

Finca El Retiro (ficticia)

3 grupos de análisis • 3 lotes

Café

APROBADO • 2026-10-26

Documento multigrupo: cada grupo se analizó de forma independiente y se presenta completo. Los datos de un grupo no se promedian con los de otro.

PREDIO	CULTIVO	GRUPOS	LOTES	CAMPAÑAS	GENERADO
El Retiro	Café	3	3	2024 • 2025 • 2026	2026-10-26

Resumen general del cliente

Este resumen describe el conjunto del caso; NO reemplaza el análisis de cada grupo, que se presenta completo más adelante con sus propios datos, estadísticas y conclusiones.

1
PREDIO

1
CULTIVO

3
LOTES

3
GRUPOS DE ANÁLISIS

Cultivos: Café

Predios: El Retiro

Campañas: 2024 · 2025 · 2026

CONTENIDO DEL INFORME

#	GRUPO	CULTIVO	LOTES	PÁGINA
01	El Retiro — Lote 1 (franca, en recuperación)	Café	1	4
02	El Retiro — Lote 2 (franco-arenosa, acidificándose)	Café	1	26
03	El Retiro — Lote 3 (arcillosa, acumulación salina y de fósforo)	Café	1	48

PRINCIPALES PATRONES COMUNES

- **Suma de bases** — limitante en los 3 grupos (criticidad media 80/100).
- **Zinc** — limitante en los 3 grupos (criticidad media 53/100).
- **Nitrógeno** — limitante en los 3 grupos (criticidad media 27/100).
- **Cobre** — limitante en los 3 grupos (criticidad media 12/100).
- **Hierro** — limitante en los 3 grupos (criticidad media 3/100).
- **Manganeso** — limitante en los 3 grupos (criticidad media 3/100).

PRINCIPALES DIFERENCIAS

- **Acidez** — solo aparece en El Retiro — Lote 1 (franca, en recuperación).
- **pH en agua** — solo aparece en El Retiro — Lote 1 (franca, en recuperación).
- **Fósforo foliar** — solo aparece en El Retiro — Lote 1 (franca, en recuperación).
- **Calcio** — solo aparece en El Retiro — Lote 1 (franca, en recuperación).
- **Azufre** — solo aparece en El Retiro — Lote 1 (franca, en recuperación).
- **Clase textural** — solo aparece en El Retiro — Lote 3 (arcillosa, acumulación salina y de fósforo).

RESTRICCIONES REPETIDAS

VARIABLE	GRUPOS	CRITICIDAD MEDIA	DÓNDE
Suma de bases	3/3	80	El Retiro — Lote 1 (franca, en recuperación), El Retiro — Lote 2 (franco-arenosa, acidificándose), El Retiro — Lote 3 (arcillosa, acumulación salina y de fósforo)
Zinc	3/3	53	El Retiro — Lote 1 (franca, en recuperación), El Retiro — Lote 2 (franco-arenosa, acidificándose), El Retiro — Lote 3 (arcillosa, acumulación salina y de fósforo)
Nitrógeno	3/3	27	El Retiro — Lote 1 (franca, en recuperación), El Retiro — Lote 2 (franco-arenosa, acidificándose), El Retiro — Lote 3 (arcillosa, acumulación salina y de fósforo)
Cobre	3/3	12	El Retiro — Lote 1 (franca, en recuperación), El Retiro — Lote 2 (franco-arenosa, acidificándose), El Retiro — Lote 3 (arcillosa, acumulación salina y de fósforo)
Hierro	3/3	3	El Retiro — Lote 1 (franca, en recuperación), El Retiro — Lote 2 (franco-arenosa, acidificándose), El Retiro — Lote 3 (arcillosa, acumulación salina y de fósforo)
Manganeso	3/3	3	El Retiro — Lote 1 (franca, en recuperación), El Retiro — Lote 2 (franco-arenosa, acidificándose), El Retiro — Lote 3 (arcillosa, acumulación salina y de fósforo)
Aluminio	2/3	70	El Retiro — Lote 1 (franca, en recuperación), El Retiro — Lote 2 (franco-arenosa, acidificándose)
Saturación de Al	2/3	70	El Retiro — Lote 1 (franca, en recuperación), El Retiro — Lote 2 (franco-arenosa, acidificándose)

GRUPOS DE MAYOR CRITICIDAD

- 1. El Retiro — Lote 2 (franco-arenosa, acidificándose) — índice medio 80/100 · 10 variables limitantes.
- 2. El Retiro — Lote 3 (arcillosa, acumulación salina y de fósforo) — índice medio 85/100 · 8 variables limitantes.
- 3. El Retiro — Lote 1 (franca, en recuperación) — índice medio 86/100 · 18 variables limitantes.

01

El Retiro — Lote 1 (franca, en recuperación)

Café · 1 lote

Criterio del grupo: Suelo franco con tendencia favorable 2024-2026: el pH sube de 4,65 a 5,45, el aluminio y la acidez de intercambio bajan y las bases y el fósforo suben. Trayectoria de recuperación distinta a los otros dos lotes.

Variabilidad interna: baja

Contenido

01	Resumen ejecutivo	6
02	Análisis textural	6
03	Relaciones hídricas del suelo	7
04	Gráficos técnicos del suelo	7
05	Semáforo — Suelo	9
06	Semáforo — Foliar	10
07	Semáforo de contraste técnico — suelo • foliar	11
08	Contraste entre análisis	11
09	Ranking de restricciones	12
10	Variables críticas y prioritarias de intervención	14
11	Zonas de manejo sugeridas	15
12	Prioridades y conclusión integrada	16
13	Comparativo histórico — Análisis de suelo	17
14	Comparativo histórico — Análisis foliar	23
	Anexos técnicos	25
A1	Advertencias metodológicas	25
A2	Bibliografía y fuentes de rangos	25

01 RESUMEN EJECUTIVO

Diagnóstico general: El Lote 1 (suelo franco) muestra una recuperación clara y sostenida entre 2024 y 2026: el pH subió de 4,65 a 5,45, el aluminio intercambiable y la acidez de reserva bajaron a niveles bajos, y las bases, el fósforo y los micronutrientes antes deficientes entraron en rango. Las limitantes severas de 2024 son antecedentes corregidos, no el estado actual. Hoy el punto a reforzar es la suma de bases, que aún clasifica como baja, y a vigilar una acumulación incipiente en el foliar (nitrógeno, azufre, zinc y sodio en el borde alto o por encima).

TRES LIMITANTES PRINCIPALES

1. Suma de bases intercambiables aún baja (5,16 cmol(+)/kg en 2026), pese a casi triplicar el valor de 2024.
2. Acumulación incipiente en el foliar reciente: nitrógeno (2,85%), azufre (0,20%) y zinc (16 mg/kg) por encima del rango.
3. Cobre foliar con déficit sostenido en 2024-2025 y normalización apenas marginal en 2026.

TRES PRIORIDADES DE MANEJO

1. Continuar la construcción balanceada de bases del complejo de cambio (calcio, magnesio y potasio) con aplicaciones al suelo oportunas frente a las lluvias.
2. Moderar los aportes que elevan nitrógeno y azufre foliares y vigilar su balance con potasio y magnesio.
3. Confirmar con el próximo muestreo la estabilidad del pH, del aluminio y del cobre foliar.

CONCLUSIÓN CENTRAL

El Lote 1 pasó de una acidez severa con aluminio alto y bases muy bajas en 2024 a una condición recuperada en 2026; el manejo debe consolidar las bases y evitar que la acumulación foliar incipiente se vuelva un nuevo desbalance.

02 ANÁLISIS TEXTURAL



Composición textural al 100% — arena ■ · limo ■ · arcilla ■ (% normalizado). MO y relaciones hídricas: ver panel hídrico.

GRUPO / ZONA	LOTES	POR QUÉ ES UN GRUPO APARTE	CLASE DOMINANTE	IMPLICACIÓN TÉCNICA	CONFIANZA
Franca (1 lote)	1 Lote 1	1 lote · arena 43 % · arcilla 22 % · MO 4,8 % · CICE 5,5	Franca	Con 43 % de arena y 22 % de arcilla: equilibrio entre drenaje y retención: es el grupo de respuesta más predecible a la fertilización y se ajusta por dosis, no por textura. La MO media (4,8 %) es alta y la compensa parcialmente.	Alta (granulometría medida)

Método de agrupación: los lotes se agrupan por su clase en el triángulo textural USDA a partir de la granulometría medida (arena, limo y arcilla). Cada grupo reporta cuántos lotes cubre, su posición media, el coeficiente de variación de materia orgánica y CICE, y la variable que más lo separa de los demás grupos.

03 RELACIONES HÍDRICAS DEL SUELO

Síntesis ejecutiva del comportamiento hídrico según textura y materia orgánica.



TEXTURA DOMINANTE
Franca (43/35/22)



INFILTRACIÓN
Moderada



RETENCIÓN DE AGUA
Media-alta (favorecida por MO 4,8%)



DRENAJE
Bueno



LÁMINA ÚTIL
Media



RIESGO DOMINANTE
Bajo; dependencia de lluvias (sin riego)

ASPECTO	NIVEL	LECTURA TÉCNICA	RIESGO	IMPLICACIÓN AGRONÓMICA
Textura	Favorable	Suelo franco equilibrado	Bajo	Buen balance entre retención y drenaje para el café.
Materia orgánica	Alta (4,8%)	Mejora estructura y retención	Bajo	Favorece la capacidad de agua aprovechable y la mineralización.
Régimen hídrico	Sin riego (asumido)	Dependiente de lluvias	Medio en periodos secos	Las aplicaciones al suelo deben programarse frente al régimen de lluvias.

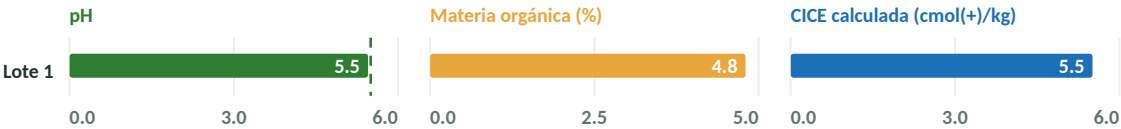
LECTURA TÉCNICA

- Se asumió que el cultivo no tiene riego porque no se declaró el régimen hídrico; conviene confirmarlo.
- La textura franca y la materia orgánica alta dan una condición hídrica favorable para el café de ladera.

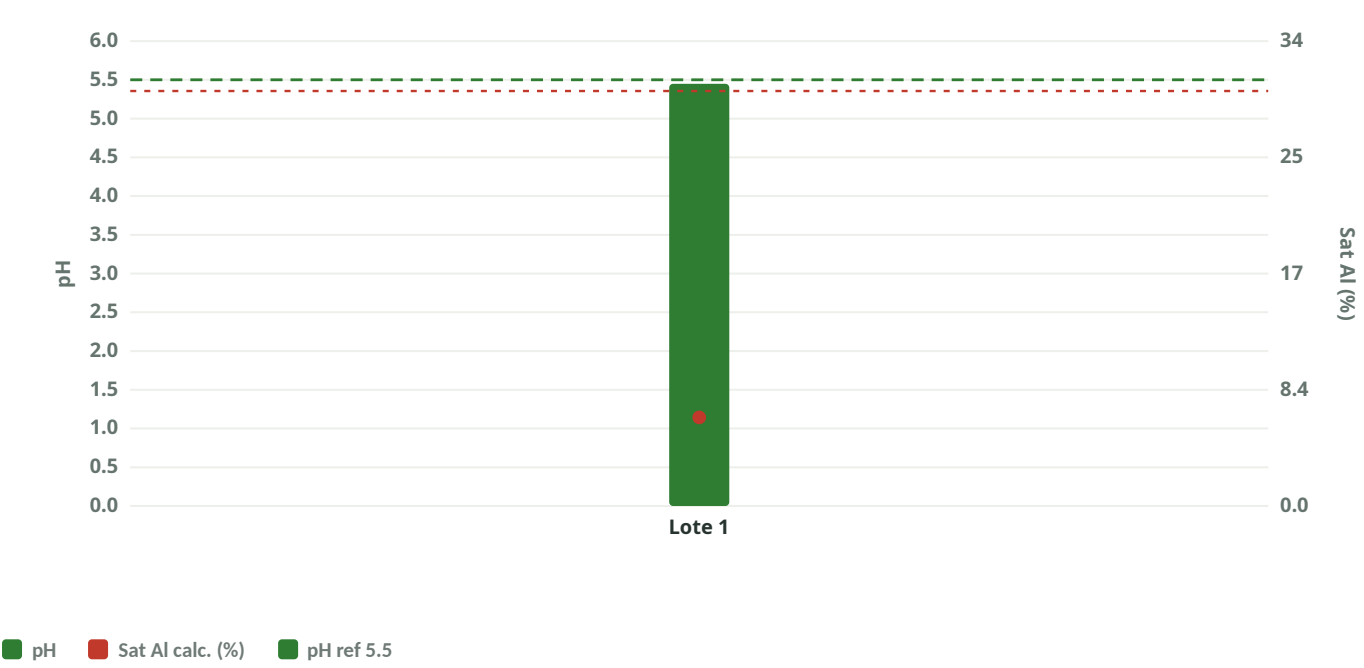
04 GRÁFICOS TÉCNICOS DEL SUELO

INDICADORES GENERALES: PH, MATERIA ORGÁNICA Y CICE CALCULADA

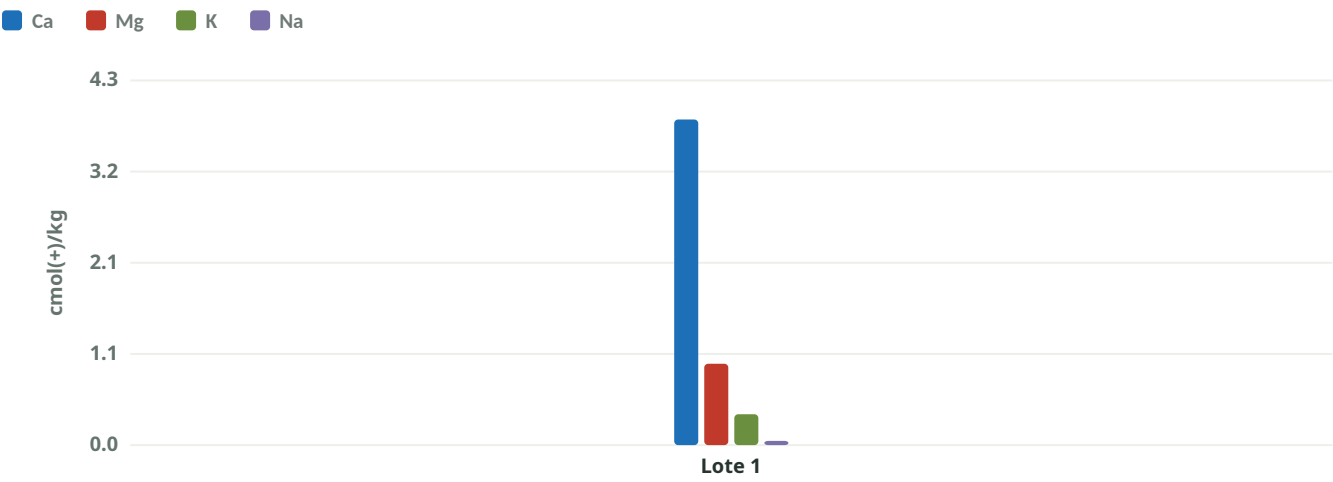
Lotes ordenados de menor a mayor CICE calculada. Cada variable conserva su unidad y su propia escala. La línea punteada del panel de pH es el pH objetivo.



PH Y SATURACIÓN DE ALUMINIO

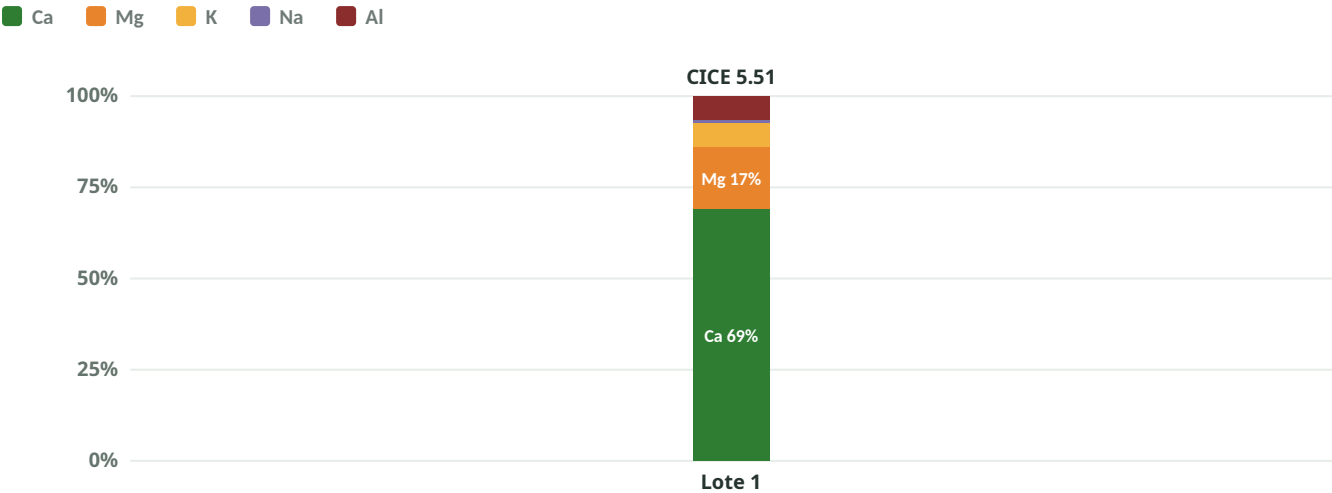


BASES INTERCAMBIABLES (CMOL(+)/KG)



COMPOSICIÓN PORCENTUAL DEL COMPLEJO DE CAMBIO

CICE calculada = Ca + Mg + K + Na + Al (cmol(+)/kg). El valor absoluto de cada lote se indica sobre su barra.



05 SEMÁFORO — SUELO

A · Adecuado

V · Vigilar

R · Riesgo

C · Crítico

E · Alto o en exceso

— · Sin calificar

En las filas de solución del suelo y del estándar foliar contextual el color indica dónde cae el valor frente al escenario para el que se escribió la referencia: el verde es coincidencia con ese escenario, no prueba de suficiencia ni de ausencia de toxicidad.

MUESTREO OCT 2024

Lote	pH	Al	MO	N	P	K	Ca	Mg	Zn	B	Fe	Mn
Lote 1	C 4.65	R 2	A 4.1	E 0.21	A 6	R 0.14	R 1.3	R 0.35	R 0.6	E 0.55	E 72	E 40

MUESTREO OCT 2025

Lote	pH	Al	MO	N	P	K	Ca	Mg	Zn	B	Fe	Mn
Lote 1	V 5.1	V 1	A 4.4	E 0.23	A 10.5	A 0.23	A 2.4	A 0.6	A 1.2	E 0.7	E 63	E 28

MUESTREO OCT 2026

Lote	pH	Al	MO	N	P	K	Ca	Mg	Zn	B	Fe	Mn
Lote 1	V 5.45	A 0.35	A 4.8	E 0.25	E 17	A 0.36	A 3.8	A 0.95	E 2	E 0.95	E 55	E 20

Esta tabla resume las trece variables de fertilidad que se comparan entre lotes. Acidez intercambiable (Al+H), Saturación de Al, CE, Suma de bases intercambiables, Na, Cobre, Arena, Limo y 8 más no quedan fuera del análisis: se leen e intervienen en la interpretación agronómica y en las conclusiones, y las que el informe desarrolla en un apartado propio (complejo de cambio y textura) se interpretan además allí, con sus gráficos.

NOTA METODOLÓGICA

• Campaña:

oct 2026

• Universo:

Suelo · 1 lote

• n:

84 resultados interpretados

• Agregación:

Serie histórica de un solo lote (Lote 1): un análisis de suelo y uno foliar por campaña (2024, 2025 y 2026).

• Valores censurados:

No se reportaron valores censurados en esta matriz.

El suelo muestra recuperación: las variables rojas/naranjas de 2024 (pH, acidez, aluminio, bases, micronutrientes) están normalizadas en 2026, salvo la suma de bases, que sigue baja.

06 SEMÁFORO — FOLIAR

A · Adecuado V · Vigilar R · Riesgo C · Crítico E · Alto o en exceso — · Sin calificar

En las filas de solución del suelo y del estándar foliar contextual el color indica dónde cae el valor frente al escenario para el que se escribió la referencia: el verde es coincidencia con ese escenario, no prueba de suficiencia ni de ausencia de toxicidad.

MUESTREO OCT 2024

Lote	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Cl	Na
Lote 1	R 2.2	R 0.11	R 1.2	A 0.75	A 0.2	R 0.12	R 22	A 8	R 6.5	E 145	E 280	A 0.08	A 0.03

MUESTREO OCT 2025

Lote	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Cl	Na
Lote 1	A 2.55	A 0.14	A 1.65	A 0.95	A 0.27	A 0.16	A 35	A 11	R 7.5	E 128	A 220	A 0.08	A 0.03

MUESTREO OCT 2026

Lote	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Cl	Na
Lote 1	E 2.85	A 0.17	A 2.15	A 1.15	A 0.34	E 0.2	A 48	E 16	A 8.5	A 115	A 170	A 0.09	E 0.035

NOTA METODOLÓGICA

- **Campaña:** oct 2026
- **Universo:** Foliar · 1 lote
- **n:** 39 resultados interpretados
- **Agregación:** Serie histórica de un solo lote (Lote 1): un análisis de suelo y uno foliar por campaña (2024, 2025 y 2026).
- **Valores censurados:** No se reportaron valores censurados en esta matriz.

El foliar pasó de déficits múltiples en 2024 a valores en rango en 2026, con acumulación incipiente de nitrógeno, azufre y zinc en el último muestreo.

07 SEMÁFORO DE CONTRASTE TÉCNICO — SUELO • FOLIAR

Adecuado

Vigilar

Riesgo

Crítico

Alto o en exceso

Sin calificar

NUTRIENTE	SUELO	FOLIAR	ESCENARIO	INTERPRETACIÓN
Nitrógeno	0.21-0.25 % • alto	2.2 % • bajo	suelo alto + foliar alto	Acumulación incipiente a vigilar; moderar aportes y seguir la tendencia.
Fósforo	17 mg/kg • encima de la referencia	0.11 % • bajo	suelo alto + foliar adecuado	El fósforo alto en suelo no se prioriza en suelos tropicales; el foliar adecuado confirma suministro suficiente sin exceso en planta.
Potasio	0.14 cmol(+)/kg • bajo	1.2 % • bajo	suelo adecuado + foliar adecuado	Recuperación consistente; vigilar que el foliar no supere el límite superior frente a nuevos aportes.
Calcio	1.3 cmol(+)/kg • bajo	0.75-1.15 % • adecuado	suelo adecuado + foliar adecuado	Déficit histórico corregido en ambas matrices.
Magnesio	0.35 cmol(+)/kg • bajo	0.2-0.34 % • adecuado	suelo adecuado + foliar adecuado	Recuperación coherente; vigilar la relación Ca/Mg al seguir construyendo bases.
Zinc	0.6 mg/kg • bajo	16 mg/kg • alto	suelo alto + foliar alto	Acumulación de zinc en ambas matrices; evitar aportes adicionales y vigilar balance con otros micronutrientes.
Cobre	0.8-1.1 mg/kg • alto	6.5-7.5 mg/kg • bajo	suelo alto + foliar bajo-marginal	El cobre del suelo es suficiente pero el foliar apenas entró en rango tras dos campañas bajas; confirmar su consolidación.
Hierro y manganeso	55-72 mg/kg • alto	128-145 mg/kg • alto	suelo alto + foliar adecuado	La corrección del pH redujo su disponibilidad; el foliar se normalizó. Sin señal de toxicidad.

Contraste disponible únicamente para suelo y foliar: este caso no incluye análisis de solución de suelo.

Cada celda trae la lectura, la unidad y el color que ese nutriente tiene en el semáforo de esa matriz; cuando se leyó en varios lotes, la celda muestra el color más restrictivo y el rango de las lecturas que lo tienen.

Suelo y foliar, muestreados el mismo día, coinciden en la trayectoria de recuperación y en la señal reciente de acumulación.

