



Caracterización de suelos para el cultivo de lima Tahití (*Citrus x latifolia* Tanaka) en Caquetá, Colombia

Soil characterization for Tahiti lime (*Citrus x latifolia* Tanaka)
cultivation in Caquetá, Colombia

Wilfre Lean Torres-Naranjo¹

Wilson Rodríguez-Pérez^{2*}

Diana María Sánchez³

Yaneth Rodríguez⁴



DOI: 10.19053/uptc.01228420.v22.n2.2025.20402

RESUMEN: El mercado de la lima Tahití, en crecimiento continuo, obliga a buscar nuevas zonas productoras en Colombia para satisfacer la demanda mundial de este cítrico. Sin embargo, no existen cultivos comerciales de este cítrico en la Amazonia colombiana. En consecuencia, este estudio caracteriza los suelos de la zona centro-oriente del municipio de San Vicente del Caguán (Caquetá), que durante años fueron utilizados para la ganadería, como criterio para evaluar su posible uso en la producción de lima Tahití. Los resultados muestran alta compactación de suelos; son suelos no salinos y presentan textura franco-arcillosa-arenosa y franco-arenosa, principalmente; pH fuertemente ácido, alta acidez intercambiable, bajo contenido de materia orgánica, P disponible, bases totales y elementos menores salvo Fe. Por lo anterior, es necesario implementar un plan de fertilización y encalado adecuado al establecer el cultivo. Entre las condiciones climáticas de la zona, la alta precipitación es el factor determinante para la implementación del cultivo, dada la posibilidad de presentar problemas fitosanitarios y/o encharcamientos del terreno. Se requieren otros estudios sobre el cultivo de lima Tahití en la Amazonia colombiana para aumentar la oferta de este cítrico mediante el establecimiento de cultivos comerciales en esta región y en un mercado de crecimiento continuo.

PALABRAS CLAVE: Amazonia colombiana, análisis de suelos, cítricos, baja fertilidad.

ABSTRACT: The Tahiti lime market, in continuous growth, requires identifying new producing areas in Colombia to satisfy the world demand for this citrus fruit. However, there are no commercial crops of this citrus in the Colombian Amazon. Consequently, this study characterized the soils of the central-eastern zone of the municipality of San Vicente del Caguán (Caquetá), which for years were used for livestock farming, as a criterion to evaluate their potential use for Tahiti lime production. The results show high soil compaction; they are non-saline soils and present textures franco-arcillosa-arenosa and franco-arenosa, mainly; pH strongly acidic, high exchangeable acidity, low organic matter content, available P, total bases and trace elements except Fe. Therefore, it is necessary to implement an appropriate fertilization and liming plan when establishing the crop. Among the climatic conditions of the area, high rainfall is the determinant factor for the implementation of the crop, given the possibility of phytosanitary problems and/or soil waterlogging. Further studies on Tahiti lime cultivation in the Colombian Amazon are required to increase the supply of this citrus by establishing commercial crops in this region and in a market with ongoing growth.

KEYWORDS: Colombian Amazon, soil analysis, citrus, low fertility.

FECHA DE RADICACIÓN: 11 de noviembre de 2025 **FECHA DE ACEPTACIÓN:** 01 de diciembre de 2025 **FECHA DE PUBLICACIÓN:** 11 de diciembre de 2025

¹ Universidad de la Amazonia , Programa de Química, Florencia, Colombia

² Universidad de la Amazonia , Programa de Química, Grupo de Investigación en Biotecnología y Control de Calidad de Alimentos, Florencia, Colombia

³ Universidad de la Amazonia , Programa de Ingeniería Agroecológica, Florencia, Colombia

⁴ Universidad Nacional de Colombia , Facultad de Ciencias Agrarias, Bogotá, Colombia

* Autor de correspondencia. w.rodriguez@udla.edu.co

INTRODUCCIÓN

La producción anual de lima Tahití fue de 23,6 millones toneladas en 2023; India es el mayor productor, con el 16% y Colombia ocupa el décimo lugar, con el 2,3% de la producción mundial (Atlas Big, 2025). Los principales departamentos productores de lima Tahití en Colombia son Atlántico, Tolima, Nariño, Santander y Valle del Cauca, sin registrarse cultivos a nivel comercial en la Amazonia colombiana (Orjuela, 2020). El incremento de la producción mundial de lima Tahití se debe a sus excelentes propiedades farmacéuticas, cosméticas y culinarias (Klimek-Szczykutowicz et al., 2020; Arias-García et al., 2023).

La lima Tahití se presenta como una alternativa de reconversión productiva para las comunidades de la Amazonia colombiana afectadas por la violencia a causa de los cultivos ilícitos (Otero-Bahamón et al., 2025), además de su tolerancia a distintas condiciones agroclimáticas para su cultivo (Orjuela 2020). Cabe señalar que Caquetá presenta potencial para actividades agrícolas; sin embargo, los datos citados en planes de desarrollo regional señalan que solo una fracción de la superficie está destinada a cultivos comerciales (0,14% están dedicadas a cultivos de café, caucho y caña panelera principalmente) (Gobernación del Caquetá, 2024). Lo que subraya la necesidad de estudiar las propiedades físicas y químicas de los suelos de la región y evaluar su potencial uso para cultivos como la lima Tahití.

