
NUTRICIÓN MINERAL DEL MARACUYA

E. Malavolta

Acumulación de materia seca

En la **Tabla 1** se presentan los datos de producción de materia seca en un año de crecimiento, en una plantación de maracuyá cultivada en suelo arenoso de Sao Paulo, Brasil con una densidad de siembra de 1.666 plantas/ha (Haag et al., 1973). En las **Figuras 1 y 2** se presentan los datos de acumulación de materia seca total y materia seca en los frutos de maracuyá morado y maracuyá amarillo recalculados a t/ha. La producción de 2.156 g de materia seca de frutos por planta de maracuyá morado corresponde a 13 kg o 21.6 t/ha de frutos frescos. En caso del maracuyá amarillo, la cosecha de 2.669 g de materia seca de frutos por planta corresponde a 16 kg o 26,6 t/ha de frutos frescos. De los datos presentados en la **Tabla 1** y en las **Figuras 1 y 2** se puede concluir que:

- El crecimiento de las ramas es lineal después de los 160 días de edad, alcanzando más de 8 m a los 370 días.
- Existe un desarrollo rápido de las raíces entre 220 y 300 días de crecimiento.
- El crecimiento más intenso del tallo y hojas ocurre entre 250 y 330 días.
- La fructificación empieza a los 9 meses y la producción sigue creciendo hasta el final.
- El crecimiento del maracuyá es muy activo entre 300 y 330 días. En este período hay un aumento en la producción de materia seca de 100 g/planta/día o 166 kg/ha/día.
- Igualmente notable es el crecimiento de los frutos, cuyo peso en dos meses aumenta cerca de 1.100%.
- El maracuyá amarillo y el morado prácticamente se comportan de la misma manera, aunque la producción del primero es mayor.
- Aun cuando las curvas de crecimiento tienen una ligera tendencia sigmoide no se puede decir que la producción de materia seca no siga creciendo en años sucesivos, especialmente si se tiene cuenta las podas que generalmente se realizan en la planta.

Tabla 1. Crecimiento del maracuyá en condiciones de Sao Paulo, Brasil (Hang et al., 1973)

Variedad	Edad (días)								
	130	160	190	220	250	280	310	340	370
Extensión Ramas (cm)									
Amarillo	7.5	20.2	96.0	200.0	361.5	490.0	615.0	730.0	820.0
Morado	6.5	19.7	106.0	195.0	329.0	500.0	590.0	700.0	770.0
Raíz (g/planta)*									
Amarillo	--	0.3	1.7	4.2	46.7	72.5	146.0	184.3	141.9
Morado	--	0.2	1.8	7.1	32.0	58.4	109.6	133.0	156.3
Tallo (g/planta)									
Amarillo	--	--	9.0	61.0	102.9	1410.5	1259.0	2795.5	3153.0
Morado	--	--	11.3	75.0	91.2	1255.0	1532.0	2353.0	2870.0
Hojas (g/planta)									
Amarillo	--	--	11.9	69.4	84.6	818.5	1762.0	2189.0	2400.0
Morado	--	--	13.8	71.4	109.4	824.7	1158.0	1475.0	2080.0
Frutos (g/planta)									
Amarillo	--	--	--	--	--	194.2	1300.0	2283.0	2669.4
Morado	--	--	--	--	--	302.4	1824.0	2009.0	2156.6
Total (g/planta)									
Amarillo	0.28	2.7	22.6	129.65	234.5	2495.7	4467.0	7461.8	8364.3
Morado	0.20	3.8	26.9	153.5	303.5	7440.5	4641.6	51970.5	7183.7

* *Materia seca*

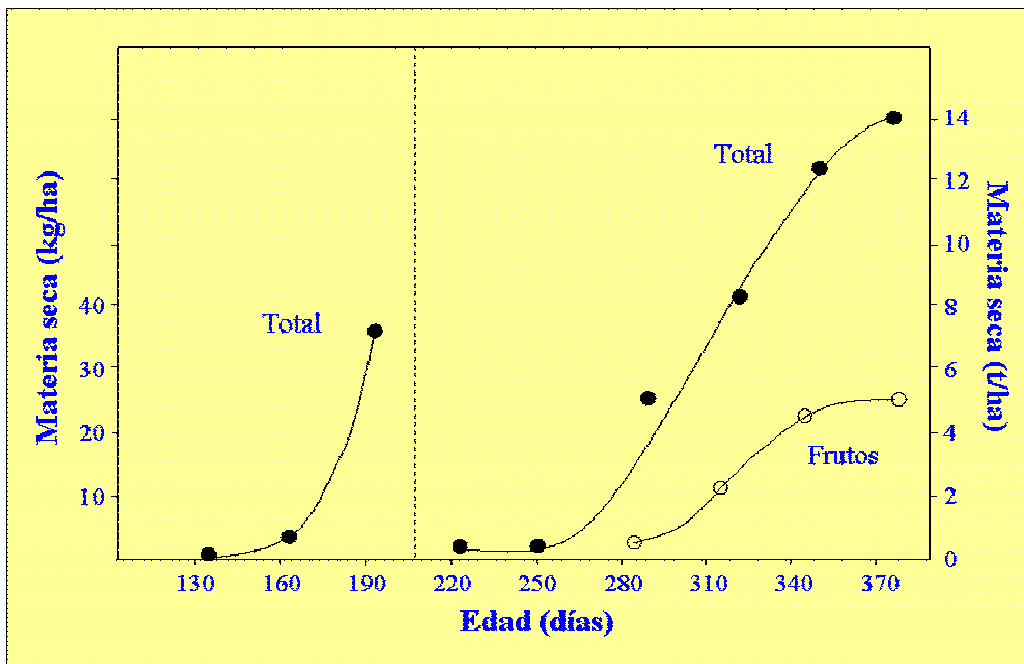


Figura 1. Acumulación de materia seca de maracuya amarillo (*P. edulis* f. *flavicarpa*).

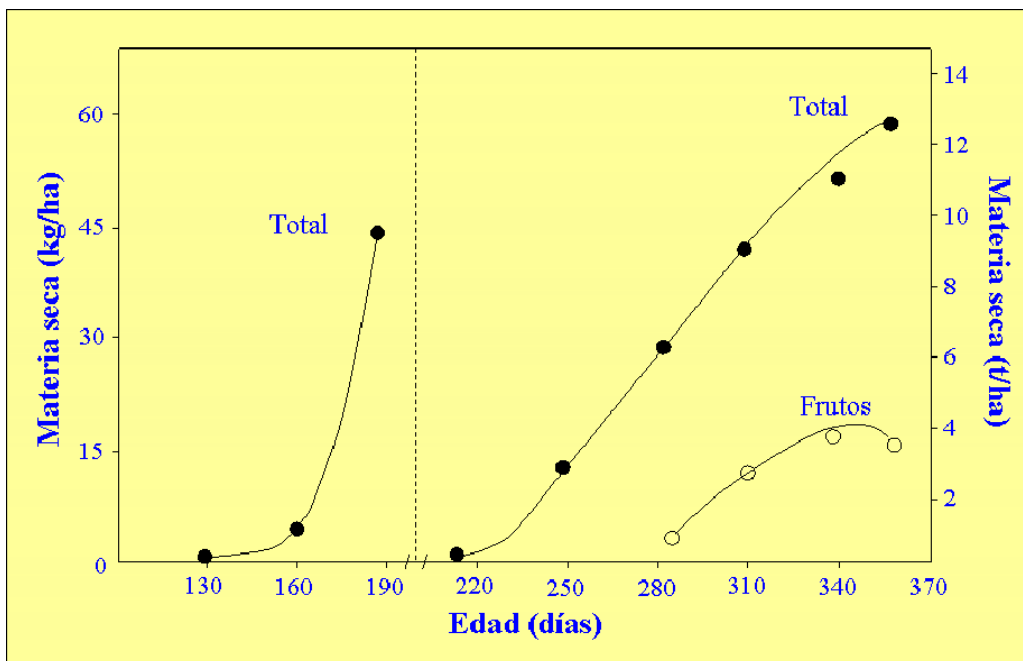


Figura 2. Acumulación de materia seca de maracuyá morado (*P. edulis* f. *nurnurea*).