08 CONTRASTE ENTRE ANÁLISIS

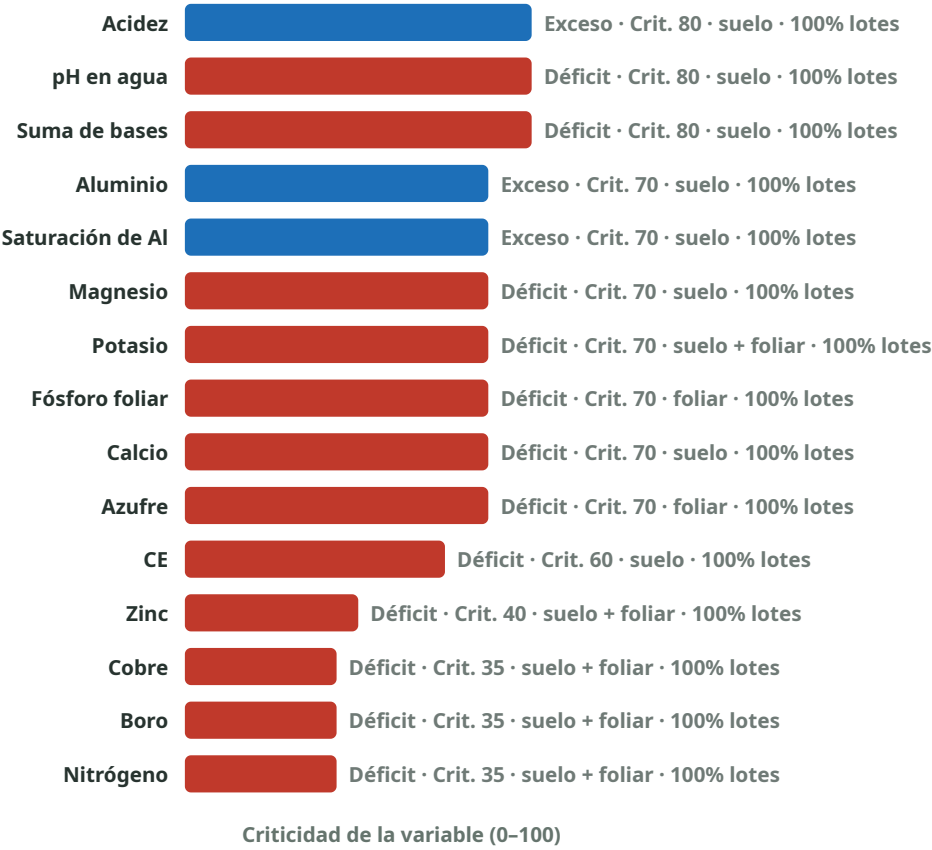
Las matrices de este caso se muestrearon en fechas cercanas (Foliar: 7 oct 2026 • Suelo: 7 oct 2026; 0 días de diferencia), así que se integran directamente para construir la conclusión agronómica. Dentro de cada matriz, las conclusiones se apoyan en la fecha más reciente y las anteriores quedan como contexto histórico.

TEMA	HALLAZGO	INTERPRETACIÓN
pH vs aluminio y acidez (suelo, 2026)	pH 5,45; aluminio 0,35 cmol(+)/kg; acidez Al+H 0,55 cmol(+)/kg; saturación de aluminio 6,4%.	Confianza alta: la subida del pH y la caída del aluminio y de la acidez de reserva son coherentes entre sí y con el muestreo más reciente del mismo lote. La restricción de acidez de 2024 está corregida; conviene confirmar su estabilidad.
Bases del suelo vs bases foliares (2026)	Suma de bases 5,16 cmol(+)/kg (baja) con calcio, magnesio y potasio del suelo ya en rango; en el foliar, calcio, magnesio y potasio dentro de rango.	Confianza media-alta: el foliar confirma que la planta accede a las bases pese a que la reserva del suelo aún es baja; la recuperación es real pero la reserva requiere seguir reforzándose para sostenerse frente a la cosecha.

TEMA	HALLAZGO	INTERPRETACIÓN
Nitrógeno foliar vs materia orgánica (2026)	Nitrógeno foliar 2,85% (alto) con materia orgánica del suelo 4,8% y nitrógeno total en ascenso.	Confianza media: el nitrógeno foliar alto junto a azufre y zinc altos sugiere aportes recientes por encima de la demanda; no se puede afirmar causalidad sin el historial de manejo. Conviene moderar y confirmar la tendencia.
Micronutrientes foliares vs pH (2024 → 2026)	Hierro foliar de 145 a 115 mg/kg y manganeso de 280 a 170 mg/kg conforme el pH sube de 4,65 a 5,45.	Confianza alta: el descenso del hierro y del manganeso foliares acompaña la corrección de la acidez, que reduce su disponibilidad; es una respuesta coherente, no un déficit inducido.

09 RANKING DE RESTRICCIONES

Visión consolidada de restricciones unificadas entre lotes y entre matrices. Rojo = déficit · Azul = exceso · Gris = restricción sin lado (la referencia califica la condición y no separa déficit de exceso: una textura restrictiva, una densidad que limita raíces). El orden es el nivel de criticidad de cada variable, el mismo que ordena las variables críticas: la barra más larga es siempre la primera. Cada matriz aporta su lote más comprometido y, cuando la variable se midió en varias matrices, la barra promedia las matrices con resultado —una matriz, un voto—; la columna «% lotes» dice en cuántos lotes aparece. La lectura debe integrarlas: el foliar habla del comportamiento en la planta y orienta la tendencia de acumulación en el suelo y de los aportes.



Orden consolidado: 1. Acidez (exceso) · 2. pH en agua (déficit) · 3. Suma de bases (déficit) · 4. Aluminio (exceso) · 5. Saturación de Al (exceso) · 6. Magnesio (déficit)

VARIABLE	COMENTARIO TÉCNICO
Suma de bases	Limitante de suelo vigente: aún baja pese a la recuperación; es la variable a seguir reforzando.

Varias variables leen distinto según la matriz: Zinc, Cobre, Boro, Nitrógeno. La barra toma el lado que más criticidad acumula; el contraste entre matrices está en su propia sección.

Sin dirección medible en este caso: Arcilla, Arena, Limo, Materia orgánica, P, Relación (Ca+Mg)/K, Relación Ca/K, Relación Ca/Mg, Relación Mg/K. Quedan en el semáforo y en el anexo, fuera del ranking: no hay un límite del que se alejen.

El análisis de suelo reporta exceso de Fósforo (Lote 1) · Zinc (Lote 1). No se prioriza: los suelos tropicales de América tienen baja disponibilidad de fósforo y de zinc, así que una lectura alta en suelo suele responder al método de extracción y no a un exceso disponible para la planta. Se sugiere análisis foliar para determinar si el exceso se refleja en la hoja antes de tomar cualquier decisión de manejo.

La prioridad es consolidar las bases, aún bajas, y prevenir que la acumulación foliar reciente desbalancee la nutrición.

10 VARIABLES CRÍTICAS Y PRIORITARIAS DE INTERVENCIÓN

Variables más críticas (criticidad 0–100: 0 = sin limitación, 100 = altamente limitante):

Aluminio intercambiable · 50

Saturación de Al · 43

Magnesio intercambiable · 42

Zinc · 40

Potasio intercambiable · 30

VARIABLE	LOTES AFECTADOS · VALOR	ÓPTIMO	CRITICIDAD	INTERPRETACIÓN	PROCESO SUGERIDO
● Aluminio intercambiable e Suelo · riesgo	2 Lote 1 cmol(+)/kg	0.5–1	50	El aluminio intercambiable era alto en 2024 (2,0 cmol(+)/kg), coherente con el pH 4,65. En 2026 bajó a 0,35 cmol(+)/kg. La condición de aluminio activo elevado es un antecedente corregido.	Mantener la corrección de acidez que redujo el aluminio y verificar su estabilidad en el próximo análisis.
● Saturación de Al Suelo · riesgo	52.2 Lote 1 %	15–30	43	La saturación de aluminio era alta en 2024 (52,2%), muy por encima del umbral de 30%. En 2026 cayó a 6,4%, condición óptima. Antecedente corregido en el complejo de cambio.	Confirmar que la saturación de aluminio se mantenga por debajo del umbral en los próximos muestreos.
● Magnesio intercambiable e Suelo · déficit	0.35 Lote 1 cmol(+)/kg	0.6–0.9	42	El magnesio intercambiable estaba bajo en 2024 (0,35 cmol(+)/kg, óptimo 0,6–0,9). El muestreo de 2026 lo ubica en 0,95 cmol(+)/kg, dentro del rango. Déficit histórico corregido.	Verificar que el magnesio se mantenga en rango y vigilar la relación Ca/Mg al continuar la corrección de bases.
● Zinc Suelo · riesgo	0.6 Lote 1 mg/kg	1–2	40	El zinc disponible era bajo en 2024 (0,6 mg/kg, óptimo 1–2). En 2026 alcanzó 2,0 mg/kg. Déficit histórico corregido; en suelos tropicales una lectura alta de zinc suele responder al método de extracción más que a exceso disponible.	Confirmar la disponibilidad de zinc con análisis foliar antes de cualquier ajuste y dar seguimiento a la tendencia.
● Potasio intercambiable e Suelo · déficit	0.14 Lote 1 cmol(+)/kg	0.2–0.4	30	El potasio intercambiable era bajo en 2024 (0,14 cmol(+)/kg, óptimo 0,2–0,4). En 2026 llegó a 0,36 cmol(+)/kg, dentro del rango. Antecedente de déficit ya normalizado.	Confirmar que el potasio se sostenga en rango frente a la extracción por cosecha en los próximos muestreos.

VARIABLE	LOTES AFECTADOS - VALOR	ÓPTIMO	CRITICIDAD	INTERPRETACIÓN	PROCESO SUGERIDO
Boro foliar Foliar - déficit	22 Lote 1 mg/kg	29-55	24	El boro foliar era bajo en 2024 (22 mg/kg, óptimo 29-55). En 2026 subió a 48 mg/kg, dentro del rango. Déficit histórico corregido.	Confirmar que el boro foliar se mantenga en rango, en especial hacia floración.
Potasio foliar Foliar - déficit	1.2 Lote 1 %	1.58-2.15	24	El potasio foliar era bajo en 2024 (1,20%, óptimo 1,58-2,15). En 2026 subió a 2,15%, en el límite superior del rango. Déficit histórico corregido.	Seguir el potasio foliar para mantenerlo en rango sin superar el límite superior.
Fósforo foliar Foliar - déficit	0.11 Lote 1 %	0.14-0.2	21	El fósforo foliar era bajo en 2024 (0,11%, óptimo 0,14-0,20). En 2026 alcanzó 0,17%, dentro del rango. Déficit histórico normalizado, coherente con el ascenso del pH y del fósforo del suelo.	Confirmar que el fósforo foliar se mantenga en rango en el próximo muestreo.
Azufre Foliar - déficit	0.12 Lote 1 %	0.15-0.19	20	El azufre foliar era bajo en 2024 (0,12%, óptimo 0,15-0,19). En 2026 llegó a 0,20%, apenas por encima del rango. Déficit histórico normalizado y hoy en acumulación incipiente.	Dar seguimiento al azufre foliar y ajustar aportes para mantenerlo en rango.
Cobre Foliar - déficit	6.5 Lote 1 7.5 Lote 1 mg/kg	8-17	19	El cobre foliar era bajo en 2024 (6,5 mg/kg, óptimo 8-17) y seguía bajo en 2025 (7,5 mg/kg). En 2026 alcanzó 8,5 mg/kg, dentro del rango. Déficit reciente apenas normalizado.	Verificar que el cobre foliar se consolide dentro del rango en el próximo muestreo.

Mostrando el Top 10 de 16 variables críticas; las demás aparecen en el semáforo y el ranking.

La selección de fuente, producto, dosis, frecuencia y momento debe ser definida y aprobada por el profesional responsable.

11 ZONAS DE MANEJO SUGERIDAS

Agrupación de lotes con condición edáfica estadísticamente similar; clasificación operativa para priorizar manejo, no prueba de igualdad estadística.

El Retiro

ZONA 3
Lote 1 (Café)
Franca - MO 4.8% - CICE 5.51

Zona 1: Alta restricción Zona 2: Restricción intermedia Zona 3: Mejor condición relativa

Segmentación descriptiva de un solo lote (Lote 1) por su trayectoria de recuperación; no hay agrupación estadística con otros lotes en este informe.

12 PRIORIDADES Y CONCLUSIÓN INTEGRADA

1

P1 CORRECCIÓN CRÍTICA

1

P2 MANEJO PREVENTIVO

1

P3 SEGUIMIENTO

P1 Consolidar las bases del suelo

Objetivo: Elevar la reserva de calcio, magnesio y potasio del complejo de cambio, que sigue baja pese a la recuperación.

Evidencia: Suma de bases 5,16 cmol(+)/kg en 2026 (clase baja), aún por debajo de lo deseable pese a triplicar el valor de 2024.

Lotes o zonas: Lote 1

Validación requerida: Confirmar el avance de las bases y de la relación Ca/Mg en el próximo muestreo de suelo.

P2 Moderar la acumulación foliar

Objetivo: Evitar que el nitrógeno, el azufre y el zinc foliares, hoy por encima del rango, desbalancen la nutrición.

Evidencia: Nitrógeno foliar 2,85%, azufre 0,20% y zinc 16 mg/kg en 2026, todos por encima del rango.

Lotes o zonas: Lote 1

Validación requerida: Confirmar la trayectoria con el próximo análisis foliar.

P3 Confirmar la recuperación

Objetivo: Verificar que la corrección de acidez y los micronutrientes marginales se sostengan.

Evidencia: pH de 4,65 a 5,45 y aluminio de 2,0 a 0,35 cmol(+)/kg entre 2024 y 2026; cobre foliar bajo en 2024-2025 y apenas en rango (8,5 mg/kg) en 2026.

Lotes o zonas: Lote 1

Validación requerida: Muestreo de suelo y foliar en la próxima campaña.

La selección de fuente, producto, dosis, frecuencia y momento debe ser definida y aprobada por el profesional responsable.

Conclusiones clave

1 Trayectoria de recuperación: El Lote 1 pasó de acidez severa (pH 4,65) con aluminio alto y bases muy bajas en 2024 a una condición recuperada en 2026 (pH 5,45, aluminio y saturación de aluminio bajos).

2 Acidez y aluminio corregidos: La saturación de aluminio bajó de 52% a 6% y la acidez de reserva de 2,4 a 0,55 cmol(+)/kg; es el cambio más relevante de la serie y debe confirmarse.

3 Bases aún por reforzar: La suma de bases casi se triplicó pero sigue clasificando como baja (5,16 cmol(+)/kg), por lo que es la limitante de suelo vigente.

4 Foliar normalizado con señal de acumulación: Los déficits foliares de 2024 (N, P, K, S, B, Cu) se corrigieron; en 2026 el nitrógeno, el azufre y el zinc quedan por encima del rango, señal de acumulación incipiente a vigilar.

5 Lectura productiva: Con suelo franco, materia orgánica alta y nutrición en recuperación, el lote tiene buen potencial; el manejo debe consolidar bases y mantener el balance foliar.

CONCLUSIÓN INTEGRADA

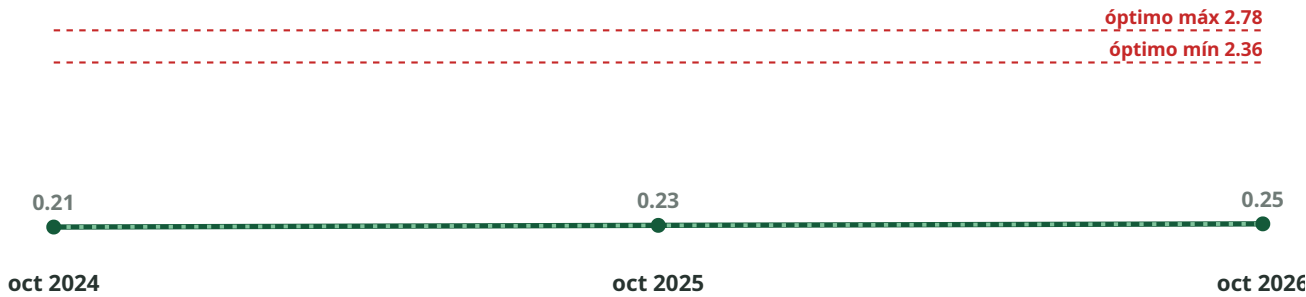
El Lote 1 pasó de una acidez severa con aluminio alto y bases muy bajas en 2024 a una condición recuperada en 2026: pH 5,45, aluminio y saturación de aluminio bajos, y nutrientes foliares que salieron del déficit. El manejo ya no debe enfocarse en corregir acidez, sino en consolidar la suma de bases —aún baja— con aportes balanceados al suelo frente a las lluvias, y en moderar los aportes que están elevando el nitrógeno, el azufre y el zinc foliares para que la acumulación incipiente no se convierta en un nuevo desbalance. Conviene confirmar en el próximo muestreo la estabilidad del pH, del aluminio y del cobre foliar.

13 COMPARATIVO HISTÓRICO — ANÁLISIS DE SUELO

Cada punto es la lectura del laboratorio para ese lote en esa fecha.. Histórico de 3 campañas (oct 2024 → oct 2026).

Nitrógeno (N)

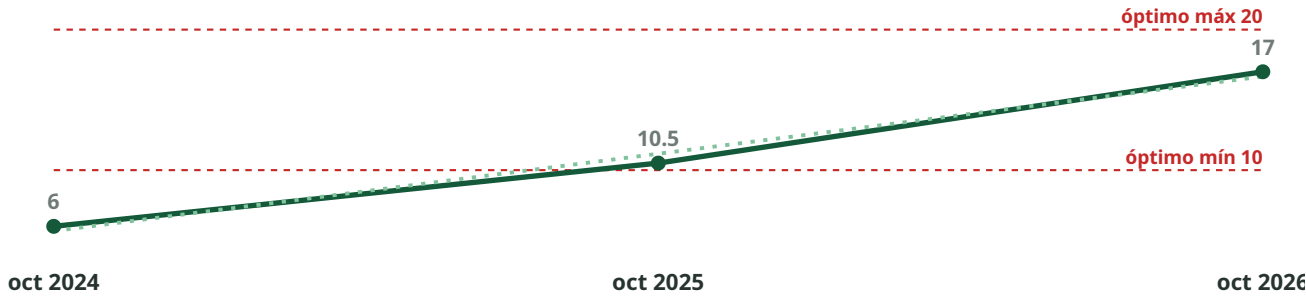
Nitrógeno total (combustión seca) — Lote 1 · 0-20 cm (%)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgrallO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Foliar · Nitrógeno foliar. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 — Nitrógeno total del suelo en leve ascenso, coherente con la materia orgánica alta. Antecedente repetido: el desvío del último muestreo ya aparecía en muestreos anteriores, así que se mantiene la observación de la tendencia histórica.

Fósforo (P)

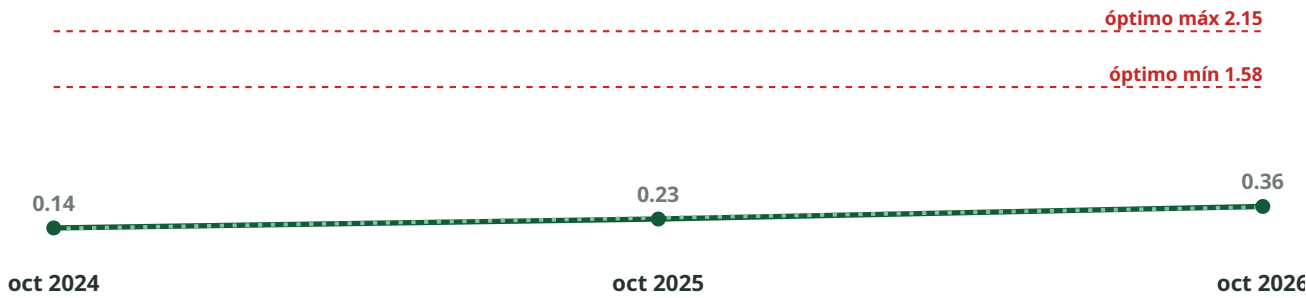
P — Lote 1 · 0-20 cm (mg/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgrallO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Suelo · Fósforo disponible. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 — Potasio intercambiable de bajo a dentro de rango. Desviación nueva: los muestreos anteriores estaban en rango y el último sale del rango; conviene verificarlo en el próximo muestreo antes de leerlo como una condición establecida.

Potasio (K)

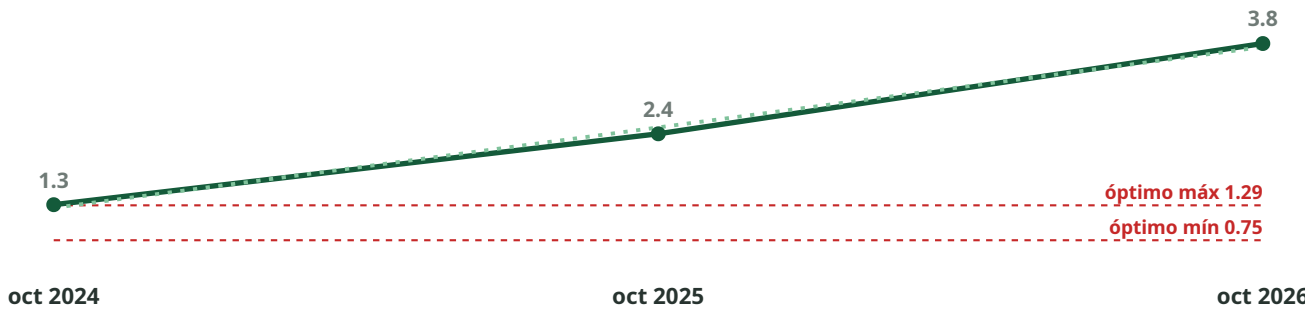
Potasio intercambiable — Lote 1 · 0-20 cm (cmol(+)/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgralIO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Foliar · Potasio foliar. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 Normalización reciente: el antecedente queda fuera de rango y el último muestreo entra en rango, así que no es un problema actual; puede corresponder a una respuesta favorable a los aportes o ajustes de manejo recientes, sin afirmarlo como causa demostrada, y conviene confirmar en el próximo muestreo que se mantiene.

Calcio (Ca)

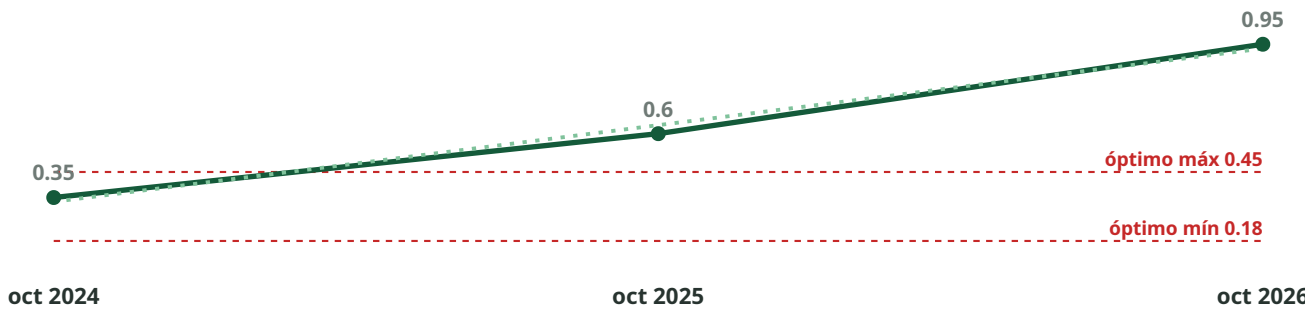
Calcio intercambiable — Lote 1 · 0-20 cm (cmol(+)/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgralIO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Foliar · Calcio foliar. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 — Calcio intercambiable de bajo a adecuado. Normalización reciente: el antecedente queda fuera de rango y el último muestreo entra en rango, así que no es un problema actual; puede corresponder a una respuesta favorable a los aportes o ajustes de manejo recientes, sin afirmarlo como causa demostrada, y conviene confirmar en el próximo muestreo que se mantiene.

Magnesio (Mg)

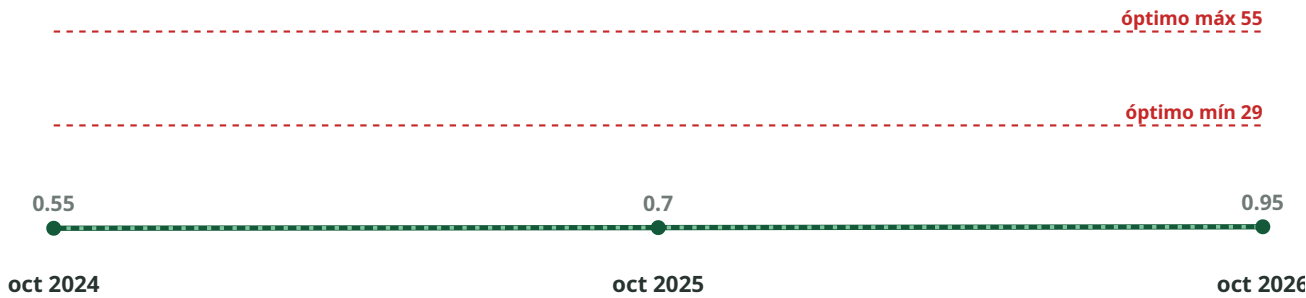
Magnesio intercambiable — Lote 1 · 0-20 cm (cmol(+)/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgralIO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Foliar · Magnesio foliar. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 — Magnesio intercambiable de bajo a rango. Normalización reciente: el antecedente queda fuera de rango y el último muestreo entra en rango, así que no es un problema actual; puede corresponder a una respuesta favorable a los aportes o ajustes de manejo recientes, sin afirmarlo como causa demostrada, y conviene confirmar en el próximo muestreo que se mantiene.

Boro (B)

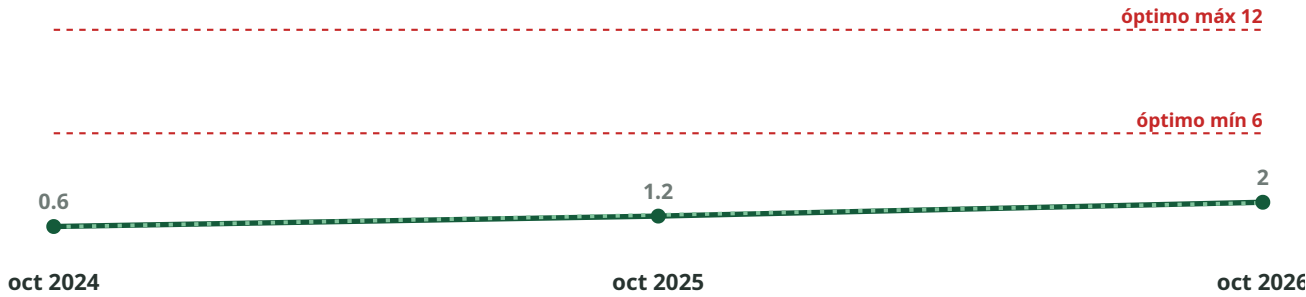
Boro — Lote 1 · 0-20 cm (mg/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgralIO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Foliar · Boro foliar. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 — Boro del suelo en ascenso. Antecedente repetido: el desvío del último muestreo ya aparecía en muestreos anteriores, así que se mantiene la observación de la tendencia histórica.

