producto indicado, así como la concentración, disposición y eficiencia mineral.

Costo de la mano de obra y transporte

Al considerar un plan de fertilización también debemos estimar los costos de transporte del lugar donde lo adquirimos al sitio donde lo estaremos aplicando, de igual manera no hay que olvidar los costos de la mano de obra de las personas que vamos a necesitar para hacer de esta actividad una labor oportuna.

Tipo de fertilizante

Considerando los resultados de nuestro análisis de suelos, el cual nos dirá en qué esta deficiente nuestro suelo, procedemos a identificar en el mercado el o los productos necesarios para equilibrar la necesidad. En primer lugar, es importante revisar las fórmulas de concentración, la disponibilidad de nutrientes, la composición y por su puesto el costo. Depende de la necesidad podemos encontrar en el mercado, abonos orgánicos, foliares o fertilizantes de síntesis química. Para el caso específico del cacao uno de los más recomendados es el Agrocacao, el cual cuenta con un balance de nutrientes pensando en el cultivo, sin embargo, el productor podrá balancear la nutrición del cultivo con las fuentes disponibles en la zona.

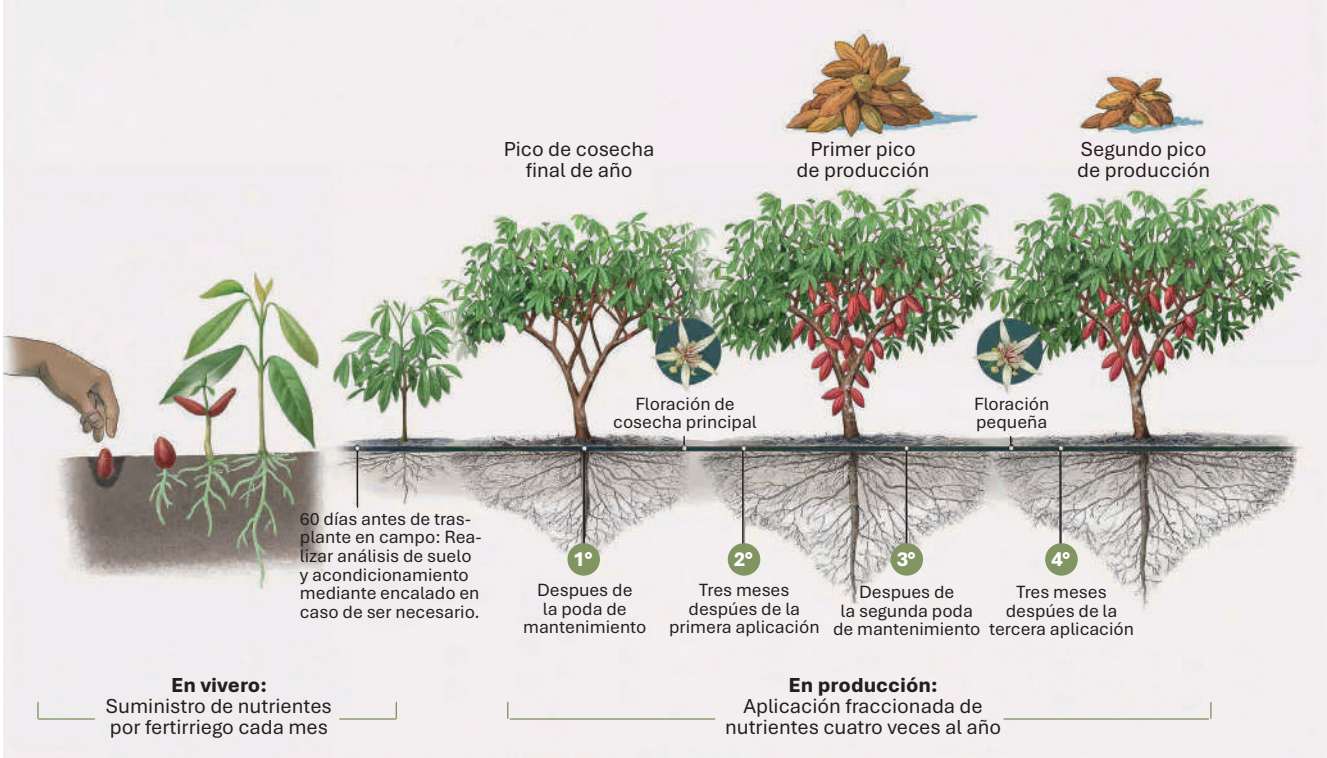


Aplicación de fertilizante

De acuerdo con estos parámetros, se puede adecuar la frecuencia de aplicación, si es una sola al año, se gasta menos mano de obra, pero las dosis son muy altas y hay riesgo de pérdida de nutrientes, desequilibrio en el suelo alterando la relación entre elementos, así como la posibilidad de que la planta al final del año tenga dificultades para tomar los elementos menores.

Por su parte, la administración frecuente permite aplicar dosis más eficientes, de acuerdo con las necesidades según la fase del cultivo (crecimiento, floración, desarrollo de fruto, maduración), aunque esto implica mayor costo en mano de obra.

En la siguiente imagen, se representa los momentos de fertilización, según su fenología:



Tiempos de fertilización, según fenología

Fuente: Agrosavia (2025). Manejo de la Fertilización Integrada en el Cultivo de Cacao.

Recuerda: Es importante establecer un plan de manejo nutricional racional, construido entre el técnico extensionista y el productor, que sea beneficioso para el cultivo y el bolsillo de la familia cacaocultora.

Si hace más de un año no se fertiliza, es necesario primero aplicar enmiendas como la cal, y entre 20-30 días después aplicar el fertilizante. Los productos de origen químico como el triple 15, triple 18 y el Agrocacao deben taparse con tierra para evitar su volatilización, así mismo su aplicación debe ser gradual, 3 o 4 veces al año para hacer reposición de nutrientes y la toma progresiva por parte de la planta; por su parte, si se ha venido fertilizando previamente, se pueden hacer al menos 2 fertilizaciones al suelo, apoyado con fertilización foliar cada 3 meses.

¡Un suelo vivo
es un suelo productivo!

