

---

# FERTILIZACIÓN DEL MARACUYÁ

## E. Malavolta

El objetivo de la práctica de la fertilización es el cubrir, en términos económicos, la diferencia entre el requerimiento de nutrientes del cultivo y el suministro por el suelo de acuerdo a la siguiente relación:

$$M(\text{fertilizante}) = \{M(\text{requerimiento}) - M(\text{suministro})\} \times f$$

En esta relación M es un macro o micronutriente y f es un factor usado para corregir las pérdidas debidas a volatilización (nitrógeno, azufre), lixiviación (nitrógeno, potasio, azufre, boro principalmente) fijación (fósforo, micronutrientes catiónicos) y erosión (todos).

La fertilización es una práctica agronómica que está diseñada para contestar la siguiente serie de preguntas:

- Qué? cual elemento o elementos son limitantes en la producción.
- Cuánto? cantidad que se debe aplicar.
- Cuándo? época en la cual hay que fertilizar para garantizar el mayor aprovechamiento de los nutrientes.
- Cómo? localización del fertilizante con relación a la planta.
- Efecto en la calidad? influencia del nutriente o nutrientes en la calidad nutritiva, comercial o industrial del fruto.
- Pagará? la fertilización debe ser una práctica rentable.

En general las dos primeras preguntas (qué y cuánto) se contestan al mismo tiempo a través del análisis del suelo, complementado, siempre que sea posible, con el análisis foliar. El análisis de suelo además entrega información sobre la reacción (pH) del suelo.

## Muestreo de suelos

El suelo se debe analizar antes de la siembra y después periódicamente durante la vida de la plantación. En ambos caso la muestra debe tomarse a una profundidad de 0-20 cm. Los muestreos de suelos con la plantación en pie deben hacerse en la banda de fertilización por lo menos un mes después de la última aplicación de fertilizante.

---

## Encalado

En general se considera que el pH (medido en agua) más favorable para el cultivo del maracuyá se sitúa entre 5.5 y 6.5. Cuando el pH del suelo cae a valores inferiores a 5.5 es necesario encalar.

En general, un buen método para determinar las dosis de cal necesarias para controlar la acidez se basa en el criterio de calcular la cantidad de cal teniendo en cuenta la cantidad de aluminio intercambiable ( $Al^{+3}$ ) de acuerdo a la siguiente ecuación (Kamprath, 1970):

$$\text{Requerimiento de cal (t/ha)} = \text{Factor} * \text{meq/100 g de } Al^{+3}$$

El factor a utilizarse puede ser 1.5 o 2.0 de acuerdo al tipo de suelo. Este factor puede ser ajustado por el agrónomo o el agricultor trabajando en un sitio determinado.

En suelos viejos altamente meteorizados (suelos rojos clasificados como Oxisoles y Ultisoles) el criterio anterior no trabaja muy bien. En estos suelos de baja capacidad de intercambio catiónico (CIC) la determinación de los requerimientos de cal funciona mejor de acuerdo al criterio de saturación de bases (SB) expresado en la siguiente ecuación (Quaggio et al., 1985):

$$\text{Requerimiento de cal (t/ha)} = [\text{CIC (SB2 - SB1)}] / 100$$

de donde:

CIC = Capacidad de intercambio catiónico a pH 7.0

CIC =  $(H+Al+K+Ca+Mg)$  en meq/100 g

SB1 = Porcentaje de saturación en bases antes del encalado

SB1 =  $\frac{(K + Ca + Mg)}{CIC} * 100$

SB2 = Porcentaje de saturación en bases de la cual se quiere llegar generalmente 60%.

El requerimiento de cal obtenido por cualquiera de los dos criterios descritos arriba debe compensarse por el poder de neutralización de la cal a utilizarse en el sitio. Muy pocas veces se consigue cal totalmente pura y las impurezas del material reducen el poder de neutralización. Si la recomendación calculada es de 2 t/ha y la cal disponible tiene solamente un 85% de poder de neutralización la cantidad de cal a utilizarse es 2.353 t/ha  $(2.0/0.85)$ .