Zinc (Zn)

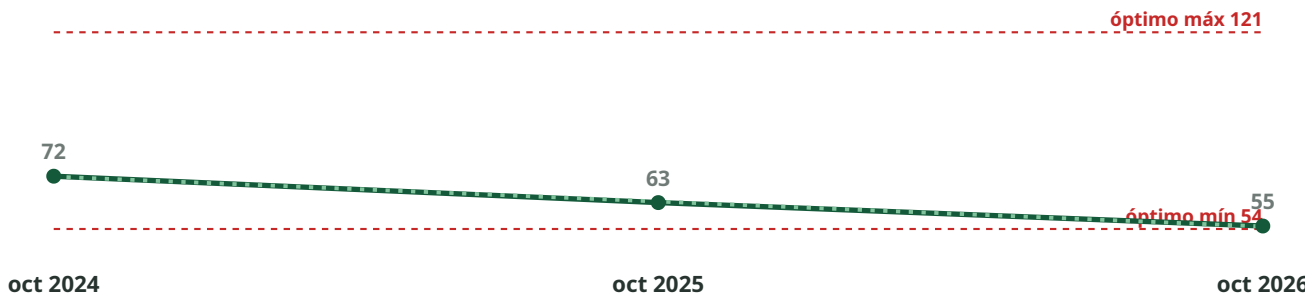
Zinc — Lote 1 · 0-20 cm (mg/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgralIO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Foliar · Zinc foliar. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 — Zinc disponible de bajo a borde superior. Desviación nueva: los muestreos anteriores estaban en rango y el último sale del rango; conviene verificarlo en el próximo muestreo antes de leerlo como una condición establecida.

Hierro (Fe)

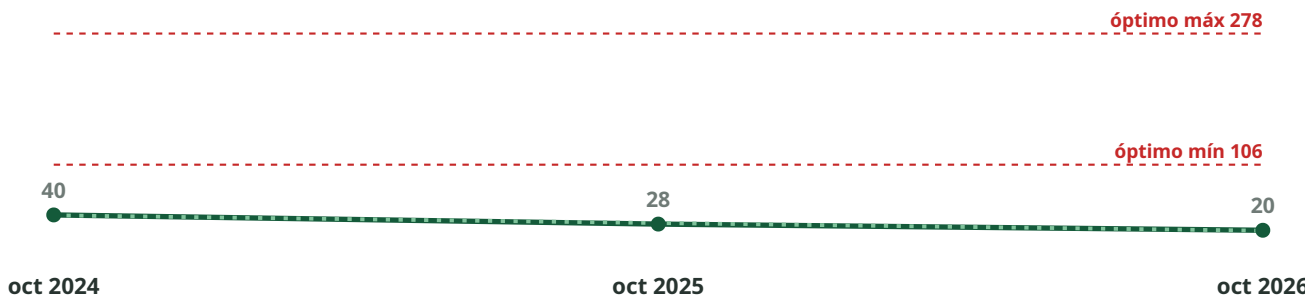
Hierro — Lote 1 · 0-20 cm (mg/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgrallO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Foliar · Hierro. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 — Hierro disponible descendiendo. Antecedente repetido: el desvío del último muestreo ya aparecía en muestreos anteriores, así que se mantiene la observación de la tendencia histórica.

Manganeso (Mn)

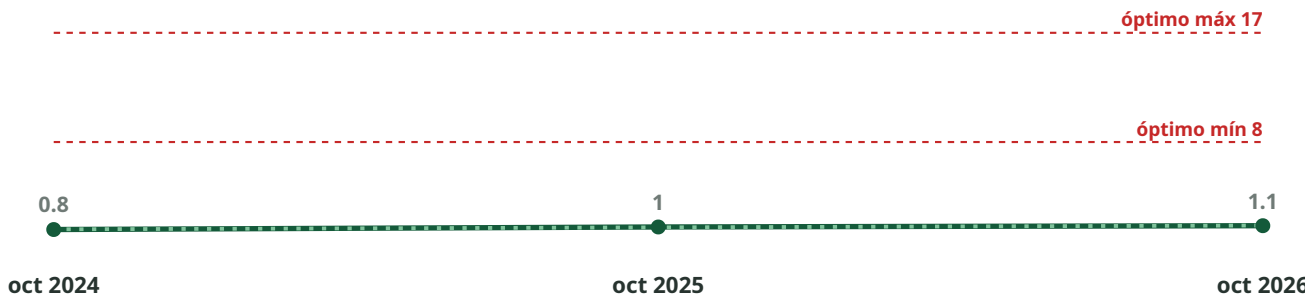
Manganeso — Lote 1 · 0-20 cm (mg/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgrallO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Foliar · Manganeso. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 — Manganeso disponible descendiendo. Antecedente repetido: el desvío del último muestreo ya aparecía en muestreos anteriores, así que se mantiene la observación de la tendencia histórica.

Cobre (Cu)

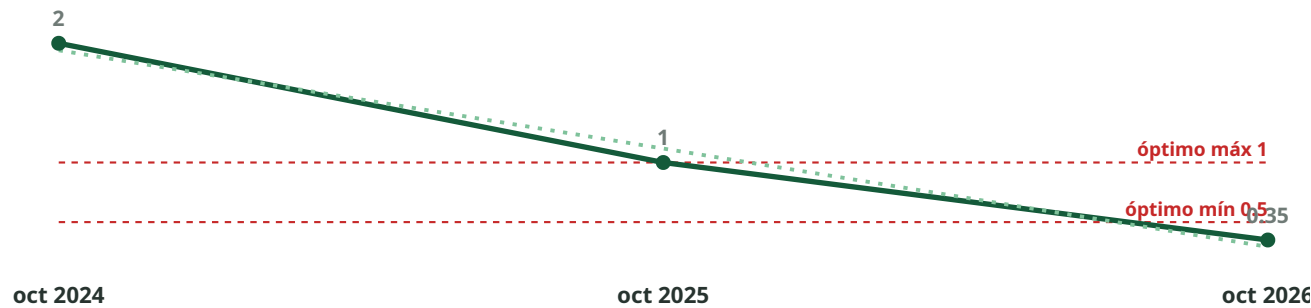
Cobre — Lote 1 · 0-20 cm (mg/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgrallO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Foliar · Cobre. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 Antecedente repetido: el desvío del último muestreo ya aparecía en muestreos anteriores, así que se mantiene la observación de la tendencia histórica.

Aluminio (Al)

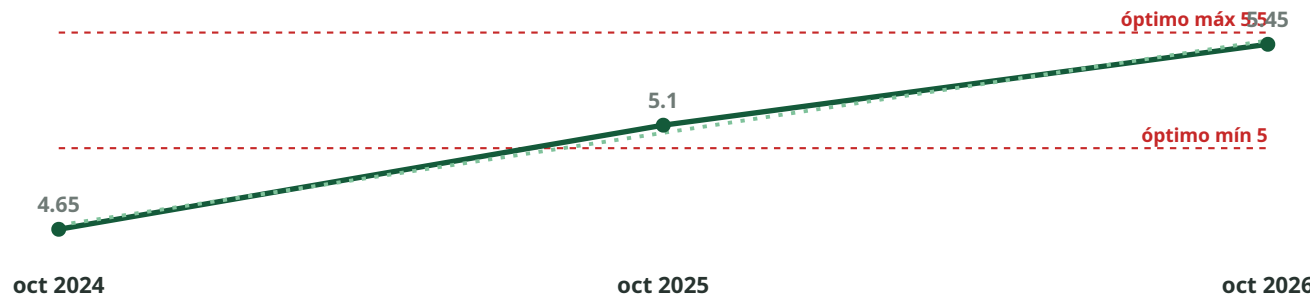
Aluminio intercambiable — Lote 1 · 0-20 cm (cmol(+)/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Motor científico AgralIO · v1.0 · Producción · KCl 1M. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 — Aluminio intercambiable de alto a bajo: la corrección más marcada de la serie. Normalización reciente: el antecedente queda fuera de rango y el último muestreo entra en rango, así que no es un problema actual; puede corresponder a una respuesta favorable a los aportes o ajustes de manejo recientes, sin afirmarlo como causa demostrada, y conviene confirmar en el próximo muestreo que se mantiene.

pH

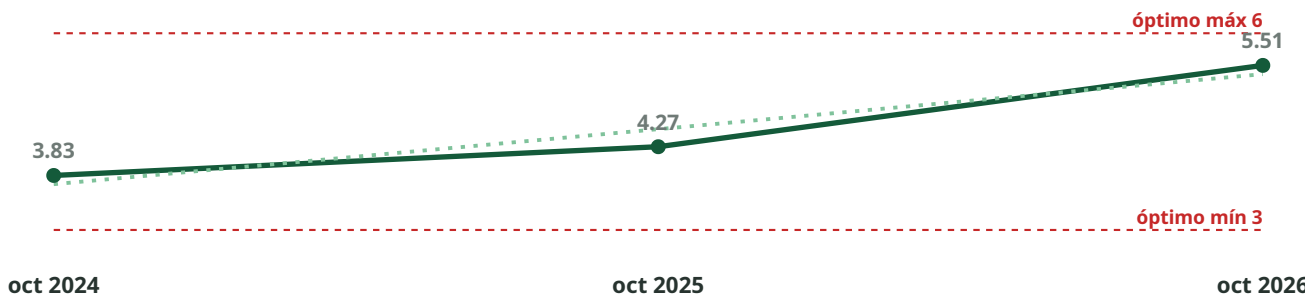
pH en agua — Lote 1 · 0-20 cm (pH)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgralIO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Suelo · pH en agua. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 — pH de fuertemente ácido a moderadamente ácido: recuperación sostenida. Antecedente repetido: el desvío del último muestreo ya aparecía en muestreos anteriores, así que se mantiene la observación de la tendencia histórica.

CICE calculada

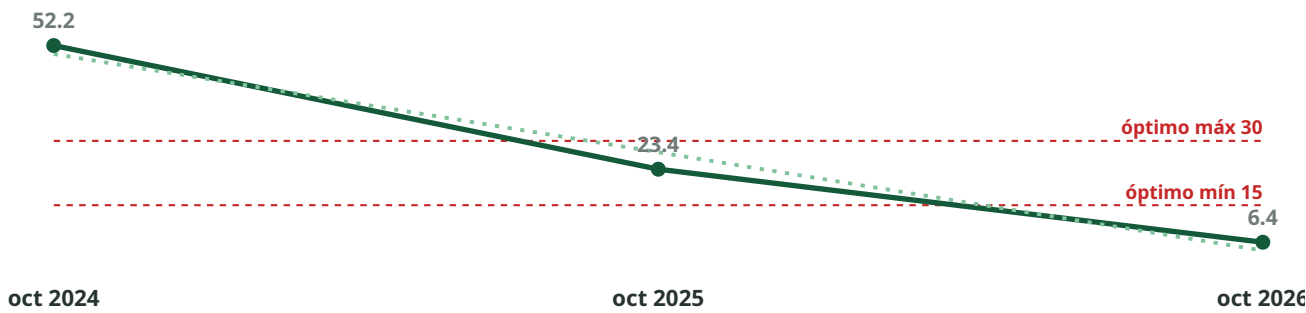
CICE — Lote 1 · 0-20 cm (cmol(+)/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Motor científico AgralIO · v1.0 · Producción · CICE = Ca + Mg + K + Na + Al. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 — CICE calculada = Ca + Mg + K + Na + Al; en ascenso dentro del rango.

Saturación de Al

Saturación de Al — Lote 1 · 0-20 cm (%)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Motor científico AgralIO · v1.0 · Producción · Al / CICE × 100. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 Normalización reciente: el antecedente queda fuera de rango y el último muestreo entra en rango, así que no es un problema actual; puede corresponder a una respuesta favorable a los aportes o ajustes de manejo recientes, sin afirmarlo como causa demostrada, y conviene confirmar en el próximo muestreo que se mantiene.

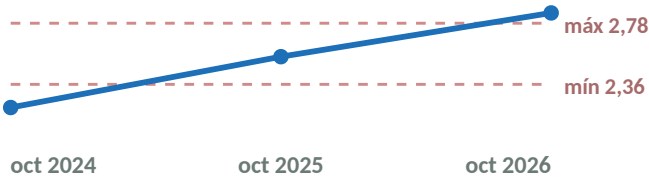
14 COMPARATIVO HISTÓRICO — ANÁLISIS FOLIAR

Lote 1 · Zona 3

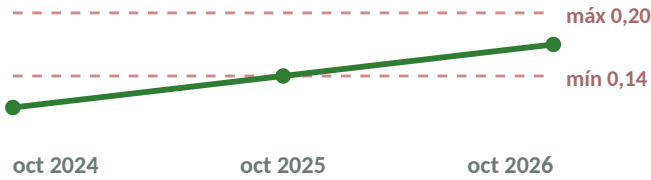
oct 2024 - oct 2026 · 3 campañas · 13 variables

● Déficit ● En rango ● Exceso

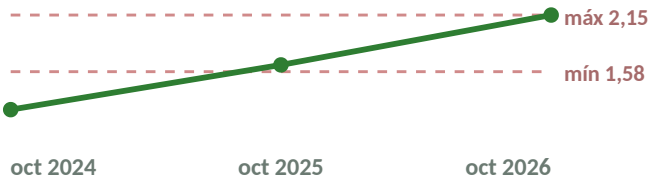
Nitrógeno foliar 2,85 %



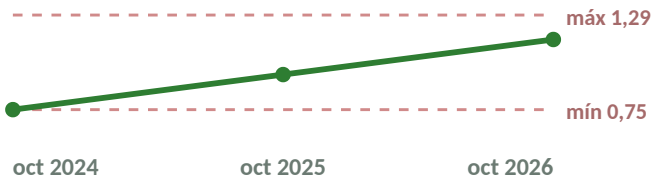
Fósforo foliar 0,17 %



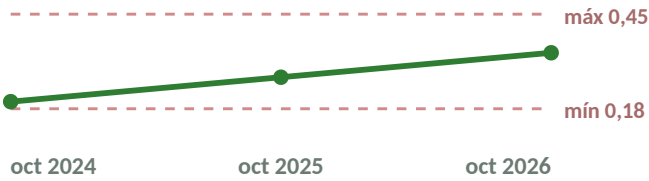
Potasio foliar 2,15 %



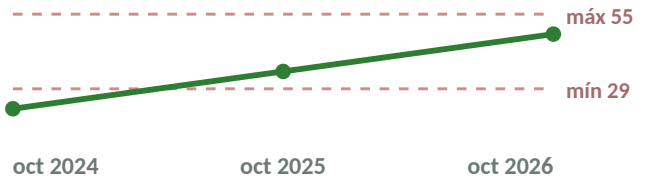
Calcio foliar 1,15 %



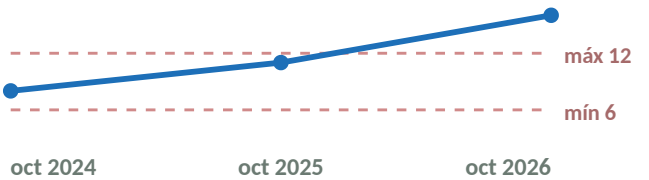
Magnesio foliar 0,34 %



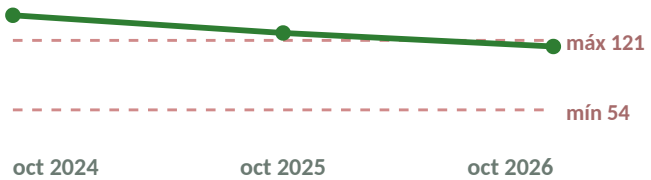
Boro foliar 48 mg/kg



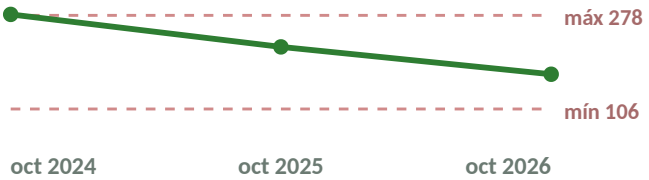
Zinc foliar 16 mg/kg



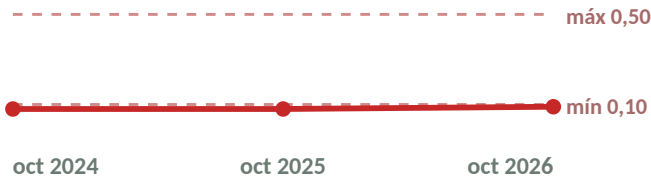
Hierro 115 mg/kg



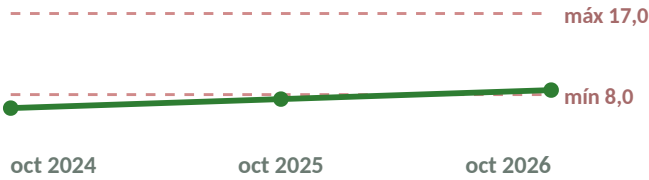
Manganeso 170 mg/kg



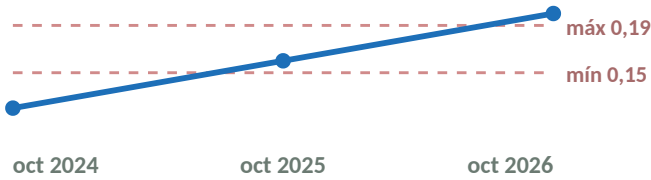
Cl 0,09 %



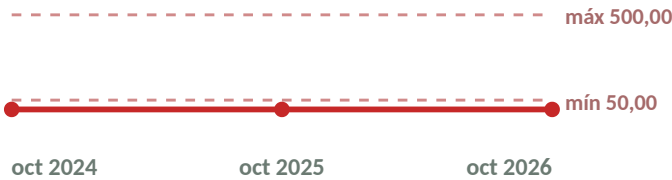
Cobre 8,5 mg/kg



Azufre 0,20 %



Na 0,04 %



Cada mini-gráfico es la evolución de esa variable en este lote; las líneas punteadas son el umbral mínimo y el máximo de su rango de referencia, y el color dice si la última campaña quedó por debajo, dentro o por encima. Umbrales: Motor científico AgralIO · v1.0 · Producción · Dumas. Normalización reciente en Fósforo foliar, Potasio foliar, Boro foliar, Hierro, Manganeso, Cobre. «Normalización reciente» marca las lecturas que venían fuera de rango y que en el último muestreo entran en rango: el histórico queda como antecedente y no como problema actual, puede corresponder a una respuesta favorable a los aportes o ajustes recientes — sin afirmarlo como causa demostrada — y conviene confirmar en el próximo muestreo que se mantiene. Antecedente repetido en Cl, Na. «Antecedente repetido» marca las lecturas cuyo desvío actual ya aparecía en muestreos anteriores, así que la observación de la tendencia histórica se mantiene. Desviación nueva en Nitrógeno foliar, Zinc foliar, Azufre. «Desviación nueva» marca las lecturas que estaban en rango y salen del rango en el último muestreo: conviene verificarlas en el próximo muestreo antes de leerlas como una condición establecida.

LECTURA TÉCNICA

- El suelo recupera pH, bases y CICE entre 2024 y 2026, con el aluminio cayendo de 2,0 a 0,35 cmol(+)/kg.
- La suma de bases casi se triplica pero sigue baja en el último muestreo.
- En el foliar, los déficits de 2024 se corrigen y el nitrógeno, azufre y zinc quedan por encima del rango en 2026.
- Revisar que la recuperación del pH y del aluminio se sostenga en el próximo muestreo.

ANEXOS TÉCNICOS

Soporte metodológico y bases completas del informe.

A1 ADVERTENCIAS METODOLÓGICAS

- No se declaró si el cultivo tiene riego; por eso el análisis se hizo para un cultivo SIN RIEGO (solo lluvia). Si el cultivo tiene riego o fertirriego, la lectura y las recomendaciones deben recalcularse.

A2 BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE RANGOS

- Matriz de rangos AgralIO — motor científico determinista, paquete café (engine cafe).
- Cenicafé — referencias de fertilidad y nutrición del café para la zona andina colombiana.

02

El Retiro — Lote 2 (franco-arenosa, acidificándose)

Café · 1 lote

Criterio del grupo: Suelo franco-arenoso con tendencia desfavorable: partió bien en 2024 (pH 5,45, aluminio bajo) y en 2026 cae a pH 4,65 con aluminio de cambio en 1,75 y caída de bases. Es el lote con riesgo de acidez creciente.

Variabilidad interna: baja

Contenido

01	Resumen ejecutivo	28
02	Análisis textural	28
03	Relaciones hídricas del suelo	29
04	Gráficos técnicos del suelo	30
05	Semáforo — Suelo	31
06	Semáforo — Foliar	32
07	Semáforo de contraste técnico — suelo • foliar	33
08	Contraste entre análisis	33
09	Ranking de restricciones	34
10	Variables críticas y prioritarias de intervención	36
11	Zonas de manejo sugeridas	37
12	Prioridades y conclusión integrada	38
13	Comparativo histórico — Análisis de suelo	39
14	Comparativo histórico — Análisis foliar	45
	Anexos técnicos	47
A1	Advertencias metodológicas	47
A2	Bibliografía y fuentes de rangos	47

01 RESUMEN EJECUTIVO

Diagnóstico general: El Lote 2 (suelo franco-arenoso, café en producción) muestra una trayectoria desfavorable entre 2024 y 2026: el complejo de cambio se acidificó y las bases cayeron. En el muestreo más reciente (2026) el aluminio de cambio subió a 1,75 cmol(+)/kg con saturación de aluminio de 43,8 %, mientras el calcio, el magnesio y el potasio intercambiables y la suma de bases cayeron a su nivel más bajo de la serie. El foliar lo acompaña: el nitrógeno pasó de alto (2024) a bajo (2026). El análisis se construyó asumiendo que el cultivo es sin riego, porque el régimen hídrico no se declaró.

TRES LIMITANTES PRINCIPALES

1. **Acidez creciente:** aluminio de cambio alto (1,75 cmol(+)/kg) y saturación de aluminio de 43,8 % en 2026, triplicando el valor de 2024 en un suelo franco-arenoso de baja capacidad de amortiguación.
2. **Bases en caída:** suma de bases muy baja (2,25 cmol(+)/kg) con magnesio y potasio intercambiables bajos en 2026, tras venir descendiendo campaña a campaña.
3. **Nutrición nitrogenada en descenso:** el nitrógeno foliar cayó de 2,85 % (2024) a 2,15 % (2026), por debajo del rango de suficiencia.

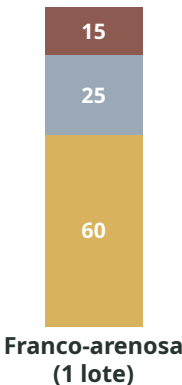
TRES PRIORIDADES DE MANEJO

1. **Corregir la acidez de intercambio y bajar la saturación de aluminio del Lote 2 antes de que comprometa el desarrollo radical.**
2. **Reponer bases al complejo de cambio, con foco en magnesio y potasio, para restablecer el balance catiónico.**
3. **Verificar y sostener el aporte de nitrógeno, leyéndolo junto con la caída de la materia orgánica y el descenso del nitrógeno foliar.**

CONCLUSIÓN CENTRAL

El Lote 2 pasó de una buena condición en 2024 a un suelo que se está acidificando y perdiendo bases en 2026; la prioridad es frenar y revertir la acidez de intercambio y reponer bases, acompañando con seguimiento del nitrógeno, con aplicaciones al suelo planificadas frente al régimen de lluvias.

02 ANÁLISIS TEXTURAL



Composición textural al 100% — arena ■ · limo ■ · arcilla ■ (% normalizado). MO y relaciones hídricas: ver panel hídrico.

GRUPO / ZONA	LOTES	POR QUÉ ES UN GRUPO APARTE	CLASE DOMINANTE	IMPLICACIÓN TÉCNICA	CONFIANZA
Franco-arenosa (1 lote)	1 Lote 2	1 lote · arena 60 % · arcilla 15 % · MO 4,3 % · CICE 4,0	Franco-arenosa	Con 60 % de arena y 15 % de arcilla: retención de agua y de bases baja con drenaje rápido: el riesgo dominante es la lixiviación de N, K y B, y las aplicaciones deben fraccionarse. La MO media (4,3 %) es alta y la compensa parcialmente.	Alta (granulometría medida)

Método de agrupación: los lotes se agrupan por su clase en el triángulo textural USDA a partir de la granulometría medida (arena, limo y arcilla). Cada grupo reporta cuántos lotes cubre, su posición media, el coeficiente de variación de materia orgánica y CICE, y la variable que más lo separa de los demás grupos.

03 RELACIONES HÍDRICAS DEL SUELO

Síntesis ejecutiva del comportamiento hídrico según textura y materia orgánica.



TEXTURA DOMINANTE
Franco-arenosa (60/25/15)



INFILTRACIÓN
Rápida



RETENCIÓN DE AGUA
Baja



DRENAJE
Bueno a excesivo



LÁMINA ÚTIL
Baja



RIESGO DOMINANTE
Lixiviación de bases y acidificación

ASPECTO	NIVEL	LECTURA TÉCNICA	RIESGO	IMPLICACIÓN AGRONÓMICA
Infiltración y drenaje	Alto	La fracción arenosa (60 %) favorece el movimiento rápido del agua.	Arrastre de bases por lixiviación	El suelo se acidifica con facilidad; las bases aplicadas deben reponerse de forma gradual y oportuna frente a las lluvias.
Retención de agua y nutrientes	Bajo	Baja arcilla (15 %) y materia orgánica en descenso (4,3 %) reducen la capacidad de retener agua y cationes.	Estrés hídrico en veranillos y baja eficiencia de fertilización	Conviene conservar y recuperar materia orgánica para sostener la retención.
Capacidad de amortiguación	Bajo	La CICE calculada (4,0 cmol(+)/kg) es moderada-baja para amortiguar cambios de acidez.	Acidificación rápida	Explica por qué el aluminio subió tan rápido entre campañas; la corrección de acidez debe ser sostenida.

