



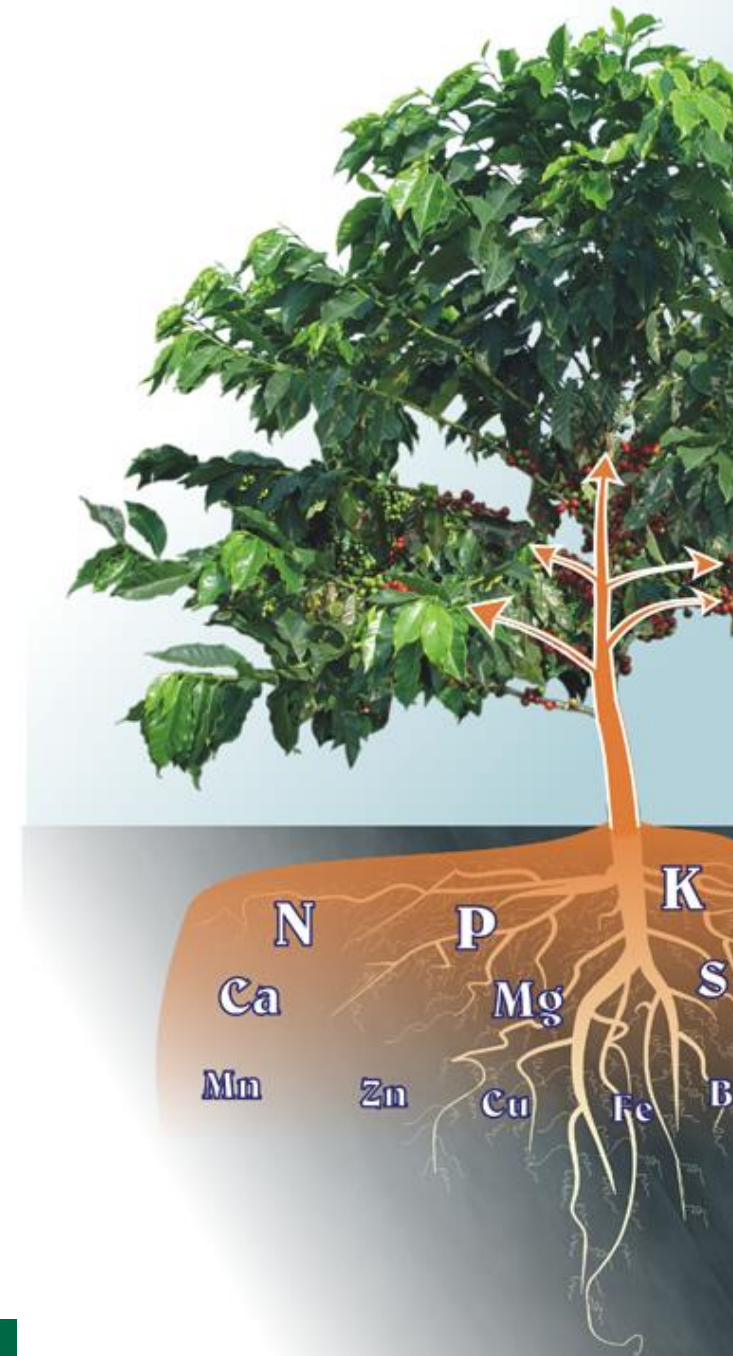
Manejo Integrado de Nutrientes para una caficultura regenerativa

Siavosh Sadeghian K.
Investigador Científico III
Disciplina de Suelos
Julio 11 de 2024

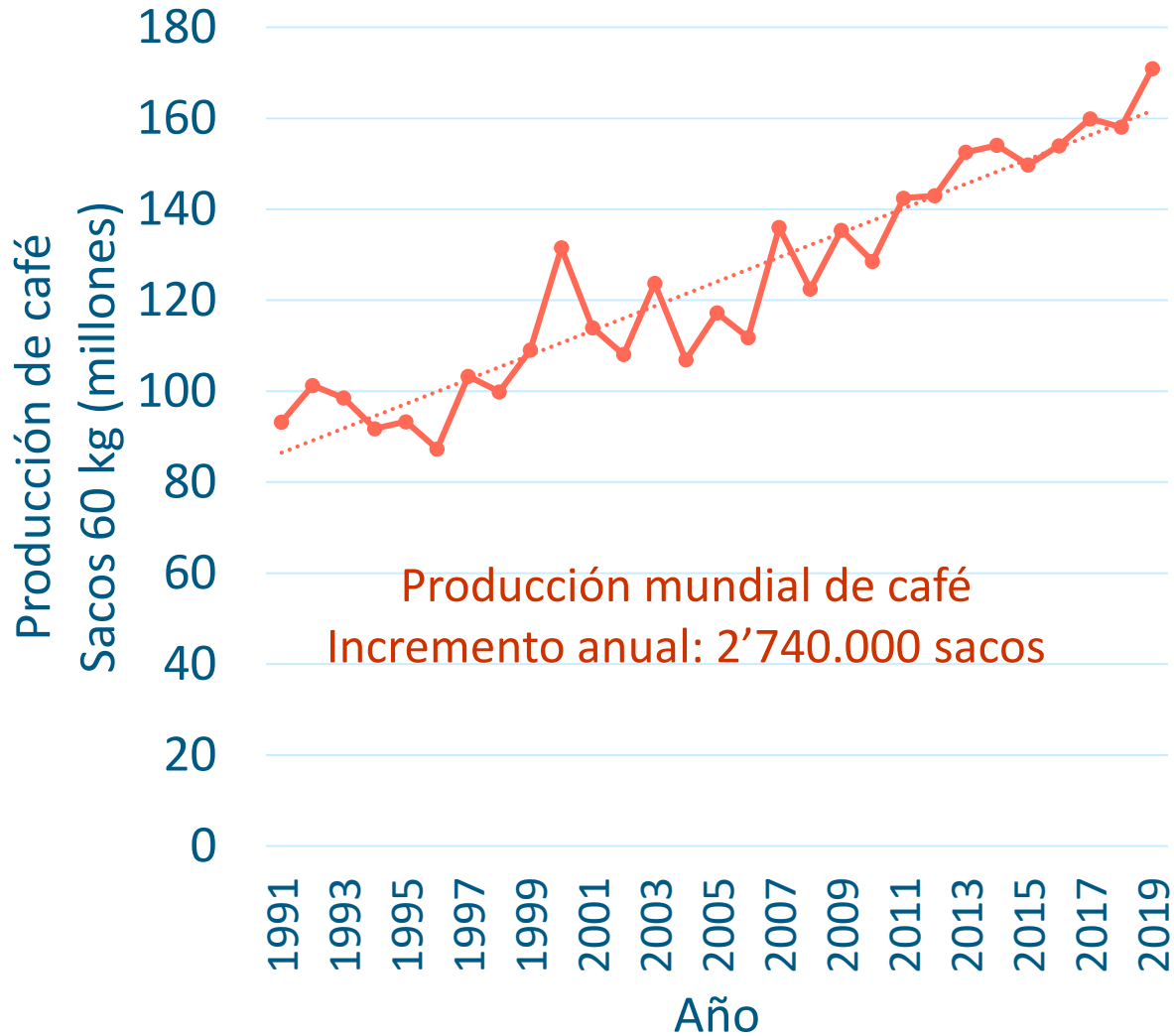


Contenido de la presentación

- Introducción
- Premisas de la Agricultura Regenerativa
- Requerimientos nutricionales del café
- Balance de nutrientes en el sistema
- Fertilidad del suelo
- Manejo integrado de nutrientes
- -Fertilización
- -Manejo de la acidez del suelo



Introducción



http://www.ico.org/es/new_historical_c.asp (2020)

Estrategias para satisfacer la demanda:

- Incrementar las áreas sembradas
- Incrementar la productividad

Introducción

- **“Crisis ambiental”**. Como consecuencia de uso intensivo de agroquímicos, la pérdida de biodiversidad y conversión de tierras en la agricultura convencional.
- **Necesidad de modificar las prácticas**. Mejorar la sostenibilidad en la producción en los componentes ambiental (suelo, agua, aire y biodiversidad), social y económico.
- **Alternativas y términos**
 - Agricultura climáticamente inteligente
 - Agricultura agroecológica
 - Agricultura alternativa
 - Agricultura biodinámica
 - Agricultura de carbono
 - Agricultura de conservación
 - Agricultura verde
 - Agricultura sostenible
 - **Agricultura regenerativa**
 - Agricultura orgánica regenerativa



Premisas de la Agricultura regenerativa (Lal, 2020)

1. **Gestionar la fertilidad del suelo**, mejorando el contenido de materia orgánica del suelo, la fijación biológica de nitrógeno y el reciclaje de nutrientes en lugar de suministro indiscriminado de fertilizantes químicos.

2. **Mejorar la estructura del suelo** aumentando la actividad y la diversidad de especies de la biota (por ejemplo, lombrices y microorganismos) y raíces de plantas prolíficas en lugar de arar.



3. Aumentar la disponibilidad de agua verde mediante la conservación de las lluvias, la reducción de las pérdidas por escorrentía y la evaporación, la moderación de la temperatura del suelo y el fomento de sistemas de raíces profundas.

4. Controlar la erosión hídrica y eólica mediante medidas preventivas de mantenimiento de una cubierta vegetal continua, cultivos de cobertura y Agricultura de Conservación en lugar de la formación curativa del suelo y estructuras de ingeniería.



Premisas de la Agricultura regenerativa (Lal, 2020)

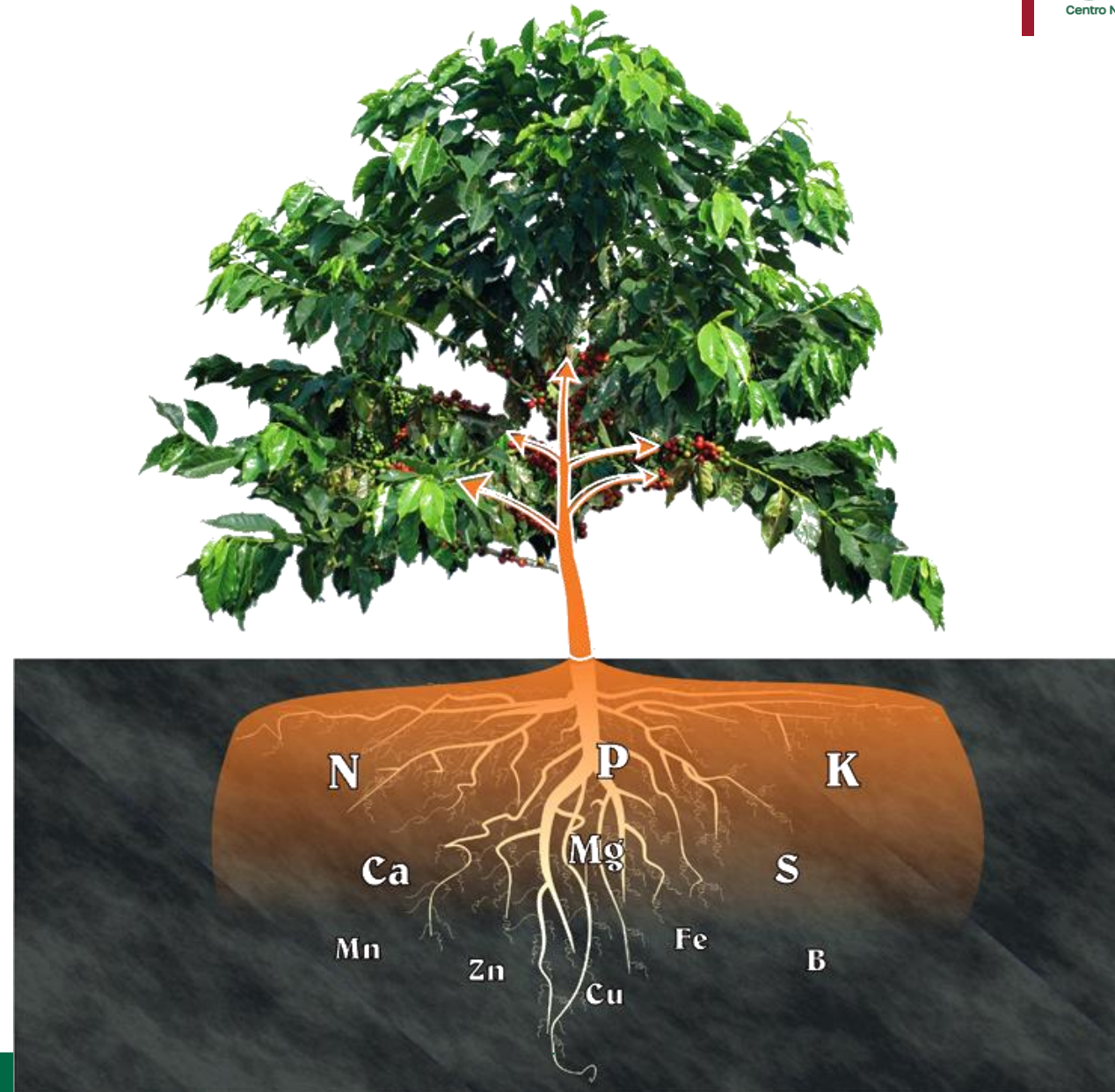
5. Manejar la acidificación del suelo y el desequilibrio de nutrientes mediante biofertilizantes (por ejemplo, compost, estiércol, micorrizas) en lugar de la aplicación indiscriminado de productos químicos.