En cuanto a las condiciones climáticas, se ha encontrado que la lima Tahití como otros cítricos requieren temperaturas entre 24-34 °C, altitud desde 0 hasta 1.600 msnm, precipitación inferior a 900 mm año⁻¹, humedad relativa menor al 65%, textura franco arenosa, nivel freático superior 3 m y pendiente del terreno menor al 12%. El suelo puede presentar condiciones muy diversas, desde pedregosos, muy pobres, hasta arcillosos y pesados (Agusti Fonfria et al., 2022). Murcia et al. (2020) reportan, para el trópico seco: suelos arenosos y poco fértiles, contenido de arcillas menor al 50%, elevación mayor a 335 msnm, adaptación a suelos ácidos y alcalinos, y presencia de los órdenes Entisoles, Inceptisoles (Atlántico), Molisoles y Andisoles (Nariño), con densidad aparente menor a 1,6 g cm⁻³ y saturación de bases cercana al 70% en suelos ácidos (pH del suelo de 6,5) (Asohofrucol, 2020).

De acuerdo con DANE (2015) e ICA (2012), en condiciones tropicales el factor climático más importante para los cultivos de cítricos como la lima Tahití es la precipitación, seguida de la radiación solar, la temperatura, la humedad relativa y la velocidad del viento. En conjunto, estos factores condicionan la fenología de los árboles y las prácticas de manejo, como riego, fertilización, podas y control fitosanitario. En Colombia, los cítricos se cultivan desde el nivel del mar hasta los 2.100 m de altitud; sin embargo, el rendimiento óptimo suele observarse entre 1.500 y 1.600 msnm, con temperaturas entre 18 y 30 °C. Por otro lado, para las regiones tropicales el principal determinante

de la floración es el estrés hídrico (temporada de sequía). En climas con lluvias monomodales, ocurre una floración principal al año; en climas bimodales, dos picos de floración, con posibles floraciones menores según las condiciones climáticas, lo que suele mantener una producción permanente en gran parte del año. Las precipitaciones adecuadas para cítricos se sitúan entre 900 y 1.200 mm anuales, y una luminosidad superior a 1.900 h de sol por año. Se estima que la demanda hídrica de los cítricos varía entre 1.000 y 1.563 mm distribuidos durante el año (Orduz-Rodríguez & Mateus Cagua, 2012). El mal drenaje o encharcamiento es una limitante crítica, por lo que se debe considerar al momento de seleccionar el lote para su establecimiento (Ochoa et al., 2012).

En este contexto, la comunidad de San Vicente del Caguán, segundo municipio por área (19,65% del área total) del Caquetá, ha considerado la lima Tahití como estrategia de reconversión productiva desde la ganadería extensiva, de más de 50 años de tradición, como parte de las estrategias del Acuerdo de Paz en Colombia de 2016 (Georgi, 2023). No obstante, se desconoce el estado actual de los suelos utilizados en ganadería en relación con la siembra de lima Tahití. Por ello, el objetivo de este estudio fue caracterizar las propiedades físicas y químicas de los suelos en San Vicente del Caguán, realizar un inventario de sus características fisicoquímicas, identificar las limitaciones y fundamentar un plan de manejo de fertilidad e insumos para proponer un sistema productivo en la Amazonia colombiana y mejorar el equilibrio entre los componentes social, económico y ambiental de la comunidad (Franco-Valderrama et al., 2022).

MATERIALES Y MÉTODOS

El municipio de San Vicente del Caguán presenta predominio de paisaje de lomerío (77%), seguido de montaña estructural, piedemonte aluvial y valle aluvial. La altitud media es 284 msnm y la precipitación media anual se distribuye en 10 meses, con baja precipitación entre enero y febrero. Según Holdrige, se destacan distintas zonas de vida: Bosque Tropical Húmedo ($T > 24$ °C; HR 98-100%; precipitación 2.000-3.500 mm año⁻¹); Bosque Húmedo Premontano ($T 18-24$ °C; precipitación 1.000-2.000 mm año⁻¹); y Bosque muy Húmedo Montano Bajo ($T 12-18$ °C; precipitación 2.000-4.000 mm año⁻¹). Predominan suelos de los órdenes Inceptisoles y Entisoles en el piedemonte y Ultisoles y Oxisoles hacia la cuenca del río Caquetá (IGAC, 2014). El brillo solar es de 1.508 h año⁻¹ y la velocidad media del viento es 1,3 m s⁻¹ (Gutiérrez et al., 2019). El uso de los suelos bajo estudio ha sido ganadería durante 50 años.

El estudio incluyó 120 muestras compuesta de suelo, provenientes de igual número de fincas de 26 veredas del municipio, lo que representa alrededor del 9% según el Plan de Desarrollo Municipal (Concejo Municipal San Vicente

del Caguán, 2024) (Figura 1). El muestreo se llevó a cabo entre las veredas Los Pozos y Cristalina, en la zona centro-oriental del municipio, dominada por lomeríos. En cada finca se seleccionó un área de 1,25 ha para la obtención de la muestra de suelo. La muestra se compuso de 15 submuestras extraídas de 0 a 30 cm de profundidad, mediante barreno y siguiendo una trayectoria en zig-zag en tres recorridos (de norte a sur, de oriente a occidente y en diagonal) para cubrir el área propuesta (IGAC, 2006). El muestreo fue realizado en marzo 2021.