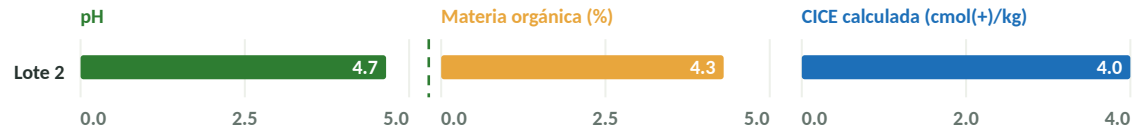
LECTURA TÉCNICA

- El régimen hídrico no se declaró, así que el análisis asume que el cultivo es sin riego; las lecturas hídricas son estructurales (textura y materia orgánica), no de un sistema de riego.
- La baja retención del suelo franco-arenoso favorece la pérdida de bases y la acidificación: es el telón de fondo de las limitantes del lote.

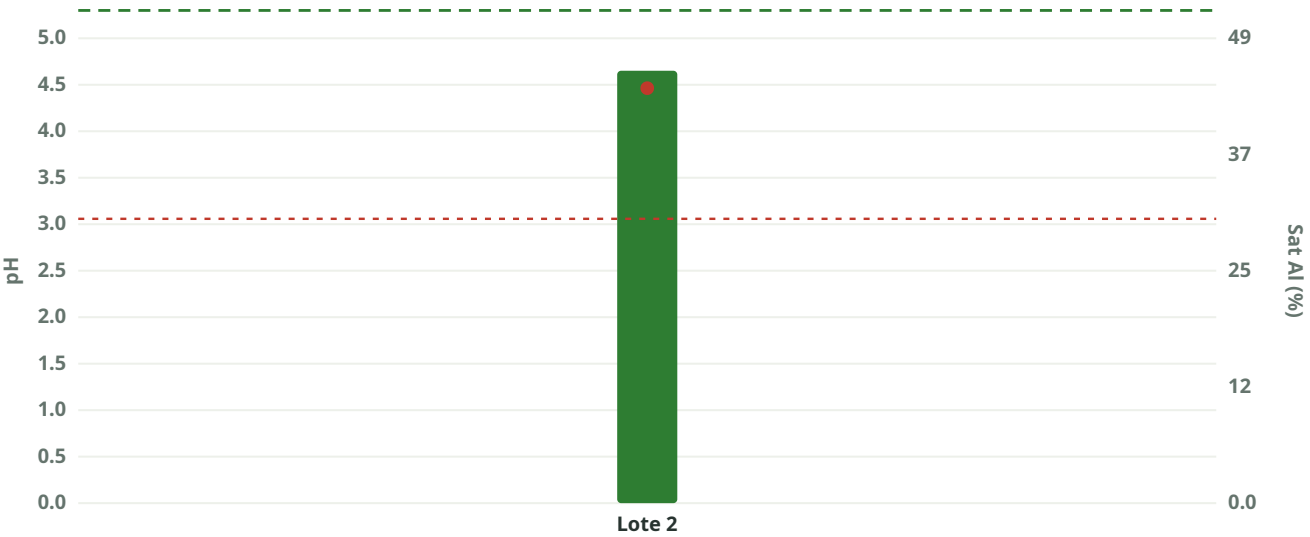
04 GRÁFICOS TÉCNICOS DEL SUELO

INDICADORES GENERALES: PH, MATERIA ORGÁNICA Y CICE CALCULADA

Lotes ordenados de menor a mayor CICE calculada. Cada variable conserva su unidad y su propia escala. La línea punteada del panel de pH es el pH objetivo.



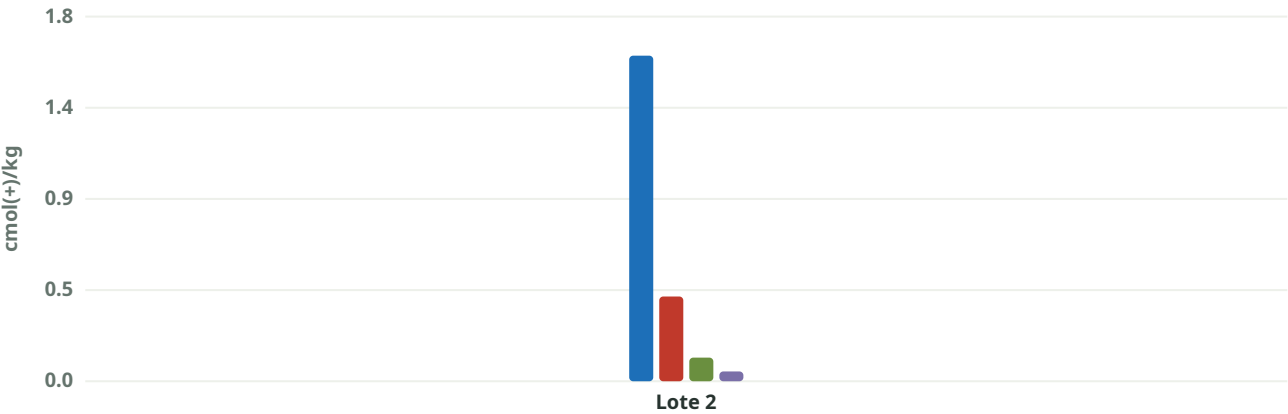
PH Y SATURACIÓN DE ALUMINIO



■ pH ■ Sat Al calc. (%) ■ pH ref 5.3

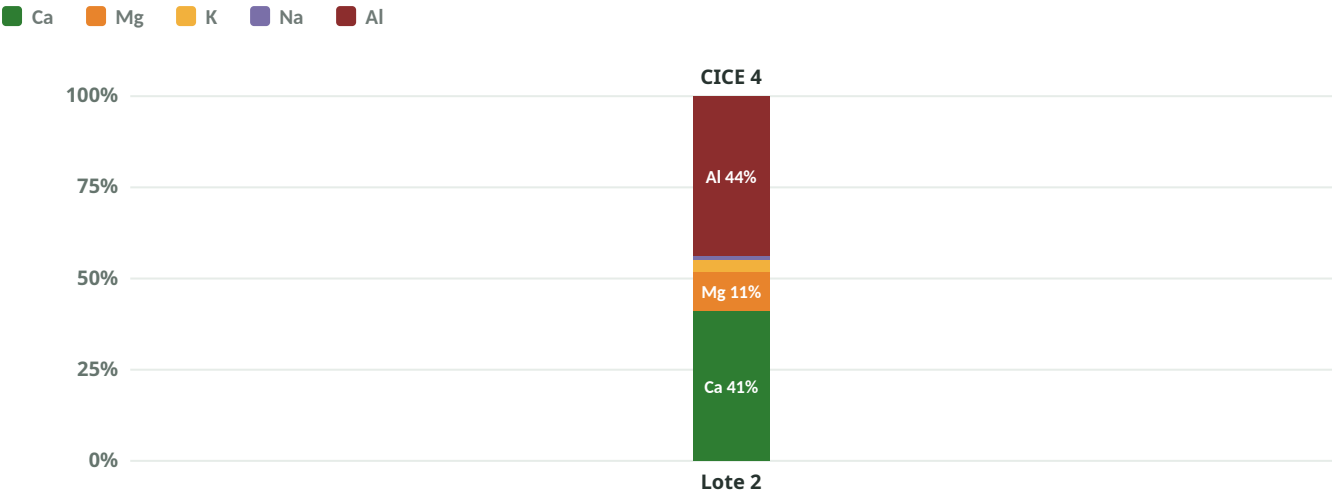
BASES INTERCAMBIABLES (CMOL(+)/KG)

■ Ca ■ Mg ■ K ■ Na



COMPOSICIÓN PORCENTUAL DEL COMPLEJO DE CAMBIO

CICE calculada = Ca + Mg + K + Na + Al (cmol(+)/kg). El valor absoluto de cada lote se indica sobre su barra.



05 SEMÁFORO — SUELO

■ A · Adecuado ■ V · Vigilar ■ R · Riesgo ■ C · Crítico ■ E · Alto o en exceso ■ — · Sin calificar

En las filas de solución del suelo y del estándar foliar contextual el color indica dónde cae el valor frente al escenario para el que se escribió la referencia: el verde es coincidencia con ese escenario, no prueba de suficiencia ni de ausencia de toxicidad.

MUESTREO OCT 2024

Lote	pH	Al	MO	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Fe	Mn
Lote 2	— 5.45	A 0.3	— 5.2	E 0.28	E 18	A 0.32	A 3.6	A 1.1	A 1.6	E 50	E 20

MUESTREO OCT 2025

Lote	pH	Al	MO	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Fe	Mn
Lote 2	— 5.05	V 0.85	— 4.8	E 0.25	E 12	A 0.21	A 2.7	A 0.75	A 1.1	E 68	E 38

MUESTREO OCT 2026

Lote	pH	Al	MO	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Fe	Mn
Lote 2	— 4.65	R 1.75	— 4.3	E 0.22	A 7	R 0.12	A 1.65	R 0.43	R 0.55	E 96	E 64

Esta tabla resume las trece variables de fertilidad que se comparan entre lotes. Saturación de Al, Suma de bases intercambiables, CE extracto 1:5, Na disponible, Acidez Al+H, B extraíble acuoso, Cobre, Arena y 11 más no quedan fuera del análisis: se leen e intervienen en la interpretación agronómica y en las conclusiones, y las que el informe desarrolla en un apartado propio (complejo de cambio y textura) se interpretan además allí, con sus gráficos.

NOTA METODOLÓGICA

- **Campaña:** oct 2026
- **Universo:** Suelo · 1 lote
- **n:** 90 resultados interpretados
- **Agregación:** Un solo lote por campaña; cada punto del histórico es un muestreo anual del Lote 2 (n=1 por campaña).
- **Valores censurados:** No se reportaron valores censurados en esta matriz.

El muestreo 2026 concentra las alertas: aluminio y saturación de aluminio altos, magnesio y potasio bajos y suma de bases muy baja; las campañas previas estaban en mejor condición.

06 SEMÁFORO — FOLIAR

Adequado

Vigilar

Riesgo

Crítico

Alto o en exceso

Sin calificar

En las filas de solución del suelo y del estándar foliar contextual el color indica dónde cae el valor frente al escenario para el que se escribió la referencia: el verde es coincidencia con ese escenario, no prueba de suficiencia ni de ausencia de toxicidad.

MUESTREO OCT 2024

Lote	N	Fósforo P	Potasio K	Calcio Ca	Magnesi o Mg	Azufre S	Sodio Na	Boro B	Hierro Fe	Mangane so Mn	Zinc Zn	Cobre Cu	Cloruros como Cl
Lote 2	E 2.85	— 0.17	— 2.1	— 1.15	— 0.33	— 0.2	— 300	— 45	— 110	— 150	— 15	— 8.5	— 900

MUESTREO OCT 2025

Lote	N	Fósforo P	Potasio K	Calcio Ca	Magnesi o Mg	Azufre S	Sodio Na	Boro B	Hierro Fe	Mangane so Mn	Zinc Zn	Cobre Cu	Cloruros como Cl
Lote 2	A 2.5	— 0.14	— 1.65	— 0.95	— 0.27	— 0.16	— 300	— 36	— 135	— 230	— 12	— 7.5	— 900

MUESTREO OCT 2026

Lote	N	Fósforo P	Potasio K	Calcio Ca	Magnesi o Mg	Azufre S	Sodio Na	Boro B	Hierro Fe	Mangane so Mn	Zinc Zn	Cobre Cu	Cloruros como Cl
Lote 2	R 2.15	— 0.11	— 1.2	— 0.75	— 0.21	— 0.12	— 300	— 25	— 170	— 340	— 8	— 6.5	— 800

NOTA METODOLÓGICA

- **Campaña:** oct 2026
- **Universo:** Foliar - 1 lote
- **n:** 39 resultados interpretados
- **Agregación:** Un solo lote por campaña; cada punto del histórico es un muestreo anual del Lote 2 (n=1 por campaña).
- **Valores censurados:** No se reportaron valores censurados en esta matriz.

El nitrógeno foliar descendió de alto a bajo en tres campañas; el resto de macro y micronutrientes se lee junto con el suelo en el contraste.

07 SEMÁFORO DE CONTRASTE TÉCNICO — SUELO • FOLIAR

Adecuado Vigilar Riesgo Crítico Alto o en exceso Sin calificar				
NUTRIENTE	SUELO	FOLIAR	ESCENARIO	INTERPRETACIÓN
Potasio	0.12 cmol(+)/kg • bajo	Bajo (1,20 %, 2026)	suelo bajo + foliar bajo	Deficiencia consistente y prioritaria: ambas matrices coinciden y vienen descendiendo en la serie.
Magnesio	0.43 cmol(+)/kg • bajo	Adecuado en el límite (0,21 %, 2026)	suelo bajo + foliar adecuado	El suelo ya está por debajo del rango; el foliar aún se sostiene, probablemente por reservas. Riesgo a mediano plazo si no se repone magnesio.
Calcio	1.65-3.6 cmol(+)/kg • alto	Adecuado en el límite inferior (0,75 %, 2026)	suelo límite + foliar límite	El calcio cae en ambas matrices acompañando la acidificación; conviene reponerlo junto con la corrección de acidez antes de que entre en déficit.
Nitrógeno	0.22-0.28 % • muy alto	2.15 % • bajo	suelo en descenso + foliar bajo	El foliar bajo y la caída del nitrógeno total y de la materia orgánica apuntan a un abastecimiento de nitrógeno que se debilita; verificar aporte.
Hierro y manganeso	50-96 mg/kg • alto	Por encima del rango (Fe 170, Mn 340 mg/kg, 2026)	suelo alto contexto + foliar alto	Patrón coherente con acidez creciente que aumenta la disponibilidad de estos metales; no se concluye toxicidad, se lee como señal de acidificación.

Contraste disponible únicamente para suelo y foliar: este caso no incluye análisis de solución de suelo.

Cada celda trae la lectura, la unidad y el color que ese nutriente tiene en el semáforo de esa matriz; cuando se leyó en varios lotes, la celda muestra el color más restrictivo y el rango de las lecturas que lo tienen. Las celdas en blanco de foliar conservan el texto del informe: ese nutriente no tiene una lectura clasificada en esa matriz.

La acidificación del suelo y la caída de bases se reflejan en el foliar (nitrógeno en descenso), coherente con un complejo de cambio que pierde capacidad de abastecer a la planta.

08 CONTRASTE ENTRE ANÁLISIS

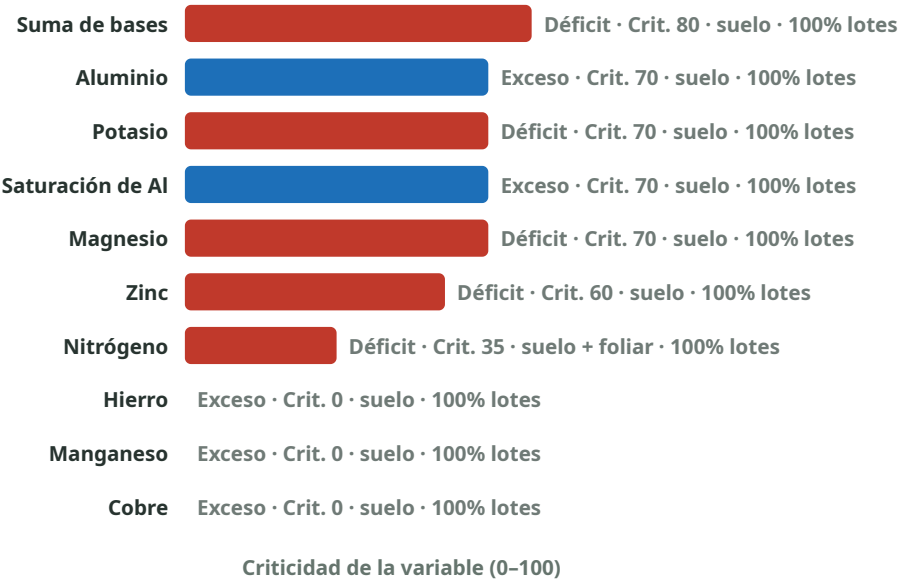
Las matrices de este caso se muestrearon en fechas cercanas (Foliar: 7 oct 2026 • Suelo: 7 oct 2026; 0 días de diferencia), así que se integran directamente para construir la conclusión agronómica. Dentro de cada matriz, las conclusiones se apoyan en la fecha más reciente y las anteriores quedan como contexto histórico.

TEMA	HALLAZGO	INTERPRETACIÓN
Acidez del suelo vs aluminio (2026)	El aluminio de cambio subió a 1,75 cmol(+)/kg y la saturación de aluminio a 43,8 % en el muestreo más reciente; el pH en agua reportado (4,65 en 2026, cayendo desde 5,45 en 2024) no pudo calificarse porque su unidad no se pudo homologar a la referencia.	Confianza media-alta: el aluminio y su saturación, calificados por el motor, ya confirman la acidificación. El valor de pH refuerza la hipótesis de forma coherente (a menor pH, mayor aluminio), pero se usa como contexto y no como variable calificada; confirmarlo requiere el pH en la unidad estándar del laboratorio.
Bases del suelo vs bases foliares (2026)	En suelo, magnesio y potasio intercambiables cayeron por debajo del rango y el calcio al límite inferior; en foliar, el potasio bajó por debajo de la suficiencia y el calcio quedó en el límite inferior, con el magnesio aún dentro del rango.	Confianza alta: suelo y foliar se muestrearon el mismo día (matrices concurrentes) y apuntan en el mismo sentido. La caída simultánea de potasio en ambas matrices es el contraste más consistente y sostiene que la limitación de bases es real y no un artefacto analítico.

TEMA	HALLAZGO	INTERPRETACIÓN
Micronutrientes foliares y acidez	El hierro foliar (170 mg/kg) y el manganeso foliar (340 mg/kg) superaron el rango en 2026, con tendencia ascendente en la serie.	Confianza media: el ascenso de hierro y manganeso en la hoja es el patrón esperable cuando el suelo se acidifica y aumenta su disponibilidad. Es una lectura de apoyo que concuerda con el aluminio alto; no indica por sí sola toxicidad y se interpreta junto con el resto del contraste.
Materia orgánica y nitrógeno	La materia orgánica descendió (5,2 a 4,3 %) y el nitrógeno total del suelo y el foliar bajaron en paralelo; la materia orgánica quedó sin calificar porque depende de la altitud, que no se declaró de forma que el motor pudiera asignar banda.	Confianza media: la caída conjunta de materia orgánica, nitrógeno del suelo y nitrógeno foliar es coherente con un abastecimiento de nitrógeno que se debilita. No se estima nitrógeno mineral; la lectura es de tendencia y se confirma con el seguimiento.

09 RANKING DE RESTRICCIONES

Visión consolidada de restricciones unificadas entre lotes y entre matrices. **Rojo = déficit** · **Azul = exceso** · **Gris = restricción sin lado** (la referencia califica la condición y no separa déficit de exceso: una textura restrictiva, una densidad que limita raíces). El orden es el nivel de criticidad de cada variable, el mismo que ordena las variables críticas: la barra más larga es siempre la primera. Cada matriz aporta su lote más comprometido y, cuando la variable se midió en varias matrices, la barra promedia las matrices con resultado —una matriz, un voto—; la columna «% lotes» dice en cuántos lotes aparece. La lectura debe integrarlas: el foliar habla del comportamiento en la planta y orienta la tendencia de acumulación en el suelo y de los aportes.



Orden consolidado: 1. Suma de bases (déficit) · 2. Aluminio (exceso) · 3. Potasio (déficit) · 4. Saturación de Al (exceso) · 5. Magnesio (déficit) · 6. Zinc (déficit)

VARIABLE	COMENTARIO TÉCNICO
Suma de bases	Muy baja en 2026; refleja el empobrecimiento del complejo de cambio.
Aluminio	Supera el rango en 2026 y triplica el valor de 2024; encabeza las limitantes del lote.
Potasio	Por debajo del rango en suelo y en foliar; deficiencia consistente.
Saturación de Al	43,8 % en 2026: resume la severidad de la acidez al contrastar aluminio frente a bases.
Magnesio	Por debajo del rango en 2026 tras caer desde 2024.

Una variable lee distinto según la matriz: Nitrógeno. La barra toma el lado que más criticidad acumula; el contraste entre matrices está en su propia sección.

Sin dirección medible en este caso: Acidez Al+H, Arcilla, Arena, Azufre S, B acuoso, Boro B, Calcio Ca, CE extracto 1:5, Cloruros como Cl, Cobre Cu, Fósforo P, Hierro Fe, Limo, Magnesio Mg, Manganeso Mn, Materia orgánica, P Olsen, Potasio K, Relación (Ca+Mg)/K, Relación Ca/K, Relación Ca/Mg, Relación Mg/K, Sodio Na, Suma bases, Zinc Zn. Quedan en el semáforo y en el anexo, fuera del ranking: no hay un límite del que se alejen.

El análisis de suelo reporta exceso de Fósforo (Lote 2). No se prioriza: los suelos tropicales de América tienen baja disponibilidad de fósforo y de zinc, así que una lectura alta en suelo suele responder al método de extracción y no a un exceso disponible para la planta. Se sugiere análisis foliar para determinar si el exceso se refleja en la hoja antes de tomar cualquier decisión de manejo.

El orden de manejo lo encabeza la acidez de intercambio, seguida de la reposición de bases y la verificación del nitrógeno.

10 VARIABLES CRÍTICAS Y PRIORITARIAS DE INTERVENCIÓN

Variables más críticas (criticidad 0–100: 0 = sin limitación, 100 = altamente limitante):

Zinc · 45

Aluminio intercambiable · 43

Potasio intercambiable · 40

Saturación de Al · 32

Magnesio intercambiable · 28

VARIABLE	LOTES AFECTADOS · VALOR	ÓPTIMO	CRITICIDAD	INTERPRETACIÓN	PROCESO SUGERIDO
Zinc Suelo · riesgo	0.55 Lote 2 mg/kg	1–2	45	El zinc extraíble (DTPA) bajó a 0,55 mg/kg en 2026. Es una lectura orientativa —no existe rango primario calibrado colombiano para café en esta determinación—, pero su descenso frente a campañas anteriores (1,6 y 1,1 mg/kg) merece atención como señal de contexto.	Seguimiento: verificar el zinc en el próximo muestreo de suelo y foliar antes de cualquier decisión de manejo.
Aluminio intercambiable Suelo · riesgo	1.75 Lote 2 cmol(+)/kg	0.5–1	43	El aluminio de cambio alcanzó 1,75 cmol(+)/kg en 2026, por encima del rango, tras subir desde 0,30 (2024) y 0,85 (2025). En un suelo franco-arenoso de baja capacidad de amortiguación, este ascenso es rápido y marca la acidificación del complejo de cambio.	Corregir la acidez de intercambio mediante enmienda edáfica que aporte calcio y magnesio, aplicada al suelo y planificada frente al régimen de lluvias; la fuente y la dosis las define el profesional responsable tras balance.
Potasio intercambiable Suelo · déficit	0.12 Lote 2 cmol(+)/kg	0.2–0.4	40	El potasio intercambiable cayó a 0,12 cmol(+)/kg en 2026, por debajo del rango, desde 0,32 (2024). El descenso es coherente con la pérdida de bases y se refleja también en el foliar, donde el potasio bajó por debajo de la suficiencia.	Reponer potasio mediante aplicación al suelo, fraccionada según el régimen de lluvias, integrada al plan de bases.
Saturación de Al Suelo · riesgo	43.8 Lote 2 %	15–30	32	La saturación de aluminio llegó a 43,8 % en 2026 (desde 5,6 % en 2024), por encima del rango. Refleja qué proporción del complejo de cambio está ocupada por aluminio frente a las bases, y confirma que la acidez ganó terreno a medida que las bases cayeron.	Reducir la saturación de aluminio corrigiendo la acidez y reponiendo bases al complejo de cambio; verificar la respuesta en el siguiente muestreo.

VARIABLE	LOTES AFECTADOS · VALOR	ÓPTIMO	CRITICIDAD	INTERPRETACIÓN	PROCESO SUGERIDO
Magnesio intercambiable Suelo · déficit	0.43 Lote 2 cmol(+)/kg	0.6–0.9	28	El magnesio intercambiable bajó a 0,43 cmol(+)/kg en 2026, por debajo del rango, tras descender desde 1,10 (2024) y 0,75 (2025). Su caída es parte de la pérdida general de bases del complejo.	Aportar magnesio al suelo dentro del esquema de corrección de acidez, de modo que acompañe la reposición de bases.
Nitrógeno foliar Foliar · déficit	2.15 Lote 2 %	2.36–2.78	9	El nitrógeno foliar cayó a 2,15 % en 2026, por debajo del rango de suficiencia, después de venir de 2,85 % (alto en 2024) y 2,50 % (adecuado en 2025). La trayectoria descendente es clara y coincide con la caída de la materia orgánica y del nitrógeno total del suelo.	Verificar y sostener el aporte de nitrógeno mediante aplicación al suelo fraccionada frente al régimen de lluvias; ajustar con el consultor según el balance nutricional.
Suma de bases intercambiables Suelo · riesgo	2.25 Lote 2 3.71 Lote 2 5.07 Lote 2 cmol(+)/kg	—	—	La suma de bases intercambiables cayó a 2,25 cmol(+)/kg en 2026 (muy baja), desde 5,07 en 2024, leída contra la referencia general de fertilidad para Colombia. Es el espejo de la acidificación: a medida que subió el aluminio, el complejo perdió calcio, magnesio y potasio.	Reponer bases al complejo de cambio de forma gradual, con aporte de calcio, magnesio y potasio al suelo, dentro de un plan de corrección de acidez.

