



REPÚBLICA DE PANAMÁ
— GOBIERNO NACIONAL —

MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO



ADAPTATION FUND



Fundación
NATURA

Guía sobre

FERTILIZACIÓN

Y BALANCE DE NUTRIENTES EN CAFETALES



**UNA MEDIDA PARA LA MEJORA DE LA PRODUCCIÓN
Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO**

Elaborado por: Rolando Cerda CATIE 2021

© Fundación para la Conservación de los recursos Naturales –Fundación NATURA-. Se autoriza la reproducción de este material para fines educativos y no comerciales sin previo permiso de la Fundación NATURA dando los créditos respectivos.

Fotografía de Portada y contraportada:
Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza- CATIE-
Asociación de Productores de Renacimiento – APRE-

Fotografías o figuras de contenido:

Páginas 5, 7, y 8 – CATIE-APRE

Autor:
Rolando Cerda

Edición y revisión técnica:
Elías De Melo Virginio Filho
Elvin Britton Jiménez

Esta obra deberá citarse de la siguiente manera:
Fundación para la Conservación de los Recursos Naturales – Fundación NATURA- 2020.
FERTILIZACIÓN Y BALANCE DE NUTRIENTES EN CAFETALES: una medida para
mejora de la producción y la adaptación al cambio climático. Cerda, R. Panamá 2021.
12 pp.

Edición y diseño gráfico:
Distribuidores Publicitarios La Rayuela, S.A.

Primera edición, 2021
200 ejemplares

Impreso en: Panamá

Acrónimos

APRE- Asociación de Productores de Renacimiento

CATIE – Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

CBD- Siglas en Inglés de la Enfermedad de las cerezas del café
(Coffee Berry Disease)

CENICAFE- Centro Nacional de Investigación de Café

CIRAD- Centro de Cooperación Internacional de Investigación Agronómica para el Desarrollo de Francia.

FEDERACAFE – Federación Nacional de Cafeteros de Colombia

ICAFE – instituto de café de Costa Rica

KOLFACI - Korea-Latin America Food & Agriculture Cooperation Initiative

MIDA- Ministerio de Desarrollo Agropecuario.

NATURA – Fundación NATURA

Contenido

I. Introducción.....	3
II. Funciones de los principales nutrientes en la planta de café.....	5
III. Muestreo e interpretación del análisis de suelos.....	5
IV. Encalado.....	6
V. Dosis de fertilización en diferentes etapas de los cafetos.....	7
VI. Balance de nutrientes.....	9
VII.Épocas de fertilización en cafetales en producción.....	10
VIII. Bibliografía.....	11

I. Introducción

Este es un documento sencillo que puede ser utilizado por técnicos y productores. Se ofrecen los temas más importantes para hacer un manejo sostenible de la fertilidad de suelos en cafetales agroforestales para mejorar o mantener la producción, y como una de las medidas recomendadas para enfrentar las alteraciones climáticas. En general, se sabe que los aumentos de temperatura en el suelo disminuyen la cantidad de materia orgánica en este, alteran los procesos de mineralización y la disponibilidad de nutrientes.

La fertilización y el balance de nutrientes en el cultivo de café componen una estrategia productiva que, desde los aspectos agronómicos, se trabaja desde hace muchos años. Esta estrategia cobra mayor importancia ante el cambio climático. Se puede considerar como una medida «ganar -ganar» o de aquellas que ayudan, aparezcan o no los efectos del cambio climático.

Desde el punto de vista de programas orientados y planificados para mitigar y adaptarse a los efectos del cambio climático, la fertilización y el balance de nutrientes en cafetales se pueden considerar una medida de sinergia entre mitigación y adaptación que crea capacidad de resiliencia para el sector.

Aquí se abordan brevemente las funciones de los nutrientes, el muestreo e interpretación del análisis de suelos, las estimaciones de encalados, las estimaciones de las dosis de fertilización en diferentes etapas del cultivo, y la importancia y estimaciones del balance de nutrientes en sistemas agroforestales. Las secciones que se presentan tienen mensajes concretos y directos para facilitar un entendimiento rápido de los usuarios.

Este documento se publica en el marco del proyecto *Establecimiento de proyectos de reforestación ribereña y agroforestería con sistemas de café y de conservación de suelos en la subcuenca del río Caisán, Renacimiento, Chiriquí, Panamá*, que financia el Fondo de Adaptación, que tiene como entidad implementadora a Fundación Natura y como entidad ejecutora al MIDA; el proyecto es desarrollado por el consorcio CATIE - APRE.

