

II. NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN

Alvaro Tamayo Vélez¹

INTRODUCCIÓN

La curuba requiere suelos de textura franco arcillosa a franco arenosa, estructura granular, con pH de 5,5 a 6,5, medianamente profundos, de 50 a 60 cm, de buena fertilidad, muy ricos en fósforo y potasio y sin exceso de nitrógeno, pues esto determina un desarrollo exuberante en la vegetación y pobre fructificación; además, que no se inunden, máxime si se tiene en cuenta que la curuba es muy susceptible a los excesos de agua.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS

ANTIOQUIA

Los suelos de clima frío y frío moderado en Antioquia son de baja fertilidad, *con bajos contenidos de nutrimentos y desbalances nutricionales, con pHs que fluctúan entre fuertemente ácidos a moderadamente ácidos (4,6 - 5,5).* El aluminio intercambiable generalmente es menor de 3,0 meq/100 g. No obstante, puede llegar a representar hasta el 60% de las bases intercambiables.

En los suelos de clima frío en Antioquia, la materia orgánica desempeña un papel preponderante en las propiedades físicas, generando suelos bien estructurados y estables. En cambio, en la parte química, la materia orgánica del suelo aporta *poco nitrógeno, fósforo y azufre inorgánico; sin embargo, ésta contribuye en forma notoria en la CIC.* Los cultivos de clima frío moderado como las hortalizas y frutales como la mora y el lulo responden significativamente a aplicaciones de materia orgánica de rápida mineralización, no siendo así con la materia orgánica nativa del suelo.

Otra característica importante en estos suelos, es la alta capacidad de cambio aniónico y de fijación de fosfatos, lo cual se atribuye a los altos contenidos de

¹ I.A. MSc. Suelos. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. Recursos Biofísicos. C.I. La Selva. A.A. 100, Rionegro, Antioquia, Colombia.

alofana que, como se sabe, es un mineral amorfo con altos contenidos de aluminio y concuerda con lo descrito por varios autores en que gran parte del potasio total es potasio orgánico, debido a que la mineralización de la materia orgánica es muy baja.

CUNDINAMARCA Y BOYACÁ

Los suelos donde se cultiva la curuba son de diversas características fisicoquímicas, destacándose aquellos con alto contenido de materia orgánica, con valores de pH 5,5, con bajo contenido de fósforo disponible y alta fijación de fosfatos. En estos suelos no es posible obtener producciones altas, si no se aplican suficientes cantidades de fosfatos, en presencia de adecuadas cantidades de nitrógeno y de potasio. Generalmente, los suelos tienden a aumentar en su contenido de materia orgánica, a medida que se aumenta en altitud, siendo frecuente encontrar altos niveles de materia orgánica, por encima de los 2.900 m s n.m.

La presencia de arcillas amorfas en la mayoría de los suelos de clima frío, conlleva una alta capacidad de fijación de fósforo y por las características geomorfológicas y pedogenéticas, en estas zonas existe una amplia variación de las características edafológicas, dependiendo de la altitud y de la ubicación de los paisajes.

En términos generales, los suelos son ácidos, con predominio de valores bajos en fósforo, contenidos medios a bajos de potasio y una amplia relación Ca/Mg. De lo anterior, es de esperar una alta respuesta al fósforo, de media a baja para el potasio y de deficiencias potenciales de magnesio.

NARIÑO

Los suelos de clima frío de Nariño tienen texturas medias, con predominio de las francas sobre las franco-arcillosas. En general, los suelos tienen altas proporciones de limos y arenas.

En Nariño, la estabilidad estructural de los suelos está muy asociada con los contenidos de arenas y de alófana. La mayoría de los suelos son no plásticos o ligeramente plásticos. Porosidad y permeabilidad altas. La retención de humedad, de baja a media, está muy influenciada por el contenido de materia orgánica. Los andisoles de Nariño tienen un alto poder de fijación de fósforo, moderados contenidos de aluminio intercambiable y de compuestos libres.

En términos generales, en los suelos predominan los bajos niveles de pH y de fósforo. Son dominantes los contenidos bajos de materia orgánica, como consecuencia del intenso laboreo al que están sometidos estos suelos. Más del 50% de los suelos presentan contenidos altos y medios de calcio, con contenidos bajos de magnesio y una alta relación Ca/Mg. Por tanto, predominan los valores altos de la relación $(Ca+Mg)/K$.

La pérdida continua de la materia orgánica implica el deterioro de las características químicas del suelo, la pérdida de nutrientes y la degradación de las características físicas como la estructura, la aireación, densidad, porosidad y la capacidad de retención de humedad, la cual es crítica en estos suelos, por la irregularidad del aporte de agua de las precipitaciones pluviales. Además, la erosión intensa que presentan, en las zonas de pendiente, agravan la situación.