Dependiendo de las condiciones se puede utilizar como fuente de cal el carbonato de calcio o calcita ( $CaCO_3$ ) y el carbonato doble de calcio y magnesio o dolomita ( $CaCO_3.MgCO_3$ ) teniendo en cuenta que se han observado acentuadas deficiencias de Mg en algunas de las áreas donde se cultiva maracuyá.

---

Es mejor controlar los problemas de acidez antes de la siembra de la plantación. En este caso se distribuye la cal al voleo y luego se incorpora por lo menos a 30 cm de profundidad. Sin embargo, se pueden desarrollar problemas de acidez en plantaciones establecidas. En este caso la enmienda se aplica también al voleo entre las hileras, con mayor proporción en la banda de fertilización donde se genera mayor acidez y parte en la entrecalle. Las operaciones de cultivo logran una ligera incorporación y es por esta razón que este tipo de encalado no es muy eficiente.

## Fertilización

### Transplante y formación

Es importante acondicionar la zona donde se desarrollará el sistema radicular del maracuyá. Esto se logra con aplicaciones de materiales orgánicos y fertilizantes minerales al hoyo de siembra, antes del transplante. Generalmente se utiliza gallinaza, torta de higuera o estiércol de ganado. Los materiales orgánicos aportan con cierta cantidad de nutrientes, pero el principal beneficio de su aplicación es la de mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo, logrando de esta manera mejor retención de agua, adecuada aereación y mayor capacidad de intercambio catiónico lo que permite que el suelo retenga una mayor cantidad de nutrientes.

Las dosis de  $P_2O_5$  y  $K_2O$  que deben aplicarse al hoyo de transplante dependen del análisis de suelos inicial. Sin embargo, las dosis de  $P_2O_5$  y  $K_2O$  generalmente varían entre 12 y 40 g por hoyo (Avilán y Leal, 1984; Moreira, 1985).

Es aconsejable mezclar el material orgánico y los fertilizantes minerales con el suelo del hoyo (que servirá de relleno al momento del transplante) 20 o 30 días antes del transplante. Esto evita problemas de fermentación que pueden afectar la plántula.

Durante el período de formación, es decir hasta 6 meses después del transplante, es necesario fertilizar periódicamente la plantación. Las dosis recomendadas dependen del análisis de suelo inicial. En la **Tabla 1** se presentan las dosis de fertilizantes recomendadas en Brasil para el período de formación del maracuyá basándose en el análisis de suelo inicial. Estas dosis se aplican a los 30, 90 y 150 días después del transplante. Esta información puede ser utilizada como guía en lugares donde no se ha desarrollado información local.

### Plantas en producción

La adecuada fertilización de las plantas en producción asegura una producción rentable a través de los años de vida útil de la plantación. El análisis de suelos, complementado con el análisis foliar, permite establecer las dosis de nutrientes y determinar si los nutrientes aplicados están siendo aprovechados eficientemente por la planta.

En la **Tabla 2** se presentan las dosis de nutrientes recomendadas en Brasil para el período de producción, basándose en el análisis de suelos. Estas dosis pueden ser también utilizadas como guía en lugares donde no se ha desarrollado información. En Venezuela se recomiendan dos aplicaciones por año 45 a 65 g de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  por

planta mientras que en Colombia se aplican 20 g de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O por planta después de cada cosecha. Las aplicaciones de Mg, S y micronutrientes se hacen de acuerdo al tenor de estos nutrientes detectado por el análisis foliar. Las concentraciones adecuadas de los nutrientes en las hojas se presentan en las **Tablas 3 y 4**.