Acumulación de nutrientes

La acumulación máxima de nutrientes en la parte aérea (g/planta) ocurre a una temperatura diurna de 25°C y nocturna de 20°C. La concentración máxima (porcentaje en el tejido) de la mayoría de nutrientes también ocurre a esas temperaturas. A mayor temperatura el nivel de K se incrementa y los niveles de N, S y Mg disminuyen (Menzel et al., 1987).

La baja intensidad luminosa aumenta la elongación de las ramas pero reduce el área foliar, el peso de la materia seca y el número de botones y flores. La reducción en el peso de materia seca de la parte aérea, a causa de la baja irradiación, está asociada con la reducción en el contenido total (g/planta) de la mayoría de los nutrientes. Con poca luz, las concentraciones (porcentaje en el tejido) de Ca, Mg, Fe, S y Zn aumentan mientras la de P disminuye. La sombra no afecta consistentemente la concentración de otros nutrientes (N, K, Na, Mn, Cu, B y Al) (Menzel y Simpson, 1988).

Factores climáticos pueden afectar de modo distinto la acumulación de nutrientes en los órganos de la planta. El estrés por falta de agua reduce la acumulación total de nutrientes en la parte aérea pero tiene efecto variable en la concentración absoluta. Los niveles de fósforo (P), calcio (Ca), boro (B), hierro (Fe), manganeso (Mn) y zinc (Zn) disminuyen, mientras que los de magnesio (Mg), sodio (Na) y cobre (Cu) aumentan. Al contrario, el estrés causado por falta de agua no afecta consistentemente la concentración de nitrógeno (N), potasio (K), y cloro (Cl). Por otro lado, como efecto de la falta de agua en el suelo, se reduce la extensión total de las ramas como consecuencia de la reducción del número de nudos y de la longitud de los internudos. Esto a su vez afecta al número de botones y flores abiertas (Menzel et al., 1986).

Requerimientos de macro y micronutrientes

Los resultados de los análisis minerales de los distintos órganos de la planta desde 130 a 370 días de edad se presentan en las **Tablas 2 y 3**. Los datos de la **Tabla 2** demuestran que la absorción de nutrientes se incrementa marcadamente a los 250 días, es decir, un mes antes del apareamiento de los frutos. Las curvas de acumulación de N, P y K (datos calculados a una hectárea) se presentan en las **Figuras 3, 4 y 5**. Estas curvas tienen la misma forma que describe la curva de acumulación de materia seca (**Figura 1**). En el mes que antecede la frutificación (250 a 280 días) la acumulación diaria de nutrientes amarillo, en kg/ha, es N = 2,3; P = 0.22; K = 2.1 y en maracuyá morado N = 2.1; P = 0.19; K = 1.3. Si se consideran los 4 meses desde los 250 hasta los 370 días de crecimiento la acumulación diaria es N = 7.1; P = 0.70; y K = 7.2 para maracuyá amarillo y N = 6.8; P = 0.67; K = 3.8 para maracuyá morado

Estas cantidades de nutrientes (además de los otros macro y micronutrientes) deben estar presentes en el suelo en forma disponible (fase lábil y solución del suelo) para que las plantas se desarrollen y produzcan satisfactoriamente. Cuando el suelo no logra satisfacer estas necesidades hay que suplementar estos nutrientes en forma de fertilizantes, en las épocas y formas más adecuadas.

La distribución de la cantidad total de nutrientes en los distintos órganos de la planta, a los 370 días, se presenta en la **Figura 6**. De la interpretación de estos datos se puede concluir que:

- Los requerimientos totales de N y K del maracuyá amarillo son mayores que el morado, especialmente en K. Las exigencias de P y S son prácticamente las mismas pero el maracuyá morado contiene más Ca.
- Los requerimientos de nutrientes en orden decreciente son: maracuyá amarillo $N > K > Ca > S > P > Mg$ y maracuyá morado $N > Ca > K > S > P > Mg$.
- Las cantidades de nutrientes exportadas en el fruto obedece al siguiente orden: maracuyá amarillo $K > N > P > Ca > Mg = S$ y maracuyá morado $N > K > P > S > Ca = Mg$.

Como ocurre con los macronutrientes, la absorción de los micronutrientes se acelera a partir de los 250 días, un mes antes de la frutificación (**Tabla 3**). Las cantidades totales absorbidas a los 370 días y su distribución en los distintos órganos de la planta se presentan en la **Figura 7**. Del estudio de estos datos se puede observar:

- Los requerimientos totales de micronutrientes del maracuyá amarillo son siempre mayores que el morado, particularmente con respecto al Cu.
- Los requerimientos totales de micronutrientes obedecen al siguiente orden: maracuyá amarillo $Mn > Fe > Zn > B > Cu$ y maracuyá morado $Mn > Fe > Zn > B > Cu$.
- Las cantidades de micronutrientes exportadas en el fruto se ubican en el siguiente orden: maracuyá amarillo $Mn > Zn > Fe > Cu > B$ y maracuyá morado $Mn = Zn > Fe > B = Cu$.

Tabla 2. Acumulación de macronutrientes en diferentes órganos de maracuyá amarillo y morado (Hang et al., 1973).