II. Funciones de los principales nutrientes en la planta de café

Conocer la importancia de los nutrientes en la planta de café es útil para concienciar a los productores(as) sobre la importancia de promover una buena fertilidad de los

suelos cafetaleros. En el cuadro 1 se presenta un resumen de las funciones de los principales nutrientes.

Cuadro 1. Funciones de los principales nutrientes en las plantas de café

Elemento	Función
Nitrógeno	Juega un papel determinante en los procesos de crecimiento y desarrollo a través de su participación en la formación de proteínas y ácidos nucleicos, el café responde casi inmediatamente a la aplicación de nitrógeno.
Fósforo	Forma parte de las moléculas que preservan y transfieren energía, las formas iónicas H_2PO_4 y HPO_4 son las que son absorbidas por mecanismos activos informan rápidamente compuestos orgánicos.
Potasio	Participa en procesos metabólicos como fotosíntesis, respiración, w síntesis de clorofila y nivel hídrico de las hojas.
Calcio	Forma parte de la pared celular por medio de la formación de pectatos de calcio y constituye la parte cementante
Magnesio	Forma parte de la molécula de clorofila y participa en el metabolismo de los carbohidratos.
Zinc	Juega un papel importante en los puntos de crecimiento de la planta ya que intervienen la síntesis del ácido 3-indolacético que es la hormona del crecimiento.
Boro	Se le asocia con la regulación de las relaciones hídricas y el traslado de los azúcares.

III. Muestreo e interpretación del análisis de suelos

Muestreo de suelos: es recomendable hacer muestreos a una profundidad de 30 cm, aunque también es aceptable hasta 40 cm. Se deben tomar submuestras de un lugar representativo del cafetal, por ejemplo 20 submuestras en un recorrido en zig-zag, y luego mezclar todas las submuestras, cuartear (o dividir en varias partes) y enviar una muestra compuesta al laboratorio. Se puede enviar entre medio kilo y un kilo de suelo al laboratorio, al que se le puede pedir un paquete de análisis químicos que generalmente incluye los principales nutrientes. Es importante asegurarse de que le van a reportar carbono (materia orgánica) y nitrógeno. También es bueno pedir análisis de textura.



Interpretación del análisis de suelos: los laboratorios van a reportarle los niveles críticos que consideran en general. Para café, se pueden considerar los niveles recomendados en el cuadro 2. En este

cuadro, se puede apreciar cómo interpretar el contenido de los nutrientes: si está en un nivel bajo (deficiencia), medio o alto que en algunos casos puede resultar perjudicial para el suelo.

Cuadro 2. Categorías para la interpretación del análisis de fertilidad de suelos en cafetales

CARACTERÍSTICAS	CATEGORÍA		
	BAJO	MEDIO	ALTO
<i>pH agua</i>	Menos de 5,0	5,1 – 6,0	Más de 6,0
<i>Acidez (cmol (+)/L)</i>	Menos de 0,5	0,51 – 1,50	Más de 1,50
<i>CICE (cmol (+)/L)</i>	Menos de 5	5,1 – 25	Más de 25
<i>Ca (cmol (+)/L)</i>	Menos de 3	3,01 – 8,0	Más de 8,0
<i>Mg (cmol (+)/L)</i>	Menos de 0,80	0,81 – 2,0	Más de 2,0
<i>K (cmol (+)/L)</i>	Menos de 0,20	0,21 – 0,40	Más de 0,4
<i>P (mg/L)</i>	Menos de 10	10,01 – 20	Más de 20
<i>Zn (mg/L)</i>	Menos de 2,0	2,1 – 10	Más de 10
<i>Mn (mg/L)</i>	Menos de 5	5,1 – 50,0	Más de 50
<i>Fe (mg/L)</i>	Menos de 10	10,1 – 100	Más de 100
<i>Cu (mg/L)</i>	Menos de 2,0	2,1 – 20,0	Más de 20

*El nivel óptimo de nitrógeno total debería estar entre el 2 y el 4 %, y la materia orgánica debería ser mayor al 5 %.

Fuente: Jorge Ramírez (2021), adaptado de Chaves (2008)

IV. Encalado

Si su suelo tiene acidez excesiva, puede utilizar la fórmula que se le da acá abajo para calcular cuánta cal debería aplicar. Para

eso, se utilizan los datos de laboratorio, por ejemplo, los datos del cuadro 3.