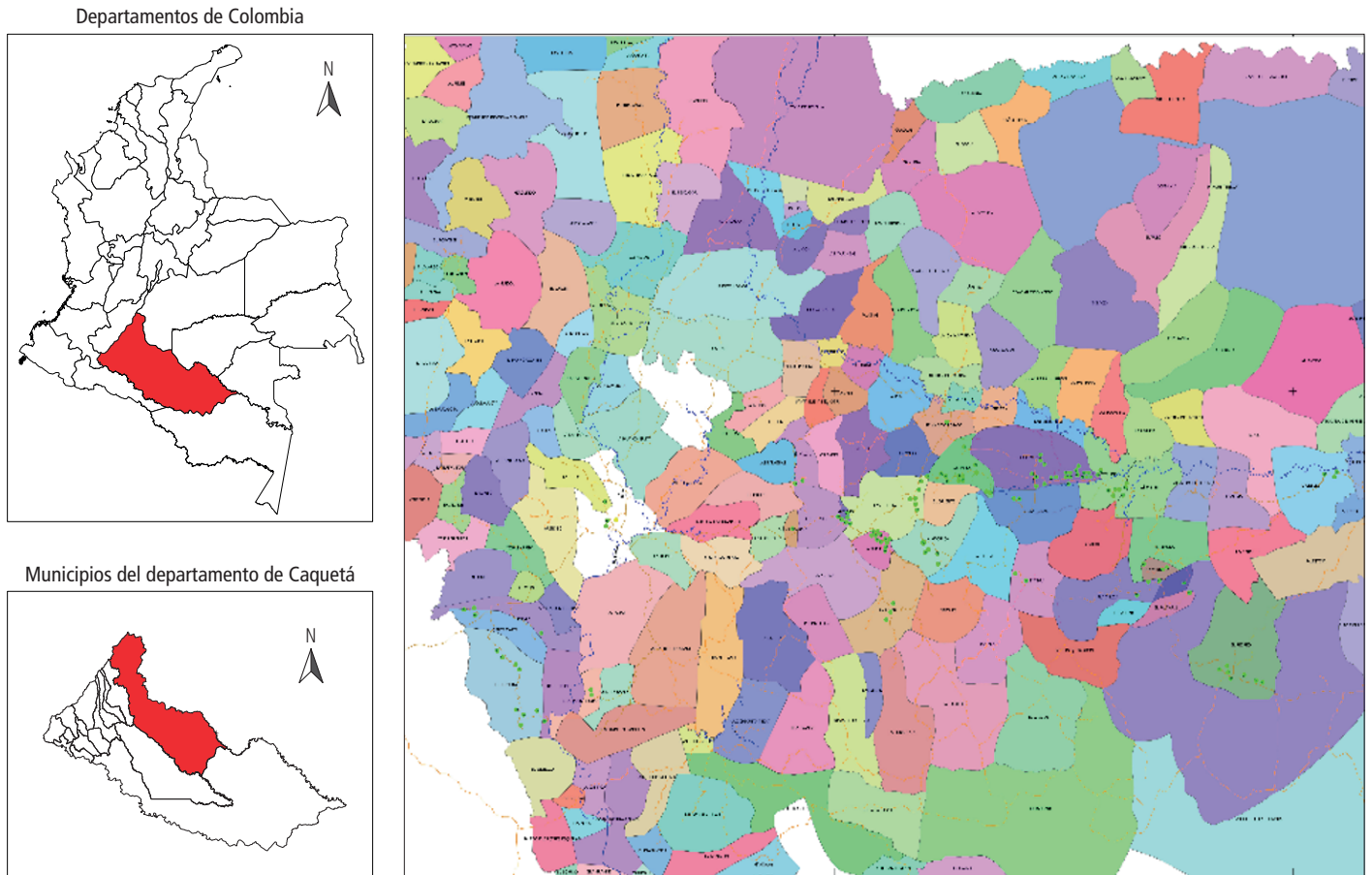


FIGURA 1. Ubicación de San Vicente del Caguán (Caquetá, Colombia) y sitios de muestreo.

La inspección visual de las pasturas de *Urochloa* sp. en la zona de estudio indicó degradación moderada a severa, según la escala de Barcellos (1986): pasturas de color verde amarillento, materia muerta mayor al 21%, suelo desnudo superior al 21%, presencia de malezas mayor a 21% y pasturas establecidas por más de 10 años.

Se determinaron parámetros físicos y químicos mediante metodologías estandarizadas internacionales y adoptadas oficialmente en Colombia. Las propiedades físicas incluyeron densidad aparente (método con cilindro, g cm⁻³), textura (arenas, limos y arcillas, %; método Bouyoucos), resistencia

a la penetración (Penetrómetro de cono estático, Mpa). Las propiedades químicas evaluadas incluyeron conductividad eléctrica (conductimetría, dS m^{-1}), pH en solución 1:1 con agua (medición potenciométrica), carbono orgánico (método Walkley-Black, %), Al^{+3} (KCl 1N, $\text{cmol}_{(+)} \text{kg}^{-1}$) usando acetato de amonio 1N, S disponible (espectrofotometría turbidimétrica, mg kg^{-1}), Fe, Cu, Zn y Mn disponibles (Melisch-1 y absorción atómica-AA, mg kg^{-1}), B disponible (método Azometina-O, mg kg^{-1}), Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^{+} y Na^{+} intercambiables (acetato de amonio 1N, pH 7 y AA, $\text{cmol}_{(+)} \text{kg}^{-1}$), P disponible (Bray II modificado, mg kg^{-1}), bases totales-BT ($\text{Na}^{+} + \text{Ca}^{+2} + \text{K}^{+} + \text{Mg}^{+2}$, $\text{cmol}_{(+)} \text{kg}^{-1}$), capacidad de intercambio catiónica efectiva-CICE (AI + BT, $\text{cmol}_{(+)} \text{kg}^{-1}$), saturación de aluminio intercambiable-SAI (AI/CICE x 100, %), saturación de bases (BT/CICE x 100, %) y porcentaje de sodio intercambiable-PSI ($\text{Na}/\text{CICE} \times 100$, %) (IGAC, 2006).