Edad	Órgano	-----N-----		-----P-----		-----K-----		-----Ca-----		-----Mg-----		-----S-----	
		A	M	A	M	A	M	A	M	A	M	A	M
Días -----granos/planta-----													
130	Todos	0.008	0.007	0.001	0.001	0.006	0.006	0.007	0.008	0.001	0.001	0.003	0.001
160	P. aérea	0.114	0.156	0.010	0.015	0.070	0.084	0.036	0.063	0.006	0.009	0.003	0.010
	Raíz	0.005	0.004	0.001	0.001	0.006	0.003	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001
	Total	0.119	0.160	0.011	0.016	0.076	0.087	0.039	0.065	0.007	0.010	0.005	0.011
190	Raíz	0.021	0.032	0.005	0.006	0.026	0.029	0.008	0.011	0.003	0.003	0.002	0.002
	Tallo	0.177	0.214	0.035	0.040	0.218	0.277	0.077	0.014	0.012	0.014	0.024	0.024
	Hojas	0.537	0.892	0.047	0.048	0.412	0.440	0.267	0.219	0.031	0.037	0.055	0.024
	Total	0.735	1.138	0.087	0.094	0.656	0.746	0.352	0.334	0.096	0.054	0.081	0.050
220	Raíz	0.047	0.079	0.008	0.014	0.069	0.129	0.035	0.033	0.005	0.009	0.006	0.010
	Tallo	1.031	1.132	1.142	0.205	1.443	1.465	0.567	0.608	0.073	0.068	0.117	0.157
	Hojas	3.201	3.070	0.187	0.228	1.984	2.435	1.043	1.211	0.129	0.121	0.296	0.294
	Total	4.279	4.281	0.337	0.447	3.496	4.029	1.645	1.662	0.207	0.198	0.419	0.461
250	Raíz	0.425	0.278	0.072	0.045	0.642	0.510	0.318	0.170	0.037	0.035	0.062	0.050
	Tallo	1.081	1.113	0.129	0.140	1.698	1.053	1.204	0.976	0.082	0.128	0.215	0.211
	Hojas	3.908	4.989	0.260	0.285	2.745	3.370	1.472	2.265	0.178	0.241	0.365	0.162
	Total	5.414	6.380	0.461	0.470	5.085	4.933	2.994	3.411	0.297	0.404	0.642	0.423
280	Raíz	0.64	0.47	0.13	0.60	0.78	0.43	0.52	0.25	0.90	0.60	0.11	0.09
	Tallo	14.24	10.68	29.52	1.64	19.01	10.35	13.26	15.18	0.84	1.18	1.93	1.97
	Hojas	29.71	29.52	1.78	1.80	19.36	13.84	22.66	15.50	1.72	1.73	3.66	3.761
	Frutos	3.38	4.26	0.48	0.70	3.70	4.70	0.40	0.41	0.20	0.30	0.30	0.50
	Total	47.97	44.92	4.44	4.20	42.85	29.02	36.80	31.34	2.85	3.28	6.01	6.32
310	Raíz	0.90	0.90	0.10	0.20	0.90	0.80	1.50	0.80	0.10	0.10	0.20	0.20
	Tallo	8.90	13.50	0.80	2.00	10.10	11.00	27.20	27.20	1.10	2.00	1.80	2.70
	Hojas	57.30	39.40	3.00	2.40	50.40	21.60	48.80	41.20	0.40	2.80	7.00	4.70
	Total	83.50	86.20	6.30	9.10	91.40	65.80	81.10	69.90	3.00	7.30	11.00	11.00
340	Raíz	1.4	0.9	0.1	0.1	0.5	0.8	2.5	0.8	0.2	0.1	0.3	0.2
	Tallo	20.7	22.4	2.3	2.6	20.0	13.6	45.6	27.8	3.1	2.1	2.8	3.6
	Hojas	85.2	51.6	4.3	2.5	45.2	31.2	40.1	44.7	4.2	2.4	8.1	6.7
	Frutos	29.7	29.8	4.3	3.2	35.8	28.2	3.4	3.6	2.1	2.0	2.3	3.1
	Total	137.0	103.5	11.0	8.4	101.5	73.8	91.6	76.9	9.6	6.6	13.5	13.6
370	Raíz	1.1	1.1	0.1	0.2	0.8	0.4	1.1	0.8	0.1	0.2	0.3	0.2
	Tallo	30.6	21.8	2.8	2.8	28.6	7.1	41.3	44.5	3.8	3.7	5.0	3.9
	Hojas	73.2	67.2	4.1	5.2	44.2	18.9	54.2	67.8	2.9	4.6	8.7	9.9
	Total	134.0	129.4	11.6	12.6	122.8	59.6	101.1	119.5	9.5	11.3	16.7	17.1

* *Materia seca*

A = Amarillo

M = Morado

Tabla 3. Acumulación de micronutrientes en diferentes órganos de maracuyá amarillo y morado (Haag et al., 1973).

Edad	Órgano	-----B-----		-----Cu-----		-----Fe-----		-----Mn-----		-----Zn-----	
		A	M	A	M	A	M	A	M	A	M
Días -----miligramos /planta*-----											
130	Todos	0.04	0.04	0.2	0.1	0.5	0.3	0.2	0.2	0.03	0.02
160	Raíz	0.03	0.20	0.02	0.04	0.14	0.78	0.09	0.46	0.02	0.12
	P. aérea	0.14	0.02	0.03	0.01	0.49	0.09	0.18	0.02	0.06	0.01
	Total	0.17	0.22	0.05	0.05	0.63	0.87	0.27	0.48	0.08	0.13
190	Raíz	0.09	0.16	0.02	0.03	0.37	1.13	0.05	0.14	0.03	0.06
	Tallo	0.24	0.09	0.13	0.10	0.45	0.45	0.57	0.89	0.19	0.27
	Hojas	0.39	0.43	0.15	0.12	2.29	2.59	2.55	4.01	0.42	0.67
	Total	0.72	0.68	0.30	0.25	3.11	4.17	3.17	5.04	0.64	1.00
220	Raíz	0.19	0.23	0.06	0.06	1.40	2.55	0.24	0.52	0.08	0.15
	Tallo	0.19	1.91	0.97	0.75	2.01	3.15	6.28	7.27	1.40	1.72
	Hojas	2.63	2.27	0.96	0.50	9.30	8.78	23.57	28.77	1.99	2.13
	Total	4.01	4.41	1.99	1.31	12.71	14.48	30.09	36.56	3.47	4.00
250	Raíz	0.95	0.65	0.60	0.19	4.01	5.08	2.84	1.44	0.93	1.12
	Tallo	1.29	0.37	2.16	1.00	5.35	4.74	16.77	9.02	3.08	3.64
	Hojas	3.28	4.17	1.26	0.98	19.71	25.16	36.63	44.12	4.14	4.59
	Total	5.52	4.55	4.02	2.17	20.07	34.08	56.24	39.58	8.15	9.35
280	Raíz	0.94	0.85	0.60	0.35	4.01	13.43	2.84	3.50	0.93	1.22
	Tallo	11.29	16.25	2.16	7.53	5.35	7.05	16.77	13.79	3.08	8.86
	Hojas	38.38	31.46	13.09	6.58	94.94	155.04	494.37	455.23	31.10	38.76
	Frutos	3.60	4.40	2.90	2.40	5.20	9.70	8.80	14.20	5.50	9.40
	Total	54.21	52.96	18.75	17.86	109.50	185.22	522.18	486.72	40.61	58.24
310	Raíz	2.2	1.9	1.8	0.3	32.7	13.5	2.2	1.9	1.5	1.3
	Tallo	20.7	13.9	15.1	9.2	35.2	47.5	21.4	24.5	12.6	16.9
	Hojas	67.8	53.9	29.9	9.3	264.3	150.0	426.4	260.5	44.1	26.6
	Frutos	10.5	31.6	22.1	18.4	31.2	62.6	33.8	33.2	23.4	51.6
	Total	101.2	101.3	68.9	37.2	333.5	273.6	483.8	320.1	81.6	96.4
340	Raíz	2.3	1.6	2.2	0.8	28.0	13.3	5.0	3.7	3.0	2.9
	Tallo	31.3	47.8	41.9	18.9	89.2	131.8	131.4	131.4	61.5	42.4
	Hojas	25.6	65.1	32.8	11.8	199.2	248.7	823.0	823.0	78.8	45.7
	Frutos	10.5	16.9	22.1	16.1	31.2	58.3	33.8	33.8	23.4	44.2
	Total	169.7	131.4	99.0	47.6	347.9	478.1	993.2	993.2	116.7	135.2
370	Raíz	1.4	1.1	1.7	0.8	9.5	29.7	4.4	6.3	1.6	3.3
	Tallo	53.0	58.3	47.3	14.4	91.4	63.2	148.2	96.7	53.6	48.8
	Hojas	117.6	99.7	40.8	14.6	360.0	208.0	1600.8	1119.0	84.0	68.6
	Frutos	25.2	19.1	42.7	17.3	58.7	51.8	120.1	69.0	72.1	69.0
	Total	197.2	178.2	132.5	47.1	519.6	352.7	1873.5	1291.9	211.3	189.7