La selección de fuente, producto, dosis, frecuencia y momento debe ser definida y aprobada por el profesional responsable.

11 ZONAS DE MANEJO SUGERIDAS

Agrupación de lotes con condición edáfica estadísticamente similar; clasificación operativa para priorizar manejo, no prueba de igualdad estadística.

El Retiro

ZONA 1
Lote 2 (Café)
Franco-arenosa · MO 4.3% · CICE 4

Zona 1: Alta restricción Zona 2: Restricción intermedia Zona 3: Mejor condición relativa

Segmentación descriptiva por campaña dentro del Lote 2: el caso tiene un solo lote, así que las zonas describen la evolución temporal, no agrupaciones espaciales.

12 PRIORIDADES Y CONCLUSIÓN INTEGRADA

2

P1 CORRECCIÓN CRÍTICA

1

P2 MANEJO PREVENTIVO

1

P3 SEGUIMIENTO

P1 Corregir acidez de intercambio Objetivo: Bajar el aluminio de cambio y la saturación de aluminio para proteger la raíz del café. Evidencia: Aluminio de cambio 1,75 cmol(+)/kg y saturación de Al 43,8 % en 2026, triplicando 2024. Lotes o zonas: Lote 2 Validación requerida: Confirmar con el consultor la fuente y la dosis de enmienda, y verificar la respuesta del aluminio en el siguiente muestreo.	P1 Reponer bases del complejo Objetivo: Restablecer el balance catiónico corrigiendo magnesio y potasio bajos y sosteniendo el calcio. Evidencia: Suma de bases 2,25 cmol(+)/kg (muy baja), Mg 0,43 y K 0,12 cmol(+)/kg bajo rango en 2026. Lotes o zonas: Lote 2 Validación requerida: Validar el balance de bases con el consultor; confirmar el potasio foliar en el siguiente muestreo.
P2 Verificar y sostener el nitrógeno Objetivo: Evitar que el abastecimiento de nitrógeno siga debilitándose. Evidencia: Nitrógeno foliar 2,15 % (bajo) y descenso conjunto de materia orgánica y nitrógeno total del suelo. Lotes o zonas: Lote 2 Validación requerida: Ajustar el plan de nitrógeno con el consultor según balance y fenología.	
P3 Seguimiento de micronutrientes y pH Objetivo: Confirmar las señales de acidez y el estado del zinc antes de intervenir en ellos. Evidencia: Zinc de suelo en descenso (0,55 mg/kg), Fe y Mn foliares por encima del rango, pH sin calificar por unidad no homologable. Lotes o zonas: Lote 2 Validación requerida: Solicitar al laboratorio el pH en la unidad estándar y confirmar los micronutrientes en el siguiente análisis.	

La selección de fuente, producto, dosis, frecuencia y momento debe ser definida y aprobada por el profesional responsable.

Conclusiones clave

1 Acidificación progresiva: El complejo de cambio del Lote 2 se acidificó de forma sostenida; el aluminio de cambio subió de 0,30 a 1,75 cmol(+)/kg entre 2024 y 2026 y la saturación de aluminio llegó a 43,8 %, en un suelo franco-arenoso de baja amortiguación.	2 Bases en descenso: La suma de bases cayó de 5,07 a 2,25 cmol(+)/kg en tres campañas, con magnesio y potasio intercambiables por debajo del rango en 2026; el balance catiónico se está empobreciendo.
3 Nitrógeno en caída: El nitrógeno foliar descendió de 2,85 % a 2,15 % y quedó por debajo de la suficiencia, acompañado por el descenso de la materia orgánica y del nitrógeno total del suelo.	4 Señales de acidez en la hoja: Hierro y manganeso foliares subieron por encima del rango en 2026, patrón coherente con un suelo cada vez más ácido que aumenta la disponibilidad de estos metales.
5 Riesgo sobre la raíz y la productividad: De no corregirse la acidez y reponerse bases, el desarrollo radical y el abastecimiento nutricional del café quedan comprometidos; el manejo se plantea con aplicaciones al suelo frente al régimen de lluvias, asumiendo cultivo sin riego.	

CONCLUSIÓN INTEGRADA

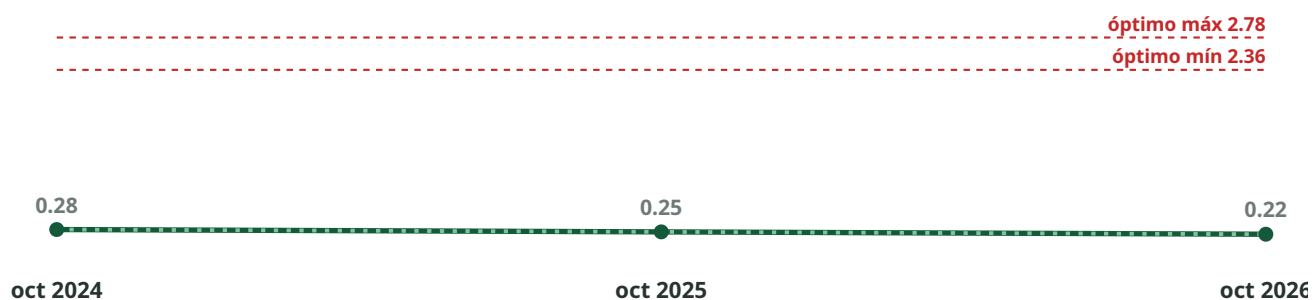
El Lote 2 pasó de una condición favorable en 2024 a un suelo franco-arenoso que se acidifica y pierde bases en 2026: el aluminio de cambio y su saturación superan el rango, la suma de bases es muy baja y magnesio, potasio y nitrógeno foliar quedaron por debajo de la suficiencia. La prioridad es frenar y revertir la acidez de intercambio y reponer bases al complejo, acompañando con la verificación del nitrógeno. Como no se declaró el régimen hídrico, el manejo se plantea con aplicaciones al suelo frente a las lluvias, asumiendo cultivo sin riego. Las dosis y fuentes las define el consultor responsable tras el balance nutricional.

13 COMPARATIVO HISTÓRICO — ANÁLISIS DE SUELO

Cada punto es la lectura del laboratorio para ese lote en esa fecha.. Histórico de 3 campañas (oct 2024 → oct 2026).

Nitrógeno (N)

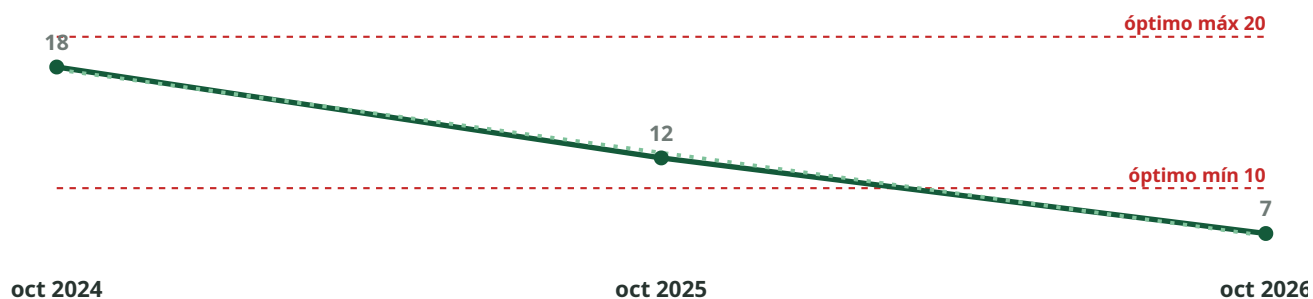
Nitrógeno total (combustión seca) — Lote 2 · 0-20 cm (%)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgralIO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Foliar · Nitrógeno foliar. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 — El nitrógeno total del suelo desciende junto con la materia orgánica; lectura de contexto frente al foliar. Antecedente repetido: el desvío del último muestreo ya aparecía en muestreos anteriores, así que se mantiene la observación de la tendencia histórica.

Fósforo (P)

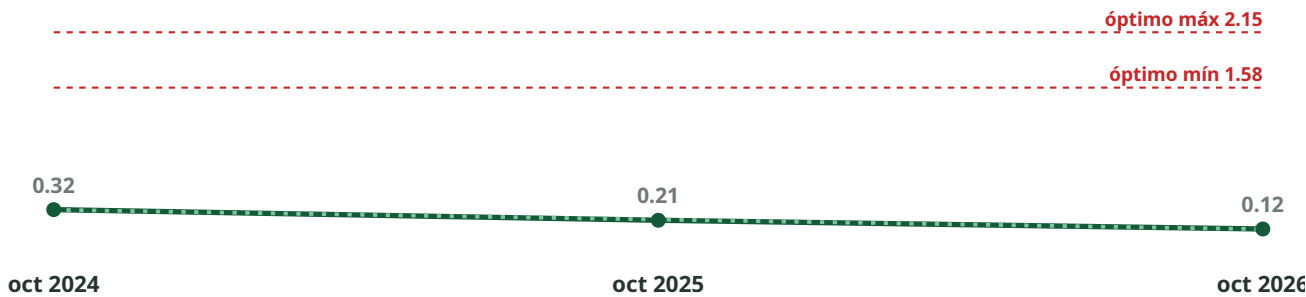
P disponible Olsen — Lote 2 · 0-20 cm (mg/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgralIO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Suelo · Fósforo disponible. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 Normalización reciente: el antecedente queda fuera de rango y el último muestreo entra en rango, así que no es un problema actual; puede corresponder a una respuesta favorable a los aportes o ajustes de manejo recientes, sin afirmarlo como causa demostrada, y conviene confirmar en el próximo muestreo que se mantiene.

Potasio (K)

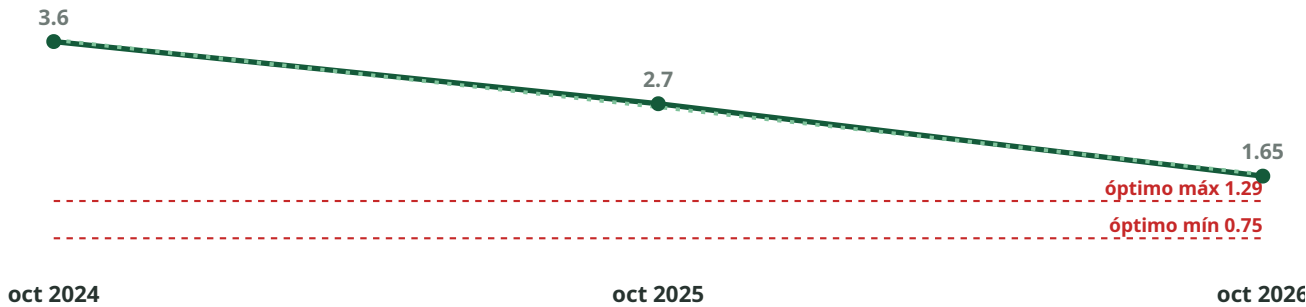
Potasio intercambiable — Lote 2 · 0-20 cm (cmol(+)/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgrallO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Foliar · Potasio foliar. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 — El potasio cae por debajo del rango en 2026. Desviación nueva: los muestreos anteriores estaban en rango y el último sale del rango; conviene verificarlo en el próximo muestreo antes de leerlo como una condición establecida.

Calcio (Ca)

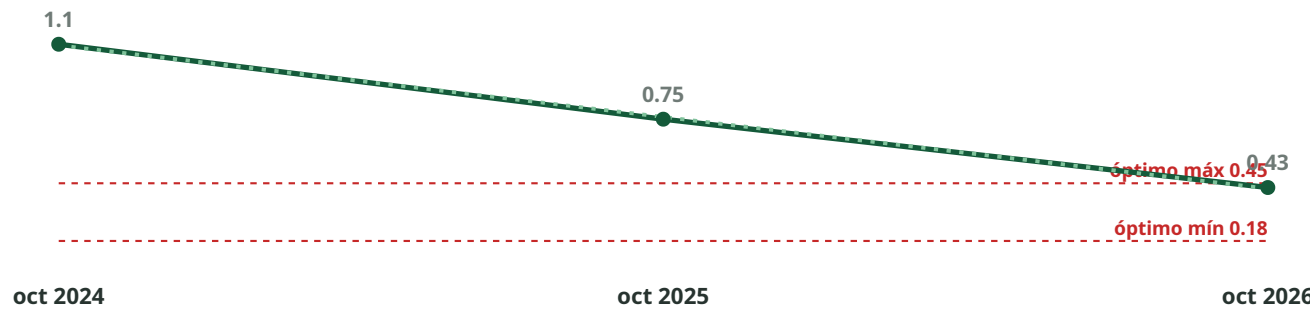
Calcio intercambiable — Lote 2 · 0-20 cm (cmol(+)/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgrallO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Foliar · Calcio foliar. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 — El calcio cae con fuerza aunque sigue en rango; su descenso acompaña la acidificación. Antecedente repetido: el desvío del último muestreo ya aparecía en muestreos anteriores, así que se mantiene la observación de la tendencia histórica.

Magnesio (Mg)

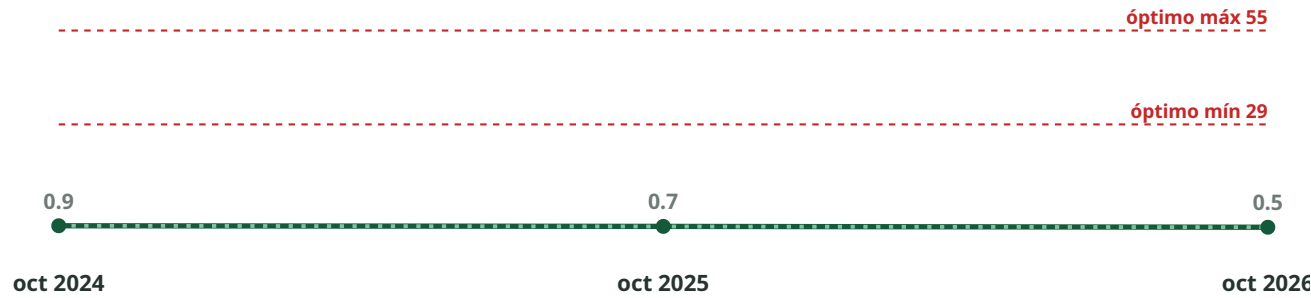
Magnesio intercambiable — Lote 2 · 0-20 cm (cmol(+)/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgralIO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Foliar · Magnesio foliar. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 — El magnesio cae por debajo del rango en 2026. Desviación nueva: los muestreos anteriores estaban en rango y el último sale del rango; conviene verificarlo en el próximo muestreo antes de leerlo como una condición establecida.

Boro (B)

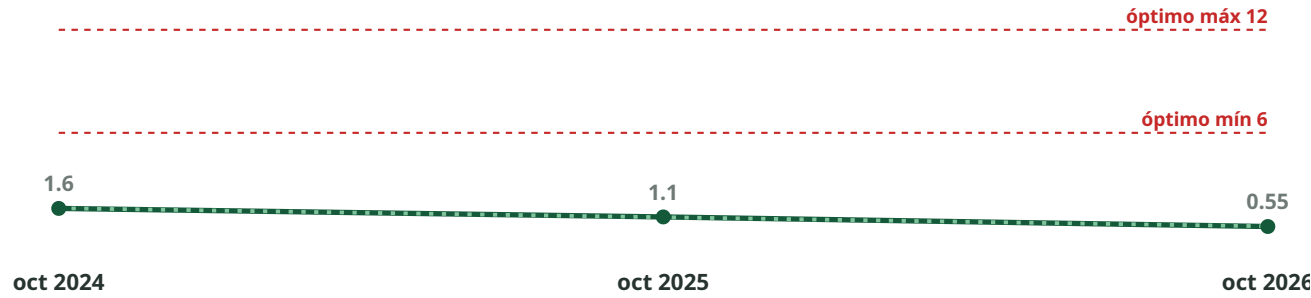
B extraíble acuoso — Lote 2 · 0-20 cm (mg/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgralIO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Foliar · Boro foliar. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 Antecedente repetido: el desvío del último muestreo ya aparecía en muestreos anteriores, así que se mantiene la observación de la tendencia histórica.

Zinc (Zn)

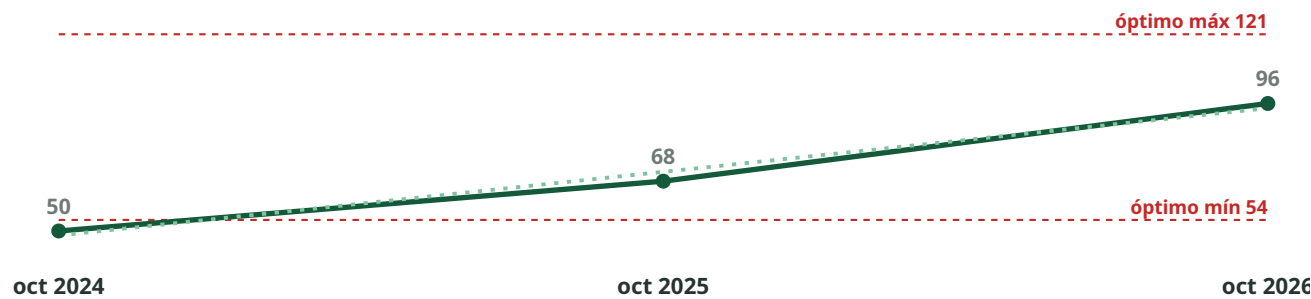
Zinc — Lote 2 · 0-20 cm (mg/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgralIO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Foliar · Zinc foliar. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 Desviación nueva: los muestreos anteriores estaban en rango y el último sale del rango; conviene verificarlo en el próximo muestreo antes de leerlo como una condición establecida.

Hierro (Fe)

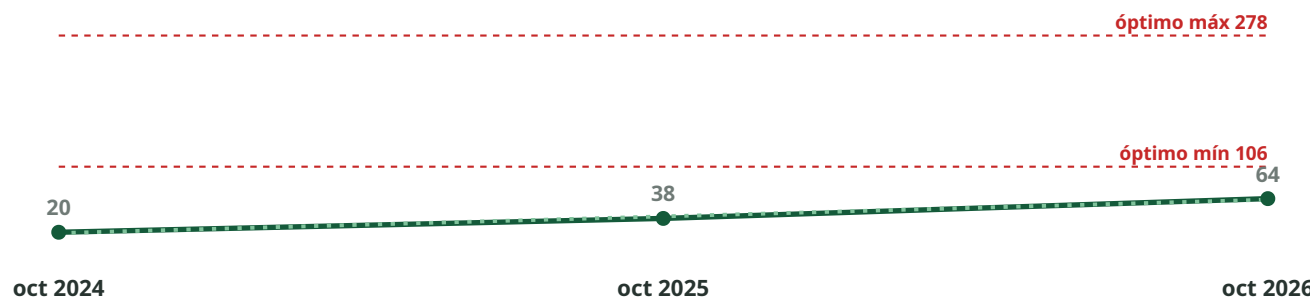
Hierro — Lote 2 · 0-20 cm (mg/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos Agrallo · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Foliar · Hierro. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 Antecedente repetido: el desvío del último muestreo ya aparecía en muestreos anteriores, así que se mantiene la observación de la tendencia histórica.

Manganeso (Mn)

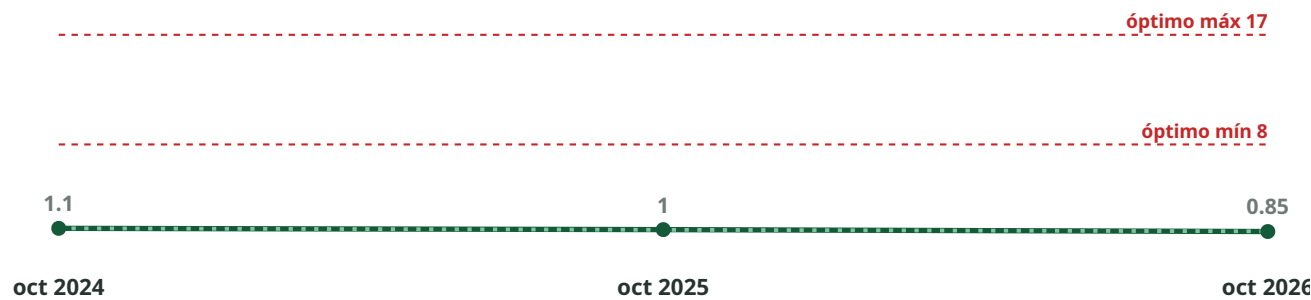
Manganeso — Lote 2 · 0-20 cm (mg/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos Agrallo · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Foliar · Manganeso. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 Antecedente repetido: el desvío del último muestreo ya aparecía en muestreos anteriores, así que se mantiene la observación de la tendencia histórica.

Cobre (Cu)

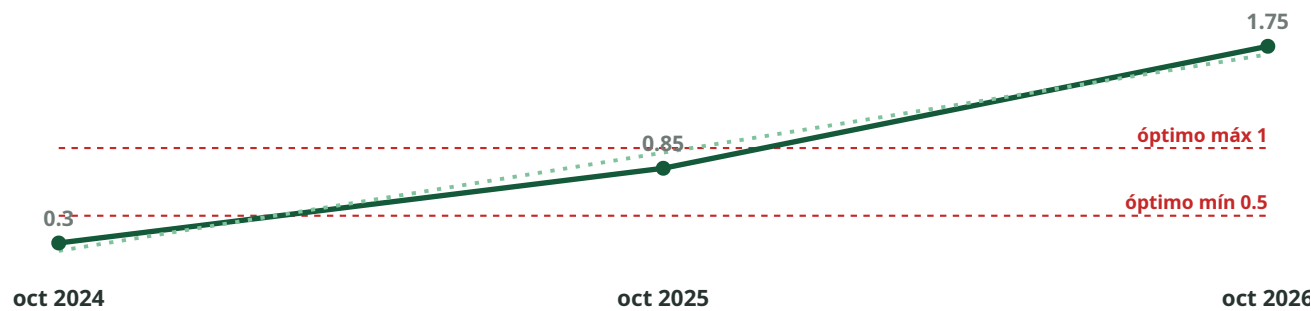
Cobre — Lote 2 · 0-20 cm (mg/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos Agrallo · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Foliar · Cobre. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 Antecedente repetido: el desvío del último muestreo ya aparecía en muestreos anteriores, así que se mantiene la observación de la tendencia histórica.

Aluminio (Al)

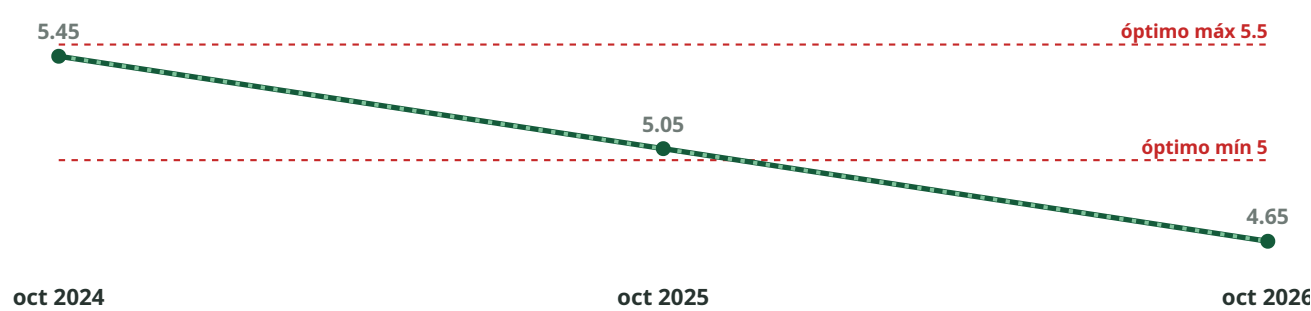
Aluminio intercambiable — Lote 2 · 0-20 cm (cmol(+)/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Motor científico AgralIO · v1.0 · Producción · Extracción KCl 1 M; determinación de Al. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 Desviación nueva: los muestreos anteriores estaban en rango y el último sale del rango; conviene verificarlo en el próximo muestreo antes de leerlo como una condición establecida.

pH

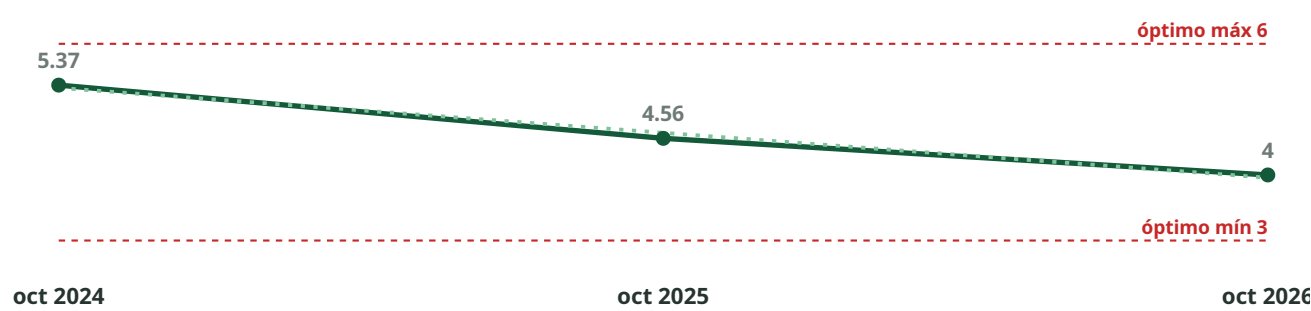
pH en agua — Lote 2 · 0-20 cm (adimensional)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgralIO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Suelo · pH en agua. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 Desviación nueva: los muestreos anteriores estaban en rango y el último sale del rango; conviene verificarlo en el próximo muestreo antes de leerlo como una condición establecida.

