

IMPORTANCIA DE LA NUTRICION EN EL CULTIVO DEL CAUCHO

Joao Roberto Coelho Aires da Gama Bastos*

Introducción

El primer contacto del hombre con el árbol del caucho ocurre en el siglo XVI, cuando científicos franceses efectuaron la medición del meridiano terrestre y encontraron en la Amazonía lo que denominaron “árboles que lloran”, hoy conocidos como caucho. A partir de esa época esta especie despertó interés general, debido a las propiedades peculiares de su producto, actualmente denominado látex (Garófalo, 1980).

Los polímeros elastoméricos, también conocidos como caucho, se describieron por primera vez en términos científicos por los estudiosos franceses La Condamine y Fresneau, quienes hicieron una expedición a América del Sur en 1736.

La explotación comercial del caucho se inició a principios del siglo XIX y su vulcanización fue descubierta accidentalmente por Goodyear en 1839. A partir de ese momento se incrementó el consumo, debido principalmente a la demanda provocada por la industria automovilística.

Entre las plantas capaces de producir látex, las del género *Hevea* son las más importantes y dentro de ellas el caucho (*Hevea brasiliensis* MUELL. ARG) es la de mayor valor comercial, por su mayor producción de látex de calidad. En la actualidad se lo conoce como árbol productor de caucho natural, designación que lo diferencia de los elastómeros sintéticos, cuya patente de fabricación fue presentada por los ingleses Matheure y Strange en 1910.

Luego del surgimiento de los elastómeros sintéticos, y debido a los bajos precios del petróleo, las investigaciones de caucho quedaron relegadas a segundo plano,

pero no fueron abandonadas completamente puesto que el caucho natural es insustituible en algunos procesos industriales. Durante un largo período hubo una disputa de intereses entre el caucho natural y el sintético. Con el advenimiento de la crisis del petróleo, ocurrida en la década de 1970, se inició nuevamente la explotación comercial y racional de caucho, despertando la atención de varios países, entre ellos Brasil.

El caucho es un producto de alto valor económico y estratégico, ocupando posición comparable a la del petróleo en la industria moderna, debido a sus incomparables características de gran elasticidad, resistencia a la tracción y ruptura e impermeabilidad al agua y a los gases (Martínez, 1974).



El caucho tiene el potencial de constituirse en el mayor productor de la materia prima para la confección de los más variados artículos, por esta razón su explotación como cultivo altamente rentable está creciendo día a día. La instalación y conducción del cultivo, así como el sangrado o extracción de látex, son operaciones que consumen cantidades crecientes de nutrientes, por lo cual es necesario la fertilización racional y equilibrada del cultivo en todas sus fases.

Importancia de la fertiización

En general, el comportamiento y características morfofisiológicas de los vegetales están determinadas por condiciones edafoclimáticas de la región de origen de la planta. Como el hombre no puede controlar el clima (radiación solar, temperatura y régimen de lluvias) se debe escoger regiones con características semejantes a las de origen de la planta para establecer el cultivo.

El caucho es una planta originaria de regiones de suelo

* Tomado de: Coelho Aires, J. R. 1994. Importancia da adubacao na cultura da seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). En M. E. Eustaquio de Sá e S. Buzzeti. Importancia da adubacao na qualidade dos produtos agrícolas. Sao Paulo: Icon, 1994.

químicamente pobres, pero de buenas características físicas como profundidad, porosidad y permeabilidad. Sin embargo, cuando se corrigen en suelos pobres las limitaciones nutricionales, mediante el uso de fertilizantes, se logra un mejor desarrollo y una mejor producción (Bataglia, 1987).

El crecimiento del caucho presenta aspectos particulares que deben considerarse en relación al manejo de la fertilización. El cultivo tiene cuatro estadios bien diferenciados: 1) plantas en viveros; 2) plantas en el sitio definitivo hasta el comienzo de la producción; 3) plantas desde el inicio de la producción hasta la madurez (de 7 a 15 años aproximadamente); y 4) plantas maduras. El manejo de nutrientes deberá tener en cuenta estas condiciones (Hoelz et al., sin fecha).

Síntomas visuales de deficiencias de nutrientes

Los síntomas de deficiencia descritos a continuación fueron transcritos de Valoris et al. (1980).