Análisis estadístico

El análisis estadístico se llevó a cabo un análisis descriptivo ($n=120$) para cada parámetro físico y químico, calculando la media, la desviación estándar y los percentiles 5 y 95. Los análisis se realizaron con INFOSTAT v. 2020 (Di Rienzo et al., 2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Propiedades físicas

Se observa un alto grado de compactación en los suelos estudiados, con una resistencia de penetración media de 2,35 MPa (Tabla 1), asociada al pisoteo continuo de bovinos durante años de pastoreo. Este valor excede el rango citado por Hossne (2004) para el desarrollo radicular óptimo (0,7-2,5 MPa), lo que sugiere restricciones al crecimiento radicular. Por lo tanto, podría ser necesaria una estrategia de descompactación, como la siembra de especies anuales o semiperennes, ante la fragilidad de estos suelos frente a la labranza mecanizada. La densidad aparente del suelo es de $1,443 \text{ g cm}^{-3}$ (Tabla 1), ubicada en el rango de media a alta ($1,0-1,6 \text{ g cm}^{-3}$) reportado por Burbano & Silva (2013), que confirma un grado de compactación.

TABLA 1. Propiedades físicas de suelo de San Vicente del Caguán (Colombia). *N*=120.

Parámetro	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Percentil 05	Percentil 95
Resistencia (MPa)	2,35	1,08	0,25	5,00	0,73	4,29
Densidad aparente (g cm ⁻³)	1,443	0,20	1,02	1,84	1,06	1,74
Conductividad eléctrica 20 °C (dS m ⁻¹)	0,078	0,04	0,04	0,26	0,04	0,15
Arenas (%)	51,61	16,53	13,80	88,30	24,41	76,60
Limos (%)	24,69	8,64	4,00	48,20	9,40	38,97
Arcillas (%)	23,71	11,44	5,70	55,90	8,33	46,32

La conductividad eléctrica-CE fue de 0,078 dS m⁻¹ lo que indica suelos no salinos y sin indicios de salinidad anómala (Castro, 1998). Predomina la fracción arenosa (51,61 %) con texturas franco-arcillosa-arenosa y franco-arenosa. Estas texturas pueden favorecer el flujo de nutrientes y un desarrollo radicular adecuado, ya que mantienen proporciones relativamente equilibradas de arenas, limos y arcillas (Burbano & Silva, 2013). En Colombia, se han reportado estudios de lima Tahití en Atlántico, Tolima, Valle del Cauca, Nariño y Santander, en suelos de los órdenes Entisoles, Inceptisoles, Molisoles y Andisoles, con textura arcillosa, franco-arcillosa, franco, franca-arenosa, franco-arcillo-arenosa, arcillo-limosa y arenosa (Patiño-González et al., 2007; Zambrano et al., 2014; Garrido & Licon, 2017; Gaspar & Granobles, 2019; Agudelo et al., 2020; Ríos-Rojas & Becerra, 2020; Ríos-Rojas et al., 2020). Esto guarda similitud con los suelos de San Vicente del Caguán y con las texturas registradas (Tabla 1).

Propiedades químicas

El valor pH de los suelos de la zona de estudio es muy fuertemente ácido (4,6-5,0) (IGAC 2006). Diversos estudios reportan lima Tahití en suelos con pH entre 4,4 y 7,10 (Patiño-González et al., 2007; Zambrano et al., 2014; Garrido & Licon, 2017; Gaspar & Granobles, 2019; Agudelo et al., 2020; Ríos-Rojas & Becerra, 2020; Ríos-Rojas et al., 2020). Este pH reduce la disponibilidad de N, P, K, S, Ca, Mg, B y Mo y aumenta la disponibilidad de Al, Fe, Mn, Cu y Zn. Por esta razón, sería necesario el encalado de los suelos de San Vicente del Caguán para elevar el pH y disminuir el aluminio disponible para las plantas (Burbano & Silva, 2013).

El contenido promedio de CO y MO de los suelos evaluados (Tabla 2) se consideró bajo (<1,10 Microfertisa, 2011 y <2% IGAC, 2006, respectivamente para clima cálido). Estudios previos reportan valores de MO entre 0,53 a 20,44 en lima Tahití colombiano (Patiño-González et al., 2007; Zambrano et al., 2014; Garrido & Licon, 2017; Gaspar & Granobles, 2019; Agudelo et al., 2020; Ríos-Rojas & Becerra, 2020; Ríos-Rojas et al., 2020), lo que sugiere la

necesidad de manejo de la fertilidad mediante acondicionadores y enmiendas (p.e., gallinaza o pollinaza, de efecto alcalino) en el área de estudio. El uso de estiércol bovino debe restringirse, ya que puede acidificar el suelo y contener trazas o metabolitos de ivermectina que afecten la fauna edáfica durante la siembra (Gómez Beltrán & Villar Argai, 2022).

TABLA 2. Propiedades químicas de suelo de San Vicente del Caguán (Colombia).