**Tabla 1. Dosis de nutrientes recomendadas en Brasil, basándose en el análisis de suelos, para el período de formación del maracuyá.**

P (resina) ug/cm <sup>3</sup>	K intercambiable – meq/100 cm <sup>3</sup>					
	0 – 0.15			> 0.15		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	-----g/hoyo-----					
0 – 15	10	14	20	10	14	10
> 15	10	7	20	10	7	10

### Época y forma de aplicación de los fertilizantes

La época de aplicación de los fertilizantes depende de los períodos de demanda de nutrientes por el cultivo y del comportamiento de los nutrientes en el suelo. En el caso de maracuyá, la

información generada sobre acumulación de nutrientes en el año, variación del contenido foliar y períodos en los que se intensifican los síntomas de deficiencias indican que el N es necesario durante todo el ciclo anual para satisfacer las demandas del crecimiento continuo, floración y desarrollo del fruto, y el P y K deben estar presentes en la floración siendo también necesarios para el crecimiento del fruto. Desde el punto de vista práctico se recomienda hacer dos aplicaciones de fertilizantes al año de acuerdo a las dosis discutidas anteriormente. Las épocas de aplicación deben variar entonces de acuerdo al estado de crecimiento del cultivo y las condiciones de humedad en el suelo. En la **Tabla 5** se presentan las épocas de aplicación utilizadas en diversas áreas productoras de maracuyá en el mundo.

La localización del fertilizante depende del comportamiento de los diferentes nutrientes en el suelo y del desarrollo del sistema radicular tanto en forma horizontal como en profundidad. En N es un nutriente que se mueve fácilmente en el suelo mientras que el K tiene un movimiento intermedio que depende mucho de la textura del suelo. Por otro lado el P es un nutriente inmóvil en el suelo.

Teniendo en cuenta que las raíces activas del maracuyá son superficiales y se localizan cerca al tallo, se debe aplicar el N y K a la superficie del suelo en una circunferencia de 40-50 cm de diámetro alrededor de la planta. En cuanto al P, estudios en maracuyá con P radiactivo (Rapchan y Malavolta, 1976; Malavolta y Neptune, 1977) demostraron que aplicaciones de P a la superficie del suelo son tanto o más eficientes que aplicaciones que incorporaron el P al suelo. Esto es importante desde el punto de vista práctico ya que se pueden colocar los tres nutrientes en la superficie del suelo y lograr una buena nutrición.

En cultivos de maracuyá mecanizados se pueden aplicar el fertilizante en bandas continuas a lo largo de las hileras, en los lados de las plantas. Las bandas pueden tener un ancho de 20 a 40 cm dependiendo de la edad de las plantas. Cuando se utiliza fertigración (fertilización en el agua de riego) se mantiene esta localización de fertilizantes.

**Tabla 2. Dosis de nutrientes recomendadas en Brasil, basándose en el análisis de suelos, para el período de producción del maracuyá.**

<i>P</i> (resina) ug/cm <sup>3</sup>	<i>K</i> intercambiable – meq/100 cm <sup>3</sup>								
	0 – 0.15			0.16 – 0.30			> 0.30		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> O
	----- g/planta -----								
0 – 15	60	25	60	60	25	40	60	25	20
16 – 40	60	20	60	60	20	40	60	20	20
> 40	60	15	60	60	15	40	60	15	20

**Tabla 3. Concentración de nutrientes en diferentes hojas de maracuyá muestreadas en la misma fecha (Marchal y Bourdeaut, 1972).**

Elemento	Hoja*	----- Tratamiento -----				
		N <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	N <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	N <sub>2</sub> K <sub>2</sub>
N	1	3.43	3.54	3.53	3.70	4.06
	2	3.55	3.82	3.86	3.95	3.75
	3	3.89	4.02	4.05	4.15	3.92
	4	5.06	5.10	5.36	4.86	4.62
P	1	0.23	0.22	0.22	0.22	0.21
	2	0.22	0.22	0.21	0.22	0.22
	3	0.25	0.25	0.23	0.25	0.24
	4	0.46	0.41	0.45	0.40	0.52
K	1	2.84	3.72	3.81	3.57	3.50
	2	3.06	3.57	3.53	3.82	3.38
	3	3.00	3.63	3.48	3.55	3.60
	4	2.53	2.55	2.54	2.60	2.61
Ca	1	1.32	1.38	1.16	1.33	1.18
	2	1.12	1.11	1.04	1.11	1.22
	3	1.37	1.38	1.34	1.35	1.21
	4	0.81	1.01	0.89	0.74	0.67
Mg	1	0.23	0.21	0.19	0.24	0.21
	2	0.22	0.21	0.19	0.23	0.21
	3	0.30	0.25	0.25	0.26	0.22
	4	0.30	0.29	0.27	0.27	0.28