Nitrógeno

La deficiencia de nitrógeno (N) reduce el crecimiento y por lo tanto se produce una planta muy raquítica. La primera indicación de la deficiencia de N es un color verde pálido en las hojas, que más tarde se tornan amarillentas. En plantas jóvenes, no ramificadas, los síntomas aparecen primero en las hojas maduras de la base (Foto 1) y solamente en condiciones de severa deficiencia en las hojas superiores. En plantas adultas ramifi-

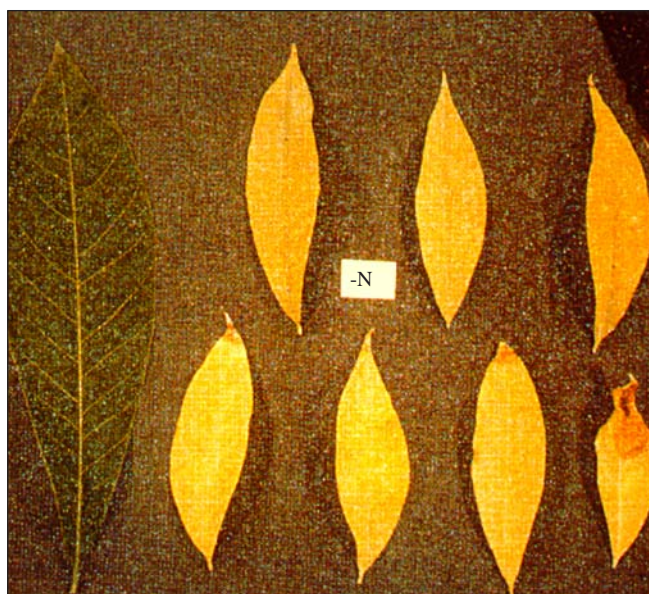


Foto 1. Deficiencia de N en hojas de caucho.

cadas, la deficiencia de N produce una acentuada reducción del crecimiento, particularmente por la reducción en el tamaño de la copa. En este caso los síntomas son más pronunciados en hojas expuestas a la luz que en aquellas hojas de las ramificaciones que están a la sombra.

Fósforo

En caucho joven, la deficiencia de fósforo (P) reduce el número de hojas y el desarrollo de la planta. En caucho adulto, la deficiencia no solamente reduce el crecimiento sino que además baja la producción. El síntoma principal aparece como un bronceamiento que circunda la hoja. Este bronceamiento frecuentemente se acentúa de las extremidades hacia la parte media de la hoja. En plantas jóvenes no ramificadas, los síntomas se presentan en las hojas intermedias y superiores de la ramificación principal. En plantas adultas ramificadas, los síntomas de deficiencia de P no se pueden observar a simple vista y la deficiencia se debe detectar a través del análisis foliar. Cabe aclararse que el bronceamiento de las hojas senescentes de las ramificaciones inferiores de árboles sanos no se debe confundir o interpretar como una deficiencia de P.

Potasio

El síntoma típico de la deficiencia de potasio (K) es un amarillamiento que se inicia en la extremidad de la hoja (Foto 2). En plantas jóvenes no ramificadas, los síntomas generalmente aparecen en hojas maduras de la



Foto 2. Deficiencia de K en hojas de caucho.



Foto 3. Deficiencia de Mg en hojas de caucho.

base de la ramificación principal y solamente en casos de severas deficiencias en la parte media. En plantas adultas, ramificadas, los síntomas aparecen en hojas expuestas a la luz.

Magnesio

El síntoma principal de la deficiencia de magnesio (Mg) se presenta como una clorosis (amarillamiento) entre las nervaduras de la hoja (Foto 3). En plantas jóvenes, los síntomas usualmente se observan en hojas de base (maduras) de la ramificación principal. En plantas adultas, los síntomas se observan en hojas expuestas totalmente a la luz.

Zinc

La característica principal de la deficiencia de zinc (Zn), es la falta de crecimiento de los internudos, haciendo que las hojas de varios internudos queden próximas unas de otras y en el mismo plano, a manera de una roseta. Se reduce el largo de las hojas en relación al ancho, quedando frecuentemente la lámina de la hoja retorcida. Se puede observar además un amarillamiento entre las nervaduras de la hoja con

excepción de la nervadura principal. Las yemas detienen su crecimiento y luego forman rosetas de hojas deformadas con clorosis en las puntas. Las plantas presentan ramas con entrenudos muy cortos, no hay desarrollo y en casos graves las plantas mueren.

Cobre

El síntoma inicial de la deficiencia de cobre (Cu) es un secamiento y deformación de la extremidad superior del margen de la hoja, el cual se extiende por la lámina de la misma. Con la intensidad de la deficiencia ocurre la defoliación. Posteriormente, el punto de crecimiento apical muere y los nuevos brotes se desarrollan de los meristemas axilares, dando lugar a ramificaciones múltiples que pueden tener numerosos peciolos arrugados y muertos.