Parámetro	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	P05	P95
pH	5,02	0,34	4,24	6,04	4,46	5,56
K ⁺ (cmol ₍₊₎ kg ⁻¹)	0,121	0,07	0,09	0,52	0,09	0,26
Ca ⁺² (cmol ₍₊₎ kg ⁻¹)	2,212	3,13	1,12	19,88	1,12	6,50
Mg ⁺² (cmol ₍₊₎ kg ⁻¹)	0,918	2,06	0,20	12,82	0,20	4,01
Bases totales-BT (cmol ₍₊₎ kg ⁻¹)	3,391	5,16	1,55	31,55	1,55	10,87
Suma de bases-SB (%)	46,125	14,95	13,02	92,27	17,96	73,01
Al (cmol ₍₊₎ kg ⁻¹)	3,134	3,58	0,23	26,72	0,71	9,90
Saturación de Al-SAI (%)	53,875	14,95	7,73	86,98	26,34	80,22
Porcentaje de sodio intercambiable-PSI	3,428	1,58	0,40	7,40	0,60	5,37
S (mg kg ⁻¹)	3,99	1,14	1,48	9,79	1,86	5,65
Fe (mg kg ⁻¹)	139,626	79,07	19,07	422,04	54,90	292,72
Mn (mg kg ⁻¹)	6,972	8,72	1,00	37,54	1,00	26,59
Cu (mg kg ⁻¹)	1,351	0,72	1,00	5,84	1,00	2,68
Zn (mg kg ⁻¹)	1,055	0,34	1,00	3,98	1,00	1,06
B (mg kg ⁻¹)	0,181	0,06	0,02	0,44	0,08	0,27
Carbono orgánico (%)	0,641	0,23	0,21	1,67	0,35	1,02
Materia orgánica (%)	1,105	0,39	0,36	2,88	0,60	1,76
Capacidad de intercambio catiónico efectiva-CICE (cmol ₍₊₎ kg ⁻¹)	5,862	6,40	1,06	32,84	1,75	20,18
Ca/Mg	4,629	1,67	1,10	8,80	1,28	6,29
Ca/K	16,076	11,63	4,50	94,70	9,31	38,0
Mg/K	5,187	7,45	0,80	50,50	2,10	21,18
(Ca+Mg/K)	21,317	18,39	5,30	125,0	12,81	56,95
Fósforo disponible (mg kg ⁻¹)	<3,48					

P, percentil.

El aluminio disponible es alto en la zona de estudio (Tabla 2), lo que dificulta el crecimiento de la lima Tahití. Castro & Guerrero (2018) señalan que los problemas de acidez aumentan cuando se presentan pH < 5,5, Al > 0,5 cmol₍₊₎ kg⁻¹, Ca + Mg + K < 5 cmol₍₊₎ kg⁻¹, SAI > 20% y disponibilidad de fósforo baja. El SAI de la zona de estudio es alto (Tabla 2) (~60%), indicando posible toxicidad del aluminio disponible para la lima Tahití (IGAC, 2006). Por ello, se recomienda encalar preferiblemente con cal agrícola o cal dolomita, dada

su menor reactividad y seguridad para el agricultor; estos encalantes suelen aplicarse al voleo (Primavesi & Primavesi, 2004).

En todos los sitios de estudio, el P disponible estuvo por debajo del límite de detección ($<3,48 \text{ mg kg}^{-1}$) y se clasificó como bajo ($<15 \text{ mg kg}^{-1}$) según IGAC (2006), lo cual es frecuente en suelos de la Amazonia por la alta retención de fósforo (Vinha et al., 2021). Estudios en Colombia reportan P disponible entre $8,03$ a $100,3 \text{ mg kg}^{-1}$ (Patiño-González et al., 2007; Zambrano et al., 2014; Garrido & Licona, 2017; Gaspar & Granobles, 2019; Agudelo et al., 2020; Ríos-Rojas & Becerra, 2020; Ríos-Rojas et al., 2020); estos resultados indican que en suelos de San Vicente del Caguán la fertilización fosforada sea preferiblemente con roca fosfórica, debido al pH ácido que facilita la disolución del fósforo.

La suma de bases-SB de los suelos de San Vicente del Caguán es de condición media (35-50%) según IGAC (2006) y el total de bases-TB bajo ($<5 \text{ cmol}_{(+) } \text{ kg}^{-1}$, Microfertisa, 2011). Estudios en Colombia de suelos bajo cultivo de lima Tahití reportan SB entre $0,38$ a $18,37 \text{ cmol}_{(+) } \text{ kg}^{-1}$ (Patiño-González et al., 2007; Zambrano et al., 2014; Gaspar & Granobles, 2019; Agudelo et al., 2020; Ríos-Rojas et al., 2020). El proceso de encalado suministrará simultáneamente Ca y Mg al suelo ayudando a suplir las deficiencias identificadas. En el caso de K, se podría usar la cáscara de cacao que sobresale por sus altos contenidos de potasio (p. e. 1,79% base seca) (Gil-Ramírez et al., 2024) o también cáscara de naranja o papaya, comunes en la zona.