6.2. Forma de aplicación

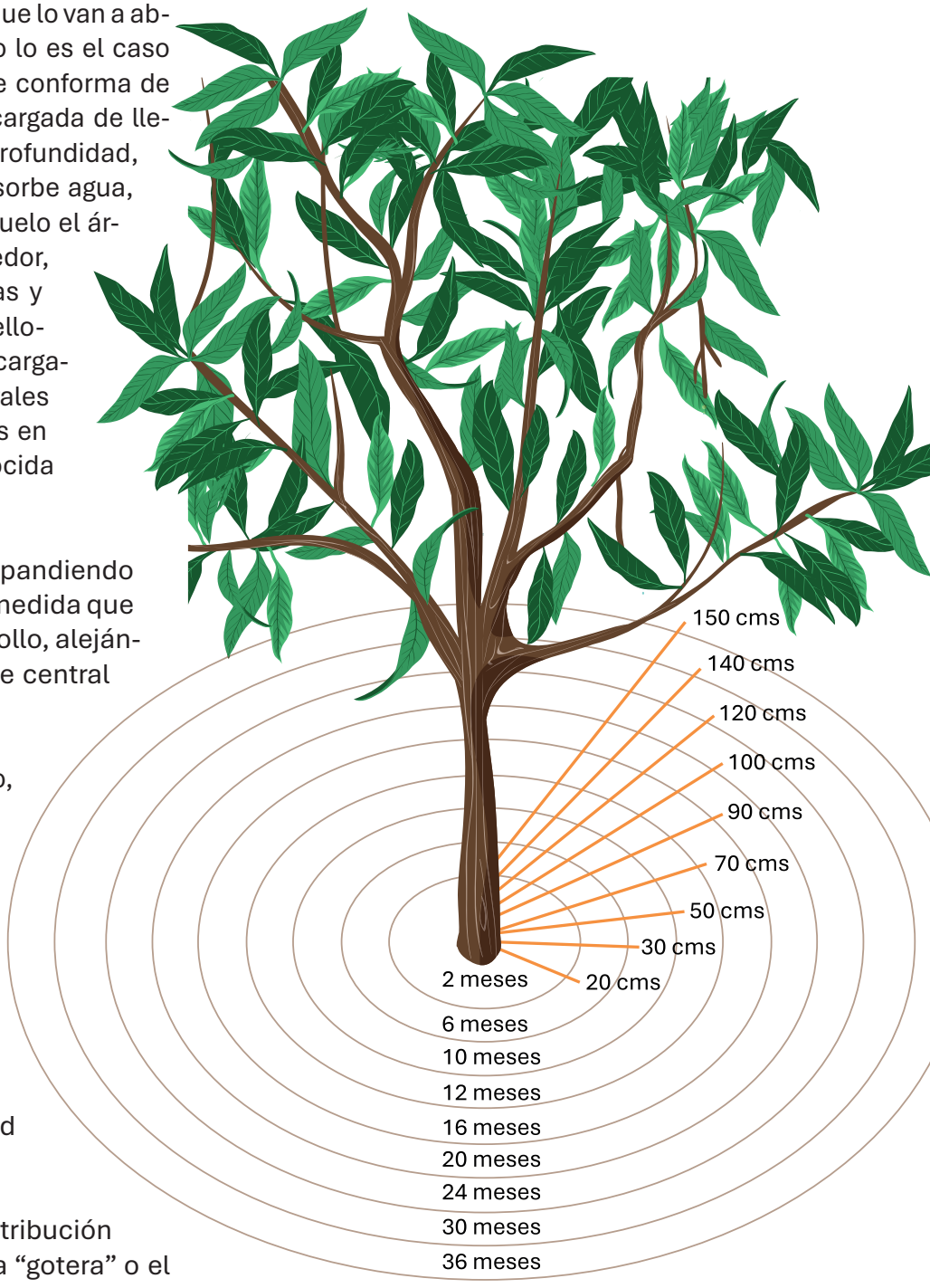
Antes de aplicar un fertilizante debemos identificar, en que parte están las raíces que lo van a absorber. En muchas plantas, como lo es el caso del cacao, el sistema radicular se conforma de una raíz principal o pivotante encargada de llegar hasta los dos metros de profundidad, brinda el anclaje a la planta y absorbe agua, mientras en la primera capa del suelo el árbol de cacao distribuye a su alrededor, otras raíces llamadas secundarias y terciarias, las cuales contienen vellosidades o pelos absorbentes, encargadas de tomar los nutrientes minerales y compuestos orgánicos disueltos en el agua presente en el suelo, conocida como “solución del suelo”.

Este sistema radicular se irá expandiendo alrededor del tronco del árbol a medida que la parte aérea va ganando desarrollo, alejándose constantemente de la parte central del árbol.

Teniendo en cuenta lo mencionado, las aplicaciones de fertilizante edáfico van a depender del estado fisiológico del árbol o a la edad del cultivo, ubicando el fertilizante lo más cerca al extremo del sistema de raíces, donde se da la mayor absorción.

La siguiente imagen muestra el radio de aplicación, según la edad del cultivo.

Generalmente, el área de distribución de las raíces corresponde con la “gotera” o el extremo de las ramas principales, por lo que se debe aplicar el fertilizante en un círculo o proyección de la sombra de la copa del árbol a medio día.



Rangos de aplicación de fertilizante, según estado fisiológico

Fuente: Compañía Nacional de Chocolate (2021). Nutrición y Fertilización.

En la agricultura moderna, se conoce y valora el uso de las micorrizas, como una manera de ayudar a proteger las raíces del ataque de hongos y algunas bacterias causantes de enfermedades de la raíz, al tiempo que éstas pueden incrementar hasta en un 30% el volumen de las raíces, facilitando la exploración del suelo y la toma de nutrientes, mejorando la alimentación del árbol de cacao.