Boro

Plantas deficientes en boro (B) presentan hojas retorcidas, pequeñas y algunas veces quebradizas. La deformación de la hoja no sigue ningún modelo definido y no hay pérdida de color. Ocasionalmente las nervaduras aparecen más largas de lo normal. En plantas jóvenes no ramificadas, los primeros síntomas se observan en la parte superior de las mismas.

Exigencias Nutricionales

En Brasil, el caucho generalmente se encuentra establecido en oxisoles y a pesar de ser una planta que se adapta a suelos relativamente pobres, responde bien a la aplicación de fertilizantes y extrae cantidades elevadas de nutrientes. Es posible que esta planta consiga suplir sus necesidades nutricionales en estos suelos por poseer un sistema radicular muy desarrollado.

Nitrógeno

Es el nutriente más importante, puesto que representa del 3 al 4% de la materia seca. Es requerido en cantidades relativamente grandes debido a que es un elemento esencial para el crecimiento de la planta

Tabla 1. Niveles críticos de N en hojas de caucho (Guha, 1969).

Tipo de hoja	Nivel de N bajo del cual la respuesta es probable	Nivel de N encima del cual no existe respuesta
	----- % de materia seca -----	
Expuestas al sol	3.20	3.60
Sombreadas	3.30	3.70

Tabla 2. Absorción de nutrientes por el caucho en función de la edad (Shorrocks, 1965).

Edad (años)	Total en los árboles (kg/ha/año)											
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Mo*
1	11.8	1.4	7.0	4.5	2.1	1.2	0.01	0.01	0.14	0.14	0.02	0.16
2	72.3	7.2	41.6	34.9	14.1	7.5	0.08	0.04	0.50	0.16	0.11	1.24
3	149.6	14.6	57.9	98.8	20.3	14.3	0.14	0.80	1.08	0.35	0.20	2.49
4	351.1	30.0	187.6	168.7	62.8	48.1	0.30	0.25	4.28	0.56	0.57	12.90
5	478.9	42.9	151.1	175.0	81.2	54.4	0.46	0.44	5.39	1.36	0.64	20.04
6	728.0	63.6	311.8	370.3	118.8	77.4	0.51	0.84	14.40	3.03	1.58	29.62
8	558.0	49.4	289.8	414.7	85.0	64.0	0.43	0.36	8.13	1.92	1.13	16.14
10	1529.2	141.1	510.6	756.5	241.6	139.3	0.91	1.12	8.96	10.94	2.62	40.07

* Expresado en g/ha.

y forma parte de toda la proteína y la clorofila de la planta de caucho (Valois et al, 1980).

Los niveles de N en hojas de caucho se sitúan entre 3.20 y 3.70 % en base a materia seca, sin mostrar diferencias significativas entre hojas expuestas al sol y hojas a la sombra, conforme se puede observar en la Tabla 1 (Guha, 1969).

El N es el elemento que más requiere el cultivo del caucho, conforme se puede observar en la Tabla 2 que presenta la absorción de nutrientes en función de la edad, en un período de 10 años (Shorrocks, 1965).

Grandes cantidades de N producen un exagerado desarrollo de la copa de la planta de caucho facilitando su

ruptura por la acción de los vientos (Geus, 1967). Owen et al. (1957) no obtuvieron un incremento significativo en la producción de caucho mediante aplicación aislada de N, sin embargo, al aplicar N asociado a K, observaron un incremento significativo en la circunferencia del tallo de los árboles. Rosenquist (1960) estudiando la aplicación de cuatro niveles de N asociado con 3 niveles de P obtuvo efectos significativos sobre el perímetro del tallo y la producción de látex, amedida que se incrementaron los niveles de N.

Los resultados de investigación descritos anteriormente indican que el N es el elemento requerido en mayor cantidad por la planta de caucho, con amplia participación en la formación del área foliar para fotosíntesis y en el volumen estructural del árbol. Además, está presente en el látex en asociación con otros elementos.

Fósforo

El P es uno de los elementos más deficiente de los trópicos húmedos. La deficiencia de P conduce a la baja asimilación en el metabolismo, inhibiendo el crecimiento de la planta (Valois et al., 1980). Dentro de la planta, el P desempeña un papel importante en las reac-

Tabla 3. Niveles críticos de P en hojas de caucho (Guha, 1969).