En el caso de elementos menores-EM (Fe, Cu, Mn y Zn) del suelo en la zona de estudio (Tabla 2), se evidenció alto contenido de Fe ($>20 \text{ mg kg}^{-1}$), contenido medio de Mn ($5-10 \text{ mg kg}^{-1}$), Cu ($1-3 \text{ mg kg}^{-1}$) y bajo Zn ($<2 \text{ mg kg}^{-1}$) (Microfertisa 2011). El alto contenido de hierro se debe al origen geogénico del mismo (Quesada et al., 2011). El uso de roca fosfórica, pollinaza o gallinaza u otros agentes encalantes y/o fertilizantes aumentará muy probablemente los contenidos de Cu, Mn y Zn para suplir la demanda de nutricional de la lima Tahití. La CICE se considera baja ($<7 \text{ cmol}_{(+) } \text{ kg}^{-1}$) según Microfertisa (2011). Estas condiciones de bajo contenido de BT asociadas a una alta cantidad de Al del suelo es común de la Amazonia colombiana (Rosas et al., 2025). Sin embargo, la suplementación de nutrientes antes mencionadas aumentará las BT y elementos menores.

Los contenidos de S y B se consideran adecuados ($<20 \text{ mg kg}^{-1}$) y bajos ($<2 \text{ mg kg}^{-1}$), respectivamente, según IGAC (2006). Estudios de suelos bajo cultivo de lima Tahití en Colombia reportan contenidos de S entre $19,06-45,00 \text{ mg kg}^{-1}$ y entre $0,53-0,75 \text{ mg kg}^{-1}$ de B (Arias & Munévar, 2004; Gaspar & Granobles, 2019; Agudelo et al., 2020; Ríos-Rojas et al., 2020). El valor de PSI se considera adecuado (0-5%) según Microfertisa (2011). Con respecto a las relaciones de bases intercambiables Ca/Mg se considera adecuada, Ca/K se

considera alta y Mg/K se considera alta y Ca+Mg/K se considera alta, indicando deficiencia de K (IGAC 2006) (Tabla 2).

Al considerar las condiciones climáticas de zonas productoras de lima Tahití, se registran las siguientes condiciones en Colombia, Ecuador y Perú: precipitación anual entre 1.000 y 1.300 mm, temperatura media entre 22 a 28 °C y humedad relativa entre 60 a 80%. En general, los cultivos de lima Tahití se han establecidos en zonas de baja altitud menor a 1.000 msnm (Rodrigues et al., 2018; Murcia et al., 2020; Ríos-Rojas et al., 2020; MIDAGRI 2022; INAMHI, 2024; INAMEH, 2024; Mateo, 2024; SENAMHI, 2024; Agrotendencia, s.f.). El 91 % de la superficie del municipio de San Vicente del Caguán se encuentra en clima cálido-húmedo, correspondiente a la zona de estudio (centro-oriente) y altitud <1.000 msnm. La temperatura media es de 24–28 °C y la precipitación de 3.000-4.000 mm en el municipio, siendo esta última una limitación que podría afectar el cultivo por problemas fitosanitarios por exceso de humedad (ICA, 2012).

CONCLUSIONES

En la zona de estudio se observa alta compactación del suelo, no salino y de textura franco-arcillosa-arenosa y franco-arenosa. Presenta pH muy fuertemente ácido, alta acidez intercambiable y bajo contenido de materia orgánica, de P disponible, de bases totales y de elementos menores (salvo Fe). Estas condiciones indican la necesidad de implementar un plan de fertilización y encalado al establecer el cultivo de lima Tahití en San Vicente del Caguán.

Las condiciones climáticas de la zona sugieren que la alta precipitación puede ser el factor más determinante para el cultivo de lima Tahití, debido a posibles problemas fitosanitarios y/o encharcamientos del terreno.

Se requieren nuevos estudios asociados al cultivo de lima Tahití en la Amazonia colombiana para poder aumentar la oferta de este cítrico mediante el establecimiento de cultivos comerciales en la región, en un mercado de crecimiento continuo.

Agradecimientos

Al Señor Jhon Perdomo de Asoganado de Colombia SAS.

Conflicto de intereses

Los autores no tienen conflicto de interés que puedan afectar la presentación e interpretación de los resultados.

Contribuciones de autoría

WRP, YR: concepción y diseño del estudio; WLTN, WRP, DMS: Adquisición e interpretación de datos de campo y laboratorio; DMS, YR, WRP: Redacción y revisión; WLTN, WRP, DMS, YR: Aprobación final de la versión para publicación.

Fuentes de financiamiento

Proyecto “Implementación de un modelo sostenible de limón Tahití como estrategia a la mitigación de cambio climático en el municipio de San Vicente del Caguán” con código 2019-2580004552–CTO 787-2020 dentro del Programa Colombia Sostenible: República de Colombia y Banco Interamericano de Desarrollo.

Acceso y apertura de datos

Se autoriza el acceso a los datos en caso de ser requeridos al autor de correspondencia.

Uso de IA en la investigación y escritura del artículo

Utilización de GPT Chat modelo 5.0 nano en la revisión de los textos.