6. Mejorar la infiltración de agua mediante la reducción de la formación de costras, la compactación, el endurecimiento y la desecación mediante la retención de mantillo residual, cultivos de cobertura y la creación de bioporos a través de la bioturbación de la rizosfera.



Requerimientos nutricionales del café

- Extracción
- Partición
- Remoción



Requerimientos nutricionales del café

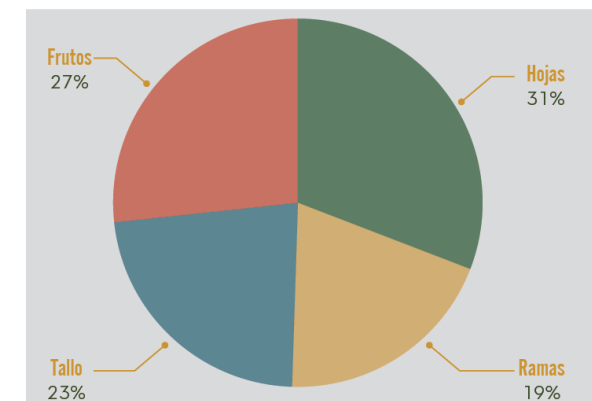
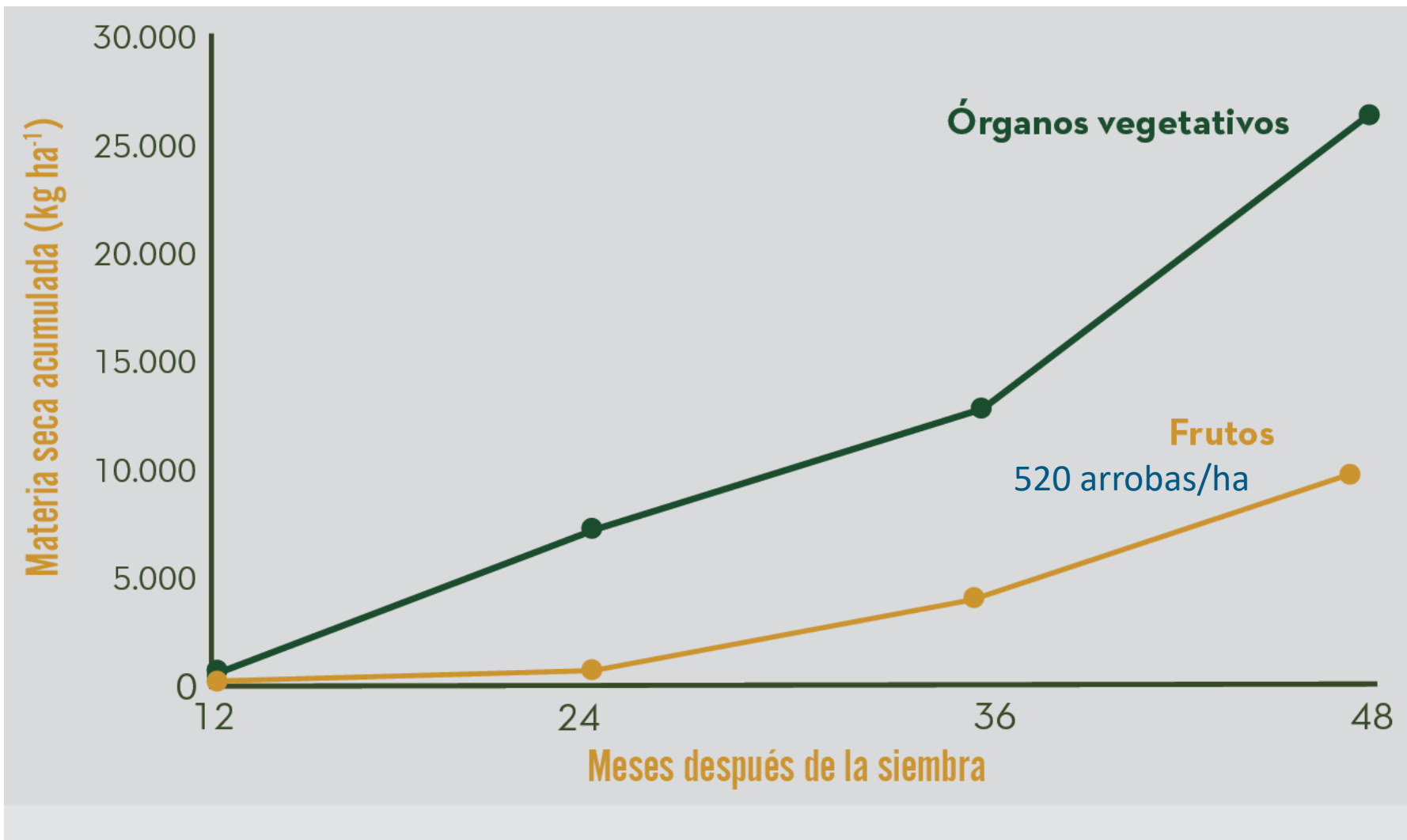
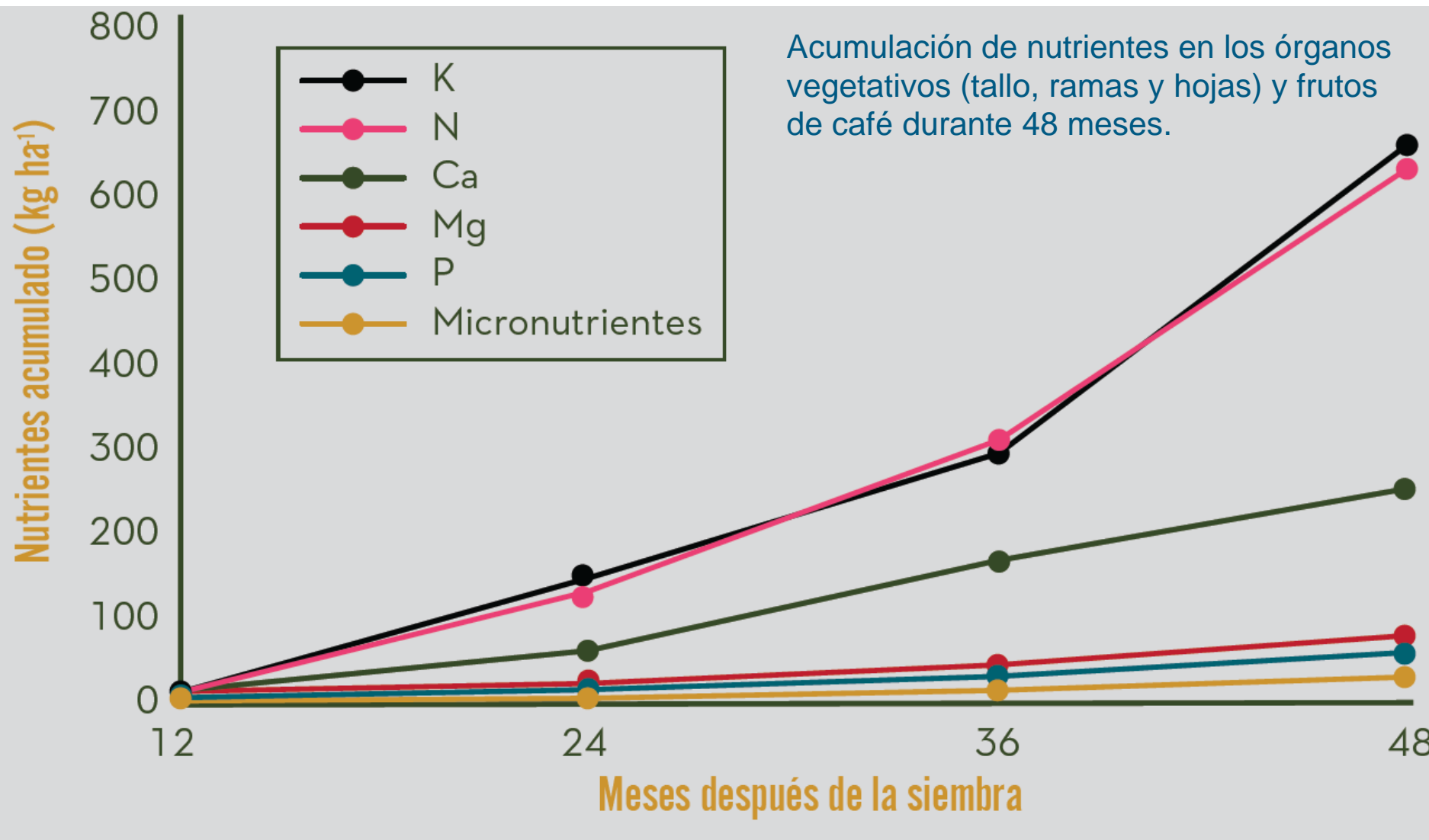


Figura 23. Distribución porcentual de la materia seca acumulada en los órganos vegetativos y reproductivos de café durante 48 meses. Adaptado de Cenicafé (2017, 2019).