6.3. Recomendaciones generales para la fertilización

Estando con los productos listos para llevar a cabo nuestro plan de fertilización es necesario llevar a cabo labores previas de preparación del cultivo, la cual irá a garantizar la efectividad y eficacia del mismo. Para esto, estaremos mencionando algunas actividades para tener en cuenta:

Control de malezas: Hacer control de malezas previo a la aplicación disminuye las perdidas por absorción de plantas que generan competencia nutricional con el cultivo y facilita el recorrido por el cultivo y el acceso al área de aplicación alrededor del árbol. Lo más recomendado es hacer plateos o limpia total.

Poda de sombríos permanentes: Aunque los sombríos son de gran importancia en el cultivo de cacao, la falta de podas impide la entrada adecuada de luz solar y lluvia. Un cultivo de cacao en etapa productiva debe contar en promedio entre un 25 a un 30% de sombrío. Es de suma importancia evitar la competencia por luz, agua y nutrientes, por lo que a veces es necesario ralear aquellos que estén en exceso.

Poda de cultivo: El siguiente paso es realizar poda a los árboles objetivo de fertilizar, eliminando aquellas partes que no necesitamos, manteniendo la arquitectura productiva ideal. En caso de no hacer esta labor, el fertilizante aplicado se estaría desperdiciando en partes del árbol que, seguramente no son productivas o que están en recuperación, las cuales no necesitamos. Durante esta poda realizamos control de enfermedades eliminando esas partes del árbol afectadas para que nuestro fertilizante entre a recuperar las partes afectadas. En esta labor es importante dejar repicada las ramas gruesas caídas permitiendo la descomposición rápida y evitando accidentes durante los siguientes recorridos por el lote.

Aplicación de enmiendas: En caso de considerar dentro del plan de fertilización las enmiendas, estas se deben hacer antes de la aplicación de los fertilizantes, las cuales van a acondicionar el suelo, neutralizando aquellas sustancias que evitan la disponibilidad de los nutrientes. Estas se pueden realizar antes, durante o después de la poda, con el fin de aprovechar las precipitaciones durante la actividad para que haya una buena incorporación de la misma.

Aplicación de Materia Orgánica: La aplicación de estas, nunca estarán de más y, por el contrario, estas mejoran la Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C) y la conductividad eléctrica (C.E) del suelo. Algunos la aplican al mismo tiempo con la enmienda, mientras que otros la aplican al tiempo con el fertilizante; la opción más acertada es aplicarla junto con la enmienda para que estos dos productos mejoren las propiedades del suelo y el fertilizante aplicado posteriormente sea más eficiente.

Fertilización edáfica (Síntesis químico): Aplicada la enmienda y la materia orgánica, la siguiente y última parte es la aplicación del fertilizante edáfico, este se debe aplicar considerando las distancias anteriormente vistas en la figura, considerando el suelo húmedo

y preferiblemente tapando con tierra y no con hojas. La tierra permite de manera controlada la disolución del fertilizante e incorporación de las partículas, mientras si lo cubrimos con hojas, estas no dejaran entrar humedad suficiente. Evite dejar descubierto el fertilizante aplicado, dejando a exposición de la luz solar, ya que, al venir en forma de sal, este fácilmente se volatiliza por causa de la evaporación.

Pasados quince días después de este proceso y dependiendo de la frecuencia de las lluvias, se comenzarán a ver rebrotes de hojas y ramas nuevas como fruto de la estimulación de los nutrientes en los diferentes órganos de las plantas, resultado de la buena labor realizada.



6.4. Costos del manejo nutricional del cacao

Naturalmente, aportar todo lo que el cultivo necesita tiene un costo monetario, representado en el análisis de suelos, la compra y transporte de fertilizantes, enmiendas y abonos, así como la mano de obra para su aplicación. Por lo que se recomienda hacer de 2 a 4 aplicaciones al año, según las condiciones en las que esté el suelo, de acuerdo con lo que indican los resultados del análisis.