REFERENCIAS

- Agudelo, J. C., Conde, A. I., Guzmán, C., Larios Ruiz, S., Malagón, P., & Moreno, J. (2020). *Aproximación a la caracterización de los suelos de la reserva “El Neme” - Coello (Tolima)* [Trabajo de grado. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano]. <https://hdl.handle.net/20.500.12010/10847>
- Agusti Fonfria, M., Mesejo Conejos, C., & Reig Valor, C. (2022). *Fruticultura* [3a ed.]. Ediciones Mundi-Prensa.
- Agrotendencia. (s.f.). *Cultivo de limón: conoce su manejo, plagas y enfermedades*. <https://agrotendencia.tv/agricultura/cultivos/frutales/el-cultivo-de-limon/>
- Arias A., N. A., & Munévar M., F. (2004). Caracterización de la fertilidad de los suelos de la Zona Central palmera de Colombia. *Palmas*, 25(Esp. Tom II), 137-147.
- Arias-García, J. S., Hurtado-Salazar, A., Ceballos-Aguirre, N., Ramirez-Castillo, M., & Villegas-Noreña, L. E. (2023). Fruit characteristics and phenology Tahiti lime in two Colombian environments. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 40(3), e3214. <https://doi.org/10.22267/rcia.20234003.214>
- Asociación Hortifrutícola de Colombia-Asohofrucol. (2020). *Lima ácida Tahití. Citrus latifolia Tanaka. Principales aspectos para su cultivo en el municipio de Arboledas, Norte de Santander*. <https://asohofrucol.com.co/img/pdflibros/1libro.pdf>
- Atlas Big. (2025). *Los principales países productores de limón del mundo*. <https://www.atlasbig.com/es-mx/paises-por-produccion-de-limon>

- Barcellos, A. (1986). *Recuperação de pastagens degradadas*. EMBRAPA; Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC).
- Burbano, O. H., & Silva, M. F. (Eds). (2013). *Ciencia de suelo. Principios básicos* [2a ed.]. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo.
- Castro, H. E. (1998). *Fundamentos para el conocimiento y manejo de suelos agrícolas*. Instituto Universitario Juan de Castellanos.
- Castro, H., & Guerrero, J. (2018). Evaluación de materiales de encalado mediante pruebas de incubación en un oxisol de la altillanura colombiana. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(2), 14-26. <https://doi.org/10.22267/rcia.183502.88>
- Concejo Municipal San Vicente del Caguán. (2024). *Plan Municipal de Desarrollo*. <https://www.sanvicentedelcaguan-caqueta.gov.co/planes/acuerdo-municipal-004-plan-de-desarrollo-2024-2027>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas – DANE. (2015). *Boletín mensual - Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria: Cultivo del limón o lima Tahití (Citrus latifolia Tanaka) frente a los efectos de las condiciones climáticas adversas* [Noviembre-Numero 41]. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_nov_2015.pdf
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2017). *InfoStat versión 2017*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. <http://www.infostat.com.ar>
- Franco-Valderrama, A. M. , Caamal-Cauch, I., Pat-Fernández, V. G., & Ramírez-Hernández, J. J. (2022). Sustainability of the persian lime production system. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 19(2), 213-228. <https://doi.org/10.22231/asyd.v19i2.1376>
- Garrido Atencia, J. J., & Licona Polo, M. M. (2017). Caracterización fisicoquímica de los suelos agrícolas del distrito de riego del municipio de repelón, Atlántico [Trabajo de grado. Universidad de la Costa]. <https://hdl.handle.net/11323/339>
- Gaspar Flórez, M. L., & Granobles Torres, J. C. (2019). *Evaluación de los cambios en la fertilidad de los suelos de la meseta de Ibagué cultivados con arroz (Oryza sativa L.) a través del tiempo* [Trabajo de maestría. Universidad de Manizales]. <https://ridum.umanizales.edu.co/handle/20.500.12746/4044>
- Georgi, R. (2023). Peace that antagonizes: reading Colombia's peace process as hegemonic crisis. *Security Dialogue*, 54(2), 173-191. <https://doi.org/10.1177/09670106221084444>
- Gil-Ramírez, A., Canas, S., Monedero Cobeta, I., Rebollo-Hernanz, M., Rodríguez-Rodríguez, P., Benítez, V., Arribas, S. M., Martín-Cabrejas, M. A., & Aguilera, Y. (2024). Uncovering cocoa shell as a safe bioactive food ingredient: nutritional and toxicological breakthroughs. *Future Foods*, 10, artículo 100461. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2024.100461>
- Gobernación del Caquetá. (2024). *Plan de Desarrollo Departamental Caquetá 2024-2027*. <https://www.caqueta.gov.co/noticias/plan-de-desarrollo-departamental-caqueta-20242027>
- Gómez Beltrán, D. A., & Villar Argaiz, D. (2022). Efectos colaterales del uso de la ivermectina en ganadería: comunidad de las boñigas en Colombia. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 17(1), 58-77. <https://doi.org/10.21615/cesmvz.6591>