Cuadro 3. Datos del análisis de suelos

pH H ₂ O	cmol (+) /L					Saturación de Al (%)
	Acidez	Ca	Mg	K	CICE	
3,8	3,2	2,1	1,8	0,3	7,4	43,24

La fórmula para calcular el encalado es la siguiente:

$$\text{ton cal / ha} = \frac{2 (\%SA - \%RAS) \times CICE}{100}$$

En este ejemplo (cuadro 3), hay demasiada acidez. Puede ser un caso extremo y, por tanto, se determinó que se necesita realizar un encalado con 4 ton/ha de carbonato de calcio (cal).

Donde:

- ton cal/ha = toneladas de material encalante a aplicar por hectárea
- % SA = saturación de acidez = (acidez ÷ CICE) × 100
- CICE = capacidad de intercambio catiónico = Ca + Mg + K + acidez
- % RAS = saturación de acidez deseada = 15 %

Importante: el encalado se debe hacer al menos un mes antes de aplicar los fertilizantes. Aplicarlos juntos puede ser contraproducente para el cafetal.



V. Dosis de fertilización en diferentes etapas de los cafetos

El cálculo específico de dosis de fertilizantes para una finca/parcela de café puede ser complejo, dependiendo de las condiciones del sitio y la fertilidad propia del suelo. Sin embargo, existen recomendaciones generales que se pueden tomar como buenos estimados para aplicación de fertilizantes.

En los cuadros 4 al 6 se sugieren cantidades de fertilizantes y meses de aplicación como

ejemplos, para cafetales de 1 año, cafetales en desarrollo y para cafetales en producción según el rendimiento deseado, respectivamente.

Las cantidades de fertilizantes también pueden variar de acuerdo al tipo de variedad que se tiene en el cafetal. En el cuadro 7, se ofrecen estimados de dosis para cafetales en producción, de acuerdo a algunas variedades mejoradas.

Cuadro 4. Fertilización para café de primer año

Mes	Fuente	Dosis (kg/ha)
1. Mayo	MAP (10 – 50 – 0)	175
2. Junio	18 – 5 – 15 – 6 – 0,2	150
3. Julio	18 – 5 – 15 – 6 – 0,2	150
4. Septiembre	12 – 5 – 15 – 6 – 0,2	175
5. Noviembre	Nitrato de amonio	150

Total de fertilizantes = 800 kg/ha/año MAP = 175 kg. FC = 475 kg. NA = 150 kg
Fuente: Jorge Ramírez (2021), adaptado de ICAFE (2020)





Cuadro 5. Fertilización de café en desarrollo

Mes	Fuente	Dosis kg/ha
1. Mayo	18 – 5 – 15 – 6 – 0,2	225
2. Julio	18 – 5 – 15 – 6 – 0,2	300
3. Septiembre	18 – 5 – 15 – 6 – 0,2	300
4. Noviembre	Nitrato de amonio	225

Total de fertilizantes = 1050 kg/ha/año FC = 825 kg/Ha/año NA = 225 kg/Ha/año
 Fuente: Jorge Ramírez (2021), adaptado de ICAFE (2020)

**Cuadro 6.
 Dosis sugeridas de fertilizantes para cafetales en producción
 según producción estimada (deseada) de café oro**

Producción estimada (quintales/ha)	Dosis (sacos*/ha/año)			Total kg/ha/año
	Mayo F. C.	Agosto F. C.	Noviembre N. A.	
20	6	6	3,5	697,5
30	7,5	7,5	4	855
40	8,5	8,5	5	990
60	11	11	6	1260
80	13,5	13,5	7,5	1552,5

*Sacos de 45 kg FC = Fórmula completa NA = Nitrato de amonio
 Fuente: Jorge Ramírez (2021), adaptado de ICAFE (2020)

Cuadro 7.
Dosis sugeridas de fertilizantes para cafetales
en producción de acuerdo a algunas variedades

Niveles de fertilización (kg/ha/aó)	Variedades
700	Bourbon y Geisha
700 - 850	Caturra, Pacamara, Maracaturra
850-1000	Catuai
1000-1250	Catimor, Lempira, CR-95, Sarchimor, Obatá, Cuzcatleco, Parainema, Gran Colombia y Castillo

Fuente: Jorge Ramírez (2021)

VI. Balance de nutrientes

El balance de nutrientes es la diferencia entre la cantidad de nutrientes que entran y que salen de un sistema definido en el espacio y en el tiempo. En la figura 1 se muestra un esquema que ilustra las principales entradas y salidas. En el caso de sistemas agroforestales,

es importante considerar que puede haber entradas que aportan los árboles leguminosos, por ejemplo, pero también salidas del sistema a través de bananos/plátanos, otras frutas, madera, leña u otros productos.