CICE calculada

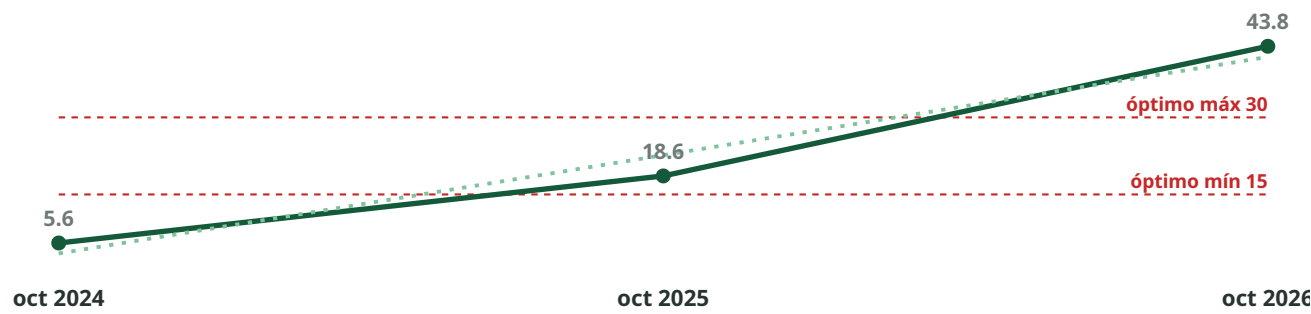
CICE — Lote 2 · 0-20 cm (cmol(+)/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Motor científico AgralIO · v1.0 · Producción · CICE = Ca + Mg + K + Na + Al. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3

Saturación de AI

Saturación de AI — Lote 2 · 0-20 cm (%)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Motor científico AgralIO · v1.0 · Producción · AI / CICE × 100. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 Desviación nueva: los muestreos anteriores estaban en rango y el último sale del rango; conviene verificarlo en el próximo muestreo antes de leerlo como una condición establecida.

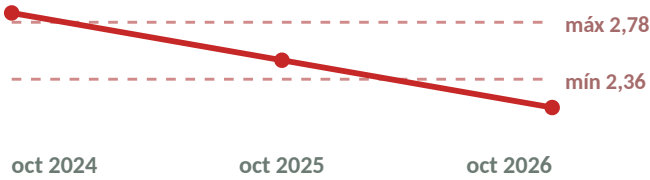
14 COMPARATIVO HISTÓRICO — ANÁLISIS FOLIAR

Lote 2 · Zona 1

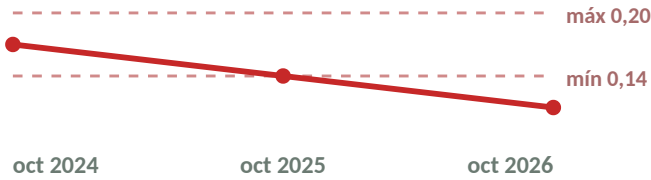
oct 2024 - oct 2026 · 3 campañas · 13 variables



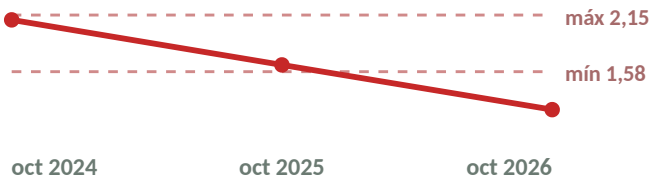
Nitrógeno foliar 2,15 %



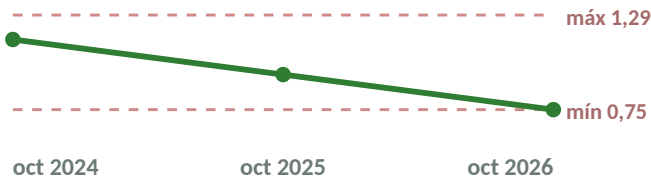
Fósforo P 0,11 %



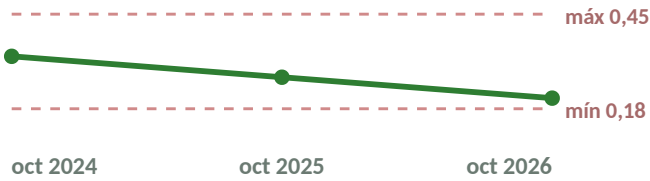
Potasio K 1,20 %



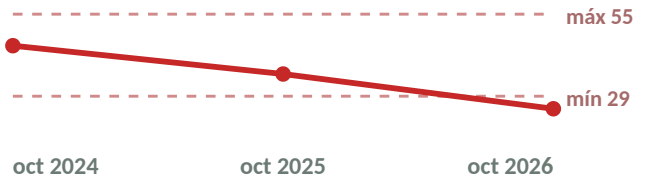
Calcio Ca 0,75 %



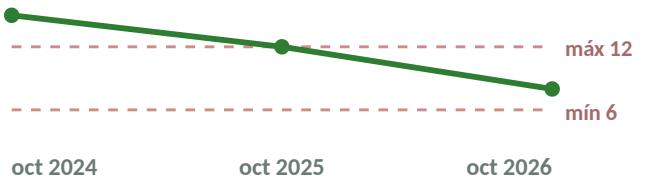
Magnesio Mg 0,21 %



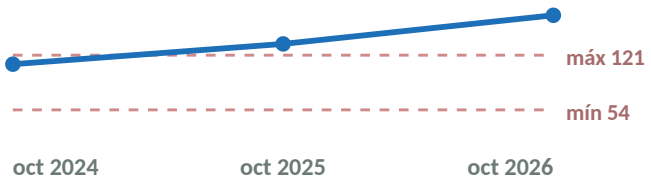
Boro B 25 mg/kg



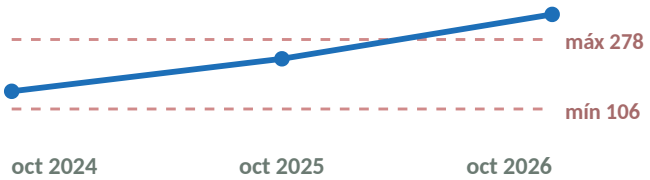
Zinc Zn 8 mg/kg



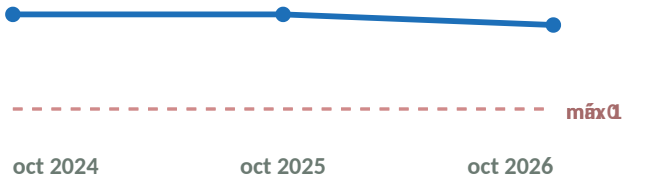
Hierro Fe 170 mg/kg



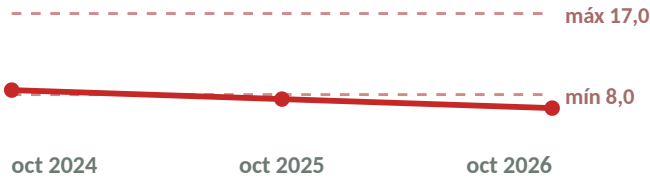
Manganeso Mn 340 mg/kg



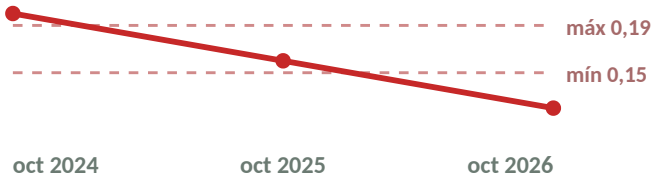
Cloruros como Cl 800 mg/kg



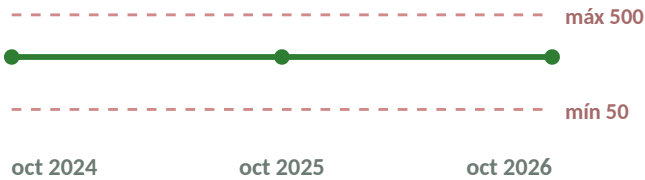
Cobre Cu 6,5 mg/kg



Azufre S 0,12 %



Sodio Na 300 mg/kg



Cada mini-gráfico es la evolución de esa variable en este lote; las líneas punteadas son el umbral mínimo y el máximo de su rango de referencia, y el color dice si la última campaña quedó por debajo, dentro o por encima. Umbrales: Motor científico AgralIO · v1.0 · Producción · Análisis elemental por combustión Dumas. Normalización reciente en Zinc Zn. «Normalización reciente» marca las lecturas que venían fuera de rango y que en el último muestreo entran en rango: el histórico queda como antecedente y no como problema actual, puede corresponder a una respuesta favorable a los aportes o ajustes recientes — sin afirmarlo como causa demostrada — y conviene confirmar en el próximo muestreo que se mantiene. Antecedente repetido en Hierro Fe, Cloruros como Cl, Cobre Cu. «Antecedente repetido» marca las lecturas cuyo desvío actual ya aparecía en muestreos anteriores, así que la observación de la tendencia histórica se mantiene. Desviación nueva en Nitrógeno foliar, Fósforo P, Potasio K, Boro B, Manganeseo Mn, Azufre S. «Desviación nueva» marca las lecturas que estaban en rango y salen del rango en el último muestreo: conviene verificarlas en el próximo muestreo antes de leerlas como una condición establecida.

LECTURA TÉCNICA

- El aluminio de cambio y su saturación suben de forma sostenida 2024-2026; es la señal central del lote.
- Las bases (Ca, Mg, K, suma) caen en paralelo, con Mg y K bajo rango en 2026.
- En la hoja, N, K y B descienden mientras Fe y Mn ascienden: patrón de acidificación.
- Revisar que la corrección de acidez se refleje en el próximo muestreo.

ANEXOS TÉCNICOS

Soporte metodológico y bases completas del informe.

A1 ADVERTENCIAS METODOLÓGICAS

- No se declaró si el cultivo tiene riego; por eso el análisis se hizo para un cultivo SIN RIEGO (solo lluvia). Si el cultivo tiene riego o fertirriego, la lectura y las recomendaciones deben recalcularse.
- pH en agua (suelo): la unidad reportada no permite compararla con la referencia; queda sin calificar.
- Materia orgánica (suelo): las referencias aplicables la ubican en clases distintas y el análisis no trae el dato que permite elegir entre ellas; queda sin calificar.
- CE extracto 1:5 (suelo), Acidez Al+H (suelo), B extraíble acuoso (suelo), Suma bases disponibles (suelo), Fósforo P (foliar), Potasio K (foliar), Calcio Ca (foliar), Magnesio Mg (foliar) y 8 más: la determinación no corresponde a ninguna variable conocida por AgralIO; se transcribe sin interpretar.

A2 BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE RANGOS

- Matriz de rangos AgralIO — Café (Coffea arabica), paquete cafe_v1_0.
- Referencia general de fertilidad de suelos de Colombia (lecturas por clase para variables sin rango calibrado por cultivo).
- Cenicafé — criterios de interpretación de análisis de suelo y foliar en café (CICE y saturaciones).

03

El Retiro — Lote 3 (arcillosa, acumulación salina y de fósforo)

Café · 1 lote

Criterio del grupo: Suelo arcilloso con conductividad eléctrica y fósforo disponible muy altos y en ascenso, además de potasio subiendo. Patrón de acumulación salina y de nutrientes propio, incompatible con el promedio de los otros dos lotes.

Variabilidad interna: baja

Contenido

01	Resumen ejecutivo	50
02	Análisis textural	50
03	Relaciones hídricas del suelo	51
04	Gráficos técnicos del suelo	51
05	Semáforo — Suelo	53
06	Semáforo — Foliar	54
07	Semáforo de contraste técnico — suelo · foliar	55
08	Contraste entre análisis	55
09	Ranking de restricciones	56
10	Variables críticas y prioritarias de intervención	57
11	Zonas de manejo sugeridas	58
12	Prioridades y conclusión integrada	58
13	Comparativo histórico — Análisis de suelo	59
14	Comparativo histórico — Análisis foliar	64
	Anexos técnicos	66
A1	Advertencias metodológicas	66
A2	Bibliografía y fuentes de rangos	66

01 RESUMEN EJECUTIVO

Diagnóstico general: El Lote 3 es un suelo arcilloso con alta capacidad de retención, materia orgánica alta y un complejo de cambio dominado por bases (calcio, magnesio y potasio altos), sin problema de acidez ni de aluminio. El rasgo que define el lote es una trayectoria de acumulación entre 2024 y 2026: la conductividad eléctrica y el potasio suben campaña tras campaña, mientras el magnesio del complejo baja y la relación magnesio/potasio se estrecha. El foliar acompaña: el potasio foliar sube a 3,1 % y el magnesio foliar cae a 0,22 %, señal de un desbalance catiónico emergente más que de una deficiencia establecida. Se asumió que el cultivo NO tiene riego porque no se declaró el régimen hídrico.

TRES LIMITANTES PRINCIPALES

1. **Desbalance catiónico emergente:** el potasio sube en suelo y en hoja mientras el magnesio foliar cae, con relación magnesio/potasio estrecha.
2. **Tendencia de acumulación salina:** la conductividad eléctrica del lote sube de forma sostenida entre 2024 y 2026.
3. **Suelo arcilloso de drenaje lento:** condiciona la aireación, el laboreo y favorece que las sales y los nutrientes aplicados se retengan.

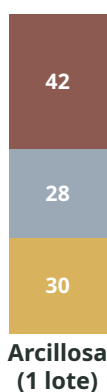
TRES PRIORIDADES DE MANEJO

1. **Verificar y manejar el balance magnesio/potasio** antes de que el magnesio foliar siga cayendo.
2. **Confirmar la salinidad** con una medida en extracto de saturación y revisar el aporte de potasio y cloruros que la está elevando.
3. **Dar seguimiento al zinc del suelo**, que bajó en la última campaña, con lectura foliar de respaldo.

CONCLUSIÓN CENTRAL

El Lote 3 no tiene hoy una deficiencia clásica: tiene un desbalance por acumulación (potasio y sales en ascenso, magnesio cediendo) propio de un suelo arcilloso que retiene lo que se le aporta. La prioridad es reequilibrar el complejo de cambio y frenar la acumulación, no agregar más bases.

02 ANÁLISIS TEXTURAL



Composición textural al 100% — arena ■ · limo ■ · arcilla ■ (% normalizado). MO y relaciones hídricas: ver panel hídrico.

GRUPO / ZONA	LOTES	POR QUÉ ES UN GRUPO APARTE	CLASE DOMINANTE	IMPLICACIÓN TÉCNICA	CONFIANZA
Arcillosa (1 lote)	1 Lote 3	1 lote · arena 30 % · arcilla 42 % · MO 6,0 % · CICE 6,5	Arcillosa	Con 30 % de arena y 42 % de arcilla: alta retención de agua y de bases con riesgo de compactación, encharcamiento y fijación de fósforo: dosis más espaciadas y laboreo solo en punto de humedad. La MO media (6,0 %) es alta y la compensa parcialmente.	Alta (granulometría medida)

Método de agrupación: los lotes se agrupan por su clase en el triángulo textural USDA a partir de la granulometría medida (arena, limo y arcilla). Cada grupo reporta cuántos lotes cubre, su posición media, el coeficiente de variación de materia orgánica y CICE, y la variable que más lo separa de los demás grupos.

03 RELACIONES HÍDRICAS DEL SUELO

Síntesis ejecutiva del comportamiento hídrico según textura y materia orgánica.



TEXTURA DOMINANTE
Arcillosa (42 % arcilla)



INFILTRACIÓN
Lenta



RETENCIÓN DE AGUA
Alta



DRENAJE
Lento



RIESGO DOMINANTE
Encharcamiento y acumulación de sales

ASPECTO	NIVEL	LECTURA TÉCNICA	RIESGO	IMPLICACIÓN AGRONÓMICA
Infiltración	Baja	La arcilla alta reduce la velocidad de entrada del agua.	Escorrentía y encharcamiento en lluvias fuertes	Aportar al suelo en dosis moderadas y aprovechar lluvias efectivas, no eventos intensos.
Retención de agua	Alta	Buena reserva hídrica por la arcilla y la materia orgánica alta.	Exceso de humedad prolongado	Favorable para el suministro hídrico sin riego, pero cuidar la aireación.
Drenaje	Lento	El agua y las sales salen despacio del perfil.	Acumulación de sales y bases	Es la causa física de la acumulación salina del lote; evitar sobrecargar de sales el suelo.

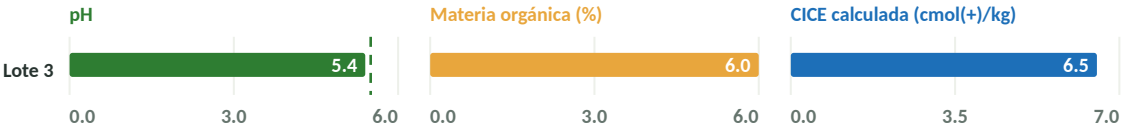
LECTURA TÉCNICA

- Se asumió que el cultivo NO tiene riego porque no se declaró el régimen hídrico; las recomendaciones se plantean como aplicaciones al suelo frente al régimen de lluvias.
- El drenaje lento de este suelo arcilloso es el factor físico que explica por qué el lote acumula sales y bases en lugar de lavarlas.

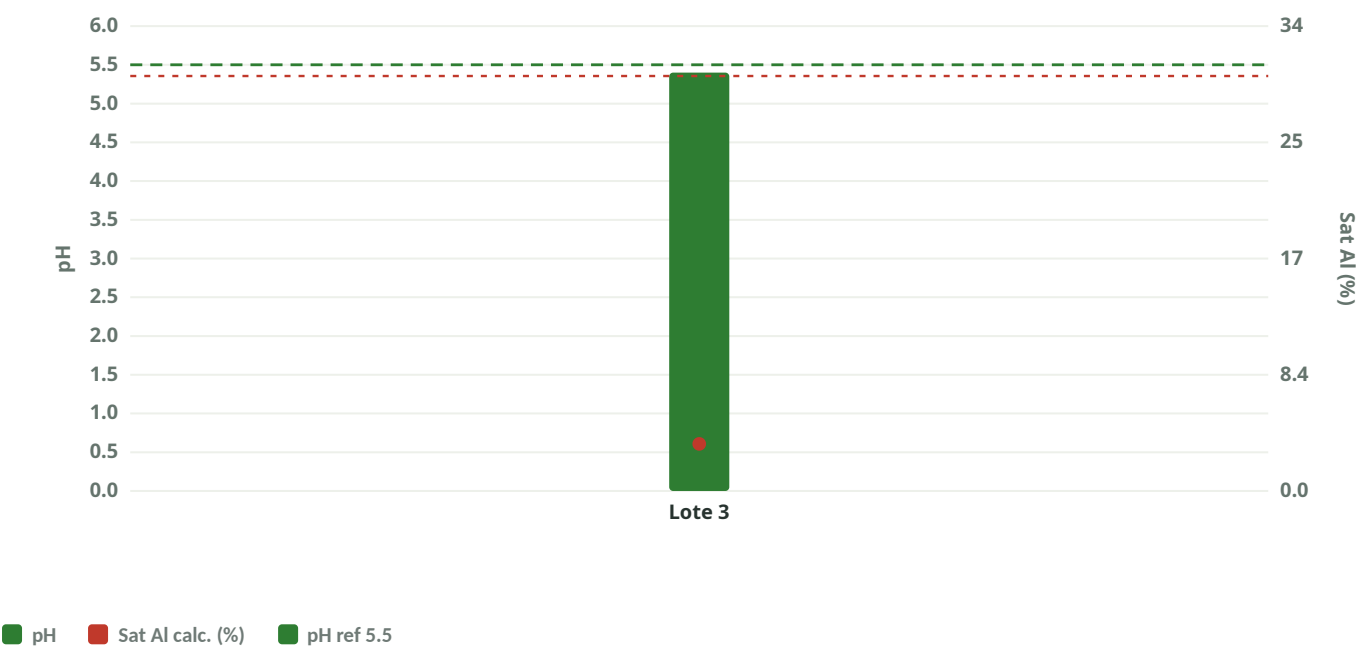
04 GRÁFICOS TÉCNICOS DEL SUELO

INDICADORES GENERALES: PH, MATERIA ORGÁNICA Y CICE CALCULADA

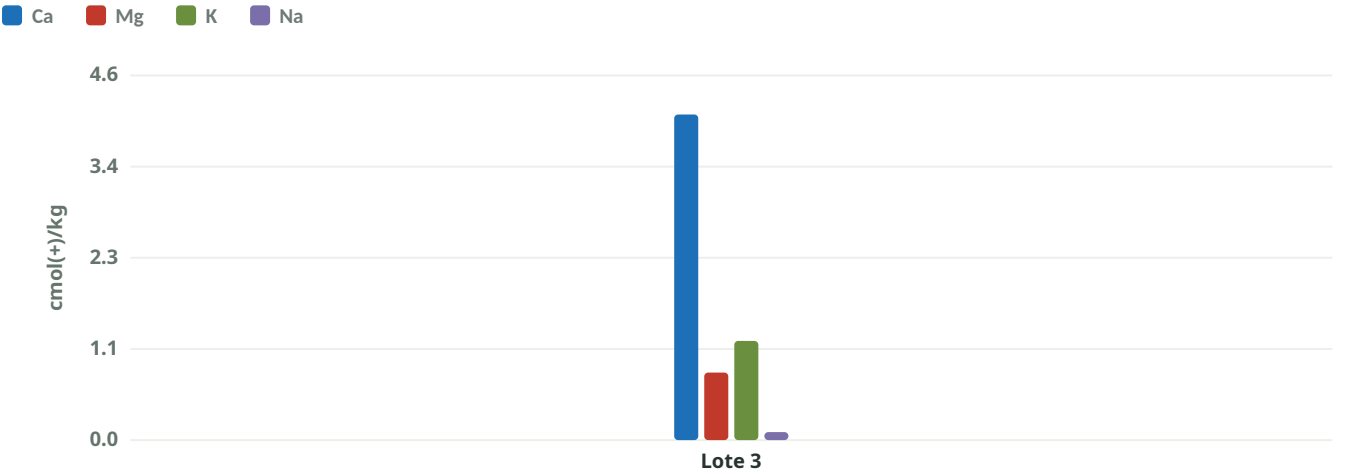
Lotes ordenados de menor a mayor CICE calculada. Cada variable conserva su unidad y su propia escala. La línea punteada del panel de pH es el pH objetivo.



PH Y SATURACIÓN DE ALUMINIO



BASES INTERCAMBIABLES (CMOL(+)/KG)

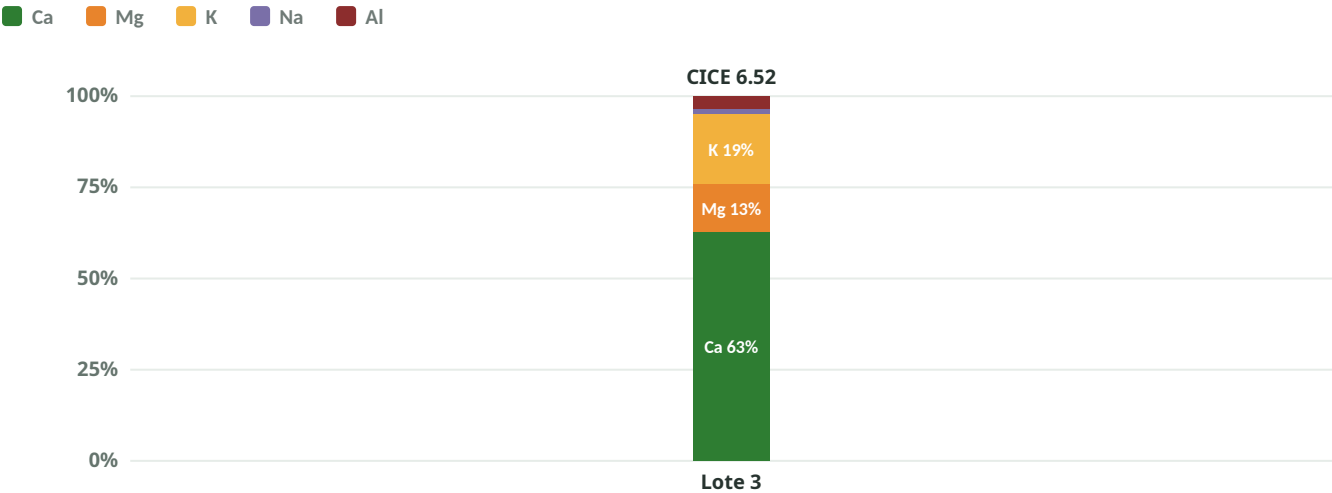


LECTURA TÉCNICA

- Calcio, magnesio y potasio del suelo están altos; no hay carencia de bases en el complejo de cambio.
- El potasio es la base que más sube entre campañas, estrechando la relación magnesio/potasio a 0,68.
- La suma de bases se ve baja solo por la referencia general usada, no por el contenido real.

COMPOSICIÓN PORCENTUAL DEL COMPLEJO DE CAMBIO

CICE calculada = Ca + Mg + K + Na + Al (cmol(+)/kg). El valor absoluto de cada lote se indica sobre su barra.



05 SEMÁFORO — SUELO

A · Adecuado

V · Vigilar

R · Riesgo

C · Crítico

E · Alto o en exceso

— · Sin calificar

En las filas de solución del suelo y del estándar foliar contextual el color indica dónde cae el valor frente al escenario para el que se escribió la referencia: el verde es coincidencia con ese escenario, no prueba de suficiencia ni de ausencia de toxicidad.