* *Materia seca*

A = *Amarillo* M = *Morado*

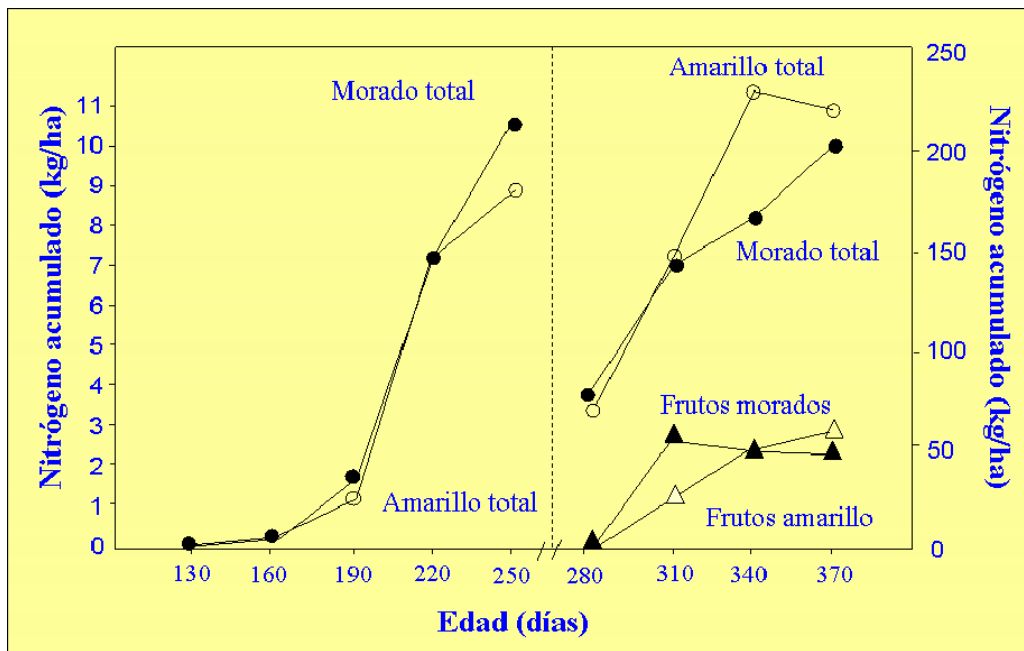


Figura 3. Acumulación de nitrógeno en plantas de maracuyá amarillo y morado a través del tiempo.

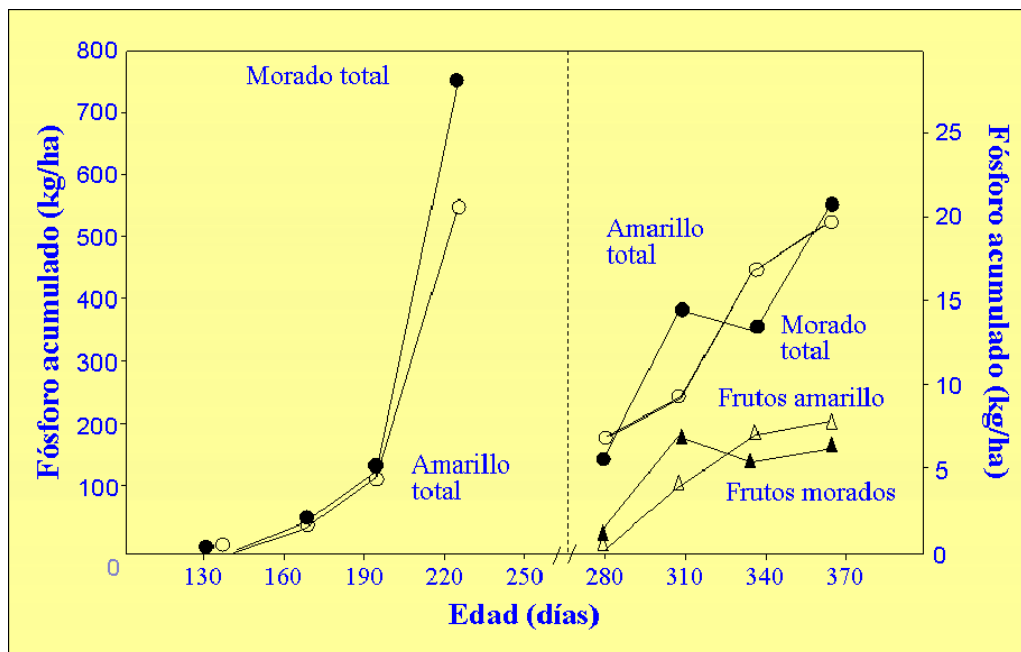


Figura 4. Acumulación de fósforo en plantas de maracuyá amarillo y morado a través del tiempo.

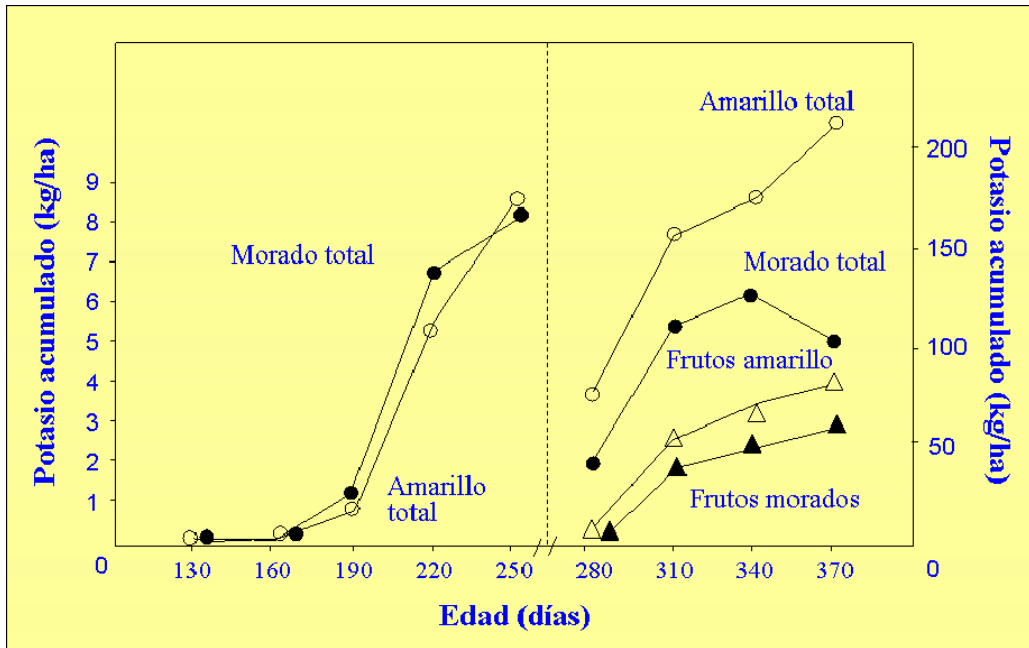


Figura 5. Acumulación de potasio en plantas de maracuyá amarillo y morado a través del tiempo.

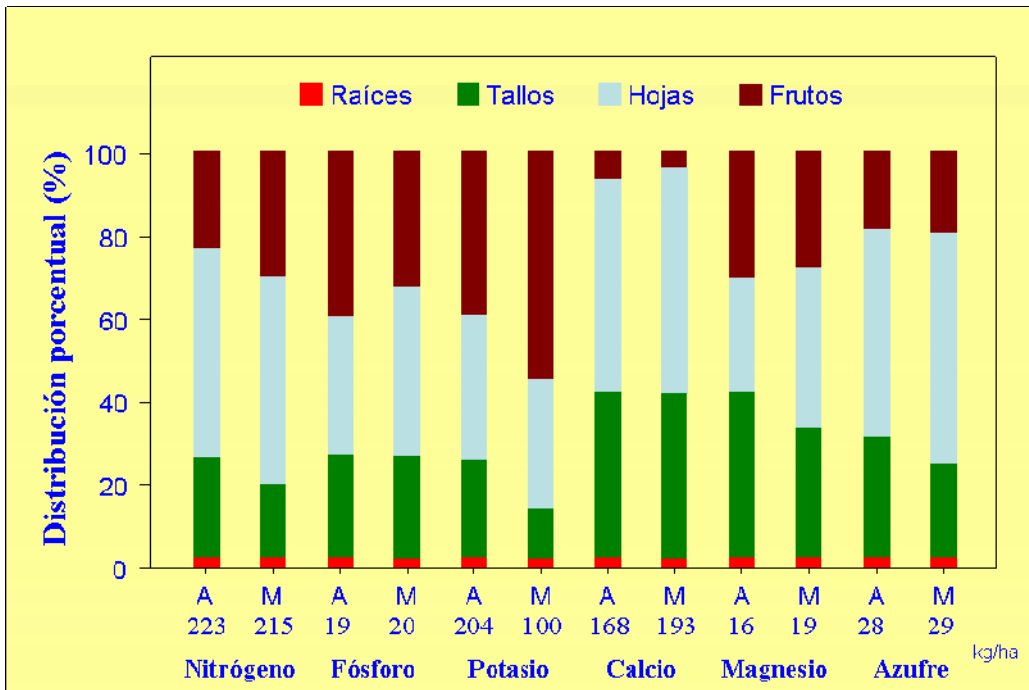


Figura 6. Acumulación de macronutrientes en plantas de maracuyá amarillo y morado a 370 días de edad.