Como hemos visto previamente, la nutrición es una actividad que se adecua a las condiciones del suelo y la fase del cultivo, a continuación, se presentan los costos promedio para el desarrollo de plan de manejo nutricional en una hectárea de cacao por año en pesos colombianos (COP, 2025), según el estado de desarrollo del cultivo.



Tabla de costos de manejo nutricional del cacao por etapa

FASE CULTIVO	RUBRO	UNIDAD	CANT.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Vivero para 4000 plantas/ año	Fertilización foliar	Jornal	10	$ 70.000	$ 700.000
	Fertilización edáfica	Jornal	12	$ 70.000	$ 840.000
	Fertilizante foliar completo	Litro	2	$ 65.000	$ 130.000
	Fertilizante granulado triple 15	Bulto	1	$ 80.000	$ 80.000
				SUBTOTAL	**$ 2.020.000**
Establecimiento (Año 1)	Encalado	Jornal	2	$ 70.000	$ 140.000
	Fertilización edáfica (siembra)	Jornal	2	$ 70.000	$ 140.000
	Fertilización edáfica (refuerzo)	Jornal	2	$ 70.000	$ 140.000
	Fertilización Orgánica	Jornal	5	$ 70.000	$ 350.000
	Fertilización foliar	Jornal	2	$ 40.000	$ 80.000
	Fertilización plantas de sombra (SAF)	Jornal	2	$ 70.000	$ 140.000
	Análisis de suelos	Unidad	1	$ 200.000	$ 200.000
	Abono orgánico compostado	Bulto	24	$ 40.000	$ 960.000
	Urea	Bulto	2	$ 145.000	$ 290.000
	Fertilizante compuesto (12-20-12-3)	Bulto	3	$ 180.000	$ 540.000
	Fertilizante compuesto menores	Bulto	1	$ 165.000	$ 165.000
	Fertilizante foliar completo	Litro	2	$ 40.000	$ 80.000
	Cal dolomita	Bulto	5	$ 35.000	$ 175.000
				SUBTOTAL	**$ 3.400.000**
Mantenimiento (año 2 en adelante)	Encalado complementario	Jornal	2	$ 70.000	$ 140.000
	Fertilización edáfica	Jornal	3	$ 70.000	$ 210.000
	Fertilización Orgánica	Jornal	5	$ 70.000	$ 350.000
	Fertilización foliar	Jornal	3	$ 70.000	$ 210.000
	Fertilización plantas de sombra (SAF)	Jornal	4	$ 70.000	$ 280.000
	Análisis de suelos (realizar cada 2-3 años)	Unidad	1	$ 200.000	$ 200.000
	Abono orgánico compostado	Bulto	24	$ 40.000	$ 960.000
	Urea	Bulto	3	$ 145.000	$ 435.000
	Fertilizante compuesto (11-7-23-4)	Bulto	4	$ 180.000	$ 720.000
	Fertilizante foliar	Litro	2	$ 40.000	$ 80.000
	Fertilizante compuesto menores	Bulto	3	$ 165.000	$ 495.000
				SUBTOTAL	**$ 4.240.000**

Fuente: Basado en datos de Fedecacao (2016).

Nota: Los valores en la anterior tabla están sujetos a variaciones, considerando el valor de jornal en territorio, el valor comercial de los insumos en las diferentes regiones. No incluye costos de transporte de insumos.

7 Calendario de Actividades para la Fertilización del Cultivo de Cacao

El siguiente calendario, hace referencias a labores generales a llevar a cabo para realizar un plan de manejo nutricional exitoso. Es importante que considere dos aspectos fundamentales para su aplicación:

a) Estado fenológico del cultivo (preferiblemente al finalizar la cosecha), evitando los estados avanzados de floración.

b) Condiciones climáticas de la región, preferiblemente al inicio de la época de lluvias, garantizando la disolución del fertilizante y su disponibilidad para la planta.