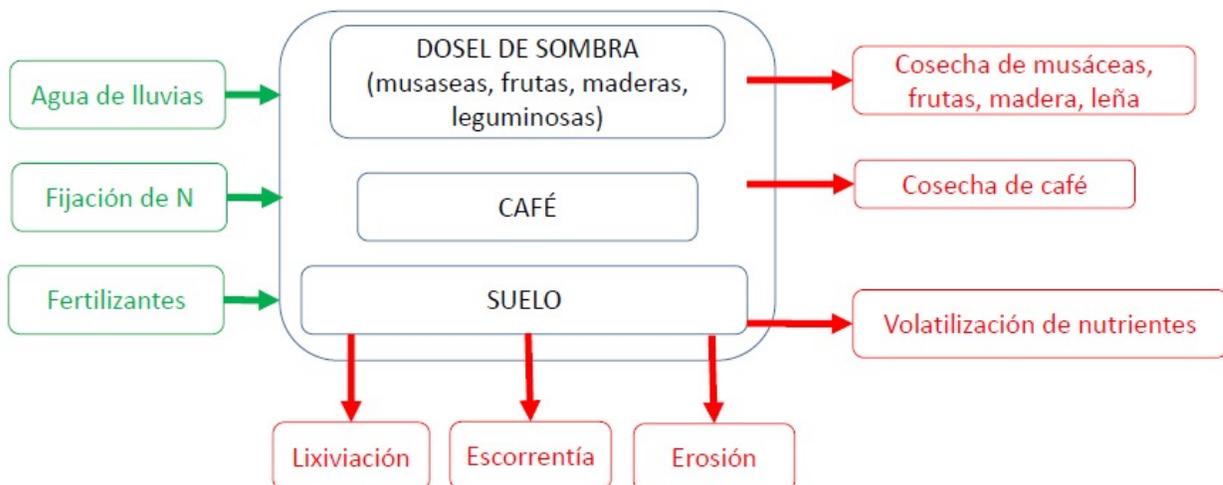


Figura 1. Esquema de las principales entradas (verde) y salidas (rojo) de un sistema agroforestal de café



A continuación, proveemos un ejemplo de balance de nutrientes para analizar cuál nutriente sería el que merece más atención:

Entradas:

Fertilizantes = 2 sacos/ha del fertilizante 18-5-15
(cada saco es de 50 kg)

N de lluvia: 5 kg de N/ha (zona con 1500 mm/año)

N fijado por leguminosas = 9 kg de N/ha (cafetal con 30 árboles/ha)

Objetivos de producción (representan salidas):

Café pergamino = 50 qq/ha

Banano = 200 racimos/ha

Leña = 1 carga/ha

Fruta X (limón) = 300 kg/ha

En el cuadro 8 se muestran los resultados de una serie de cálculos, donde al final se puede apreciar que el nutriente que más balance negativo tiene es el potasio, por tanto, en siguientes fertilizaciones se podría reforzar el aporte de este nutriente ya sea con fertilizantes químicos u orgánicos.

Este ejemplo sirve para ilustrar que, cuando se tiene una producción diversificada, con una extracción considerable de musáceas (banano/plátano), por ejemplo, ya se hace necesario concienciarse de que el sistema puede requerir algunos aportes adicionales para mantener una buena fertilidad del suelo.

Cuadro 8. Resultados del balance de nutrientes

ENTRADAS	Nitrógeno (kg/ha)	Fósforo (kg/ha)	Potasio (kg/ha)
Fertilizante	18,0	2,2	12,5
Lluvia	5,0	0,0	0,0
Fijación N	9,0	0,0	0,0
Total ENTRADAS	32,0	2,2	12,5
SALIDAS	Nitrógeno (kg/ha)	Fósforo (kg/ha)	Potasio (kg/ha)
Café	43,0	3,5	46,5
Banano	6,2	0,8	21,2
Leña	5,0	0,3	3,0
Fruta	0,3	0,6	0,5

Adaptado de Cerda y Frederick (2021)

VII. Épocas de fertilización en cafetales en producción

Las épocas de fertilización dependen de la distribución de lluvias y de la fenología del cultivo en la zona en particular donde está el cafetal. En la figura 2, se presenta un ejemplo de cuándo se podrían hacer aplicaciones de fertilizantes de acuerdo con esos factores.