Tipo de hoja	Nivel de P bajo del cual la respuesta es probable	Nivel de P encima del cual no existe respuesta
----- % de materia seca -----		
Expuestas al sol	0.19	0.25
Sombreadas	0.21	0.27

Tabla 4. Niveles críticos de K en hojas de caucho (Guha, 1969).

Tipo de hoja	Nivel de K bajo del cual la respuesta es probable	Nivel de K encima del cual no existe respuesta
----- % de materia seca -----		
Expuestas al sol	1.00	1.40
Sombreadas	1.31	1.50

ciones bioquímicas del metabolismo de los carbohidratos, división celular y desarrollo de los tejidos meristemáticos. Además forma parte de los ácidos nucleicos.

Los niveles de P en hojas de caucho se sitúan entre 0.19 y 0.27% en base a materia seca. No existen diferencias significativas entre las hojas expuestas al sol y aquellas a la sombra, como se puede observar en la Tabla 3 (Guha, 1969).

El P fue el macronutriente absorbido en menor cantidad, con valores próximos a los de azufre (S), como se puede observar en la Tabla 2. Owen et al. (1957), mostraron que el caucho responde bien a la fertilización fosfatada, mientras que Bolton (1960), demostró que la respuesta se presenta cuando los contenidos de P en el suelo son menores a 12 ppm. Rosenquist (1960) encontró aumento de la producción de látex y del diámetro del tallo con la aplicación de abonos fosfatados, pero estos incrementos no fueron significativos.

El P desempeña un papel importante en el metabolismo de la planta de caucho, a pesar de ser requerido en pequeñas cantidades. Casi siempre presenta respuesta debido principalmente a la pobreza de este elemento en suelos tropicales.

Potasio

El K desempeña un papel importante en los procesos fisiológicos como en la síntesis de proteínas, aminoácidos, en la fotosíntesis y en la transformación de carbohidratos (Valois, 1980).

Los niveles de K en hojas de caucho se sitúan entre 1.00 y 1.50% en base a materia seca, existiendo diferencia estadística entre el contenido de K de las hojas expuestas al sol y sombreadas, como se puede observar en la Tabla 4 (Guha, 1969).

El K juega un papel importante en el metabolismo del caucho, pero la aplicación aislada no se traduce en incrementos notables en producción, sin embargo, la aplicación conjunta con otros elementos, principalmente N hace que las respuestas en rendimiento sean apreciables.

Calcio

Según Miranda et al, trabajos de investigación conducidos en Malasia han dado énfasis al efecto del magnesio (Mg) sobre la producción de látex, a pesar de que el calcio (Ca) es uno de los nutrientes extraídos en mayor cantidad por el caucho. Como se indicó anteriormente este cultivo está implementado en suelos tropicales viejos (oxisoles) pobres en bases, en los cuales es casi seguro un bajo suplemento de Ca y Mg. Por lo tanto, para obtener altos rendimientos se recomienda aplicar en estos suelos cierta cantidad de cal dolomítica.

El Ca es el segundo elemento en cantidad absorbida, sobrepasado solo por N como se puede observar en la Tabla 2. Bolton y Shorrocks (1961) observaron incrementos significativos en el desarrollo del perímetro del tallo y en la producción de látex con aplicación de cal dolomítica.

Magnesio

El Mg es constituyente importante de la molécula de clorofila. La deficiencia de Mg restringe el desarrollo de la planta debido a la escasez de clorofila, que a su

Tabla 5. Recomendaciones de fertilización para el caucho con base en el análisis de suelos*.

Edad	Nitrógeno	P resina, mg/dm ³ **		K intercambiable, cmolc/dm ³ ***	
		0-12	>12	0-0.15	>0.15
Años	N, kg/ha	----- P ₂ O ₅ , kg/ha -----		----- K ₂ O, kg/ha -----	
2-3	40	40	20	40	20
4-6	60	60	30	60	30
7-15	60	50	30	60	30
>16	50	40	20	50	30
* Utilizar la mitad de la dosis al inicio de la época lluviosa y la otra mitad al final. Distribuir el fertilizante alrededor de los árboles					
** mg/dm ³ ≈ ppm					
*** cmolc/dm ³ ≈ meq/100g					

vez reduce la fotosíntesis (Valois, 1980). El Mg es absorbido en menor cantidad que el Ca, como se puede observar en la Tabla 2.

Azufre

El azufre (S) es absorbido en cantidades parecidas a las del P (Tabla 2).

