

Carences minérales chez la grenadille *Passiflora edulis* SIMS. var. *flavicarpa*.

III- Carences partielles en N, P, K, Ca, Mg. Croissance et symptômes.

IV- Carence totale et partielle en S. Croissance et symptômes.

J.P. BLONDEAU et Y. BERTIN*

CARENCES MINÉRALES CHEZ LA GRENADILLE
PASSIFLORA EDULIS SIMS. VAR. *FLAVICARPA*

III.- Carences partielles en N, P, K, Ca, Mg. Croissance et symptômes.
IV.- Carence totale et partielle en S. Croissance et symptômes.

J.P. BLONDEAU et Y. BERTIN (IRFA)

Fruits, Juin 1980, vol. 35, n° 6, p. 361-367.

RESUME - Culture de la grenadille sur sable arrosé de solutions nutritives carencées totalement en S ou partiellement en N, P, K, Ca, Mg ou S.

Effets de ces traitements sur le développement, la croissance et le rendement. Description des symptômes de déficit qui sont apparus seulement pour N, P, K et S.

Dans un article précédent (1), la méthode de culture de la grenadille sur sable arrosé de solutions nutritives a été décrite ainsi que la croissance, le développement des plants témoins et des plants totalement carencés en éléments majeurs ; ce premier travail a permis de décrire les symptômes des plants totalement carencés et de donner quelques indications sur les besoins en éléments majeurs de la plante au cours de son développement.

Dans la pratique, il est très rare d'observer des carences aussi aiguës ; c'est pourquoi cette expérience a été poursuivie par la réalisation de carences partielles en N - P - K - Ca - Mg, auxquelles ont été ajoutées les carences totale et partielle en S.

MATERIEL ET METHODE

Bacs de culture et substrat.

Les bacs de culture et le substrat employés ayant donné satisfaction pour la croissance et le développement de la grenadille, ce matériel a de nouveau été adopté pour la réalisation des carences partielles. La composition du sable utilisé est très peu différente de celui employé lors de la première expérience. L'analyse chimique a donné les résultats suivants :

pH	7,3
matière organique	0,00 g p. 100
azote total	0,00 g p. 100
potassium échangeable	0,03 meq p. 100 g
calcium échangeable	0,48 meq p. 100 g

* - IRFA - B.P. 153 - 97200 FORT DE FRANCE

phosphore P₂O₅ (Truog)* 0,160 g p. 100
 refus au tamis de 2 mm 6,8 p. 100

* - Rappelons que le taux de phosphore également élevé lors de la première expérience n'avait pas perturbé l'essai. Dans le sable employé le phosphore semble peu ou pas assimilable.

Eau et mode d'alimentation.

Nous avons remarqué, lors des carences totales, que la grenadille est très sensible à un déficit hydrique. Pour assurer une meilleure alimentation, nous avons installé pour chaque plant un système d'irrigation par goutte à goutte alimenté par des fûts en charge contenant de l'eau de pluie. Ce système a permis d'apporter, à chaque irrigation, 4 litres d'eau de pluie par plant. Pour les solutions nutritives, le mode d'alimentation classique par irrigation par-dessus a été conservé.

Disposition sur le terrain.

Pour les carences partielles en N - P - K - Ca - Mg, le dispositif en carré latin a été maintenu. Les lignes de bordure externes et internes ont été utilisées pour la carence totale et partielle en S.

CHOIX DES SOLUTIONS NUTRITIVES

La formule n° 2 de HOAGLAND et ARNON, permettant une croissance et un développement satisfaisants de la plante en hydroponie, a été conservée.

Le but de ce travail était d'obtenir des symptômes moins aigus que ceux observés en carences totales, plus proches de ce que l'on peut trouver dans un verger. Les traitements suivants ont été retenus :

Témoin	formule n° 2 de HOAGLAND et ARNON
N	1/4 de la dose du témoin
P	1/10 de la dose du témoin
K	1/4 de la dose du témoin
Ca	1/10 de la dose du témoin
Mg	1/4 de la dose du témoin
S	1/10 de la dose du témoin

Pour le choix des formules carencées, nous restons fidèles à la technique utilisée constamment à l'IRFA depuis les premiers travaux sur bananiers (6).

Ces traitements sont, sauf pour le potassium, ceux employés pour les carences partielles chez le bananier (2). La composition des solutions pour chaque traitement est résumée dans le tableau 1.

Conduite de l'essai.

Déroulement de l'expérience et climatologie.