\* 1.- hoja de un mes de edad  
 2.- hoja con una flor en la axila cerca de abrirse  
 3.- hoja de la brotación de un mes  
 4.- tercera hoja

**Tabla 4. Concentración adecuada de nutrientes en las hojas del maracuyá según distintos autores (1).**

Elemento	Marchal y Bourdeaut (1972)	Haag et al. (1973)		Baumgartner et al. (1978)	Robinson (1986)
		Amarillo	Morado		
----- % -----					
N	3.75 - 3.95	3.6 - 4.6	3.6 - 4.6	5.1 - 5.5	4.75 - 5.25
P	0.22	0.21 - 0.30	0.21 - 0.26	0.3 - 0.4	0.25 - 0.35
K	3.53 - 3.82	0.21 - 0.30	0.21 - 0.26	3.6 - 4.1	2.0 - 2.3
Ca	1.00 - 1.10	1.7 - 2.8	1.9 - 2.1	--	0.5 - 1.5
Mg	0.20 - 0.23	0.21	0.21	0.25 - 0.35	
S	--	0.44	0.44	0.2 - 0.4	
----- ppm -----					
B	--	39 - 47	39 - 47	--	--
Cu	--	15 - 16	8 - 9	-	5 - 20
Fe	--	116 - 233	180 - 230	--	100 - 200
Mn	--	433 - 604	449 - 522	--	50 - 200
Mo	--	--	--	--	--
Zn	--	26 - 49	31 - 42	--	45 - 50
(1) Muestreo:	Marchal y Bourdeaut (1972)	: botón floral en la axila; maracuyá amarillo			
	Haag et al. (1973)	: Antes del apareamiento de los frutos, todas las hojas ama = amarillo; mor = morado			
	Baumgartner et al. (1978)	: 4ta hoja recién madura, ramas medianas, productivas, en el otoño; maracuyá amarillo			
	Robinson (1986)	: Hoja más nueva completamente expandida, en ramas bien desarrolladas y en crecimiento activo (Passiflora spp)			

**Tabla 5. Concentración de nutrientes en diferentes hojas de maracuyá muestradas en la misma fecha (Marchal y Bourdeaut, 1972).**

Elemento	Hoja*	Tratamiento				
		N <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	N <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	N <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	N <sub>2</sub> K <sub>2</sub>
N	1	3.43	3.54	3.53	3.70	4.06
	2	3.55	3.82	3.86	3.95	3.75
	3	3.89	4.02	4.05	4.15	3.92
	4	5.06	5.10	5.36	4.86	4.62
P	1	0.23	0.22	0.22	0.22	0.21
	2	0.22	0.22	0.21	0.22	0.22
	3	0.25	0.25	0.23	0.25	0.24
	4	0.46	0.41	0.45	0.40	0.52
K	1	2.84	3.72	3.81	3.57	3.50
	2	3.06	3.57	3.53	3.82	3.38
	3	3.00	3.63	3.48	3.55	3.60
	4	2.53	2.55	2.54	2.60	2.61
Ca	1	1.32	1.38	1.16	1.33	1.18
	2	1.12	1.11	1.04	1.11	1.22
	3	1.37	1.38	1.34	1.35	1.21
	4	0.81	1.01	0.89	0.74	0.67
Mg	1	0.23	0.21	0.19	0.24	0.21
	2	0.22	0.21	0.19	0.23	0.21
	3	0.30	0.25	0.25	0.26	0.22
	4	0.30	0.29	0.27	0.27	0.28