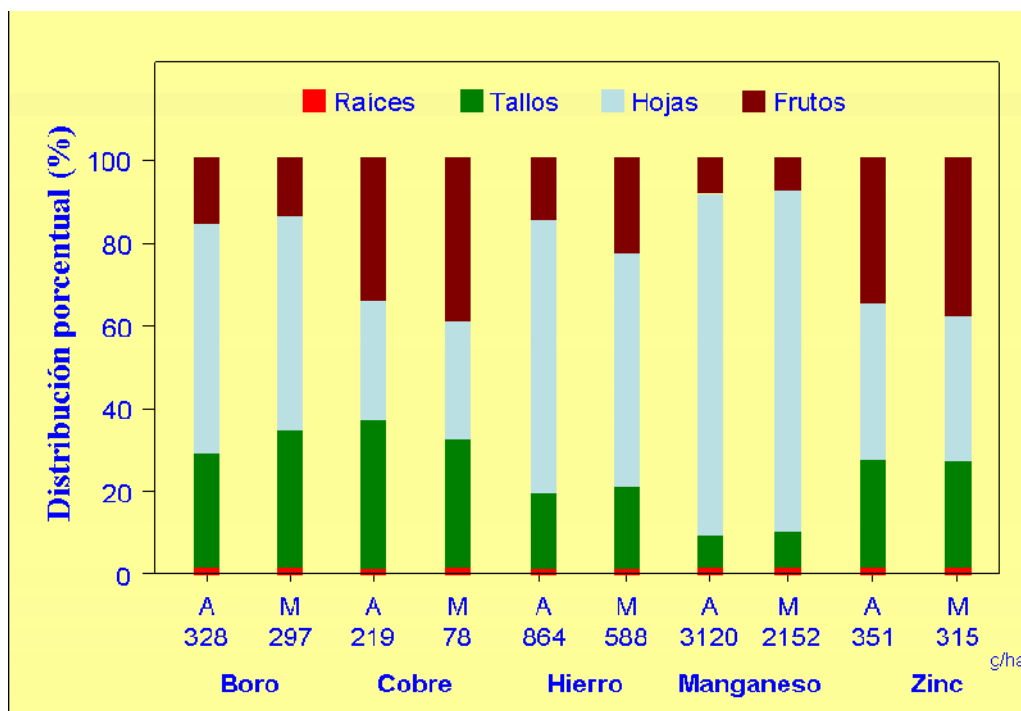


Figura 7. Acumulación de micronutrientes en plantas de maracuyá amarillo y morado a 370 días de edad

Exportación de nutrientes en el fruto

Fernández et al. (1977) estudiaron la acumulación de materia seca, macro y micronutrientes durante el desarrollo del fruto del maracuyá amarillo. La **Figura 8** muestra que el fruto aumenta su peso casi hasta la maduración, particularmente entre 10 y 40 días. Lo mismo sucede con la acumulación de nutrientes como se observa en las **Figuras 9** y **10**. No es posible determinar que porcentaje de la cantidad total de nutrientes acumulados, representa absorción neta del suelo acompañada de transporte a larga distancia y que porcentaje corresponde a redistribución de nutrientes que se encontraban en las hojas o en otros órganos de residencia como las ramas. Es interesante notar el paralelismo entre N, K y la gran acumulación del Zn.

La **Tabla 4** permite comparar los datos del contenido de nutrientes en el fruto presentados por varios autores. De una manera general la concentración sigue el siguiente orden: macronutrientes K > N > Ca > P > Mg > S y micronutrientes Fe > Mn > Zn > B > Cu > Mo.

Las cantidades de nutrientes exportadas en una tonelada métrica de fruta fresca de maracuyá amarillo se presentan en la **Tabla 5**. De acuerdo con estos datos la exportación, después de convertir P y K en los óxidos, la pérdida de nutrientes primarios mantiene una relación 2-0.1-5 de N-P₂O₅-K₂O.

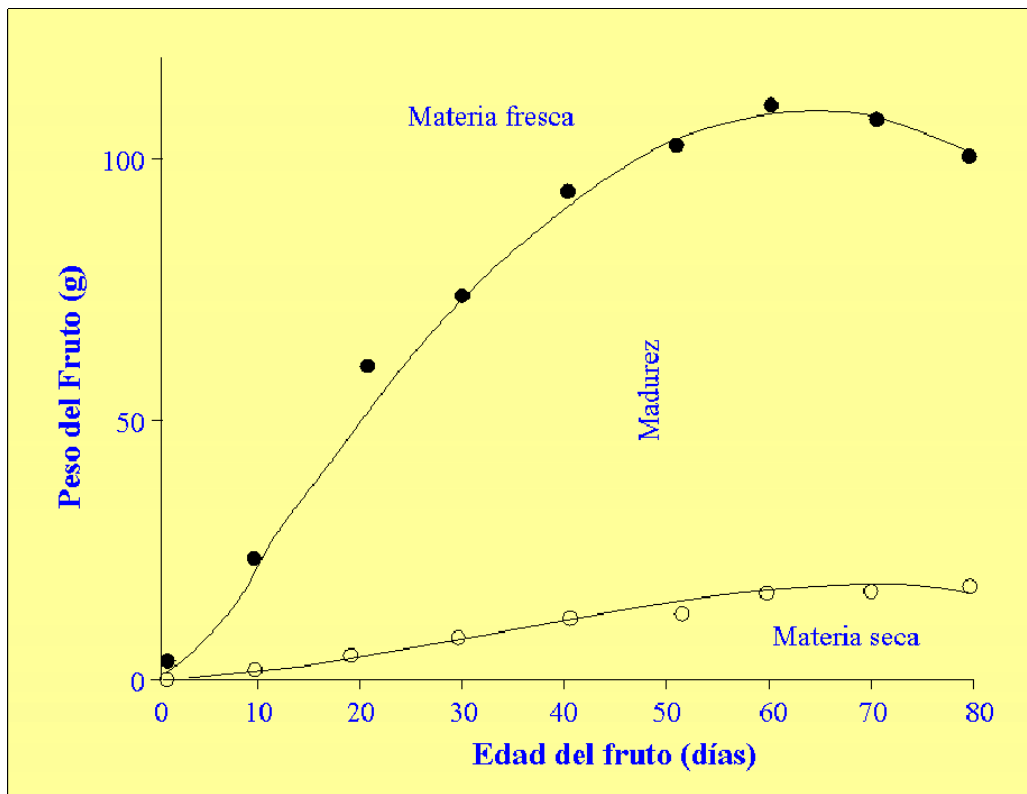


Figura 8. Crecimiento del fruto del maracuyá amarillo.