Sadeghian (2022)

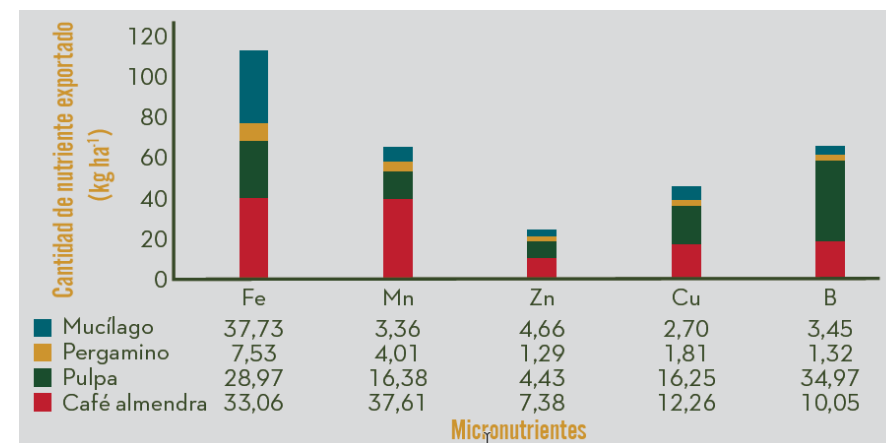
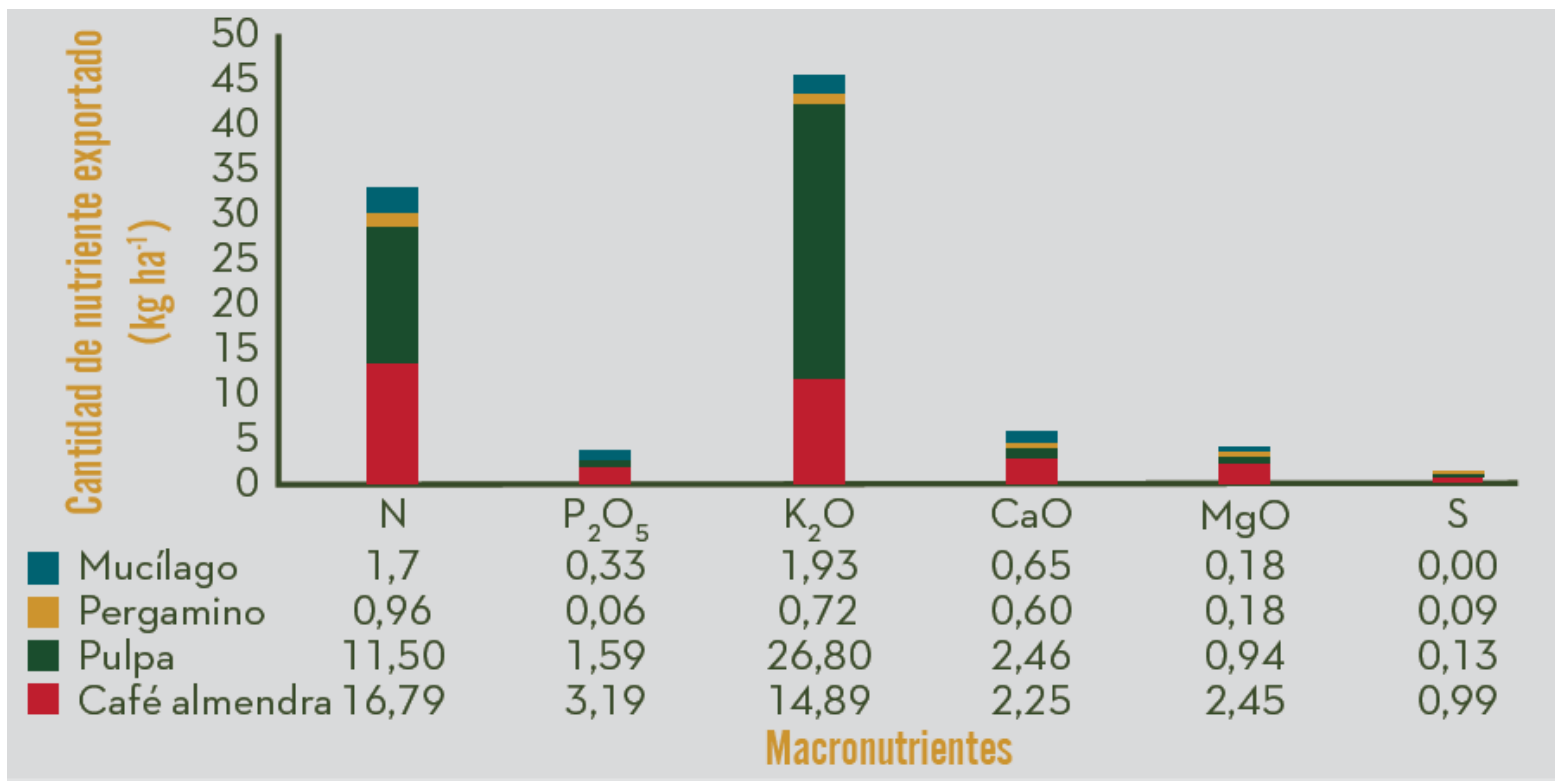
Requerimientos nutricionales del café



Sadeghian (2022)

Requerimientos nutricionales del café

Remoción por la cosecha (1000 kg de café almendra)



Sadeghian et al. (2007)

Requerimientos nutricionales del café

Demanda para crecimiento vegetativo y reproductivo



Síntomas visuales de deficiencias nutricionales en café Diagnóstico y manejo

Son catorce los nutrientes minerales que absorben las raíces de las plantas desde el suelo para cumplir sus funciones fisiológicas. De ellos, seis tienen una demanda más alta y se denominan macronutrientes: nitrógeno-N, fósforo-P, potasio-K, calcio-Ca, magnesio-Mg y azufre-S. Los ocho restantes son exigidos en cantidades muy bajas y son referidos como micronutrientes: hierro-Fe, cobre-Cu, manganeso-Mn, boro-B, molibdeno-Mo, zinc-Zn, cloro-Cl y níquel-Ni (1, 3).

La disponibilidad de estos elementos en el suelo puede verse afectada por factores como: la extensión de las raíces, temperatura, acidez, salinidad, plagas, enfermedades, humedad, daños por herbicidas, prácticas de labranza, variedad, arreglo espacial de las plantas, época de siembra, cantidad y localización del fertilizante, entre otros (2). Por lo anterior, conocer las características del suelo, el clima, la variedad y el manejo ayudan a identificar las causas que limitan una adecuada nutrición de los cultivos.

Cuando la nutrición mineral es deficiente se reduce la producción y aparecen frecuentemente síntomas visibles de la carencia de los elementos (Tabla 1); en contraste, a medida que se proporcionan los elementos requeridos en las cantidades suficientes y balanceadas, se obtienen producciones más altas y se reduce la probabilidad de presentarse síntomas visibles de sus carencias. Una nutrición excesiva o desbalanceada afecta negativamente la producción con sintomatologías visibles en casos severos (6).



Nitrógeno



Fósforo



Sadeghian (2017)

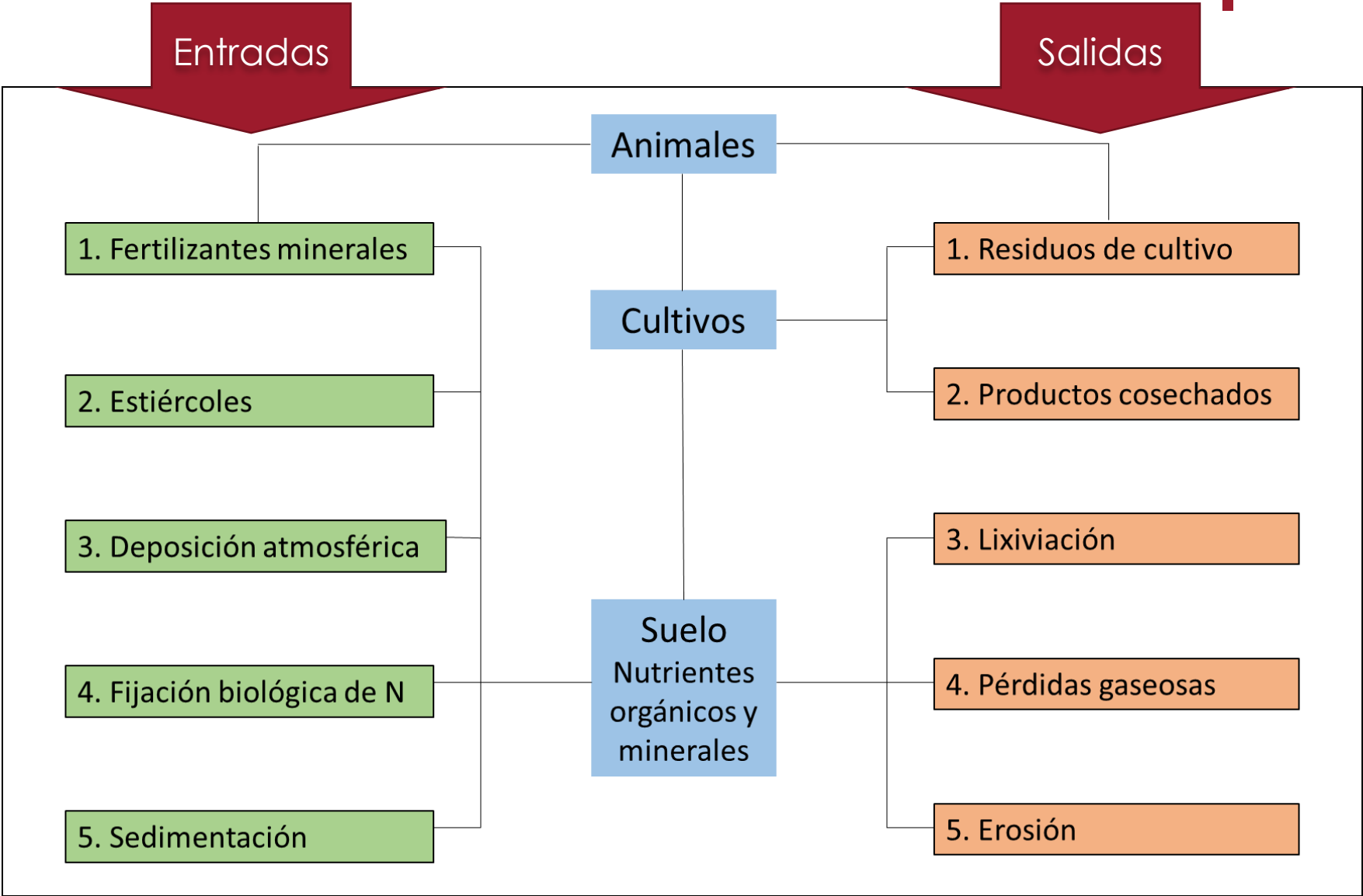
Potasio



Magnesio

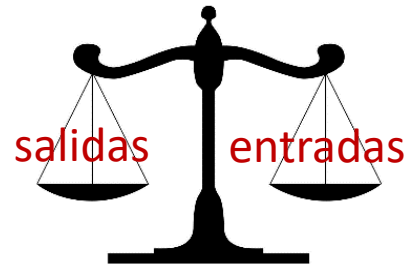


Balance de nutrientes en el sistema



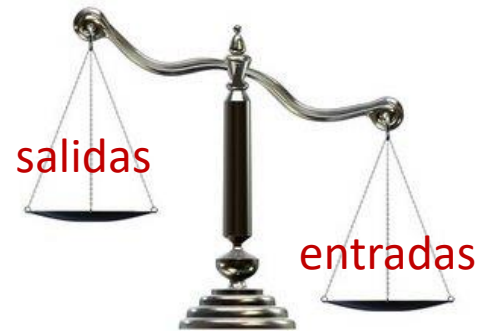
Roy et al. (2003)

Balance de nutrientes en el sistema



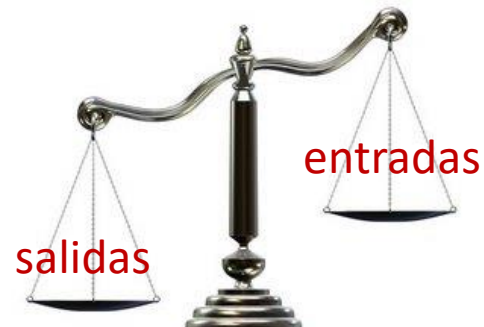
1. Balance ideal de nutrientes (entradas = salidas)

- Mayor eficiencia agronómica y económica
 - Menor contaminación ambiental



2. Balance positivo de nutrientes (entradas > salidas)

- Posible ineficiencia del sistema
 - Casos extremos, contaminación ambiental



3. Balance negativo de nutrientes (salidas > entradas)

- Posible agotamiento del suelo
 - Insostenibilidad del sistema a largo plazo

Balance de nutrientes en el sistema

Reciclaje de nutrientes

Entradas

Por fertilizantes (orgánicos y minerales) y cales (kg/ha/año)

- Nitrógeno (N) y potasio (K_2O): 0 a 300 kg/ha/año
- Fósforo (P_2O_5), magnesio (MgO) y azufre (S): 0 a 60 kg/ha/año
- Boro y zinc: 0 a 3 kg/ha/año
- Calcio (CaO): 0 a 700 kg/ha/año

(Sadeghian et al., 2007)

Por 2.700 kg de pulpa, generados a partir de 100 arrobas de café

- Nitrógeno (N): 10,2 kg
- Fósforo (P): 0,61 kg
- Potasio (K): 19,8 kg
- Calcio (Ca): 1,6 kg
- Magnesio (Mg): 0,48 kg
- Azufre (S): 0,13 kg

(Sadeghian et al., 2007)

Por la lluvia

Nitrato (NO_3^-): 32,5 a 36,0 kg/ha/año

Potasio (K^+): 9,9 a 13,3 kg/ha/año

Calcio (Ca^{2+}): 27,9 a 75,0 kg/ha/año

(Mg^{2+}): 8,6 a 19,5 kg/ha/año

(Jaramillo, 2003).