\* 1.- hoja de un mes de edad

2.- hoja con una flor en la axila cerca de abrirse

3.- hoja de la brotación de un mes

4.- tercera hoja

**Tabla 6. Época de aplicación de fertilizantes para plantas en producción en diferentes áreas productoras de maracuyá en el mundo.**

País o región	Época	Autor
Costa de Marfil	Dosis total divididas en 3 partes iguales: fines de las lluvias, comienzo de pequeña estación lluvias y fines de la estación sequía.	Marchal y Bourdeaut (1972)
Sri Lanka	Dos veces al año cada 6 meses.	Bertin (1976)
Colombia	Después de cada cosecha	Rios Castaño y Salazar (1977)
Venezuela	Dosis divididas en 2 fraccionamientos: 1/2 cuando existe un alto número de frutos formados y 1/2 después de la cosecha	Avilán y Leal (1984)
Brasil, Est. Sao Paulo	Dosis divididas en 2 fraccionamientos: 1/2 inicio floración y 1/2 medio estación lluvias.	Moreira (1985)
Malasia	Dos aplicaciones por año	Raveendranathan (1992)

## Referencias

- Avilán, L y F. Leal. 1984. Suelos y fertilizantes para frutales en el trópico. Ediciones del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Caracas. 312 p.
- Baumgartner, J. G.; R. S. Lourenco y E. Malavolta. 1978. Estudos sobre a nutricao mineral e adubacao do maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.). V. Adubacao mineral. Científica (Jaboticabal) 6: 361-367.
- Bertin, Y. 1976. La culture de la granadille au Sri-Lanka. Fruits (Paris) 31: 171-176.
- Haag, H. P.; G. D. Oliveira; A. S. Borduchi y J. R. Sarruge. 1973. Absorcao de nutrientes por duas variedades de maracujá An. Es. Sup. Agr. "Luis de Queiroz", Universidade de Sao Paulo (Piracicaba) 30: 267-279.
- Kamprath, E. J. 1970. Exchangeable aluminum as a criterion for living leached mineral soil. Soil Sci. Soc. Am. Proc. (Madison) 34: 252-245.
- Malavolta, E. y A.M.L. Neptune. 1977. Studies on the placement of fertilizer phosphorus in tropical crops. Phosphorus in Agriculture No. 70. Special Issue: 93-97.
- Marchal, J. y J. Bourdeaut. 1972. Echantillonnages foliaires de la grenadille (*Passiflora edulis* Sims. var. *flavicarpa*). Fruits (Paris) 27 (4): 307-311.

- 
- Moreira, R. S. 1985. Maracujá In: Recomendacoes de adubacao e calagem para o Estado de Sao Paulo. p. 72. B. van Raij, coord. Sec. Agricultura e Abastecimento. Instituto Agronomico. Campinas. Bol. Tec. No. 100-107 p.
- Quaggio, J. A.; B. Van Raij y E. Malavolta. 1985. Alternative use of the SMP - buffer solution to determine lime requirement of soil. Commun. Soil Sci. Plant Anal. (N. York) 16: 245-260.
- Raveendranathan, P. 1992. Passion fruit (Granadilla) *Passiflora* spp). In: IFA World Fertilizer Use Manual p. 378-379. W. Wichmann, ed. International Fertilizer Industry Association. Paris. 632 p.
- Rios-Castaño, D. y R. Salazar. 1977. Passifloras. In. Frutales. p. 365-395. R. Torres y D. Rios Castaño, ed. Min. Agric., Inst. Colombiano Agropecuario Bogota. (ref. en Avilán y Leal, 1984, p.285).
- Robinson, J. B. 1986. Fruits, vines and nuts. In: Plant Analysis-an interpretation manual. p. 120-147. D. J. Reuter y J.B. Robinson, eds. Inkata Press. Melbourne, Sydney. 218 p.