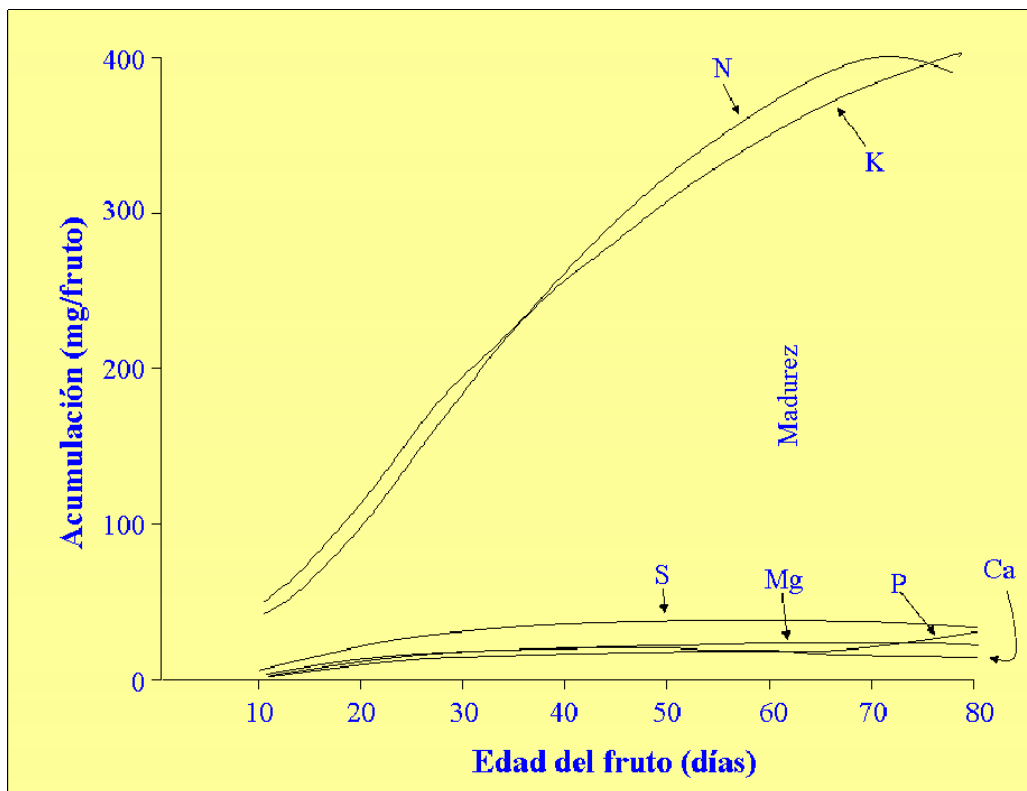


Figura 9. Acumulación de macronutrientes en el maracuyá amarillo

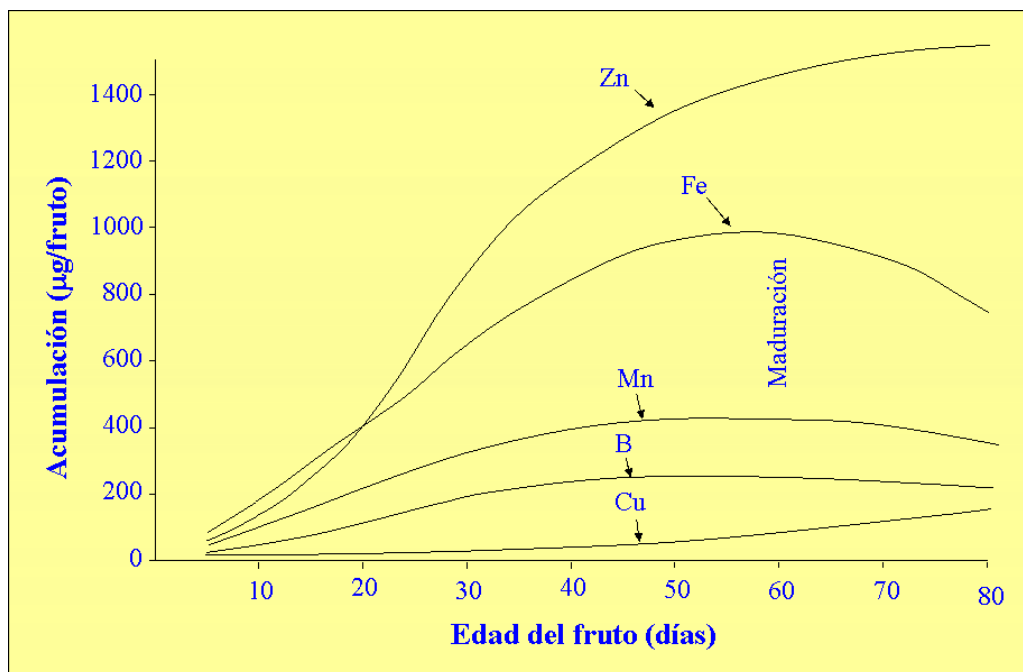


Figura 10. Acumulación de macronutrientes en el maracuyá amarillo

Tabla 4. Composición mineral del maracuyá amarillo según diferentes investigadores.

Elemento	Paula et al. (1974)		Haag et al. (1973)		Fernández et al. (1977)
	Cáscara + pulpa	Semilla	Amarillo	Morado	
% (materia seca)					
N	0.80	1.40	1.09	1.82	1.88
P	0.21	0.25	0.17	0.20	0.15
K	3.00	2.00	1.84	1.54	1.93
Ca	0.40	0.10	0.17	0.13	0.08
Mg	0.15	0.15	0.10	0.13	0.11
S	0.08	0.08	0.10	0.14	0.17
ppm (materia seca)					
B	25	9	9	4	7
Cu	6	10	16	8	4
Fe	150	110	22	24	29
Mn	40	16	45	32	13
Mo	0.08	0.12	--	--	--

Tabla 5. Cantidades de nutrientes en una tonelada de frutos frescos de maracuyá amarillo.

Macronutrientes		Contenido (kg)	Micronutrientes		Contenido (g)
Nitrógeno	(N)	1.92	Boro	(B)	26
Fósforo	(P)	0.39	Cobre	(Cu)	14
Potasio	(K)	4.08	Hierro	(Fe)	213
Calcio	(Ca)	0.38	Manganeso	(Mn)	55
Magnesio	(Mg)	0.25	Molibdeno	(Mo)	0.2
Azufre	(S)	0.13	Zinc	(Zn)	77

Efecto de los nutrientes en el crecimiento

La **Tabla 6** y la **Figura 11** resumen los resultados de dos experimentos independientes conducidos por Blondeau y Bertin (1978, 1980). En los dos experimentos se cultivó maracuyá amarillo a la intemperie en arena con solución nutritiva. En el primer estudio, que tuvo una duración de 8 meses, las plantas estuvieron sujetas a carencias totales de N, P, K, Ca y Mg en forma independiente. En el segundo, con una duración de un año, las plantas recibieron una fracción del N, P, K, Ca, Mg y S suministrada al testigo que recibió la dosis completa de nutrientes.

Bajo las condiciones del primer ensayo (carencias totales), el N fue el nutriente que afectó más profundamente el crecimiento y la producción. La omisión del N de la solución nutritiva provocó un crecimiento casi nulo. No hubo ninguna rama secundaria (**Figura 10**) y tampoco floración.

Las plantas sin P retardaron la emisión de ramas secundarias que fueran poco vigorosas.

En ausencia de K, el crecimiento del tallo principal y de las ramas secundarias fue comparable al del testigo. Sin embargo, hubo una reducción apreciable del peso de las plantas y notoria pérdida de hojas, la floración fue normal pero el cuajado fue bajo, los frutos fueron pequeños y cayeron precozmente o se momificaron.

La falta de Ca provocó un retraso en el crecimiento del tallo principal y de las ramas secundarias, los entrenudos al final de las ramas secundarias tienden a acortarse y las hojas adquieren el aspecto de roseta, los frutos tienen color verde pálido y piel muy gruesa.

Aunque la elongación del tallo y ramas de las plantas creciendo sin Mg fue prácticamente igual a la del testigo, hubo sensible disminución en el peso de los distintos órganos pero la floración fue normal.

En el segundo experimento se observó el siguiente comportamiento: la carencia parcial en N causa disminución en el crecimiento y peso de las ramas, la floración es normal pero el cuajado es difícil.