- Gutiérrez Rojas, L. C., Moreno, C. A., & Barrera García, J. A. (2019). *Sistemas de producción en el medio Caquetá (Cartagena del Chairá) GEF corazón de la Amazonia*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-SINCHI.
- Hossne G., A. J. (2004). Evaluación terramecánica del crecimiento radical en un suelo ultisol de sabana del Estado Monagas, Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola*, 4(1), 42-52.
- Instituto Colombiano Agropecuario-ICA. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo de cítricos (Citrus) Medidas para la temporada invernal*.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC. (2006). *Métodos analíticos del laboratorio de suelos* [6a ed].
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC. (2014). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras departamento de Caquetá, escala 1:100 000*.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología Ecuador-INAMHI. (2024). *Anuarios meteorológicos*. <https://www.fonag.org.ec/web/wp-content/uploads/2024/08/1.-Anuario-Hidrometeorologico-2023.pdf>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología Venezuela-INAMEH. (2024). *Reporte meteorológico y del clima en la República Bolivariana de Venezuela*. <http://www.inameh.gob.ve/web/PDF/4.pdf>
- Klimek-Szczykutowicz, M., Szopa, A., & Ekiert, H. (2020). *Citrus limon* (lemon) phenomenon—A review of the chemistry, pharmacological properties, applications in the modern pharmaceutical, food, and cosmetics industries, and biotechnological studies. *Plants*, 9(1), artículo 119. <https://doi.org/10.3390/plants9010119>
- Mateo Limones, J. C. (2024). *Nutrición integral del limón sutil (Citrus aurantifolia-Swingle) en la finca Bacilio de la Comuna Sinchal* [Trabajo de grado. Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/10913>
- Microfertisa. (2011). *Manual técnico de fertilización de cultivos*.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego Perú-MIDAGRI. (2022). *Reporte de producción agrícola*. <https://repositorio.midagri.gob.pe/>
- Murcia Riaño, N., Martínez, M. F., Orduz-Rodríguez, J. O., Ríos-Rojas, L., López Galé, Y., Yacomelo Hernández, M. J., Carabalí Muñoz, A., Kondo, T., García Muñoz, M. C., Mesa, N. C., López González, J., Pérez Artilles, L., Rodríguez Mora, D. M., Montes Rodríguez, J. M., Betancourt Vásquez, M., Rodríguez Torres, I. V., Barreto Rojas, J. A., Tarazona Velásquez, R., Mateus Cagua, D. M., & Rodríguez Roa, A. O. (2020). *Modelo productivo de lima ácida Tahití (Citrus x latifolia Tanaka ex Q. Jiménez) para Colombia*. AGROSAVIA. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.model.7403435>
- Ochoa Agudelo, G. F., Martínez Bustamante, E., Ramírez Pisco, R., & Correa Londoño, G. (2012). Crecimiento y desarrollo de la lima ácida (*Citrus latifolia* Tanaka), cv. Tahití, en suelos con limitaciones por profundidad efectiva, en un bosque seco trópico. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 65(2), 6567-6578.
- Orduz-Rodríguez, J. O. & Mateus Cagua, D. M. (2012). Generalidades de los cítricos y recomendaciones agronómicas para su cultivo en Colombia. En *Cítricos: cultivo, poscosecha e industrialización* [pp. 49-88]. Corporación Universitaria Lasallista.
- Orjuela, G., W. A., Reyes Parga, M. A., & Méndez Arteaga, J. J. (2020). *Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de cítricos en el Departamento del Tolima*. Universidad del Tolima.

- Otero-Bahamón, S., Pantoja-Barrios, S., Steele, A., Kurpan, C., & Binningsbø, H. M. (2025). The micro-foundations of peace: attitudes towards the implementation of Colombia's peace agreement in war-affected regions. *International Peacekeeping*, 32(3), 560-588. <https://doi.org/10.1080/13533312.2025.2471445>
- Patiño-González, M. A., Sadeghian-Khalajabadi, S., & Montoya-Restrepo, E. C. (2007). Caracterización de la fertilidad de los suelos en la zona cafetera del Valle del Cauca mediante registros históricos. *Cenicafé*, 57(1), 7-16. <https://doi.org/10.38141/cenbook-0030>
- Primavesi, A. C. & Primavesi, O. (2004). *Características de corretivos agrícolas* [Documentos 37]. EMBRAPA Pecuária Sudeste.
- Quesada, C. A., Lloyd, J., Anderson, L. O., Fyllas, N. M., Schwarz, M., & Czimczik, C. I. (2011). Soils of Amazonia with particular reference to the RAINFOR sites. *Biogeosciences*, 8, 1415-1440. <https://doi.org/10.5194/bg-8-1415-2011>
- Ríos-Rojas, L., & Becerra Romero, C. (2020). Manejo del recurso suelo en huertos de lima ácida Tahití. En *Modelo productivo de lima ácida Tahití (Citrus x latifolia Tanaka ex Q. Jiménez) para Colombia* [pp. 99-111]. AGROSAVIA.
- Ríos-Rojas, L., Castillo Villamor, L. C., Rojas Barbosa, E. O., Estupiñán Casallas, J. M., & Rodríguez, A. O. (2020). Descripción agroclimática de las zonas productoras de lima ácida Tahití. En *Modelo productivo de lima ácida Tahití (Citrus x Latifolia Tanaka Ex Q. Jiménez) para Colombia* [pp. 42-61]. AGROSAVIA.
- Rodrigues, M. J. S., Andrade Neto, R. C., Lessa, L. S., Girardi, E. A., & Soares Filho, W. (2018). Desempenho agrônômico da limeira ácida 'Tahiti' sobre doze porta-enxertos na região sul do estado de Goiás. *Enciclopédia Biosfera*, 15(28), 353-363.
- Rosas Patiño, G., Avila Pedraza, E. A., & Sánchez Castillo, V. (2025). La acidez del suelo limita la producción agrícola: una revisión enfocada en la Amazonia colombiana. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 16(1), 185-211. <https://doi.org/10.22490/21456453.7857>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú-SENAMHI. (2024). *Datos históricos y monitoreo climático*. <https://www.senamhi.gob.pe/site/descarga-datos/>
- Vinha, A. P. C., Carrara, B. H., Souza, E. F. S., Santos, J. A. F., & Arantes, S. A. C. M. (2021). Adsorção de fósforo em solos de regiões tropicais. *Nativa*, 9(1), 30-35. <https://doi.org/10.31413/nativa.v9i1.10973>
- Zambrano B., G., Apráez G., J. E., & Navia E., J. F. (2014). Relación de las propiedades del suelo con variables bromatológicas de pastos, en un sistema lechero de Nariño. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 31(2), 106-121. <https://doi.org/10.22267/rcia.143102.35>