Salidas

Por la lixiviación (condiciones de laboratorio):

23%-44% de N, 30%-97% de K y el 9% de P

(Arias, 2008)

Por la volatilización de N ureico:

0 a 35% de la cantidad aplicada

(Leal et al., 2007)

Por la remoción de la cosecha-1.250 kg de café pergamino seco (kg):

30,9 de N; 2,3 de P; 36,9 de K; 4,3 de Ca; 2,3 de Mg; 1,2 de S; 0,107 de Fe; 0,061 de Mn; 0,018 de Zn; 0,033 g de Cu y 0,050 de B.

(Sadeghian et al., 2006)

Balance de nutrientes en el sistema

Reciclaje de nutrientes



Cobertura	Biomasa seca (kg ha ⁻¹)	Aporte N (kg ha ⁻¹)
<i>Arachis pintoi</i> K.	4.603	145
<i>Desmodium</i> spp	2.826	65
Arvenses nobles	2.046	79

Arango et al. (2008)

Balance de nutrientes en el sistema

Reciclaje de nutrientes



Especie	Biomasa	N	P	K	Ca	Mg
	(t ha ⁻¹)	----- (kg ha ⁻¹) -----				
Cajanus cajan (Guandul)	7,64	136,8	16,9	127,3	25,0	7,2
Crotalaria juncea (Crotalaria)	4,17	128,2	14,3	96,2	23,8	8,8
Tephrosia candida (Tephrosia)	5,43	153,7	14,8	105,4	18,9	8,9

Jiménez et al. (2005)

Balance de nutrientes en el sistema

Reciclaje de nutrientes

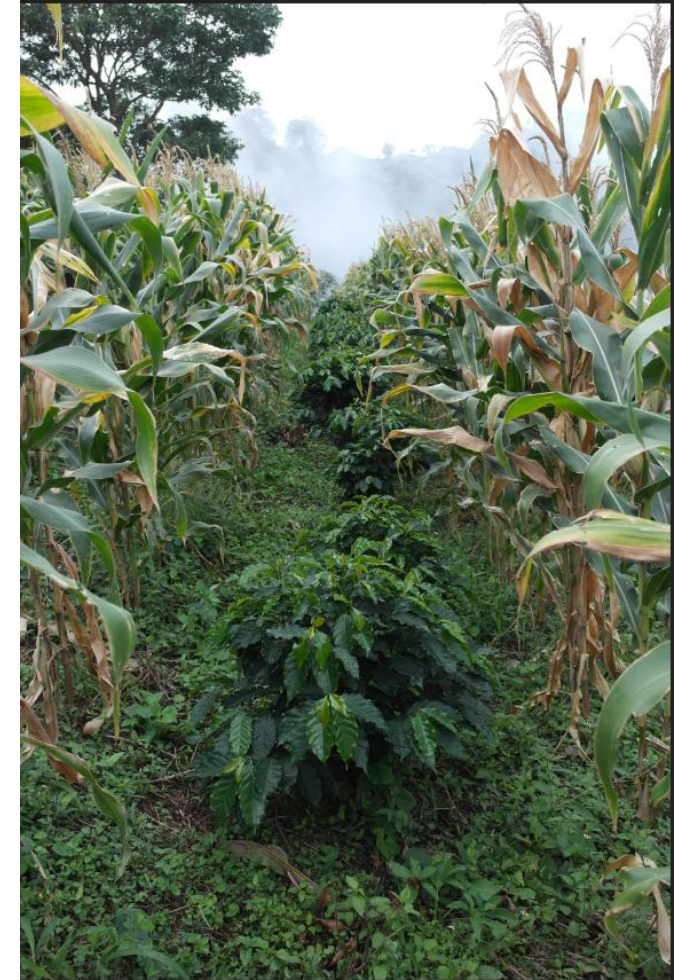



Sistema	Biomasa seca (t ha ⁻¹)
Café	4,2 – 4,5
Café + Guamo	10,5 – 11,2

Nutriente	Municipio de Chinchiná		Municipio de El Cairo	
	Café y guamo	Café	Café y guamo	Café
Nitrógeno-N	199,24	92,17	219,37	98,26
Fósforo-P	7,73	4,7	13,75	8,58
Potasio-K	48,87	36,3	55,53	55,15
Calcio-Ca	158,05	54,61	187,05	77,71
Magnesio-Mg	27,31	5,98	30,66	14,59
Hierro-Fe	1,27	1,18	1,24	0,71
Manganeso-Mn	0,99	0,94	2,34	1,16
Zinc-Zn	0,21	0,04	0,19	0,07
Cobre-Cu	0,15	0,06	0,17	0,14
Boro-B	0,21	0,2	0,22	0,27

Cardona y Sadeghian (2005)

Balance de nutrientes en el sistema





Capacidad de proporcionar nutrientes que demanda un cultivo en particular para su crecimiento en cantidades adecuadas y balanceadas

Fertilidad del suelo

Propiedades relacionadas

Propiedades físicas

- Textura
- Profundidad efectiva
- Densidad aparente
- Aireación
- Infiltración de agua
- Retención de agua
- Temperatura
- Topografía

Propiedades químicas

- pH
- Cond. elect. (salinidad)
- Materia orgánica (CO)
- Nutrientes
- Elementos tóxicos
- Capacidad de intercambio catiónico
- CICE

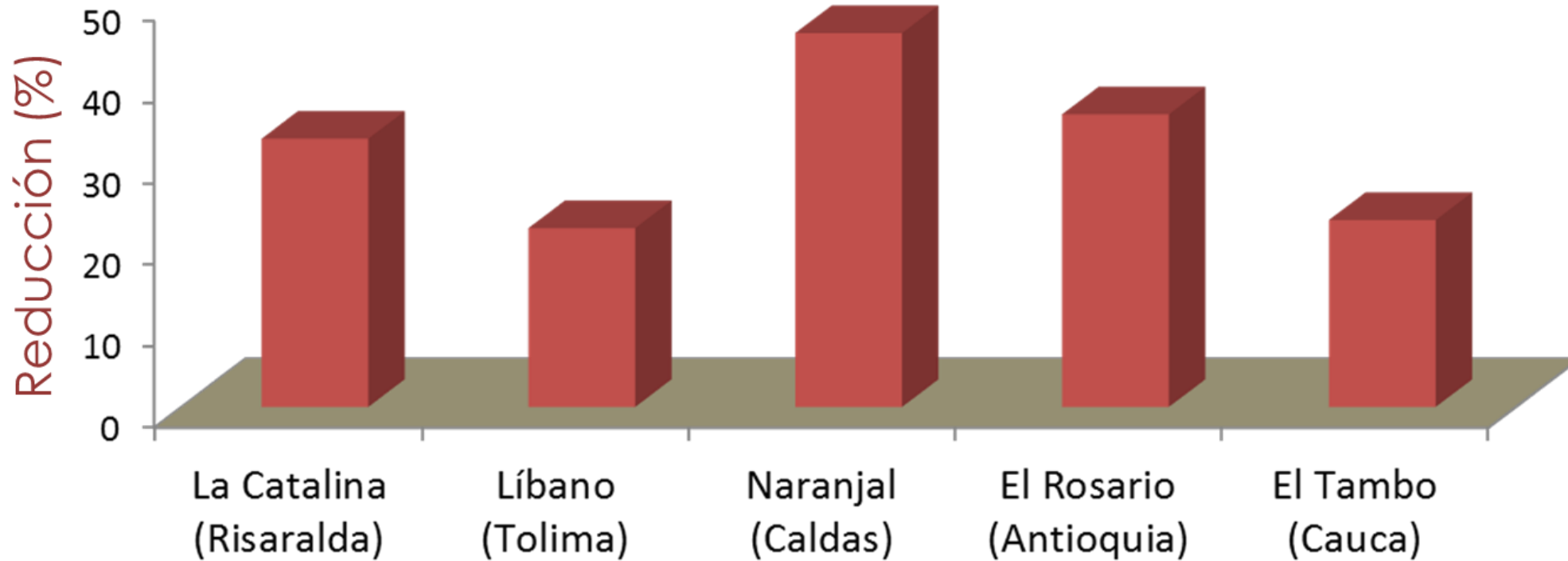
Propiedades biológicas

- Flora
- Fauna
- Biomasa microbiana
- Actividad microbiana
- Actividad enzimática
- Potencial para mineralizar materia orgánica

Fertilidad del suelo

Efecto en la producción del café

Reducción de la producción Promedio de 4 cosechas



Estación Experimental de Cenicafé

Fertilidad del suelo

Evaluación

Análisis químico y físico:

- Herramienta más difundida
- Carácter predictivo

Se identifican de manera anticipada las condiciones que afectarán el crecimiento de las plantas.



Fertilidad del suelo

Interpretación de los resultados del análisis de suelo

Aspectos a considerar

- Muestreo de suelo
- Métodos analíticos de laboratorio
- Unidades empleadas
- Propiedades químicas evaluadas

497

Noviembre de 2018
Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica Fondo Nacional del Café

Interpretación de los resultados de análisis de suelo
Soporte para una adecuada nutrición de cafetales

La productividad del cultivo de café depende de la interacción de diversos factores, entre los cuales merece especial atención el suelo. Las propiedades físicas, químicas y biológicas de este recurso natural condicionan el crecimiento de las raíces y la absorción de nutrientes; por lo tanto, conocerlas se convierte en el soporte fundamental para una nutrición adecuada.

Existen diferentes herramientas para evaluar las propiedades que determinan la fertilidad del suelo, siendo la más difundida el análisis químico, cuya ventaja radica en su carácter predictivo, es decir, que con base en los resultados obtenidos se identifican las condiciones que afectarán el crecimiento de las plantas (Alvarez, 1994).

Avances Técnicos Cenicafé



Sadeghian (2017)

Tabla 2. Clasificación de las propiedades químicas del suelo para café en la etapa de producción. Adaptado de Sadeghian (2008).

Propiedad	Unidad	Bajo	Medio	Alto
pH	Adimensional	< 5,0	5,0 – 5,5	> 5,5
Materia orgánica (MO)	%	< 8,0	8,0 – 16,0	> 16,0
Nitrógeno total (N)	%	< 0,34	0,34 – 0,58	> 0,58
Fósforo (P)	mg kg ⁻¹	< 10	10,0 – 20,0	> 20,0
Azufre (S)	mg kg ⁻¹	< 6,0	6,0 – 12,0	> 12,0
Potasio (K ⁺)	cmol _c kg ⁻¹	< 0,2	0,2 – 0,4	> 0,4
Calcio (Ca ²⁺)	cmol _c kg ⁻¹	< 1,5	1,5 – 3,0	> 3,0
Magnesio (Mg ²⁺)	cmol _c kg ⁻¹	< 0,6	0,6 – 0,9	> 0,9
Aluminio (Al ³⁺)	cmol _c kg ⁻¹	< 0,5	0,5 – 1,0	> 1,0
CIC	cmol _c kg ⁻¹	< 15,0	15,0 – 25,0	> 25,0
CICE	cmol _c kg ⁻¹	< 3,0	3,0 – 6,0	> 6,0
Saturación de aluminio	%	< 15,0	15,0 – 30,0	> 30,0
Saturación de bases	%	< 20,0	20,0 – 30,0	> 30,0
Hierro (Fe)	mg kg ⁻¹	< 25	25 – 50	> 50
Manganeso (Mn)	mg kg ⁻¹	< 5	5 – 10	> 10
Zinc (Zn)	mg kg ⁻¹	< 1,5	1,5 – 3,0	> 3,0
Cobre (Cu)	mg kg ⁻¹	< 1,0	1,0 – 3,0	> 3,0
Boro (B)	mg kg ⁻¹	< 0,2	0,2 – 0,4	> 0,4

*Los rangos de Fe, Mn, Zn, Cu y B corresponden a valores promedio, sugeridos de manera general, razón por la cual se consideran de índole informativo.