La deficiencia de P retrasa el desarrollo de las ramas secundarias, perjudica la floración y causa la caída de frutos jóvenes.

La deficiencia de K retrasa la floración y disminuye el tamaño de los frutos.

El efecto principal de la deficiencia de Ca y Mg es la disminución en el número y tamaño de los frutos.

La carencia total de S causa disminución en el crecimiento y el efecto en la producción es más acentuado.

Trabajos similares fueron conducidos con maracuyá amarillo en solución nutritiva pero en condiciones controladas de invernadero (Aguirre, 1977; Primavesi y Malavolta, 1980). Si bien los resultados de estos estudios son algo diferentes en cuanto al efecto de la ausencia de nutrientes en la producción de materia seca, todos los estudios coinciden indicando que la carencia de N produjo el efecto más marcado en la producción de materia seca.

Tabla 6. Efectos de las carencias totales y parciales de macronutrientes en el crecimiento del maracuyá amarillo (Blondeau y Bertin, 1978; 1980) (1).

Tratamiento	----- Parte vegetativa -----					----- Frutos -----	
	Raíces	Tallo	Ramas	Hojas	Total	Total	Peso Prom
----- gramos/planta -----							
Testigo	975	593	460	938	2967	2384	76
0 N	18	20	0	0	38	0	0
0 P	137	169	59	329	695	0	0
0 K	461	418	205	293	1379	578	48
0 Ca	627	490	276	800	2294	1877	60
0 Mg	306	378	299	166	1151	1486	67
0 S	416	478	110	64	1068	45	70
Testigo	613	434	238	429	1714	1125	81
1/4 N	193	217	65	70	545	488	84
1/10 P	686	439	236	423	1784	272	78
1/4 K	531	515	292	408	1746	935	67
1/10 Ca	557	499	340	444	1840	824	71
1/4 Mg	697	566	34	539	2146	693	69
1/10 S	696	484	230	395	1805	404	80

(1) Promedios: 8 plantas y 6 plantas, respectivamente.

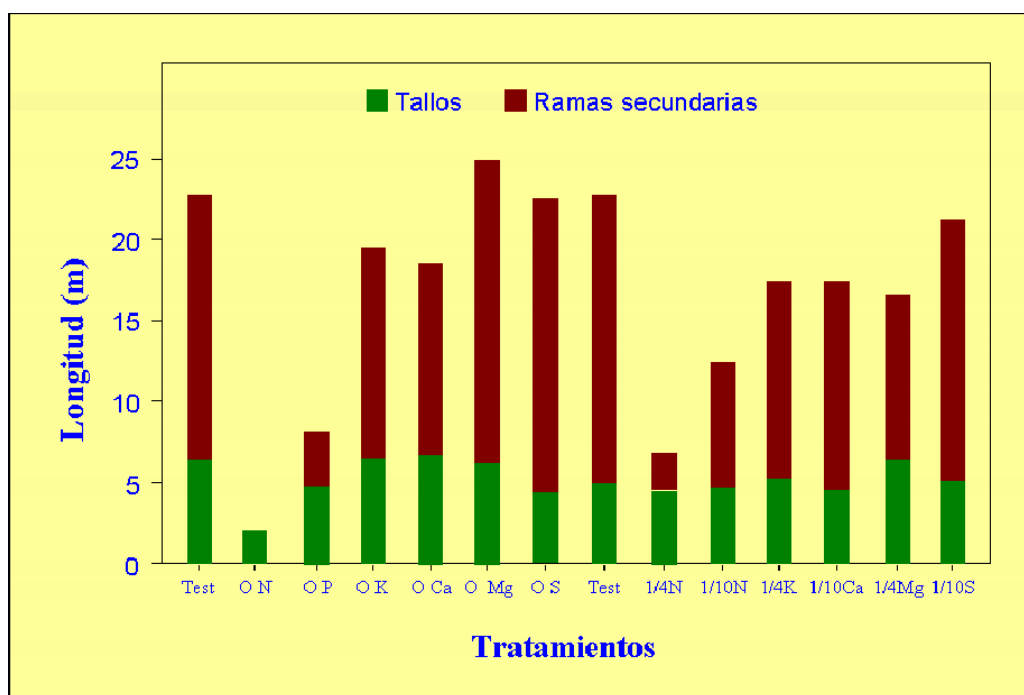


Figura 11. Efecto de las carencias de macronutrientes en el crecimiento del tallo y ramas secundarias de maracuyá amarillo.

Efecto de los nutrientes de la composición mineral

Mediante estudios con plantas de maracuyá en condiciones controladas, los cuales permiten observar el efecto de la omisión de un nutriente en el comportamiento de otros, se ha podido evaluar los cambios en la composición mineral de los distintos órganos en respuesta a los tratamientos empleados. Las **Tablas 7 y 8** presentan los resultados de los análisis de nutrientes en los diferentes órganos, como efecto de los tratamientos de los experimentos conducidos en condiciones controladas presentados en la **Tabla 6** (Blondeau y Bertin, 1978, 1980). Los datos de la **Tablas 7 y 8** indican que:

- *Nitrógeno:* La carencia de N se observa como una reducción de la concentración de este nutriente en los diferentes órganos. Por otro lado se observa incremento en la concentración de P lo cual se explica por el hecho que las plantas crecieron mucho menos y concentraron más P en los tejidos.
- *Fósforo:* La omisión de P causa una reducción en la concentración de este nutriente de cerca del 50% en todos los órganos y reduce la concentración de Mg, particularmente en las raíces y hojas.
- *Potasio:* En general el contenido de K en los órganos de las plantas en los tratamientos sin este nutriente es un quinto de la concentración del testigo (todos los nutrientes). Sin embargo, no se observa aumento en la concentración de Ca, pero si un considerable incremento en la concentración de Mg en las hojas.

-
- *Calcio*: La omisión completa de Ca disminuye considerablemente la concentración de este nutriente en todos los órganos de la planta (hasta 10 veces en las hojas). Existe una compensación en la concentración total de cationes debido al consecuente incremento en la concentración de K y Mg.
 - *Magnesio*: La carencia de Mg causa una reducción en el contenido (5-7 veces) de este nutriente en todos los órganos y un incremento en la concentración de K y Ca.
 - *Azufre*: En las plantas carentes en S se redujo el contenido de este nutriente y hubo un incremento en la concentración de P, como en caso de carencia de N.

Como comparación en la **Tabla 9** se presentan los contenidos de macro y micronutrientes en los órganos de plantas de maracuyá amarillo cultivadas en solución nutritiva completa (Aguirre, 1977).

Tabla 7. Contenido de nutrientes en los órganos del maracuyá amarillo cultivado en diferentes tratamientos con carencia total de los principales nutrientes. Análisis hechos 8 meses después de iniciados los tratamientos (Blondeau y Bertin, 1978, 1980)

	Tratamientos					
	Testigo	-N	-P	-K	-Ca	-Mg
Raíces						
N	1.23	0.76	1.40	1.64	1.39	1.28
P	0.12	0.43	0.07	0.24	0.22	0.15
K	1.29	1.25	1.17	0.18	2.35	1.30
Ca	1.50	1.94	1.17	1.42	0.41	2.06
Mg	0.30	0.11	0.13	0.31	0.65	0.60
Tallo 1						
N	0.87	0.60	1.72	1.24	0.99	0.92
P	0.09	0.52	0.04	0.20	0.23	0.17
K	0.77	1.56	0.81	0.14	1.27	1.03
Ca	1.71	1.32	1.90	1.42	0.37	2.46
Mg	0.49	0.18	0.12	0.14	0.45	0.03
Tallo2						
N	0.66	--	1.27	0.95	0.72	0.60
P	0.08	--	0.04	0.17	0.17	0.11
K	0.82	--	1.12	0.14	1.55	1.11
Ca	1.77	--	1.32	1.01	0.22	1.65
Mg	0.15	--	0.15	0.15	0.39	0.03
Rama 1						
N	0.95	--	1.50	0.21	0.97	0.68
P	0.09	--	0.04	0.25	0.16	0.11
K	0.90	--	1.20	0.17	1.94	1.58
Ca	1.69	--	1.57	1.14	0.21	2.49
Mg	0.31	--	0.29	0.34	0.65	0.03
Rama 2						
N	1.00	--	1.56	1.25	1.06	0.89
P	0.12	--	0.05	0.33	0.18	0.20
K	1.06	--	1.26	0.15	2.23	2.08
Ca	1.65	--	1.40	0.99	0.18	2.40
Mg	0.28	--	0.22	0.36	0.61	0.03
Hoja						
N	2.84	--	4.03	3.72	2.87	3.98
P	0.15	--	0.07	0.27	0.18	0.36
K	1.39	--	2.51	0.32	3.31	3.94
Ca	3.78	--	1.43	3.79	0.36	1.31
Mg	0.52	--	0.31	1.14	1.06	0.09