MUESTREO OCT 2024

Lote	pH	Al	MO	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Fe	Mn
Lote 3	— 5.4	A 0.2	E 6	E 0.31	E 35	A 0.55	A 4.2	A 1.2	A 1.8	E 45	E 15

MUESTREO OCT 2025

Lote	pH	Al	MO	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Fe	Mn
Lote 3	— 5.45	A 0.2	E 5.9	E 0.3	E 60	A 0.85	A 4.3	A 1.05	A 1.3	E 43	E 16

MUESTREO OCT 2026

Lote	pH	Al	MO	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Fe	Mn
Lote 3	— 5.4	A 0.22	E 6	E 0.31	E 95	A 1.25	A 4.1	A 0.85	R 0.9	E 44	E 15

Esta tabla resume las trece variables de fertilidad que se comparan entre lotes. Suma de bases intercambiables, Clase textural, CE extracto 1:5, Na disponible, Acidez Al+H, B extraíble acuoso, Cobre, Arena y 11 más no quedan fuera del análisis: se leen e intervienen en la interpretación agronómica y en las conclusiones, y las que el informe desarrolla en un apartado propio (complejo de cambio y textura) se interpretan además allí, con sus gráficos.

NOTA METODOLÓGICA

• Campaña: oct 2026

• Universo: Suelo · 1 lote

• n: 90 resultados interpretados

• Agregación: Valores del Lote 3 por campaña (una muestra de suelo y una foliar por año; sin promediar lotes)

• Valores censurados: No se reportaron valores censurados en esta matriz.

El complejo de cambio está dominado por bases altas (calcio, magnesio, potasio) sin acidez ni aluminio; la suma de bases queda baja en la referencia general por el denominador usado, y el zinc baja en 2026.

06 SEMÁFORO — FOLIAR

A · Adecuado V · Vigilar R · Riesgo C · Crítico E · Alto o en exceso — · Sin calificar

En las filas de solución del suelo y del estándar foliar contextual el color indica dónde cae el valor frente al escenario para el que se escribió la referencia: el verde es coincidencia con ese escenario, no prueba de suficiencia ni de ausencia de toxicidad.

MUESTREO OCT 2024

Lote	N	Fósforo P	Potasio K	Calcio Ca	Magnesi o Mg	Azufre S	Sodio Na	Boro B	Hierro Fe	Mangane so Mn	Zinc Zn	Cobre Cu	Cloruros como Cl
Lote 3	E 2.8	— 0.18	— 2.2	— 1.2	— 0.36	— 0.2	— 300	— 50	— 115	— 145	— 17	— 8.5	— 900

MUESTREO OCT 2025

Lote	N	Fósforo P	Potasio K	Calcio Ca	Magnesi o Mg	Azufre S	Sodio Na	Boro B	Hierro Fe	Mangane so Mn	Zinc Zn	Cobre Cu	Cloruros como Cl
Lote 3	A 2.75	— 0.2	— 2.65	— 1.15	— 0.29	— 0.21	— 400	— 55	— 120	— 140	— 12	— 8.6	— 1200

MUESTREO OCT 2026

Lote	N	Fósforo P	Potasio K	Calcio Ca	Magnesi o Mg	Azufre S	Sodio Na	Boro B	Hierro Fe	Mangane so Mn	Zinc Zn	Cobre Cu	Cloruros como Cl
Lote 3	A 2.78	— 0.22	— 3.1	— 1.1	— 0.22	— 0.2	— 500	— 60	— 118	— 150	— 9	— 8.4	— 1500

NOTA METODOLÓGICA

- **Campaña:** oct 2026
- **Universo:** Foliar · 1 lote
- **n:** 39 resultados interpretados
- **Agregación:** Valores del Lote 3 por campaña (una muestra de suelo y una foliar por año; sin promediar lotes)
- **Valores censurados:** No se reportaron valores censurados en esta matriz.

El nitrógeno foliar se normalizó tras 2024; el potasio foliar sube y el magnesio foliar baja campaña tras campaña, el patrón que hay que vigilar.

07 SEMÁFORO DE CONTRASTE TÉCNICO — SUELO · FOLIAR

Adecuado Vigilar Riesgo Crítico Alto o en exceso Sin calificar				
NUTRIENTE	SUELO	FOLIAR	ESCENARIO	INTERPRETACIÓN
Potasio	0.55-1.25 cmol(+)/kg · alto	Alto (3,10 %, sobre el rango)	suelo alto + foliar alto	Acumulación de potasio consistente en suelo y hoja; riesgo de exceso y de desplazamiento del magnesio.
Magnesio	0.85-1.2 cmol(+)/kg · alto	Adecuado (0,22 %, bajando hacia el borde)	suelo adecuado + foliar adecuado	Ambas matrices ceden en el mismo sentido bajo la presión del potasio; es el contrapeso del desbalance catiónico.
Calcio	4.1-4.3 cmol(+)/kg · alto	Adecuado (1,10 %, bajando)	suelo alto + foliar adecuado	Hay calcio de sobra en el suelo; la ligera baja foliar se lee junto con el ascenso del potasio y del boro.
Zinc	0.9 mg/kg · bajo	Adecuado (9 mg/kg, bajando)	suelo bajo + foliar adecuado	Compensación aún efectiva: el suelo cae pero la planta mantiene nivel; vigilar por el antagonismo con el fósforo alto.
Fósforo	35-95 mg/kg · encima de la referencia	Adecuado, borde superior (0,22 %)	suelo alto + foliar adecuado	La lectura alta de suelo no se traduce en exceso foliar; típico de la extracción en suelos tropicales. No prioritario.

Contraste disponible únicamente para suelo y foliar: este caso no incluye análisis de solución de suelo.

Cada celda trae la lectura, la unidad y el color que ese nutriente tiene en el semáforo de esa matriz; cuando se leyó en varios lotes, la celda muestra el color más restrictivo y el rango de las lecturas que lo tienen. Las celdas en blanco de foliar conservan el texto del informe: ese nutriente no tiene una lectura clasificada en esa matriz.

Suelo y foliar coinciden en el sentido del desbalance catiónico: potasio en ascenso y magnesio cediendo, sobre un fondo de acumulación salina creciente.

08 CONTRASTE ENTRE ANÁLISIS

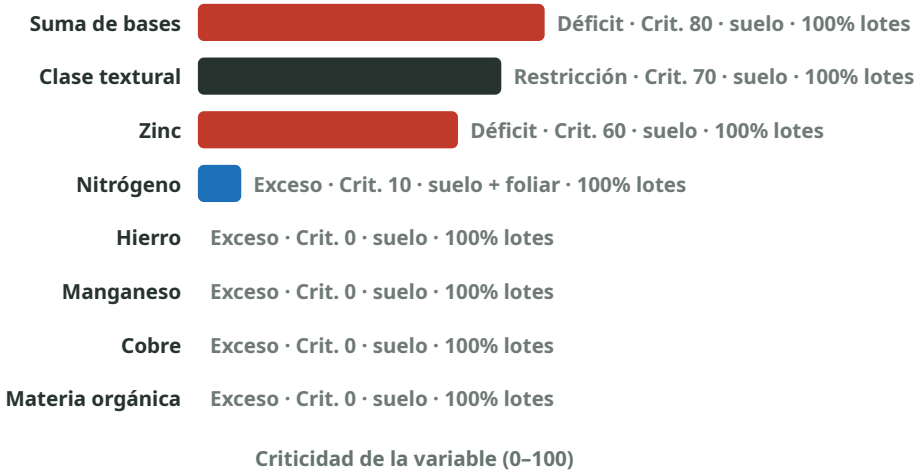
Las matrices de este caso se muestrearon en fechas cercanas (Foliar: 7 oct 2026 · Suelo: 7 oct 2026; 0 días de diferencia), así que se integran directamente para construir la conclusión agronómica. Dentro de cada matriz, las conclusiones se apoyan en la fecha más reciente y las anteriores quedan como contexto histórico.

TEMA	HALLAZGO	INTERPRETACIÓN
Balance potasio-magnesio (suelo y foliar)	En suelo 2026: magnesio 0,85 y potasio 1,25 cmol(+)/kg, relación magnesio/potasio 0,68 (lo deseable es que el magnesio supere al potasio). En foliar: el potasio sube de 2,20 a 3,10 % y el magnesio baja de 0,36 a 0,22 % entre 2024 y 2026.	Suelo y foliar coinciden en el mismo sentido: el potasio desplaza al magnesio. Es el hallazgo más representativo del lote. Confianza media-alta: hay dos matrices concurrentes (0 días de diferencia) que apuntan igual, aunque la relación es moderada y el motor advierte no declarar antagonismo confirmado. El dato que lo cerraría es un nuevo foliar que confirme si el magnesio sigue cayendo.
Acumulación salina y cloruros	La conductividad eléctrica del lote sube campaña tras campaña (lectura de contexto, ver más abajo) y los cloruros foliares suben de 900 a 1500 mg/kg entre 2024 y 2026.	Ambas señales van en el mismo sentido: el lote acumula sales. Confianza media: la conductividad se reportó en una medida (extracto 1:5) que no se pudo ubicar contra la referencia, y los cloruros foliares no tienen rango calibrado para café; sirven para plantear la hipótesis, no para probarla. El dato que la confirmaría es la conductividad del extracto de saturación.

TEMA	HALLAZGO	INTERPRETACIÓN
Zinc suelo vs zinc foliar	El zinc del suelo cae (1,8 → 1,3 → 0,9 mg/kg) y el zinc foliar también (17 → 12 → 9 mg/kg), pero la hoja sigue en rango adecuado.	Las dos matrices caen juntas, lo que da coherencia a la tendencia, pero la planta todavía no expresa deficiencia. Confianza media: el zinc de suelo es lectura orientativa (sin rango calibrado) y el fósforo alto podría estar antagonizándolo. Seguimiento, no corrección.
Fósforo suelo vs fósforo foliar	Fósforo de suelo muy alto y subiendo (35 → 60 → 95 mg/kg Olsen); fósforo foliar en el borde superior del rango (0,18 → 0,22 %).	El suelo marca mucho más fósforo del que la hoja refleja, patrón típico de suelos tropicales donde la extracción sobreestima la disponibilidad real. No es prioridad; sí conviene no seguir aportando fósforo a este lote.

09 RANKING DE RESTRICCIONES

Visión consolidada de restricciones unificadas entre lotes y entre matrices. **Rojo = déficit** · **Azul = exceso** · **Gris = restricción sin lado** (la referencia califica la condición y no separa déficit de exceso: una textura restrictiva, una densidad que limita raíces). El orden es el nivel de criticidad de cada variable, el mismo que ordena las variables críticas: la barra más larga es siempre la primera. Cada matriz aporta su lote más comprometido y, cuando la variable se midió en varias matrices, la barra promedia las matrices con resultado —una matriz, un voto—; la columna «% lotes» dice en cuántos lotes aparece. La lectura debe integrarlas: el foliar habla del comportamiento en la planta y orienta la tendencia de acumulación en el suelo y de los aportes.



Orden consolidado: 1. Suma de bases (déficit) · 2. Clase textural (restricción) · 3. Zinc (déficit) · 4. Nitrógeno (exceso) · 5. Hierro (exceso) · 6. Manganeseo (exceso)

VARIABLE	COMENTARIO TÉCNICO
Suma de bases	Lectura baja contra una referencia general poco específica; el calcio, el magnesio y el potasio individuales están altos. No es deficiencia de bases.
Clase textural	Arcillosa: drenaje y aireación lentos, mucha retención; condiciona el manejo del agua y favorece la acumulación de sales.
Zinc	Lectura orientativa de suelo en descenso; la hoja sigue en rango. Seguimiento, no corrección.

Sin dirección medible en este caso: Acidez Al+H, Arcilla, Arena, Azufre S, B acuoso, Boro B, Calcio Ca, CE extracto 1:5, Cloruros como Cl, Cobre Cu, Fósforo P, Hierro Fe, Limo, Magnesio Mg, Manganeseo Mn, Potasio K, Relación (Ca+Mg)/K, Relación Ca/K, Relación Ca/Mg, Relación Mg/K, Sodio Na, Suma bases, Zinc Zn. Quedan en el semáforo y en el anexo, fuera del ranking: no hay un límite del que se alejen.

El análisis de suelo reporta exceso de Fósforo (Lote 3). No se prioriza: los suelos tropicales de América tienen baja disponibilidad de fósforo y de zinc, así que una lectura alta en suelo suele responder al método de extracción y no a un exceso disponible para la planta. Se sugiere análisis foliar para determinar si el exceso se refleja en la hoja antes de tomar cualquier decisión de manejo.

La corrección prioritaria es el balance magnesio/potasio y frenar la acumulación salina; el fósforo y el zinc del suelo no encabezan el manejo.

10 VARIABLES CRÍTICAS Y PRIORITARIAS DE INTERVENCIÓN

Variables más críticas (criticidad 0–100: 0 = sin limitación, 100 = altamente limitante):

Zinc · 10

Suma de bases intercambiables

Clase textural

VARIABLE	LOTES AFECTADOS · VALOR	ÓPTIMO	CRITICIDAD	INTERPRETACIÓN	PROCESO SUGERIDO
Zinc Suelo · riesgo	0.9 Lote 3 mg/kg	1–2	10	El zinc del suelo bajó a 0,9 mg/kg en 2026 tras 1,8 (2024) y 1,3 (2025). Es una lectura orientativa (no hay rango primario calibrado colombiano de micronutrientes de suelo para café), así que se presenta como contexto, no como deficiencia establecida. El zinc foliar acompaña la caída (17 → 12 → 9 mg/kg) pero sigue dentro del rango adecuado, por lo que hoy no hay expresión de deficiencia en la planta.	Dar seguimiento al zinc en el próximo muestreo de suelo y foliar antes de cualquier corrección; confirmar con la hoja si la tendencia se sostiene.
Suma de bases intercambiables Suelo · riesgo	6.01 Lote 3 6.28 Lote 3 6.3 Lote 3 cmol(+)/kg	—	—	La suma de bases intercambiables de 2024 (6,01 cmol(+)/kg) se lee contra una referencia general colombiana que la ubica en el rango bajo, pese a que el calcio, el magnesio y el potasio individuales de ese mismo año están altos. Es un artefacto de la referencia general, no una carencia de bases.	Interpretarla junto con los contenidos individuales de calcio, magnesio y potasio y la CICE calculada del mismo año; no usarla para encalado ni aporte de bases.
Clase textural Suelo · riesgo	Arcillosa Lote 3 · Lote 3 · Lote 3	—	—	Suelo de clase arcillosa (42 % de arcilla), constante en las tres campañas. Propiedad física, no deficiencia: mucha retención de agua y nutrientes, pero drenaje y aireación lentos, lo que favorece que las sales y las bases aplicadas se acumulen.	Aportes al suelo moderados y fraccionados frente a las lluvias, cuidar drenaje y aireación.

La selección de fuente, producto, dosis, frecuencia y momento debe ser definida y aprobada por el profesional responsable.

11 ZONAS DE MANEJO SUGERIDAS

Agrupación de lotes con condición edáfica estadísticamente similar; clasificación operativa para priorizar manejo, no prueba de igualdad estadística.

El Retiro

ZONA 2

Lote 3 (Café)

Arcillosa • MO 6% • CICE 6.52

■ Zona 1: Alta restricción ■ Zona 2: Restricción intermedia ■ Zona 3: Mejor condición relativa

Segmentación operativa de un único lote (Lote 3): suelo arcilloso con acumulación salina y de bases, manejado como un perfil propio dentro del predio.

12 PRIORIDADES Y CONCLUSIÓN INTEGRADA

1

P1 CORRECCIÓN CRÍTICA

1

P2 MANEJO PREVENTIVO

1

P3 SEGUIMIENTO

P1 Reequilibrar magnesio y potasio

Objetivo: Frenar el desplazamiento del magnesio por el potasio antes de que la hoja caiga, corrigiendo el balance de cationes del complejo de cambio.

Evidencia: Relación magnesio/potasio del suelo 0,68 en 2026; potasio foliar 3,10 % (sobre rango) y magnesio foliar 0,22 % (bajando desde 0,36 %).

Lotes o zonas: Lote 3

Validación requerida: Confirmar con un nuevo foliar si el magnesio sigue cayendo y revisar el plan de fertilización potásica del lote.

P2 Confirmar y frenar la acumulación salina

Objetivo: Evitar que la salinidad siga subiendo en un suelo arcilloso de drenaje lento que la retiene.

Evidencia: Conductividad del lote en ascenso 2024-2026 y cloruros foliares de 900 a 1500 mg/kg; suelo arcilloso de drenaje lento.

Lotes o zonas: Lote 3

Validación requerida: Medir conductividad en extracto de saturación y confirmar el régimen hídrico (con riego o sin riego).

P3 Seguimiento de zinc y boro

Objetivo: Vigilar micronutrientes con tendencia antes de intervenir.

Evidencia: Zinc de suelo 0,9 mg/kg y foliar 9 mg/kg (ambos bajando pero la hoja en rango); boro foliar 60 mg/kg sobre el borde; fósforo de suelo 95 mg/kg.

Lotes o zonas: Lote 3

Validación requerida: Confirmar tendencias en el siguiente muestreo foliar y de suelo antes de cualquier aporte de micronutrientes.

La selección de fuente, producto, dosis, frecuencia y momento debe ser definida y aprobada por el profesional responsable.

Conclusiones clave

- Desbalance catiónico emergente: el potasio sube en suelo y en hoja mientras el magnesio foliar cae de 0,36 a 0,22 %, con una relación magnesio/potasio del suelo estrecha (0,68); es el hallazgo central del lote, por encima de cualquier deficiencia.
- Acumulación salina en ascenso: la conductividad eléctrica del Lote 3 sube de forma sostenida entre 2024 y 2026 y los cloruros foliares acompañan, señal de que el lote está reteniendo sales que conviene confirmar y frenar.
- Suelo rico en bases, sin acidez: calcio, magnesio y potasio altos, aluminio y saturación de aluminio óptimos; el complejo de cambio no limita por acidez, al contrario, sobra base.
- Fósforo del suelo alto no es prioridad: la lectura alta de fósforo en un suelo tropical suele responder al método de extracción; el fósforo foliar está en rango, así que no encabeza el manejo.
- Estado reciente favorable con señales a vigilar: el nitrógeno foliar ya se normalizó y los micronutrientes están en rango, pero el zinc (suelo y hoja) y el boro foliar marcan tendencias que piden seguimiento.

CONCLUSIÓN INTEGRADA

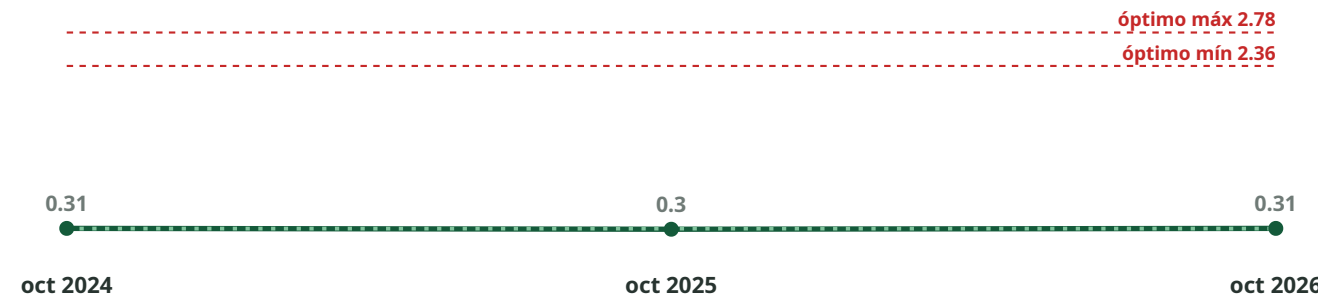
El Lote 3 no presenta hoy una deficiencia clásica ni un problema de acidez: es un suelo arcilloso rico en bases con una trayectoria de acumulación. El hallazgo que gobierna el manejo es el desbalance magnesio/potasio, con potasio en ascenso en suelo y hoja y magnesio foliar cediendo, sobre un fondo de conductividad eléctrica y cloruros foliares crecientes. La prioridad no es agregar bases sino reequilibrar el complejo y frenar la acumulación salina, confirmando antes la salinidad con una medida en extracto de saturación. El fósforo y el zinc del suelo no encabezan el manejo. Se asumió cultivo sin riego por no declararse el régimen hídrico; las aplicaciones se plantean al suelo frente a las lluvias y toda dosis queda para el balance nutricional del consultor.

13 COMPARATIVO HISTÓRICO — ANÁLISIS DE SUELO

Cada punto es la lectura del laboratorio para ese lote en esa fecha.. Histórico de 3 campañas (oct 2024 → oct 2026).

Nitrógeno (N)

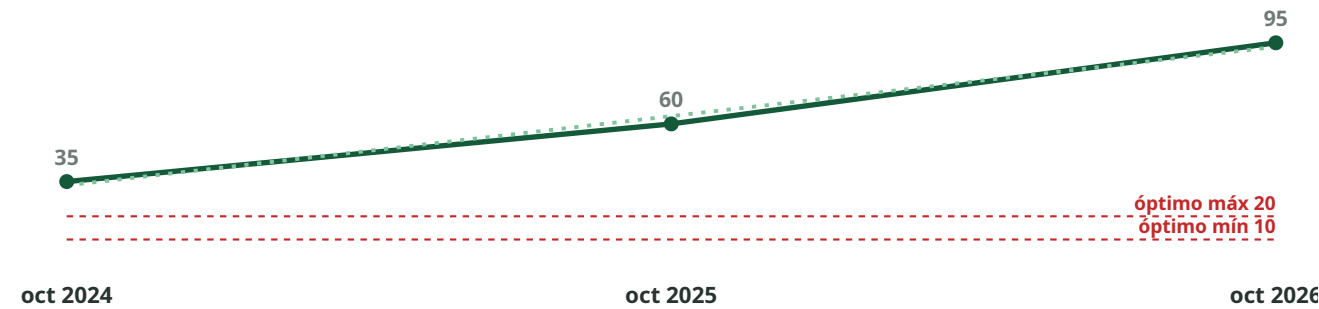
Nitrógeno total (combustión seca) — Lote 3 · 0-20 cm (%)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgrallO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Foliar · Nitrógeno foliar. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 Antecedente repetido: el desvío del último muestreo ya aparecía en muestreos anteriores, así que se mantiene la observación de la tendencia histórica.

Fósforo (P)

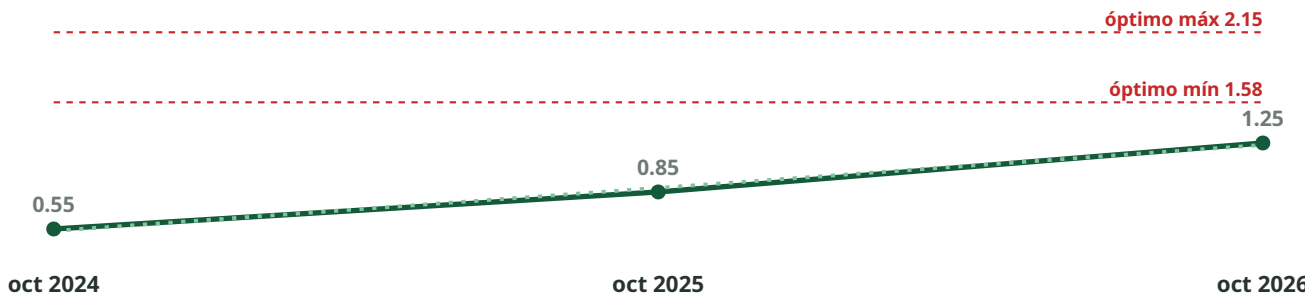
P disponible Olsen — Lote 3 · 0-20 cm (mg/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgrallO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Suelo · Fósforo disponible. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 Antecedente repetido: el desvío del último muestreo ya aparecía en muestreos anteriores, así que se mantiene la observación de la tendencia histórica.

Potasio (K)

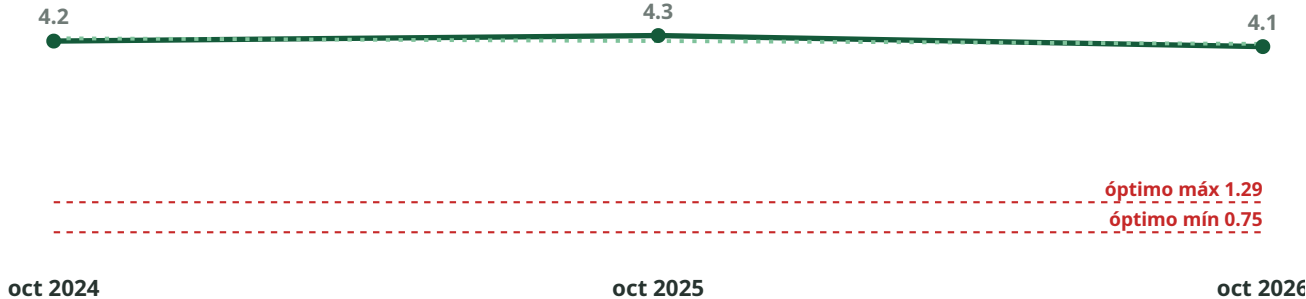
Potasio intercambiable — Lote 3 · 0-20 cm (cmol(+)/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgralIO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Foliar · Potasio foliar. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 Antecedente repetido: el desvío del último muestreo ya aparecía en muestreos anteriores, así que se mantiene la observación de la tendencia histórica.