Fertilidad del suelo

Materia orgánica (carbono orgánico)

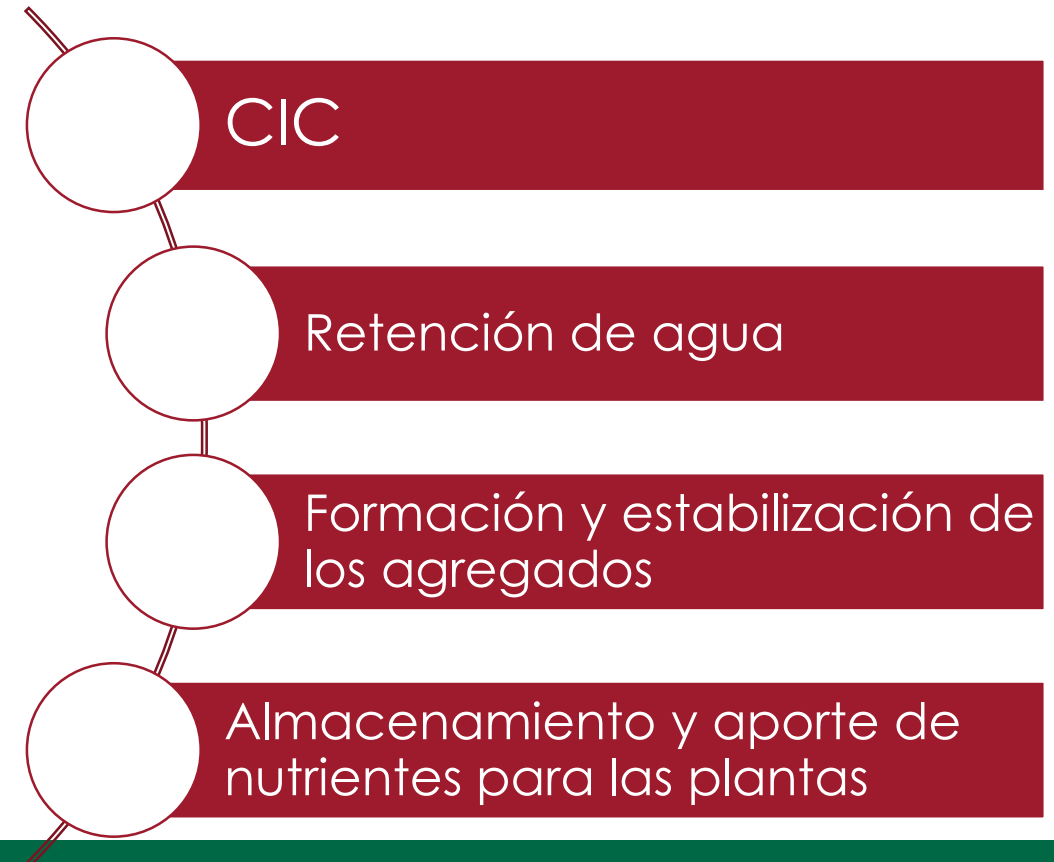
Pieza infaltable de los ecosistemas funcionales

- Suelo
- Seguridad alimentaria
- Agua
- Energía
- Mitigación del cambio climático



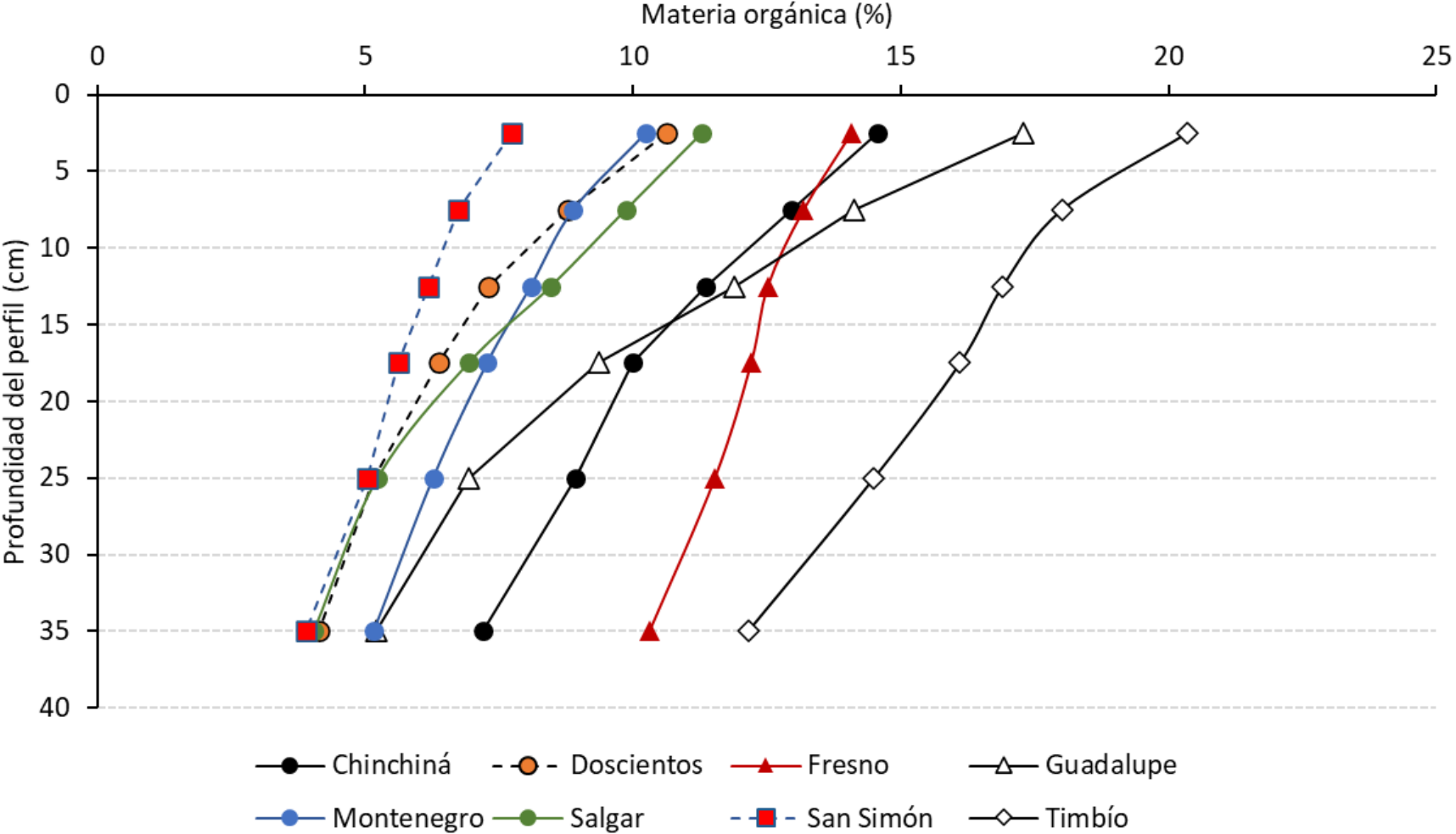
Baja representación (%)

Efectos en propiedades físicas,
químicas y biológicas del suelo:



Fertilidad del suelo

Materia orgánica (carbono orgánico)



Salamanca & Sadeghian (2005)

Fertilidad del suelo

Materia orgánica (carbono orgánico)

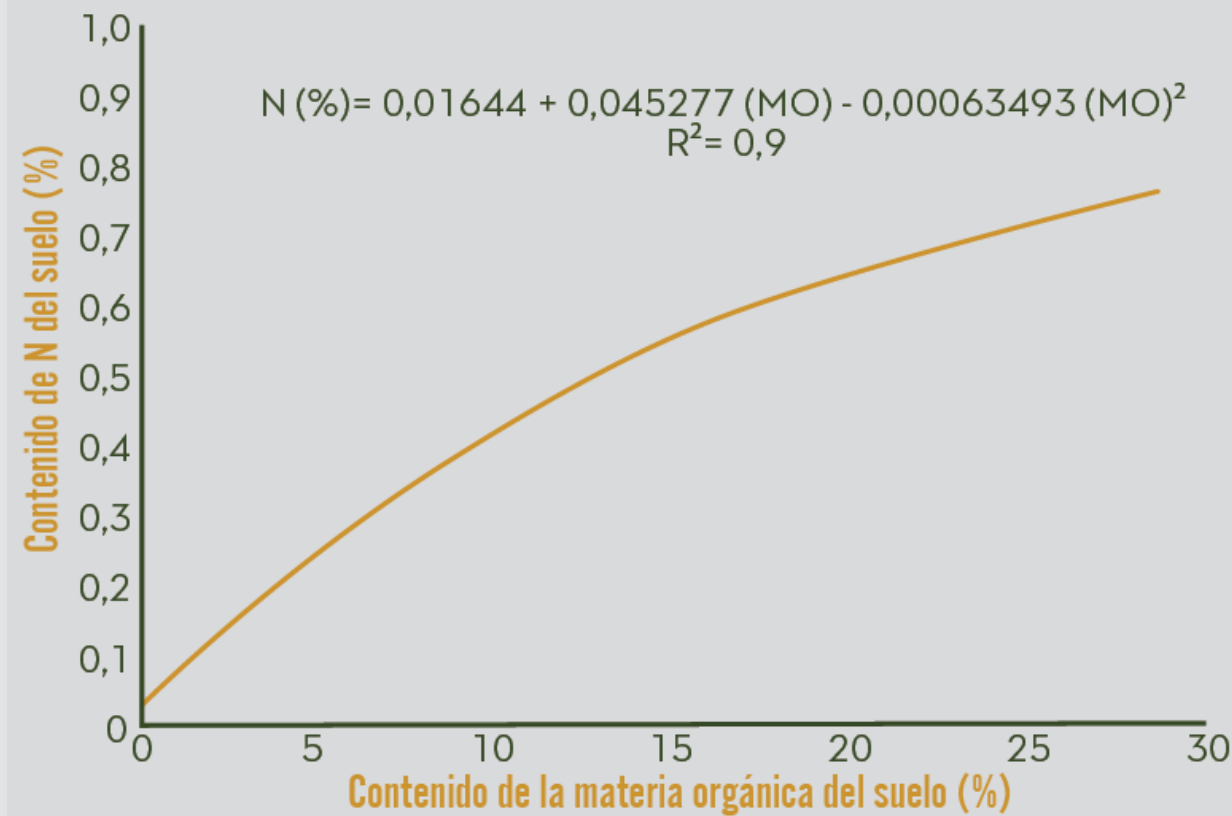
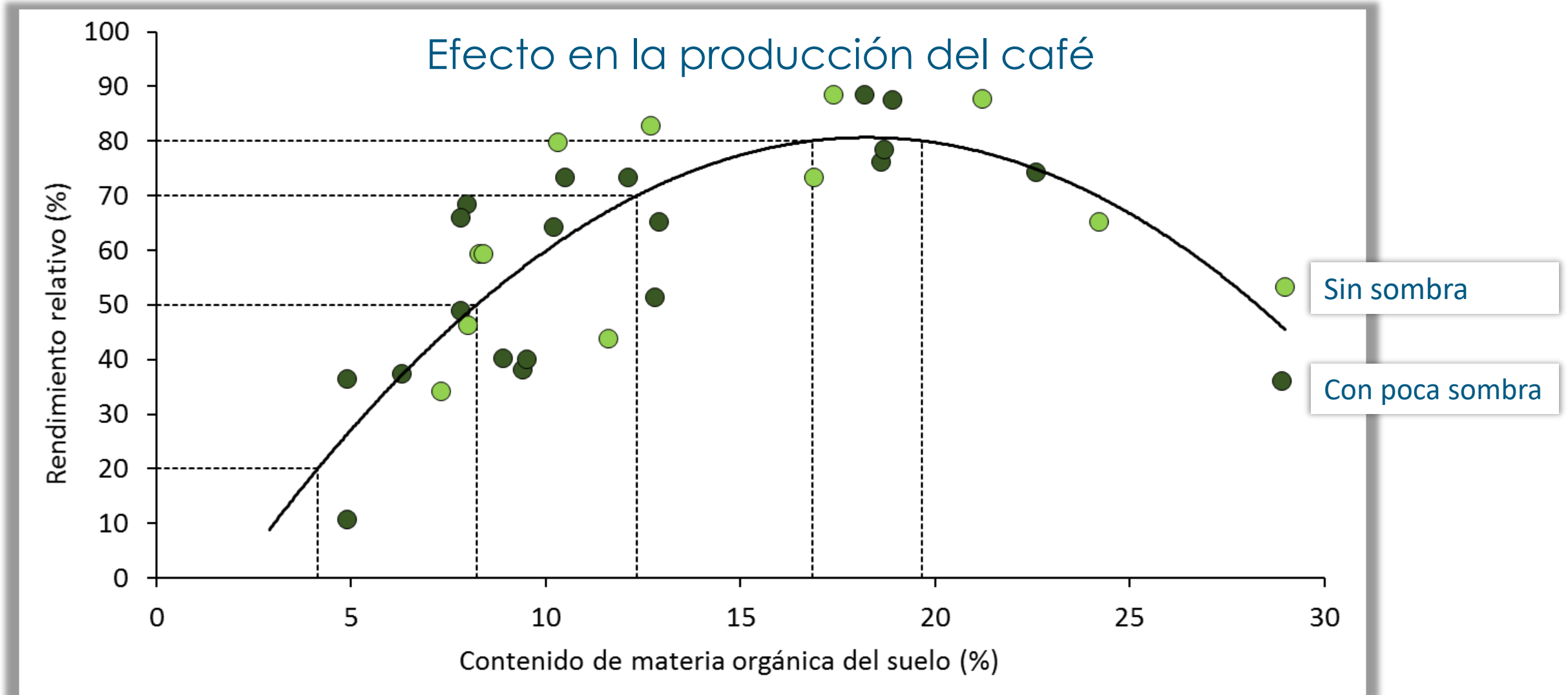