Micronutrientes

Pocos trabajos se han llevado a cabo en países productores de caucho para evaluar el efecto de los micronutrientes en la producción de látex. Sin embargo se ha evaluado el efecto de esos nutrientes sobre el crecimiento y se ha caracterizado los síntomas de deficiencias. En la región amazónica de Brasil se han observado deficiencias de Zn, Cu y B en plantas jóvenes de caucho (Valois, 1980). La absorción de micronutrientes por el caucho, en un lapso de 10 años, se presenta en la Tabla 2.

Recomendaciones de fertilización

La fertilización del caucho varía en función de la edad del cultivo. Sin embargo, en cada una de estas etapas es necesario realizar el análisis de suelo para diseñar las recomendaciones de fertilización.

A la siembra se recomienda incorporar, en el hoyo, 30 g de P₂O₅ y 30 g de K₂O. En suelos deficientes en Zn (contenido menor a 0.6 mg/dm³) aplicar 5 g de Zn. Si existe disponibilidad, aplicar 20 litros de estiércol de corral descompuesto. Aplicar N al voleo, en tres aplicaciones de 30 g/planta, durante el primer año.

En la Tabla 5 se presentan las recomendaciones de fertilización para las demás etapas de crecimiento del caucho para Sao Paulo, Brasil (van Raij et al., 1996). Estas recomendaciones pueden servir de referencia para diseñar programas de fertilización en otros sitios.

Comentarios finales

El caucho, por tratarse de un cultivo de alta rentabilidad económica, ha despertado últimamente gran interés haciéndose evidente la necesidad de investigación en todas las áreas de manejo del cultivo, pero particularmente en nutrición. Dentro de esta área se debe investigar, por ejemplo, el efecto de las relaciones entre nutrientes en el rendimiento y la calidad del producto

final (látex) cuya composición determina las características de los productos manufacturados con esta materia prima.

Bibliografía

- Bataglia, O. C. 1987. Nutricao e adubacao da seringueira. Informacoes Agronómicas, Piracicaba, v.38, p. 1-5.
- Bolton, J. y V. M. Shorrocks. 1961. The effects of magnesium limestone and other fertilizers on a mature planting of *Hevea brasiliensis*. Journal of the Rubber Research Institute of Malaya, Kuala Lumpur, v. 17, p. 31-39.
- Constable, P. H. y G. E. Hodnett. 1953. The manuring of *Hevea brasiliensis* Dartonfield, Ceylon. Empire Journal Experimental Agriculture, Cambridge, 21, 82, 1953.
- Garófalo, M. A. 1980. Borracha; e bom apagar tudo e começar outra vez. Agriculture de hoje, Rio de Janeiro, v. 6, n. 64, p. 4-13.
- Geus, J. C. 1967. Fertilizer guide for tropical and subtropical farming. Centre D'Etude de L'Azote, 727 p.
- Guha, M. M. 1969. Recent advances in fertilizer usage for rubber in Malaya. Journal of the Rubber Research Institute of Malaya, Kuala Lumpur, v. 21. p. 207-218
- Haag, H. P. 1982. et al. Nutricao mineral da seringueira. Campinas; Fundacao Cargill, 86 p.
- Hoelz, J. J., J. P. Stupiello. y J. Bardauil. Cultura da seringueira: curso de atualizacao de conhecimentos agronómicos. Sao Paulo: Secretaria do Estado dos Negócios da Agricultura, IBC-GERCA, s.d. 58 p.
- Martínez, A. A. 1974. Sangria da seringueira. Revista da CATI, Campinas, v. 1 n. 3, p. 21-26.
- Miranda, E. R., P. C. Rosand. y C. J. L. Santana. Requerimentos nutricionais e adubacao do cultivo da seringueira. Itabuna: Centro de Pesquisa do Cacau, s. d. 32 p. (Boletim técnico, 33).
- Owen, G., D. R. Westgarth. y G. C. Iyer. 1957. Manuring *Hevea*: effect of fertilizer on growth and yield of manure rubber trees. Journal of Rubber Research Institute of Malaya, Kuala Lumpur, v. 15 p. 29-52.
- Rosenquist. E. A. 1960. Manuring of rubber in relation to wind damage. In: Natural Rubber Research Conference, 1960, Kuala Lumpur. Proceedings... Kuala Lumpur: s.n., p. 81-88.
- Shorrocks, V. M. 1965. Mineral nutrition, growth and nutrient cycle of cycle of *Hevea brasiliensis*. I. Growth and nutrition content. Journal of Rubber Research Institute of Malaya, Kuala Lumpur, v. 19 p. 32-47, 1965.
- Vaouis, A. C. C. et al. 1980. Cultura da seringueira. Brasilia s.n., 1980. 218 p. (Manual Técnico, 9).