FUNCIONES DE LOS NUTRIENTES

NITRÓGENO (N)

El papel más importante del nitrógeno en las plantas es su participación en la estructura de las moléculas de proteína, de aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas y fosfolípidos. En consecuencia, están involucradas en la mayoría de las reacciones bioquímicas determinantes en la vida vegetal. El nitrógeno tiene también un importante papel en el proceso de la fotosíntesis, debido a que es indispensable para la formación de la molécula de clorofila. El nitrógeno es el componente de vitaminas que tienen una importancia extraordinaria para el crecimiento de la planta. Entre otras funciones importantes del nitrógeno están las de aumentar el vigor general de las plantas, dar color verde a las hojas y demás partes aéreas, favorecer el crecimiento del follaje y el desarrollo de los tallos y promover la formación de frutos y granos; contribuye, en resumen, a la formación de los tejidos y se puede decir que es el elemento del crecimiento.

El exceso de nitrógeno retarda la maduración del cultivo y la formación de frutos, provoca un escaso desarrollo del sistema radicular de la planta y un crecimiento excesivo del follaje, reduce la producción de compuestos fenólicos (fungistáticos) de lignina de las hojas, disminuyendo la resistencia a los patógenos obligados, pero no de los patógenos facultativos.

Como regla general, todos los factores que favorecen las actividades metabólicas y de síntesis de las células y que retardan la senescencia de la planta hospedera (como la fertilización nitrogenada), aumentan la resistencia a los parásitos facultativos, que prefieren tejidos senescentes. Por otro lado, las aplicaciones altas de nitrógeno aumentan la concentración de aminoácidos y de amidas en el apoplasto y en la superficie foliar, las que aparentemente tienen mayor influencia que los azúcares en la germinación y desarrollo de las conidias, favoreciendo el desarrollo de enfermedades fungosas.

FÓSFORO (P)

Aunque de los tres elementos primarios (N, P, K) el fósforo es el requerido en cantidades menores, la disponibilidad de este elemento en la mayor parte de los suelos agrícolas del trópico es muy limitada.

El fósforo es un elemento que juega un papel clave en la vida de las plantas. Es constituyente de ácidos nucleicos, fosfolípidos, las coenzimas NAD, NADP, y más importante aún, forma parte del ATP, compuesto transportador de energía en la planta. El fósforo se requiere en altas concentraciones en las regiones de crecimiento activo.

Otras de sus funciones son las de estimular el desarrollo de la raíz, interviniendo en la formación de órganos de reproducción de las plantas y acelerar la maduración de los frutos, en los cuales generalmente se acumula en concentraciones altas.

El exceso de este elemento acelera la maduración, a expensas del crecimiento y puede generar efectos adversos sobre la utilización de otros elementos nutritivos, tales como el zinc.

El potencial de fijación de fósforo en andisoles, parece estar relacionado con la presencia de diferentes materiales en la fracción arcilla, como resultado de las diferentes condiciones de meteorización de la ceniza volcánica. Los suelos dominados por complejos humus-Al parecen tener mayor potencial de fijar fósforo, lo cual aparentemente es difícil de satisfacer. El contenido de carbono total podría ser una arma de diagnóstico complementaria, que ayude a determinar la capacidad de fijación de fósforo en andisoles.

La acumulación de materia orgánica es mayor en suelos volcánicos localizados a mayor altitud (>2.000 m.s.n.m.); evidencia indirecta obtenida en andisoles de Ecuador y Colombia permite concluir que la fijación de fósforo está estrechamente relacionada con el contenido de carbono en el suelo (complejos humus-Ar). Indirectamente, esto también indicaría cuáles minerales arcillosos se formarían a partir de la ceniza volcánica en determinadas condiciones y la intensidad de la fijación de fósforo.

POTASIO (K)

Para un crecimiento vigoroso y saludable, las plantas deben tomar grandes cantidades de potasio. Este nutriente, altamente móvil, está envuelto en la mayoría, sino en todos los procesos biológicos de la planta; sin embargo, no forma parte de la estructura de los compuestos orgánicos en la planta. Se conoce que el potasio tiene un papel vital, debido a que cataliza procesos tan importantes como fotosíntesis, el proceso por el cual la energía del sol en combinación con agua y dióxido de carbono se convierte en azúcares y materia orgánica, interviene en la formación de clorofila y la regulación del contenido de agua en las hojas.

Se ha demostrado también que, el potasio juega un papel fundamental en la activación de más de 60 sistemas enzimáticos en las plantas. También es importante en la formación del rendimiento; se le reconoce como un elemento que mejora la calidad, ya que extiende el periodo de llenado e incrementa el peso del fruto, fortifica los tallos, mejora la resistencia a plagas y enfermedades y ayuda a la planta a resistir mejor el estrés.