Figura 12.

Contenido de nitrógeno total (N) en función de la materia orgánica, en suelos de la zona cafetera de Colombia. Tomado de Carrillo y Chaves (1994).

Fertilidad del suelo

Materia orgánica (carbono orgánico)



Manejo integrado de nutrientes

479

Mayo de 2017
Gerencia Técnica /
Programa de Investigación Científica
Fondo Nacional del Café



Manejo integrado de nutrientes Retos para una caficultura rentable y sostenible

El aumento creciente en la demanda de café, al igual que los demás productos agrícolas, se satisface básicamente por dos vías, una mediante la incorporación de nuevas áreas, las cuales cada vez son menos disponibles, y otra a través del incremento del rendimiento en las tierras que actualmente se encuentran cultivadas. En ambos casos, el cumplimiento sostenido de la meta de producción a largo plazo dependerá del manejo eficiente y sostenible de los recursos, siendo uno de los puntos más importantes el suelo, y con particular interés la nutrición mineral. Al respecto, es necesario tener presente que la fertilización por sí sola no garantiza mayores producciones. Para lograr este propósito debe llevarse a cabo un plan adecuado de nutrición integrado a las demás prácticas culturales, enmarcado dentro de las Buenas Prácticas Agrícolas. En muchas ocasiones se obtienen interacciones positivas y sinergismos entre los insumos (agua, fertilizantes, plaguicidas) y prácticas (podas, manejo de arvenses), es decir que el efecto de dos o más insumos y prácticas empleados de manera conjunta puede ser mayor que la suma de las respuestas individuales (10).

El Manejo Integrado de Nutrientes-MIN busca mantener y, de ser posible, mejorar la fertilidad de los suelos, con el fin de sostener y aumentar la productividad de los cultivos, al tiempo que se protege el ambiente. El MIN, como técnica, incorpora estrategias conducentes a proteger el suelo, conservar los nutrientes y suministrar apropiadamente todos los elementos esenciales que demandan las plantas mediante el empleo de abonos orgánicos e inorgánicos, además de enmiendas y microorganismos (1).

Mediante este Avance Técnico se dan a conocer algunos aspectos del MIN, como estrategia para una caficultura rentable y sostenible.



Avances Técnicos
Cenicafé

Objetivo:

Mantener, y de ser posible mejorar, la fertilidad de los suelos con el fin de sostener/aumentar la productividad de los cultivos, al tiempo que se protege el medio ambiente para las futuras generaciones.

Estrategias

- Suministrar apropiadamente todos los nutrientes mediante abonos orgánicos e inorgánicos, enmiendas y microorganismos. **Dosis correcta, Fuente correcta, Época correcta, Sitio correcto y Forma correcta**
- Proteger el suelo
- Conservar los nutrientes
- Actores: agricultores, investigadores, extensionistas, organizaciones gubernamentales y ONG's

Aplicación de fertilizantes orgánicos y minerales

Objetivo

- Elevar y mantener la fertilidad del suelo
- Suplir los requerimientos nutricionales
- Aumentar la productividad
- Mejorar la calidad de café
- Restituir las pérdidas de los nutrientes por remoción, lixiviación y erosión
- Establecer balance entre los nutrientes
- Aumentar la resistencia de las plantas a plagas, enfermedades y condiciones adversas
- Incrementar la rentabilidad del cultivo



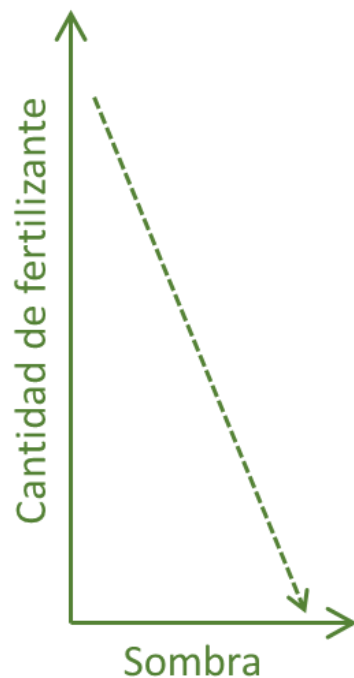
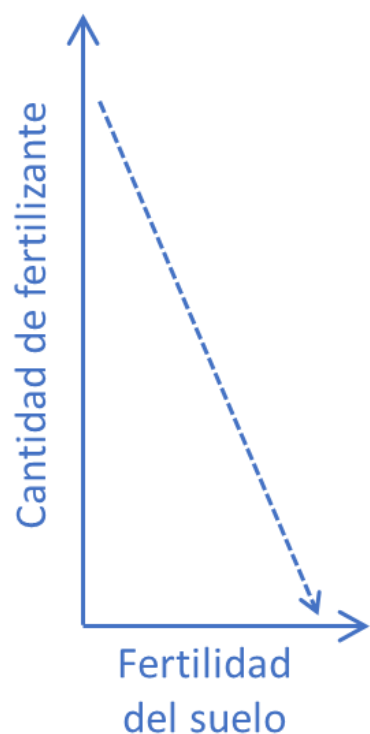
Factores que aumentan la eficiencia

<ul style="list-style-type: none">• Variedades eficientes y productivas	<ul style="list-style-type: none">• Siembra impecable
<ul style="list-style-type: none">• Enmiendas para el manejo de la acidez	<ul style="list-style-type: none">• Sol y agua
<ul style="list-style-type: none">• Establecimiento en las épocas adecuadas	<ul style="list-style-type: none">• Manejo de arvenses
<ul style="list-style-type: none">• Prácticas de conservación de suelos	<ul style="list-style-type: none">• Control de plagas y enfermedades
<ul style="list-style-type: none">• Densidad de siembra y arreglo espacial	<ul style="list-style-type: none">• Nutrientes balanceados

Fertilización

Dosis

De acuerdo con los resultados del análisis de suelos y el sistema de producción



- Nitrógeno (N): 120 a 300 kg/ha/año
- Fósforo (P_2O_5): 0 a 60 kg/ha/año
- Potasio (K_2O): 0 a 300 kg/ha/año
- Calcio (CaO): 0 a 100 kg/ha/año
- Magnesio (MgO): 0 a 60 kg/ha/año
- Azufre (S): 0 a 50 kg/ha/año
- Boro (B), zinc (Zn): 0 a 3 kg/ha/año

Fertilización

Fuentes

Orgánicas

Referencia	pH	N	P	K	Ca	Mg	Cenizas	Humedad
	(%)							
Pulpa descompuesta	5,9	2,99	0,19	2,52	1,74	0,40	19	58
Lombrinaza	6,6	2,62	0,41	2,08	1,81	0,40	43	61
Gallinaza	8,4	1,49	1,81	2,21	12,28	0,88	45	18
Pollinaza	8,7	2,07	2,20	3,03	5,80	0,91	37	39
Bovinaza	8,0	1,53	0,69	1,96	1,93	0,81	53	39
Porquinaza	SD	2,21	1,65	1,15	5,40	1,00	30	SD
Bocashi	7,9	1,31	1,04	0,97	4,02	0,79	64	41

SD: Sin dato

Abono orgánico	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	(mg.kg ⁻¹)				
Pulpa	3.322	176	86	33	67
Lombrinaza	5.507	312	133	61	84
Gallinaza	3.201	447	263	63	48
Pollinaza	3198	599	478	438	83
Bovinaza	4.950	428	122	26	69
Porquinaza	3.689	854	183	136	34
Bocashi	923	386	154	209	164

Fertilización

Fuentes

Minerales

Mezcla física



Complejo granulado



Fertilización

Fuentes

Minerales

Calcio

Cal agrícola
Dolomita
Cal apagada
Yeso
Nitrato de Ca
Polihalita

Nitrógeno

Urea
Nitrato de amonio
SAM

Magnesio

Dolomita
Óxido de Mg
Kieserita
Sulfato doble Ca-Mg

Azufre

Sulfatos

Fósforo

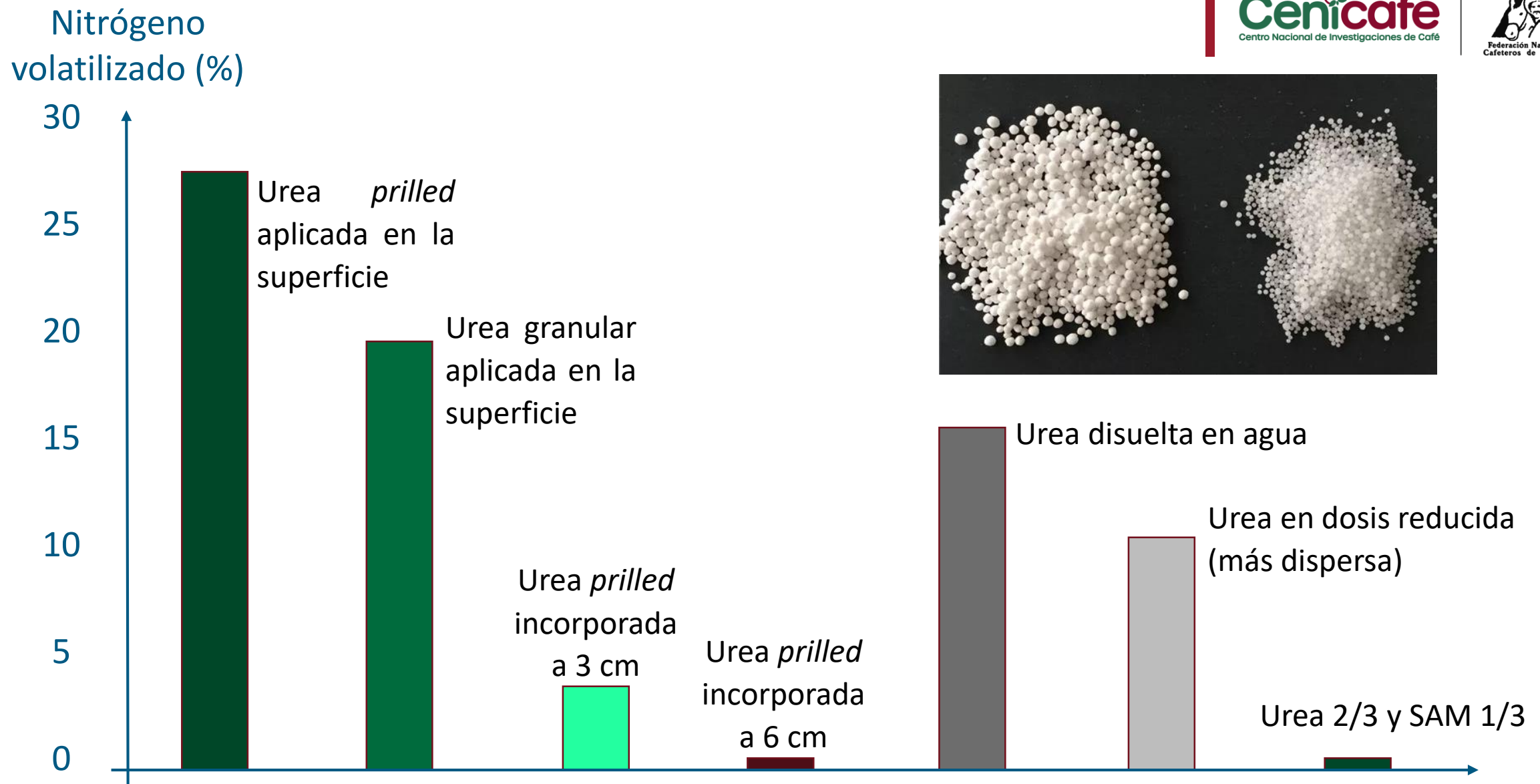
DAP
MAP
Roca fosfórica
Escorias Thomas
Rocas aciduladas