Calcio (Ca)

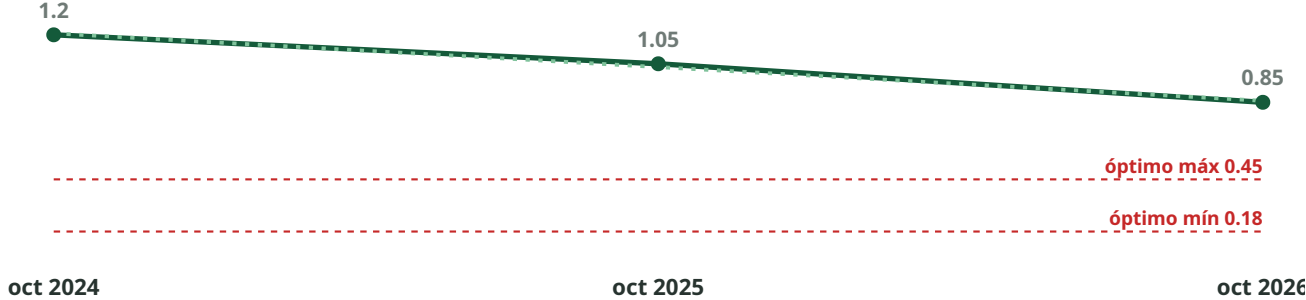
Calcio intercambiable — Lote 3 · 0-20 cm (cmol(+)/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgralIO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Foliar · Calcio foliar. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 Antecedente repetido: el desvío del último muestreo ya aparecía en muestreos anteriores, así que se mantiene la observación de la tendencia histórica.

Magnesio (Mg)

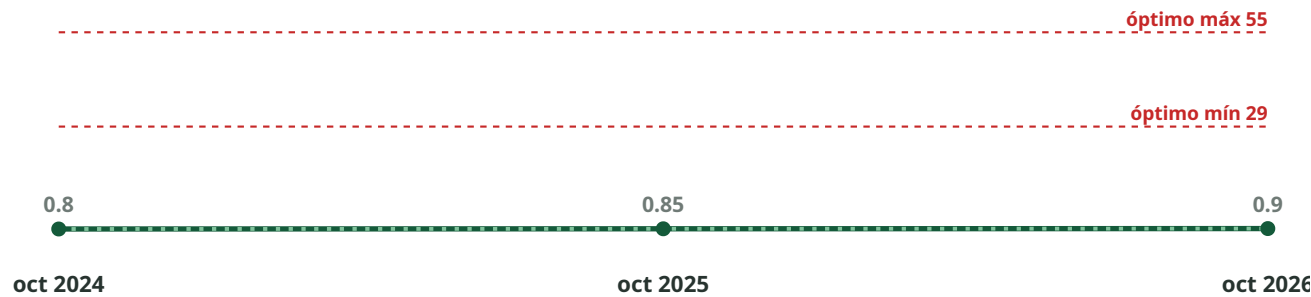
Magnesio intercambiable — Lote 3 · 0-20 cm (cmol(+)/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgralIO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Foliar · Magnesio foliar. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 Antecedente repetido: el desvío del último muestreo ya aparecía en muestreos anteriores, así que se mantiene la observación de la tendencia histórica.

Boro (B)

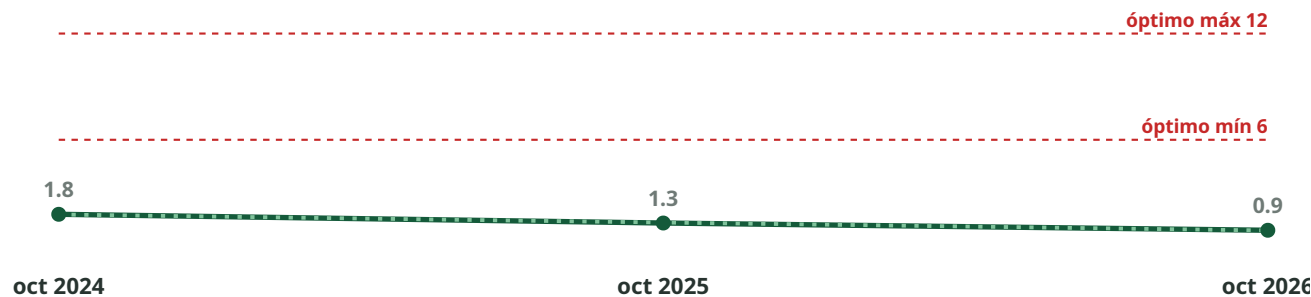
B extraíble acuoso — Lote 3 · 0-20 cm (mg/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgralIO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Foliar · Boro foliar. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 Antecedente repetido: el desvío del último muestreo ya aparecía en muestreos anteriores, así que se mantiene la observación de la tendencia histórica.

Zinc (Zn)

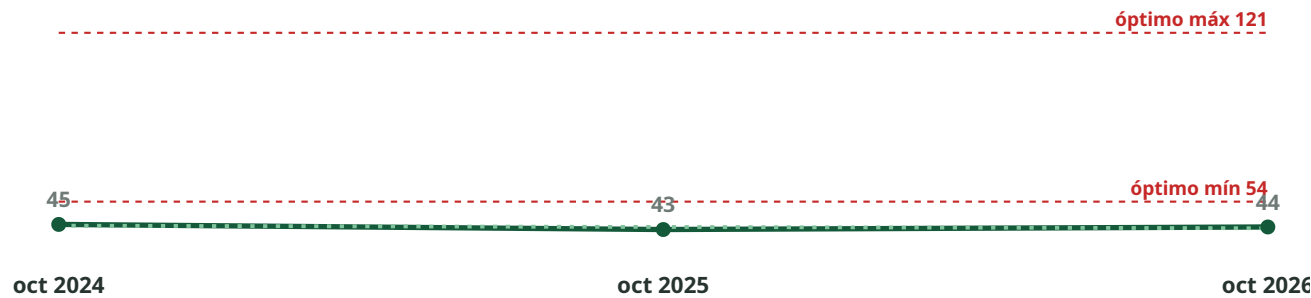
Zinc — Lote 3 · 0-20 cm (mg/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgralIO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Foliar · Zinc foliar. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 Desviación nueva: los muestreos anteriores estaban en rango y el último sale del rango; conviene verificarlo en el próximo muestreo antes de leerlo como una condición establecida.

Hierro (Fe)

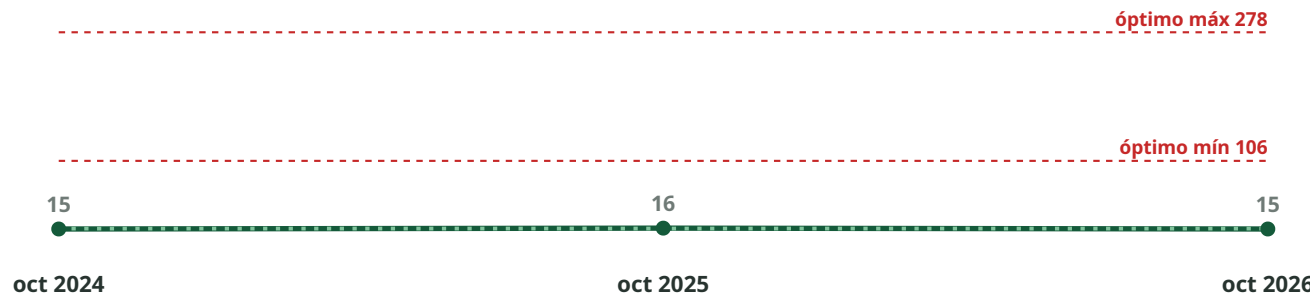
Hierro — Lote 3 · 0-20 cm (mg/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgralIO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Foliar · Hierro. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 Antecedente repetido: el desvío del último muestreo ya aparecía en muestreos anteriores, así que se mantiene la observación de la tendencia histórica.

Manganeso (Mn)

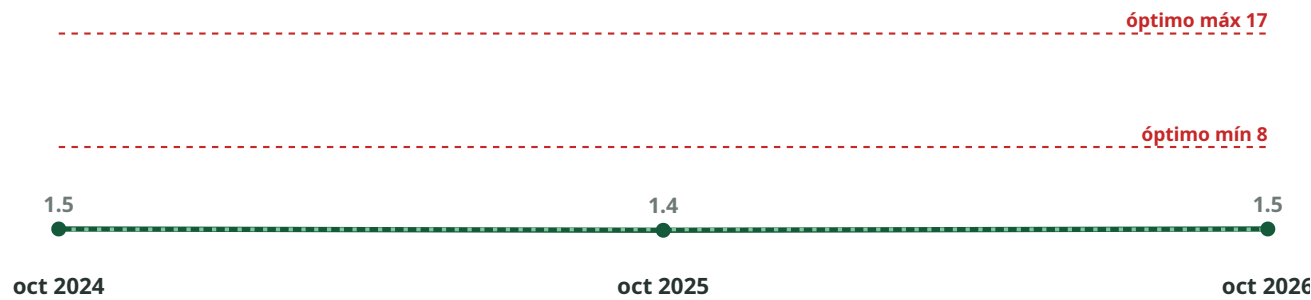
Manganeso — Lote 3 · 0-20 cm (mg/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgralIO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Foliar · Manganeso. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 Antecedente repetido: el desvío del último muestreo ya aparecía en muestreos anteriores, así que se mantiene la observación de la tendencia histórica.

Cobre (Cu)

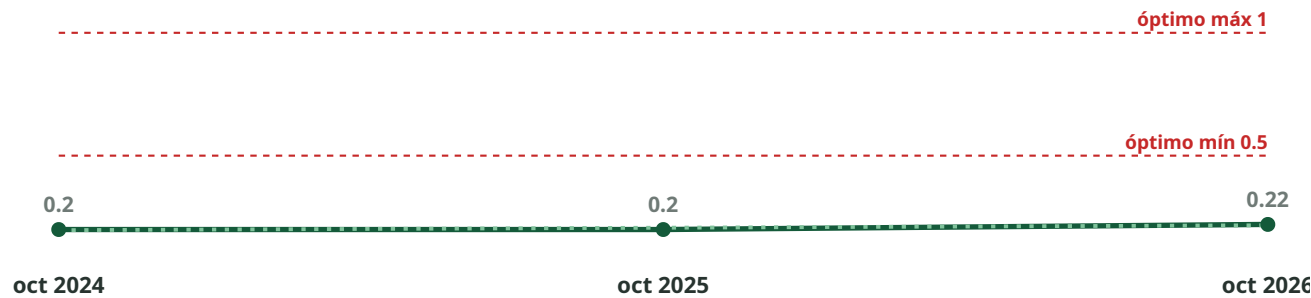
Cobre — Lote 3 · 0-20 cm (mg/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgralIO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Foliar · Cobre. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 Antecedente repetido: el desvío del último muestreo ya aparecía en muestreos anteriores, así que se mantiene la observación de la tendencia histórica.

Aluminio (Al)

Aluminio intercambiable — Lote 3 · 0-20 cm (cmol(+)/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Motor científico AgralIO · v1.0 · Producción · KCl 1 M. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 Antecedente repetido: el desvío del último muestreo ya aparecía en muestreos anteriores, así que se mantiene la observación de la tendencia histórica.

pH

pH en agua — Lote 3 · 0-20 cm (adimensional)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Matriz de rangos AgralIO · vcafe_v1_0@1.0 · cafe_arabica · Suelo · pH en agua. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3

CICE calculada

CICE — Lote 3 · 0-20 cm (cmol(+)/kg)



Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Motor científico AgralIO · v1.0 · Producción · CICE = Ca + Mg + K + Na + Al. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 Antecedente repetido: el desvío del último muestreo ya aparecía en muestreos anteriores, así que se mantiene la observación de la tendencia histórica.

Saturación de Al

Saturación de Al — Lote 3 · 0-20 cm (%)



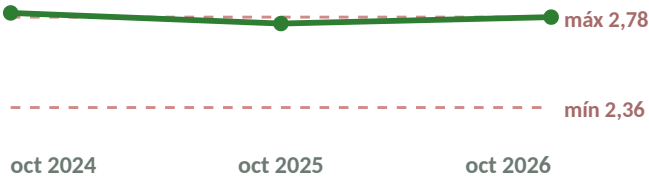
Línea verde continua = valores observados; línea verde clara punteada = tendencia (regresión lineal simple sobre 3 o más fechas). Umbrales: Motor científico AgralIO · v1.0 · Producción · Al / CICE × 100. Línea roja discontinua = umbral del rango. n=3 Antecedente repetido: el desvío del último muestreo ya aparecía en muestreos anteriores, así que se mantiene la observación de la tendencia histórica.

14 COMPARATIVO HISTÓRICO — ANÁLISIS FOLIAR

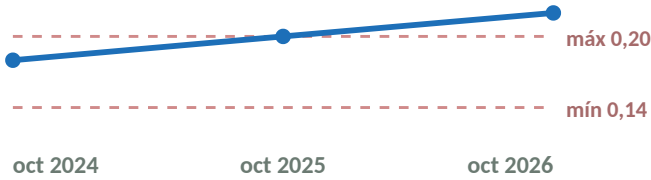
Lote 3 • Zona 2

oct 2024 - oct 2026 • 3 campañas • 13 variables • ● En rango • ● Exceso

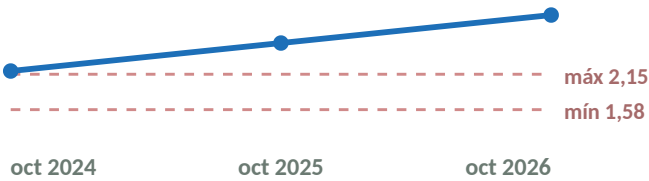
Nitrógeno foliar 2,78 %



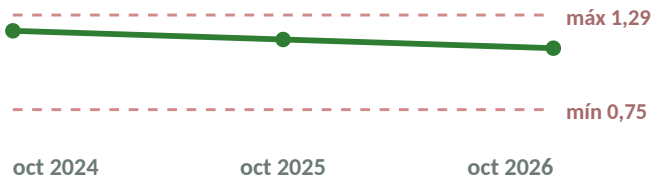
Fósforo P 0,22 %



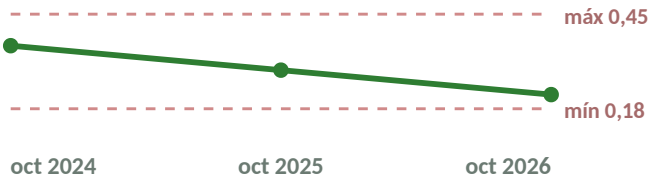
Potasio K 3,10 %



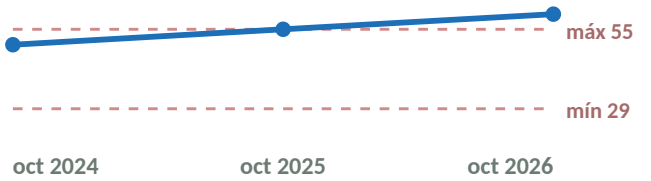
Calcio Ca 1,10 %



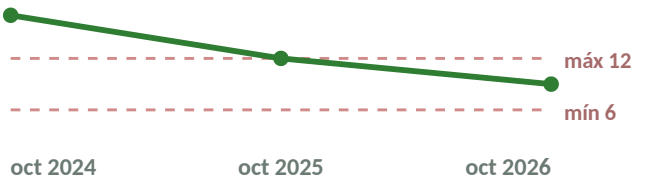
Magnesio Mg 0,22 %



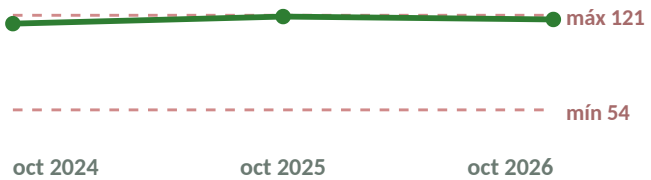
Boro B 60 mg/kg



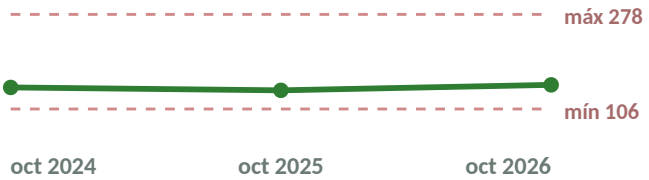
Zinc Zn 9 mg/kg



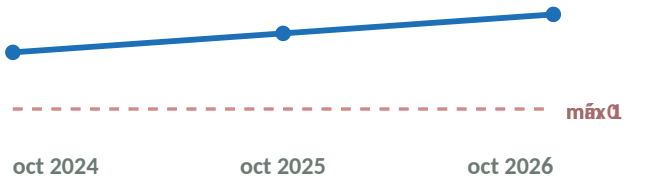
Hierro Fe 118 mg/kg



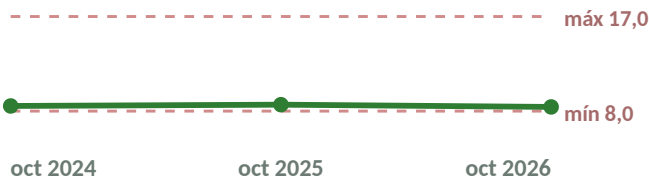
Manganeso Mn 150 mg/kg



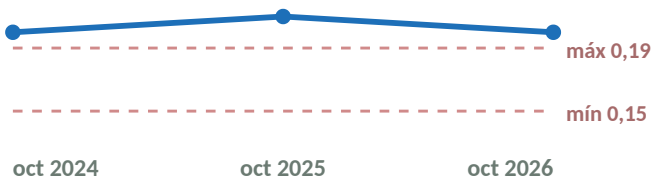
Cloruros como Cl 1500 mg/kg



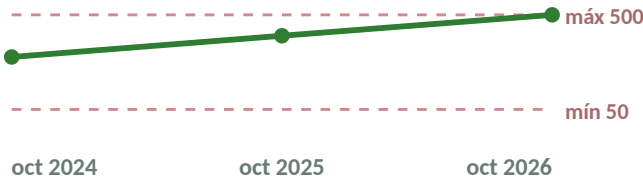
Cobre Cu 8,4 mg/kg



Azufre S 0,20 %



Sodio Na 500 mg/kg



Cada mini-gráfico es la evolución de esa variable en este lote; las líneas punteadas son el umbral mínimo y el máximo de su rango de referencia, y el color dice si la última campaña quedó por debajo, dentro o por encima. Umbrales: Motor científico AgralIO · v1.0 · Producción · Combustión Dumas. Normalización reciente en Nitrógeno foliar, Zinc Zn. «Normalización reciente» marca las lecturas que venían fuera de rango y que en el último muestreo entran en rango: el histórico queda como antecedente y no como problema actual, puede corresponder a una respuesta favorable a los aportes o ajustes recientes — sin afirmarlo como causa demostrada — y conviene confirmar en el próximo muestreo que se mantiene. Antecedente repetido en Potasio K, Cloruros como Cl, Azufre S. «Antecedente repetido» marca las lecturas cuyo desvío actual ya aparecía en muestreos anteriores, así que la observación de la tendencia histórica se mantiene. Desviación nueva en Fósforo P, Boro B. «Desviación nueva» marca las lecturas que estaban en rango y salen del rango en el último muestreo: conviene verificarlas en el próximo muestreo antes de leerlas como una condición establecida.

LECTURA TÉCNICA

- El potasio foliar sube de 2,20 a 3,10 % y el magnesio foliar baja de 0,36 a 0,22 % entre 2024 y 2026: el desbalance es la señal dominante.
- El nitrógeno foliar se normalizó tras 2024 y los micronutrientes se mantienen en rango.
- El zinc (suelo y hoja) y el boro foliar marcan tendencias que piden seguimiento, sin ser hoy limitantes.

ANEXOS TÉCNICOS

Soporte metodológico y bases completas del informe.

A1 ADVERTENCIAS METODOLÓGICAS

- No se declaró si el cultivo tiene riego; por eso el análisis se hizo para un cultivo SIN RIEGO (solo lluvia). Si el cultivo tiene riego o fertirriego, la lectura y las recomendaciones deben recalcularse.
- pH en agua (suelo): la unidad reportada no permite compararla con la referencia; queda sin calificar.
- CE extracto 1:5 (suelo), Acidez Al+H (suelo), B extraíble acuoso (suelo), Suma bases disponibles (suelo), Fósforo P (foliar), Potasio K (foliar), Calcio Ca (foliar), Magnesio Mg (foliar) y 8 más: la determinación no corresponde a ninguna variable conocida por AgrallIO; se transcribe sin interpretar.

A2 BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE RANGOS

- Matriz de rangos AgrallIO — Café (Coffea arabica), paquete cafe v1.0.
- Referencia general de fertilidad de suelos de Colombia (lecturas aproximadas para variables sin rango calibrado del cultivo).
- Cenicafe — criterios de interpretación de análisis de suelo y foliar para café.

Comparativo entre grupos

Todos los grupos comparten el cultivo, así que los valores absolutos son comparables entre sí. Cada celda es el promedio de los lotes del grupo; la lectura por lote está en el informe de cada grupo.

GRUPO	PH	CICE	SAT. AL (%)	CA	PRINCIPAL RESTRICCIÓN
El Retiro — Lote 1 (franca, en recuperación)	5,45	5,51	6,4	3,80	Acidez
El Retiro — Lote 2 (franco-arenosa, acidificándose)	4,65	4,00	43,8	1,65	Suma de bases
El Retiro — Lote 3 (arcillosa, acumulación salina y de fósforo)	5,40	6,52	3,4	4,10	Suma de bases

Conclusión general del cliente

Síntesis de la conclusión central de cada grupo. Cada una proviene del análisis independiente de ese grupo y debe leerse junto a sus prioridades.

EL RETIRO — LOTE 1 (FRANCA, EN RECUPERACIÓN) · CAFÉ

El Lote 1 pasó de una acidez severa con aluminio alto y bases muy bajas en 2024 a una condición recuperada en 2026; el manejo debe consolidar las bases y evitar que la acumulación foliar incipiente se vuelva un nuevo desbalance.

EL RETIRO — LOTE 2 (FRANCO-ARENOSA, ACIDIFICÁNDOSE) · CAFÉ

El Lote 2 pasó de una buena condición en 2024 a un suelo que se está acidificando y perdiendo bases en 2026; la prioridad es frenar y revertir la acidez de intercambio y reponer bases, acompañando con seguimiento del nitrógeno, con aplicaciones al suelo planificadas frente al régimen de lluvias.

EL RETIRO — LOTE 3 (ARCILLOSA, ACUMULACIÓN SALINA Y DE FÓSFORO) · CAFÉ

El Lote 3 no tiene hoy una deficiencia clásica: tiene un desbalance por acumulación (potasio y sales en ascenso, magnesio cediendo) propio de un suelo arcilloso que retiene lo que se le aporta. La prioridad es reequilibrar el complejo de cambio y frenar la acumulación, no agregar más bases.

Anexo general. Organización del análisis

Cómo se dividió el caso antes de analizarlo y por qué. La división fue propuesta por AgrallIO y aprobada por el profesional responsable; cada grupo se analizó de forma independiente, sin promediar datos entre grupos.

Criterio de división: grupos definidos por el consultor · **Confianza declarada:** alta

Propongo un informe por lote (tres grupos): mismo cultivo y finca, pero los tres lotes tienen textura y evolución de fertilidad muy distintas y promediarlos escondería la acidez del Lote 2 y la acumulación salina del Lote 3.

- Un solo cultivo (café) y una sola finca (El Retiro), pero los tres lotes tienen texturas distintas (Lote 1 franca, Lote 2 franco-arenosa, Lote 3 arcillosa) y trayectorias de fertilidad opuestas entre 2024 y 2026.
- El Lote 1 viene mejorando (sube el pH, bajan el aluminio y la acidez, suben las bases); el Lote 2 se está acidificando (baja el pH a 4,65, sube el aluminio a 1,75, caen las bases); el Lote 3 muestra acumulación salina y de fósforo muy marcada (conductividad y fósforo disponible muy altos, potasio en ascenso).
- Con solo tres lotes de comportamiento tan dispar, promediarlos diluiría cada señal y ocultaría la acidez del Lote 2 y la acumulación del Lote 3; la interpretación nutricional debe ser por lote para poder priorizar el manejo correcto en cada uno.

#	GRUPO	PREDIO	CULTIVO	LOTES	VARIABILIDAD	¿POR QUÉ ESTÁN JUNTOS?
01	El Retiro — Lote 1 (franca, en recuperación)	El Retiro	Café	1	baja	Suelo franco con tendencia favorable 2024-2026: el pH sube de 4,65 a 5,45, el aluminio y la acidez de intercambio bajan y las bases y el fósforo suben. Trayectoria de recuperación distinta a los otros dos lotes.
02	El Retiro — Lote 2 (franco-arenosa, acidificándose)	El Retiro	Café	1	baja	Suelo franco-arenoso con tendencia desfavorable: partió bien en 2024 (pH 5,45, aluminio bajo) y en 2026 cae a pH 4,65 con aluminio de cambio en 1,75 y caída de bases. Es el lote con riesgo de acidez creciente.
03	El Retiro — Lote 3 (arcillosa, acumulación salina y de fósforo)	El Retiro	Café	1	baja	Suelo arcilloso con conductividad eléctrica y fósforo disponible muy altos y en ascenso, además de potasio subiendo. Patrón de acumulación salina y de nutrientes propio, incompatible con el promedio de los otros dos lotes.

Firma del profesional responsable — revision-google-play@agralio.com

Este informe corresponde a una interpretación técnica preliminar generada a partir de la información suministrada. Las conclusiones, correlaciones, prioridades, gráficas y sugeridos agronómicos deben ser revisados, ajustados y aprobados por el consultor responsable antes de su implementación en campo. Las correlaciones estadísticas son exploratorias y no implican causalidad.