Otra función básica es la de regular la entrada de dióxido de carbono (CO_2) en las plantas a través de los estomas, cuya función de abrirse y cerrarse es regulada por el suplemento de potasio. Las células guardianes a cada lado del estoma acumulan grandes cantidades de K, si el suplemento es adecuado, forzándolo a que se abra. En plantas bien provistas de K, se incrementa el número y tamaño de estomas por unidad de área, facilitando de esta manera el intercambio de CO_2 y oxígeno del tejido de la hoja. La función primaria del potasio está ligada al transporte y acumulación de azúcares dentro de la planta y esta función permite el llenado de la fruta.



CALCIO (Ca)

El calcio forma parte de compuestos que constituyen las paredes de las células que mantienen unidas entre sí esas mismas células. Este ejerce un efecto neutralizador de los desechos orgánicos de la planta, influye en la utilización del magnesio, el potasio y el boro en el movimiento de los alimentos producidos por las hojas. La deficiencia del calcio se observa porque el crecimiento de la planta se detiene, las hojas del cogollo se enrollan y comienzan a secarse por las puntas y los bordes. Algunas veces, las hojas nuevas no se desarrollan. Uno de los elementos minerales quizás más importantes en la determinación de la calidad de los frutos en lo referente a conservación, es el calcio. Es así como los frutos con altos contenidos de calcio, pueden resistir más el transporte y permanecer en buenas condiciones durante bastante tiempo. La concentración del calcio en el tejido, necesaria para lograr estos resultados, es usualmente superior a las concentraciones que acumulan normalmente los frutos.

MAGNESIO (Mg)

El magnesio es el componente principal de la clorofila e interviene en la síntesis de carbohidratos. Además, participa en la síntesis de proteínas, nucleoproteínas y el ácido ribonucleico y favorece el transporte de P dentro de la planta. Es un elemento móvil en la planta, por lo que la deficiencia se presenta primero en las hojas más viejas. Del total del magnesio absorbido, aproximadamente la mitad se encuentra en el tronco y ramas del árbol, un tercio en las raíces y el resto en las hojas. Durante la floración y fertilización se produce una translocación significativa del Mg hacia los brotes y frutos.

AZUFRE (S)

El azufre es el cuarto elemento esencial para el desarrollo vegetal. Para el crecimiento de las plantas es requerido en cantidad similar al fósforo y magnesio. Algunos cultivos de importancia en el trópico y en el mercado mundial, tales como el café, algodón, palma africana y caña de azúcar, absorben más azufre que fósforo.

En la planta, el azufre es constituyente de las proteínas, varias vitaminas como la tiamina y biotina y es componente importante de numerosas enzimas. Además, forma parte de algunos compuestos orgánicos responsables del olor y sabor de algunas hortalizas, como la cebolla y el ajo.

SÍNTOMAS DE DEFICIENCIAS

NITRÓGENO

Las hojas viejas se vuelven de color verde claro y luego se inicia una necrosis en el ápice y borde de las mismas. Las hojas se caen antes de secarse completamente (Figura 1).



Figura 1

FÓSFORO

Las hojas inferiores presentan inicialmente una acentuada clorosis y necrosamiento de los bordes. Las hojas se caen con facilidad.

POTASIO

Se presenta una clorosis en los bordes de las hojas inferiores que con el tiempo, avanza hacia el centro (Figura 2).



Figura 2

CALCIO



Figura 3

En las hojas superiores se nota una clorosis intervenal, que se inicia en los bordes y avanza hacia la parte central; la hoja se dobla un poco debido a que el crecimiento del limbo es mayor que el de las nervaduras (Figura 3).

MAGNESIO

En las hojas inferiores el síntoma se manifiesta como una clorosis intervenal, en forma de V invertida (Figura 4).



Figura 4

FERTILIZACIÓN

La aplicación de nutrientes en la curuba se debe basar en los análisis de suelo y en los análisis foliares. Esto ayuda a obtener el mayor beneficio agronómico y económico de la aplicación de fertilizantes. Los análisis de suelo y foliares deben acompañarse, en lo posible, con registros rigurosos de producción. Esto permite ajustar las dosis de nutrientes utilizadas a través de los años. La correlación entre el contenido foliar de nutrientes y el rendimiento permite determinar las concentraciones óptimas de nutrientes en las hojas que en la mayoría de los casos, cambian de región a región y de variedad a variedad.

En el cultivo de la curuba son pocos los estudios sobre los requerimientos nutricionales. Sin embargo, algunos autores reportan que la fertilización dos veces por año, de 100 a 150 gramos por planta del abono 10-30-10, ha dado buen resultado. Además, respuestas positivas se han reportado con la aplicación de diferentes grados de un fertilizante como 1:3:1 y 1:3:3 (N-P-K, respectivamente). Otros autores recomiendan que para mejorar las producciones de la curuba, se debe fertilizar cada tres meses con abono orgánico a razón de 2 kilogramos por planta, más 100 gramos de 10-30-10 y más 150 gramos de fosfato diamónico.