Potasio

KCl
Sulfato de K
Nitrato de K

Fórmulas de nutrientes

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO - S
6,0	1,0	5,2	0,8

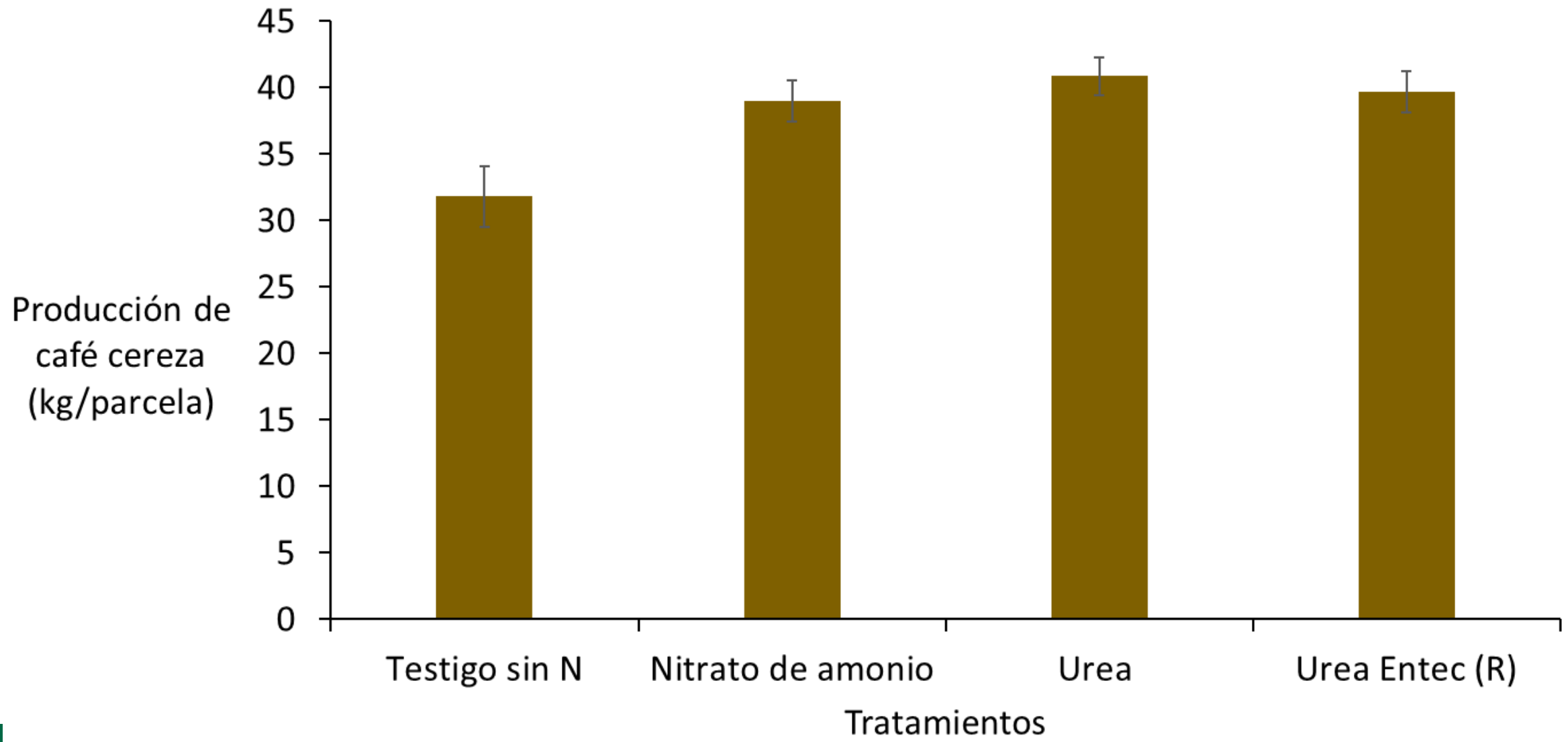


Lixiviación

Pérdidas de nitrógeno, principalmente en forma de nitrato (NO_3^-), por arrastre del agua a través del perfil del suelo.

Ocurre más frecuentemente cuando se aplican nitratos





La fertilización con pulpa de café descompuesta en dosis que suplan los niveles de nutrientes requeridos por el cultivo (más de 20 t/ha/año), puede igualar la producción obtenida con la fertilización de fuentes de síntesis química.

Con la fertilización órgano-mineral es posible lograr similares o mejores producciones que al emplear fertilizantes de síntesis química al 100% de la recomendación según el análisis de suelos.

75% de la dosis recomendada de abonos químicos y entre 1.500 y 1.700 kg/ha/año de pulpa descompuesta con 60 a 65% de humedad. Éstas cantidades pueden obtenerse con una producción cercana a 2.875 kg de café pergamino seco.

Salazar & Sadeghian (2023)

549

Marzo de 2023
Gerencia Técnica /
Programa de Investigación Científica
Fondo Nacional del Café



Fertilización órgano-mineral en el cultivo del café. Consideraciones para su implementación

Las buenas prácticas de fertilización y el aprovechamiento de los subproductos del café, con base en las recomendaciones técnicas, hacen parte del manejo integrado de la fertilidad del suelo y de la nutrición, el cual es fundamental para mejorar la productividad y calidad de los cultivos, así como para generar una mayor rentabilidad al productor en forma sostenible. La fertilización órgano-mineral se refiere a la aplicación combinada de fertilizantes de origen mineral o inorgánico con abonos orgánicos, la cual puede realizarse en forma simultánea o suministrar cada fuente en forma separada (Antille et al., 2013).

El cultivo del café responde al empleo de fertilizantes orgánicos e inorgánicos. Cenicafé ha generado resultados de investigación relacionados con la fertilización mediante estas fuentes en todas las etapas del cultivo, sin embargo, es escasa la información sobre una alternativa que combine los dos tipos de fuentes de fertilizantes en la fase productiva. Actualmente se propone integrar ambas fuentes en suelos con bajos contenidos de materia orgánica (menor del 6%), incorporando fertilizante orgánico al momento de la siembra o aplicándolo de manera superficial en el plato del árbol (Sadeghian, 2008, 2017). En suelos cultivados con café, el efecto benéfico de la fertilización orgánica se evidencia en la sustitución de los requerimientos de fertilizantes de síntesis química, el desarrollo y la producción del cultivo, además del incremento de la fertilidad del suelo; lo anterior reflejado en el aumento del pH, la capacidad de intercambio catiónico, los contenidos de bases intercambiables y algunos elementos menores, y la disminución del aluminio intercambiable, así como en el mejoramiento de las propiedades biológicas y físicas del suelo (Díaz et al., 2008; Suárez, 2001).



542

Agosto de 2022
Gerencia Técnica /
Programa de Investigación Científica
Fondo Nacional del Café

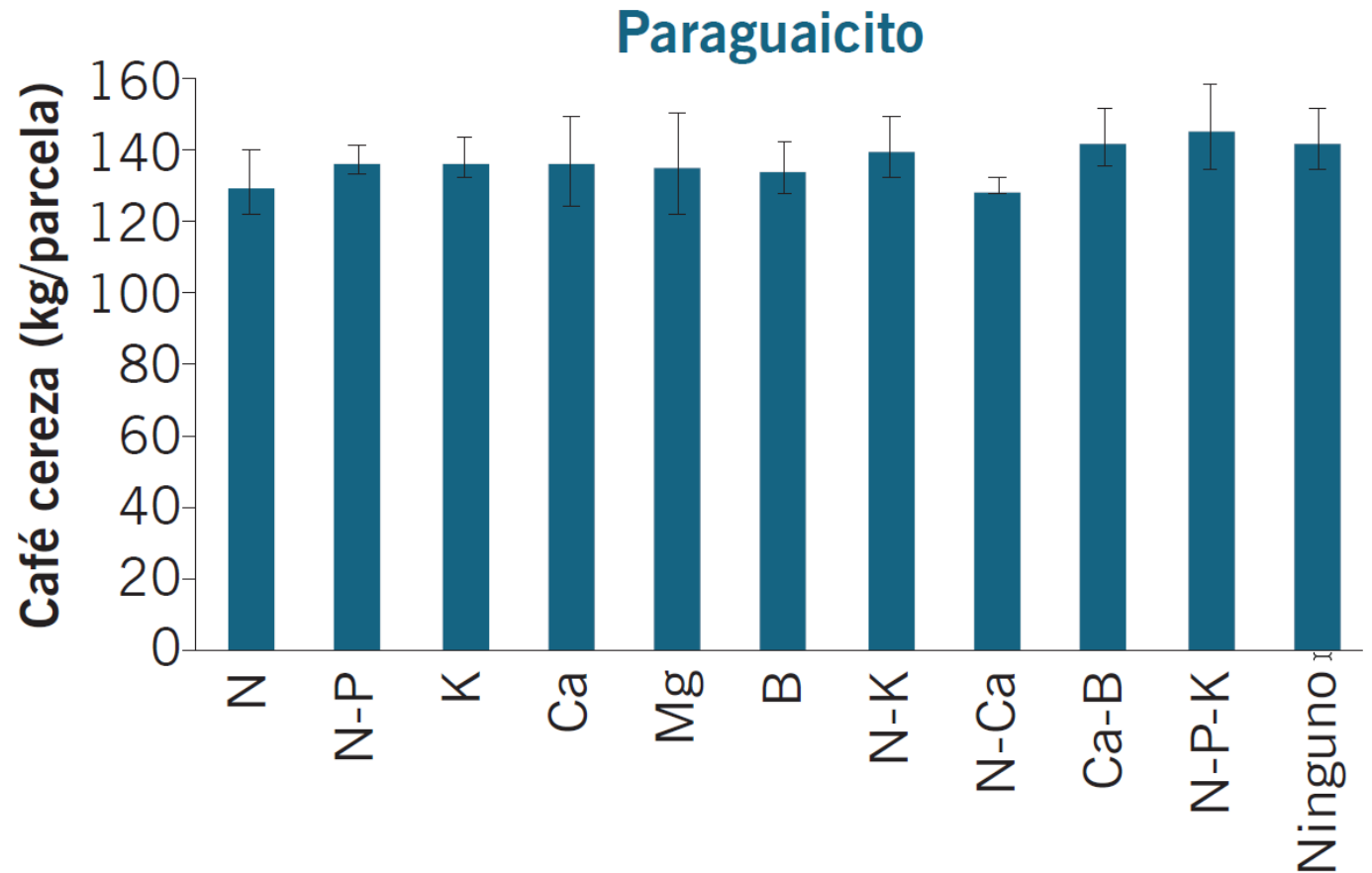


Aplicación foliar de nutrientes en café. Efecto en la producción y en la calidad física del grano

La fertilización foliar se ha promovido como una alternativa que mejora el crecimiento, la producción y la calidad de los cultivos, particularmente en suelos con baja fertilidad o en ambientes donde se presentan condiciones desfavorables para la absorción de nutrientes por la raíz (Lo'ay et al., 2021). Quienes promueven esta práctica, justifican su implementación basados en la teoría de que es una ruta más rápida para la nutrición con respecto a la que se presenta a través de las raíces, dado que no requiere de humedad en el suelo ni transporte de los nutrientes a través de los vasos conductores del tallo y las ramas. Por lo anterior, se sostiene que, una vez el ingrediente activo que contiene el nutriente es aplicado en la superficie de la hoja, este se absorbe a través de los poros de la cutícula, estomas y tricomas, principalmente (Fernández et al., 2015). Superada esta barrera, los nutrientes se unirían a los compuestos derivados de la fotosíntesis e irían hacia los órganos de crecimiento y los órganos reproductivos de la planta (Devarpanah et al., 2018). En concordancia, la eficiencia en la implementación de esta alternativa, debe reflejarse positivamente en el desarrollo vegetativo y reproductivo de la planta, aunque es habitual que se considere el aumento del contenido de los nutrientes en las hojas como único criterio para su justificación (Fernández et al., 2015). Esto ha generado expectativas, resultados poco reproducibles y de bajo impacto en los cultivos a los que va dirigida.