Tabla 8. Contenido de nutrientes en los órganos del maracuyá amarillo cultivado en diferentes tratamientos con carencia parcial de los principales nutrientes. Análisis hechos 8 meses después de iniciados los tratamientos (Blondeau y Berlín, 1978, 1980).

	Tratamientos							
	Testigo	N/4	P/10	K/4	Ca/10	Mg/4	S/10	0 S
Raíces								
N	1.25	0.82	1.41	1.08	1.09	1.23	0.92	1.23
P	0.12	0.40	0.05	0.08	0.09	0.12	0.17	0.20
K	1.35	1.11	1.39	0.30	1.22	1.19	1.41	0.98
Ca	1.12	1.15	1.20	0.93	0.71	1.31	1.40	1.03
Mg	0.25	0.11	0.22	0.22	0.22	0.15	0.28	0.14
S	0.32	0.16	0.33	0.20	0.20	0.18	0.09	0.69
Tallo 1								
N	0.61	0.55	1.09	0.69	0.74	0.67	0.97	1.05
P	0.03	0.21	0.02	0.04	0.02	0.05	0.10	0.13
K	0.72	0.86	0.76	0.36	0.93	0.80	0.97	0.90
Ca	1.21	1.42	1.64	1.19	0.87	1.53	1.51	1.29
Mg	0.10	0.09	0.13	0.10	0.14	0.09	0.16	0.15
S	0.12	1.14	0.15	0.12	0.09	0.10	0.07	0.06
Tallo 2								
N	0.67	0.51	1.07	0.57	0.60	0.61	0.95	1.04
P	0.06	0.40	0.02	0.06	0.07	0.08	0.15	0.19
K	0.79	0.83	0.79	0.22	1.04	0.81	1.03	1.02
Ca	1.17	1.29	1.43	0.93	0.62	1.27	1.17	1.05
Mg	0.12	0.16	0.18	0.12	0.18	0.11	0.18	0.14
S	0.12	0.13	0.14	0.11	0.10	0.11	0.07	0.06
Ramas								
N	0.74	0.60	1.06	0.69	0.64	0.74	1.10	1.35
P	0.10	0.59	0.03	0.10	0.11	0.14	0.20	0.20
K	0.92	1.13	1.08	0.24	1.26	1.101	1.49	1.13
Ca	1.56	1.31	1.70	1.31	0.53	1.49	1.46	1.13
Mg	0.30	0.26	0.35	0.32	0.40	0.19	0.37	0.21
S	0.23	0.21	0.25	0.19	0.26	0.16	0.06	0.05
Hojas								
N	2.36	1.70	3.11	1.61	1.60	2.30	3.46	3.41
P	0.15	0.68	0.06	0.11	0.10	0.16	0.17	0.18
K	2.05	2.74	3.10	0.33	2.35	2.79	2.39	1.84
Ca	1.96	2.17	2.02	2.76	0.80	1.85	2.90	3.41
Mg	0.46	0.47	0.48	0.86	0.75	0.26	0.62	0.85
S	0.32	0.41	0.41	0.23	0.29	0.23	0.08	0.09

Tabla 9. Niveles de macro y micronutrientes en los órganos del maracujá amarillo cultivado en solución nutritiva completa (Aguirre, 1997).

Nut.	Raíces	Tallo	-----Ramadas-----			-----Hojas-----		Zarc.
			Mad.	Nuevas	Tallo	R. mad.	R. nuevas	
----- % (materia seca) -----								
N	4.23	1.73	1.95	2.72	3.59	4.44	5.15	1.36
P	1.12	0.17	0.18	0.24	0.10	0.16	0.15	0.07
K	1.73	1.41	1.59	2.16	5.46	5.41	5.07	2.07
Ca	3.20	1.59	0.91	0.56	1.49	1.49	1.22	0.73
Mg	0.42	0.17	0.18	0.19	0.52	0.52	0.56	0.34
S	0.80	0.24	0.26	0.26	1.20	1.20	0.96	0.21
----- ppm (materia seca) -----								
B	89	47	53	64	116	124	112	91
Cu	40	9	11	11	50	13	11	13
Fe	2694	146	142	152	646	647	595	597
Mn	127	5	2	1	37	31	31	23
Mo	2	0.3	0.2	0.3	0.9	0.5	1	0.2
Zn	34	9	5	10	58	55	57	28

Referencias

- Aguirre, A. C. P. 1977. Nutricao mineral do maracujá amarelo (*Passiflora edulis Sims. flavicarpa Deg.*). Tesis de Maestria. E. S. A. "Luis de Queiroz", Universidade de Sao Paulo. Piracicaba. 106 p
- Aguirre, A. C. P.; R. S. Lourenco y E. Malavolta. 1977. Estudos sobre a nutricao mineral do maracujá amarelo. IV. Chave para a identificacao de sintomas de deficiencia de macro e micronutrientes. O Solo (Piracicaba) 59 (2): 30.31.
- Blondeau, J. P. y Y. Bertini. 1980. Carences minerales chez la granadille *Passiflora edulis Sims. var. flavicarpa*. III. Carences partielles en N, P, K, Ca, Mg. Croissance et sympomes. IV. Carence totale et partielle en S. Croissance et symptomes. Fruits (Paris) 35 (6): 361-367.
- Fernandes, P. D.; G. D. Oliveira; C. Rugeiro y H. P. Hagg. 1977. Extracao de nutrientes durante o desenvolvimento do fruto do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*). O Solo 69 (1): 16-21.

-
- 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.
- Menzel, C. M.; D. R. Simpson y C. W. Winks. 1987. Effect of temperature on growth, flowering and nutrient uptake of three passionfruit cultivars under low irradiance. Scientia Hortic. (Amsterdam). 31 (3-4): 259-268.
- Menzel, C. M.; D. R. Simpson y G. H. Prince. 1986. Effect of foliar applied nitrogen during winter on growth, nitrogen content and production of passionfruit. Scientia Horticulturae (Amsterdam) 28: 339-346.
- Menzel, C. M.; y D. R. Simpson. 1988. Effect of continuous shading on growth, flowering and nutrient uptake of passionfruit. Scientia Hortic. (Amsterdam) 35: 77-88.
- Paula, O. F.; R. Lorenzo y E. Malavolta. 1974 Estudos sobre a nutricao mineral e a adubacao do maracuja (*Passiflora edulis f. flavicarpa*). I. Extracao de macro e micronutrientes na colheita (Nota Previa). Rev. De Agricultura (Piracicaba) 49 (2-8): 61-65.
- Primavesi, A. C. P. A. y E. Malavolta. 1980. Estudos sobre a nutricao mineral do maracuja amarelo. VIII. Efeito dos micronutrientes no desenvolvimento e composicao mineral das plantas. AN. E.S.A. "Luiz de Queroz" (Piracicaba) 37: 537-553.