Cuando por algún motivo no se tiene análisis de suelo, se recomienda hacer dos aplicaciones al año de abonos completos, como el 10-30-10 ó el 10-20-20, la primera aplicación antes de la floración y la segunda después de la fructificación, en dosis que van de 80 a 100 gramos por planta. Las concentraciones de los nutrientes en las hojas sirven de referencia para ajustar los niveles de producción a través de los años. La Tabla 1 presenta los rangos de suficiencia generales de la concentración foliar de nutrientes en la curuba.

Tabla 1. Niveles nutricionales en las hojas de la curuba.

Macronutrientes	Rangos (%)
Nitrógeno	3,0-4,0
Fósforo	0,16-0,25
Potasio	1,8-2,4
Calcio	1,5-2,5
Magnesio	0,20-0,25
Micronutrientes	(ppm)
Cobre	7-20
Zinc	50-150
Manganeso	150-300
Hierro	70-150
Boro	30-100

En Venezuela, durante el primer año se recomienda aplicar 50 g de úrea por planta, cada tres meses. El fósforo y el potasio se aplican de acuerdo con la disponibilidad del suelo. Cuando la planta inicia su producción, se debe fertilizar antes de la floración y después de la fructificación (dos aplicaciones por año), además, se debe aplicar micronutrientes en forma foliar, dos veces por año, para prevenir posibles deficiencias.

En Ecuador recomiendan aplicar 20 kilogramos de estiércol de bovino bien descompuesto a la siembra, más un fertilizante compuesto en relación 5:4:2,25, en dosis de 500 gramos por planta, cada seis meses.

La colocación del abono debe hacerse en corona, a una distancia de 40 a 50 cm de la base del tallo. Si el terreno es pendiente, la aplicación del fertilizante se hace en media luna, en la parte superior del pie de la planta y a igual distancia.

Varios autores reportan buenos resultados con aplicaciones foliares mensuales de nitrato de potasio al 1, 3 y 5 %, a partir de la primera floración; con esta fertilización foliar se mejora la producción, en grados Brix, la relación azúcar-ácido, la inducción a floración y cuajamiento y el número de frutos por planta.

De acuerdo con las características físicas y químicas de las zonas productoras de clima frío y frío moderado en Colombia, se requiere fertilizar con abonos ricos en fósforo; se sugiere plan de fertilización contenido en la Tabla 2.

Tabla 2. Plan de fertilización de la curuba.

Etapa	M. O.	Fertilizante	Cal dolomítica
	(kg/planta)	(g 10-30-10/pta)	(g/planta)
Siembra	5	100	250
Primer año	6	350	300
Segundo año	7	450	350
Tercer año	8	600	350
En adelante	10	1.000	350

Cada año es conveniente aplicar elementos menores: 50 gramos/planta de Agrimins y/o asperciones de fertilizantes foliares quelatados, cada 2 meses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Angulo, C.R.; Fischer, G. 1999. Los frutales de clima frío en Colombia; la curuba. En: Revista Ventana Al Campo. Año 2 No 2. Bogotá. p. 24-28.

Avilan R., L.; Leal P., F.; Bautista A., D. 1989. Manual de fruticultura; cultivo y producción. Editorial América, C. A. p. 740-756.

Barrera L., L.; Tamayo V., A. 2000. Establecimiento del cultivo. En: manejo integrado del cultivo de la papa. Manual Técnico. Corpoica. Regional Uno. p. 89-110.

Buitrago A., I.; Galeano C., O. 1989. El cultivo de la curuba (*Passiflora mollisima* (H.B.K.) Bailey). Seminario. Universidad Nacional de Colombia. Seccional Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 76 p.

Campos E., T. 2001. La curuba; su cultivo. Bogota, Colombia. IICA. 30 p.

Devlin, R. 1982. Fisiología Vegetal. Cuarta edición. Barcelona, España, Editorial Omega, S.A. 516 p.

INIAP. 1999. Guía de cultivos. Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. 186 p.

García R., B.; Pantoja L., C. 1998. Fertilización del cultivo de la papa en el departamento de Nariño. En: Fertilización de cultivos de clima frío. Ricardo Guerrero (ed.). Monómeros. Santafé de Bogotá. Colombia. p. 23-41.

Osorio, J. 1979. Cultivo de la curuba. Bogotá. Revista Nacional de Agricultura (845):28-32.

Schoeniger, G. 1986. La curuba; técnica para el mejoramiento de su cultivo. Colciencias. Bogotá. 257 p.