Avances Técnicos
Cenicafé

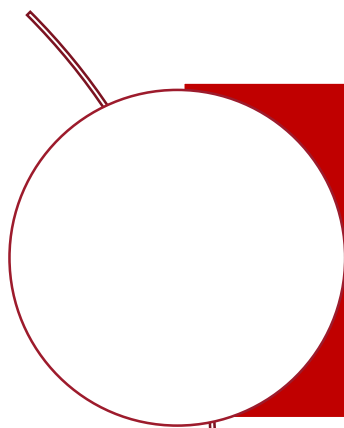


Salamanca & González (2022)

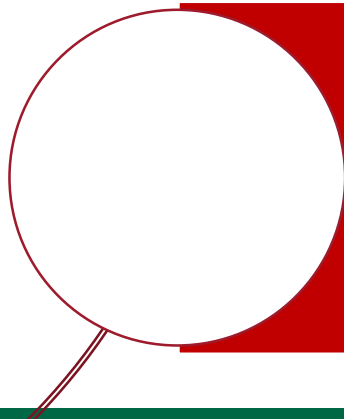
Fertilización

Época de aplicación

Función de: Cantidad y distribución de la lluvia



El suelo debe estar húmedo en los primeros 10 cm, por la acción de las lluvias, en los días previos a la labor.

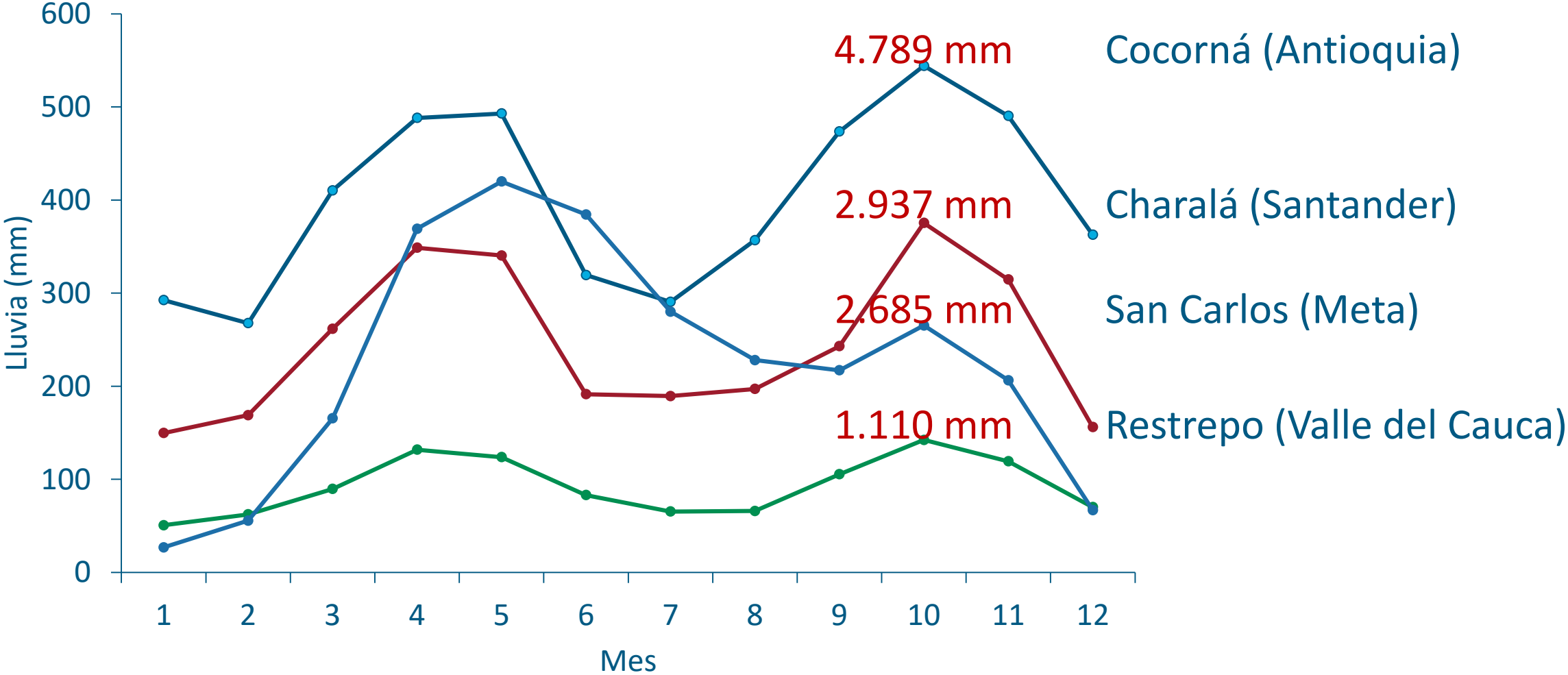


Debe existir una alta probabilidad de que siga lloviendo durante los dos próximos meses, para que el suelo permanezca húmedo.

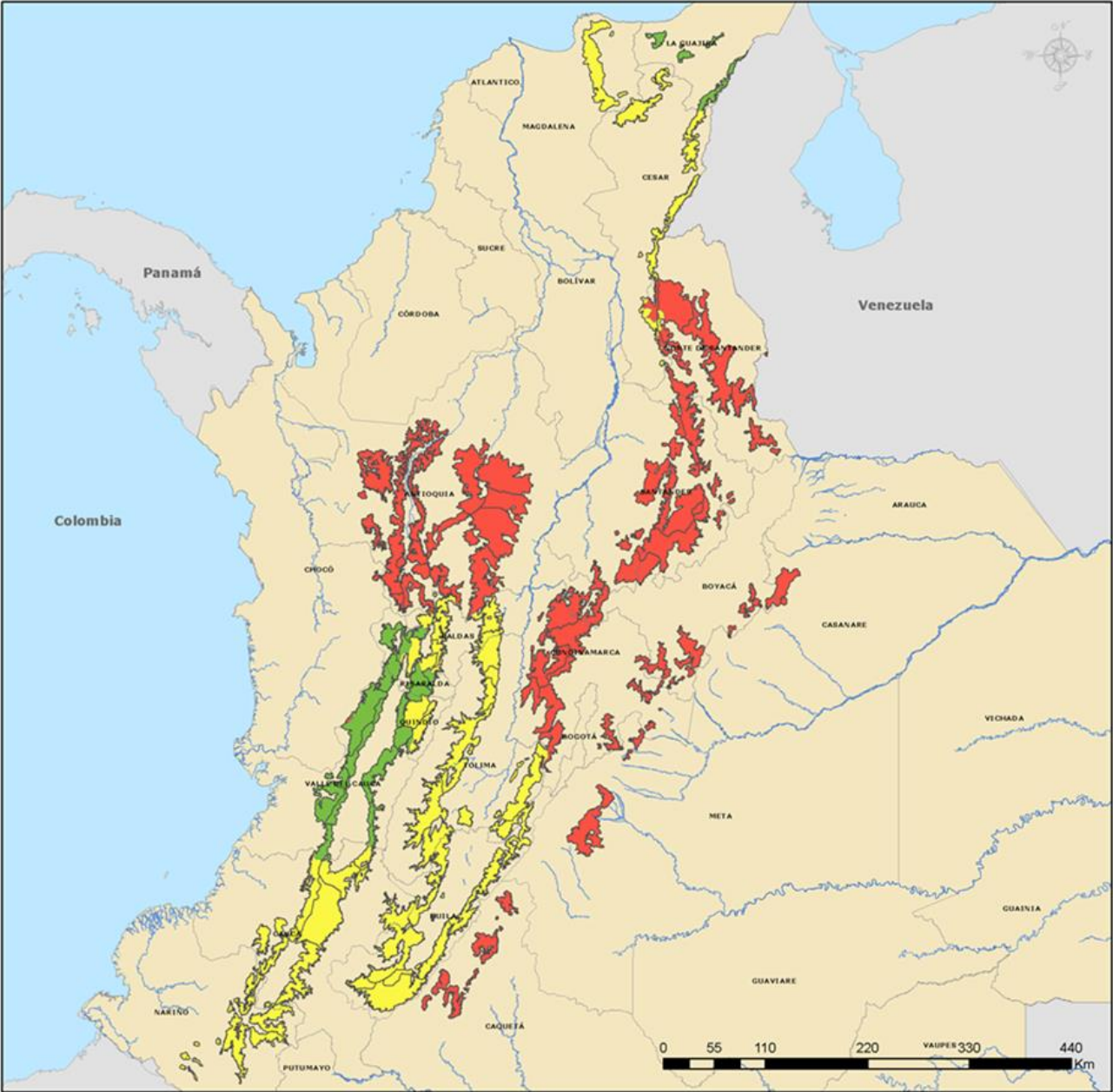
Fertilización

Época de aplicación




Fraccionamiento de la fertilización



Manejo de la acidez del suelo



Acidez del suelo: Una limitante común en la zona cafetera de Colombia

	Más del 60% de las muestras de suelo analizadas en el departamento con problemas de acidez
	Entre 40 y 60% de las muestras de suelo analizadas en el departamento con problemas de acidez
	Menos del 40% de las muestras de suelo analizadas en el departamento con problemas de acidez

Sadeghian (2022)

Manejo de la acidez del suelo

Propiedades relacionadas:

pH, aluminio (Al^{3+}), manganeso (Mn), calcio (Ca^{2+}) y magnesio (Mg^{2+}), nitrógeno (N), Fósforo (P), Boro (B), Zinc (Zn), cobre (Cu).

Consecuencias:

Toxicidad por el Al^{3+} , deficiencias nutricionales, menor crecimiento y producción.



Manejo:

Enmiendas inorgánicas, principalmente carbonatos de calcio (CaCO_3) y/o de magnesio (MgCO_3).

Otros: óxidos e hidróxidos

Silicatos?

Cuando se elimina la acidez del suelo, las raíces crecen más y absorben de manera eficiente los nutrientes

Fertilización y Encalado

Prácticas absolutamente complementarias

Manejo de la acidez del suelo



400 – 1400 kg/hectárea

Cenicafé

Centro Nacional de Investigaciones de Café

Reserva Forestal Protectora Planalto

www.cenicafe.org



Cenicafé FNC



@cenicafe



cenicafé



CenicaféFNC



@cenicafefnc



MÁS FEDERACIÓN