Tenga en cuenta que en Colombia se presentan dos regímenes principales de lluvias que afectan la agricultura: el **unimodal**, donde hay una sola temporada de lluvias al año y un largo verano, como ocurre en la región de la **Orinoquía (Meta, Casanare)** y en algunos sectores de la **Costa Caribe**, y el **bimodal**, donde se dan dos periodos de lluvias y dos de sequía más cortos, característico de zonas andinas como el **Eje Cafetero** y el sur de **Santander**. Para los productores de cacao, conocer si están en un régimen unimodal o bimodal es clave para planear siembras, podas, fertilización y manejo de cosechas, aprovechando mejor el agua y reduciendo riesgos por sequías o excesos de lluvia.

Estos aspectos permitirán un mejor desempeño y eficiencia de los nutrientes en la planta y evitará perdidas de flores y de producto por evaporación en climas secos.

En la siguiente figura, representa un calendario de labores cacaoteras para un manejo nutricional ideal para fincas de la región Andina.

CALENDARIO DE LABORES CULTURALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANEJO NUTRICIONAL

ACTIVIDAD	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
CONTROL DE MALEZAS												
MANEJO DE SOMBRÍOS												
PODA DE MANTENIMIENTO												
SELECCIÓN DE PLUMILLAS Y REBROTES BASALES												
APLICACIÓN DE ENMIENDAS Y ABONO ORGÁNICO												
APLICACIÓN DE FERTILIZANTE												
MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES												
COSECHAS PRINCIPALES												

8 Referencias

Arthur, A., Dogbatse, J., & Padi, F. /2024). *Impact of fertilizer application on cocoa yields in Ghana: an analysis of cocoa bean in farmers ¨plantatios. Australis Journal of Crop Sciencie, 139-144*.

Charry, A., Perea, C. R., Zambrano, G. Y., Santos, A. J., Romero, M., Lundy, M.,... Pulleman, M. (2025). *The bittersweet economics of different cacao production systems in Colombia, Ecuador and Peru. Agricultura Systems*.

Navia, J., Escobar, E., & Ballesteros, W. (2022). *Organic and Chemical Fertilization of Cacao (Theobroma cacao L) Clones in an Agroforestry System. Ciencia y Tecnología Agropecuaria*.

Compañía Nacional de Chocolate (2021). *Nutrición y Fertilización*.

Fedecacao (2017). *Manual de fertilización y nutrición del cacao en Colombia*.

Álvarez, E. & García, J. (2007). *Corpoica. Manejo de suelos ácidos para cacao*.

FAO (2005). *Guía para el manejo sostenible de suelos en sistemas agroforestales de cacao*.

Agrosavia (2025). *Manejo de la fertilización integrada en el cultivo de cacao*.

Sánchez, P. A., & Rincón, A. E. (2012). *Manejo de la fertilidad de suelos en la zona tropical. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)*.

International Cocoa Organization ICCO (2022). *Guía global para los sistemas de cultivo de cacao*.

Acosta. M (2024). *Ecología verde. Abono orgánico: qué es, tipos, beneficios y cómo hacerlo. https://www.ecologiaverde.com/abono-organico-que-es-tipos-beneficios-y-como-hacerlo-1992.html*

Fedecacao (2021). *Guía técnica cultivo de cacao en Colombia*.

IGAC (2016). *Guía para la descripción de suelos en el campo. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Subdirección de Agrología. Bogotá, Colombia*.

USDA (2014). *Keys to Soil Taxonomy, 12th Edition. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service*.

L, Tony., & L, Mark. McFarland (2014). *Nutrientes esenciales para las plantas. https://agrilifeextension.tamu.edu/library/gardening/essential-nutrients-for-plants/*

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2006). *Plant nutrition for food security: A guide to integrated nutrient management. Rome*.



CARTILLA TÉCNICA SOBRE

MANEJO NUTRICIONAL DEL CACAO

FEDERACION NACIONAL DE CACAOTEROS
FONDO NACIONAL DEL CACAO

Calle 31 # 17-27 Teusaquillo
Bogotá D.C
PBX: (601) 3273000

www.fedecacao.com.co