15 février 1977 : semis

10 mars 1977 : repiquage en pots

9 mai 1977 : sélection des plants et plantation

24 mai 1977 au 6 septembre 1977 : observations sur la croissance, le développement, la symptomatologie des troubles de la nutrition

20 juin au 4 juillet 1978 : arrachage et bilan complet.

Durant toute l'expérience, la dose hebdomadaire de solutions nutritives a été de 8 litres par plants. Les températures extrêmes ainsi que les précipitations ont été relevées et ont été consignées dans le tableau 2.

Conduite de la liane.

La technique de palissage adoptée est la même que dans l'essai de carences totales (1) qui avait été poursuivi durant

TABLEAU 1 - Composition des solutions nutritives (meq/l) compte tenu des équilibres à respecter entre anions et cations.

solutions	NO ₄ ⁻	1/3 PO ₄ ⁻	1/2 SO ₄ ⁻	K ⁺	1/2 Ca ⁺⁺	1/2 Mg ⁺⁺	NH ₄ ⁺	H ⁺
complète	14	3	4	6	8	4	1	2
N/4	3,5	7,5	10	5	8	4	0	2
P/10	16	0,3	4,6*	6,6	8	4	2,1	0,2*
K/4	14	3	4	1,5	11	5,5	1	2
Ca/10	14	3	4	10,2	0,8	7	1	2
Mg/4	14	3	4	6,8	9,2	2	1	2
S/10	16	3,7	0,4	6,1	8	4	0	2
S	17,25	3,75	0	6	8	4	1	2

* - plus H₂SO₄ quantité suffisante pour obtenir le même pH que la solution témoin.

huit mois ; le développement des plants témoins avait été satisfaisant.

Nous avons essayé, dans cette seconde expérience, de cultiver longtemps la plante en hydroponie, ce qui a posé quelques problèmes. Le tableau 2 indique de fortes précipitations d'août 1977 à janvier 1978. Les quantités de solutions nutritives n'ayant pas été modifiées durant cette période, les plants se sont trouvés insuffisamment nourris du fait d'un lessivage important. En janvier 1978, les premiers rameaux secondaires émis avaient fleuris, fructifiés et atteignaient le sol. Les mesures de croissance étaient terminées. La malnutrition subie par tous les plants nous a obligés à procéder à une taille de rajeunissement à trois yeux des rameaux secondaires. Cette méthode a au moins permis de rééquilibrer le système racines, parties aériennes, sans toutefois permettre de retrouver une végétation normale chez les plants témoins.

Observations.

Toutes les semaines, puis tous les mois, l'allongement de la tige principale et des rameaux secondaires a été suivi. Les symptômes visuels ont été notés et un bilan en fin d'essai avec pesées des organes a été effectué. Comme dans l'essai de carences totales, des prélèvements foliaires ont été régulièrement effectués en cours de végétation ainsi qu'un bilan minéral en fin d'essai (5). Les résultats seront présentés ultérieurement.

RESULTATS

Les principaux résultats sont reportés sur les figures 1 et 2 et les tableaux 3 et 4.

Croissance et développement des témoins.

Les observations sur la croissance de la tige principale faites lors du premier essai sont confirmées. Trois phases peuvent être distinguées :

- période de démarrage
- croissance rectiligne
- ralentissement dans la vitesse de croissance correspondant à l'émission des rameaux secondaires.

La floraison et la fructification ont été normales dans les conditions de l'essai avec 1.125 g de fruits récoltés par plant en quatre mois, et avec un poids moyen par fruit de 82 g.

Carence partielle en azote.

Croissance et développement.

La croissance de la tige principale est très légèrement inférieure à celle du témoin. Le ralentissement se situe environ un mois et demi après la plantation. L'émission des rameaux secondaires se fait une à deux semaines après le témoin, leur croissance est, par contre, fortement perturbée (fig. 2).

La floraison est normale mais la nouaison est difficile. Les fruits récoltés sont d'un poids moyen sensiblement égal à ceux du témoin.

C'est lors du bilan en fin d'essai que la malnutrition subie est la plus évidente. Le poids des plants carencés en azote représente 1/3 du poids des témoins. C'est au niveau des rameaux secondaires et des feuilles que la baisse de matière végétale synthétisée se fait le plus ressentir.

Symptômes.

La pâleur des plants carencés partiellement en azote, bien que moins évidente que pour une carence totale, est le symptôme dominant. Une légère coloration pourpre des vrilles et des pétioles est à signaler. Cette apparition de pigments colorés du type anthocyanique peut être due, pour une part, à un déséquilibre de la nutrition azotée par rapport à la photosynthèse, ce qui entraîne un rapport C/N trop élevé (4). Cette synthèse de pigments se retrouve aussi sur les fruits, principalement sur la face exposée au soleil.