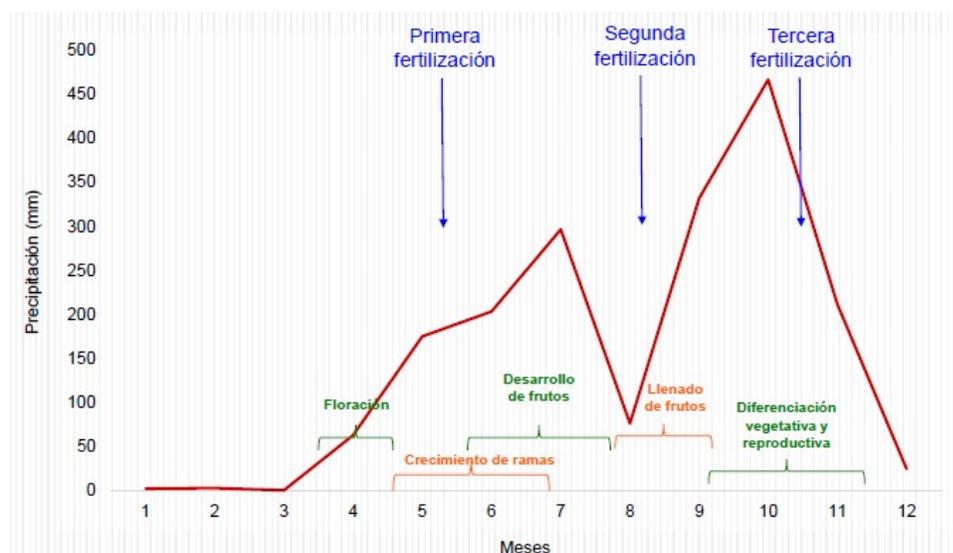


Figura 2. Ejemplo de la fenología y épocas de fertilización en un cafetal

VIII. Bibliografía

ARCILA, J. y FARFÁN, F. 2007. Consideraciones sobre la nutrición mineral y orgánica en los sistemas de producción de café. En: Sistemas de producción de café en Colombia. FEDERACAFE (CENICAFE). Chinchiná (Colombia). Pags. 201-232.

CERDA, R. y FREDERIC, G. 2021. Fertilización y balance de nutrientes: Cálculos para el balance de nutrientes. [Diapositivas de PowerPoint] Cerda, R. y Frederic, G. CURSO CAFÉ (Proyecto KOLFACI) Fertilización y Balance de Nutrientes en Cafetales (25-26 febrero 2021). CATIE, Turrialba, Costa Rica.

CIAMPITTI, I y GARCÍA, F. 2008. Balance y eficiencia de uso de los nutrientes en sistemas agrícolas. International Plant Nutrition Institute. Revista Horizonte A, año IV, n.º 18. Buenos Aires, Argentina. Págs. 22-28.

ICAFÉ 2020. Guía técnica para el cultivo de café. Centro de Investigaciones en Café (CICAFE). Heredia, Costa Rica. 75 págs.

RAMÍREZ, J. 2021. Fertilización del cafeto: suelos y nutrición mineral. [Diapositivas de PowerPoint] Cerda, R. y Frederic, G. CURSO CAFÉ (Proyecto KOLFACI) Fertilización y Balance de Nutrientes en Cafetales (25-26 febrero 2021). CATIE, Turrialba, Costa Rica.



Panamá2021

Fundación Natura como Entidad Nacional Implementadora, es la responsable de todos los procesos relacionados con la administración, adjudicación, seguimiento y control del Programa de Adaptación al Cambio Climático a través de la Gestión Integral del Recurso Hídrico en Panamá.

Ministerio de Desarrollo Agropecuario es una institución oficial creada mediante Ley N°12 del 25 de enero de 1973, con la finalidad de promover y asegurar el mejoramiento económico, social y político del hombre y comunidad rural y su participación en la vida nacional.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) es un centro regional dedicado a la investigación y la enseñanza de posgrado en agricultura, manejo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Panamá es uno de sus miembros desde 1975.

APRE (Asociación de Productores de Renacimiento) se dedica a promover la modernización del sector agropecuario a través del desarrollo de programas permanentes de capacitación, asistencia técnica, mejoramiento genético, de infraestructuras, control de calidad y comercialización de productos agropecuarios.