Carence partielle en phosphore.

La croissance de la tige principale est sensiblement identique à celle du témoin. Comme pour l'azote, la croissance des rameaux secondaires est fortement ralentie.

La floraison est très perturbée, la chute de jeunes fruits est importante, ce qui entraîne une baisse de rendement de 75 p. 100 par rapport aux plants témoins.

A l'arrachage, on peut constater que la masse totale de matière synthétisée est très voisine de celle du témoin.

Symptômes.

Les premiers symptômes de carence phosphorée sont apparus trois mois après plantation et sont visibles sur les feuilles principalement.

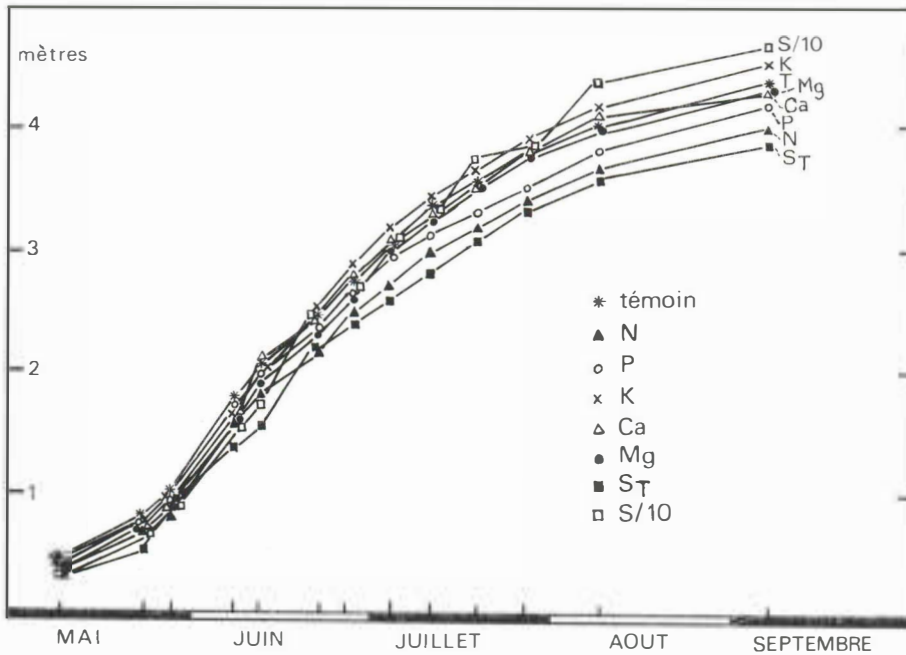


Figure 1
CROISSANCE DE LA
TIGE PRINCIPALE
(moyenne de 8 plants).

Carence en N, P, K,
Ca, Mg, S.

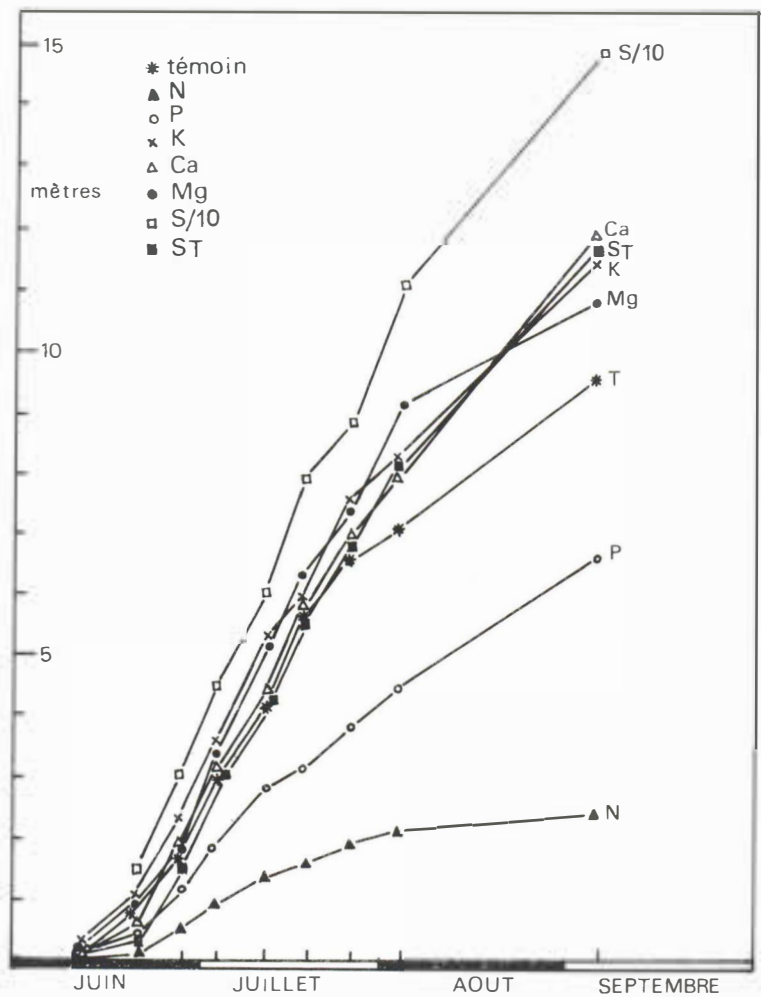


Figure 2
CROISSANCE DES
RAMEAUX SECON-
DAIRES.

Carence en N, P, K,
Ca, Mg, S.

TABLEAU 2 - Températures extrêmes et précipitations de mars 1977 à juillet 1978.

	1977										1978						
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J
température mini. (°C)	20,6	20,9	22,7	22,7	23,4	23,4	23,4	22,4	21,7	21,4	20,0	20,0	20,9	21,1	22,1	22,1	23,0
température maxi. (°C)	28,4	27,2	28,5	29,3	29,2	28,4	29,5	28,8	29,1	28,2	27,9	28,0	28,1	28,1	29,6	28,9	29,1
précipitations (mm)	52,8	171,8	92,0	63,8	96,8	276,3	292,0	419,4	306,3	98,1	126,8	78,5	164,7	69,6	123,4	195,2	175,1

TABLEAU 3 - Poids moyens (en grammes) des différents organes à l'arrachage et pourcentage par rapport au poids total des plants.

		racines	tige	rameaux secondaires	feuilles	total
témoin	g	613	434	238	429	1714
	p. 100	35,8	25,3	13,9	25,0	100
azote/4	g	193	217	65	70	545
	p. 100	35,4	39,8	11,9	12,9	100
phosphore/10	g	686	439	236	423	1784
	p. 100	38,5	24,6	13,2	23,7	100
potassium/4	g	531	515	292	408	1746
	p. 100	30,2	29,5	16,7	23,4	100
calcium/10	g	557	499	340	444	1840
	p. 100	30,4	27,1	18,5	24,1	100
magnésium/4	g	697	566	344	539	2146
	p. 100	32,5	26,4	16,0	25,1	100
soufre/10	g	696	484	230	395	1805
	p. 100	38,6	26,8	12,7	21,9	100
soufre	g	416	478	110	64	1068
	p. 100	38,9	44,8	10,3	6,0	100

TABLEAU 4 - Poids moyens et nombres moyens de fruits récoltés par plant (moyenne sur six plants).

	poids moyen de fruits récoltés (g)					nombre moyen de fruits					poids moyen d'un fruit (g)
	S	O	N	D	sur le total	S	O	N	D	sur le total	sur la récolte totale
témoin	189,1	623,7	266,0	46,7	1125,0	1,83	8,00	3,33	0,67	13,83	81,34
azote/4	153,4	213,9	85,6	35,6	488	1,83	2,50	1,00	0,50	5,83	83,70
phosphore/10	76,0	50,2	145,4	0,0	272	1,00	0,83	1,67	0,00	3,50	77,71
potassium/4	58,8	539,4	248,9	88,3	935,4	0,83	7,83	4,00	1,17	13,83	67,60
calcium/10	111,2	426,0	169,0	117,5	824	1,50	6,17	2,50	1,33	11,50	71,65
magnésium/4	212,0	307,2	111,3	63,0	693,5	2,83	4,17	1,67	1,33	10,00	69,30
soufre/10	93,5	104,6	126,6	79,5	404,2	1,00	1,50	1,37	1,12	4,99	80,85
soufre	0,00	10,17	0,00	35,14	45	0,00	0,25	0,00	0,25	0,50	70,27

- les jeunes feuilles entières sont lancéolées
- les feuilles trilobées en forme de gouttière sont de taille réduite et la bordure est frisolée. Leur coloration est vert terne à reflets bleutés.

Il est intéressant de noter que ces symptômes sont apparus à l'époque de la floraison.

Carence partielle en potassium.

Croissance et développement.

La croissance de la tige principale est identique à celle du témoin, par contre l'allongement des rameaux secondaires est supérieur.

L'effet du traitement carenciel en potassium s'est surtout fait ressentir sur la floraison qui débute environ deux à trois semaines plus tard que chez le témoin. Les fruits sont de taille réduite, 68 g contre 82 g chez le témoin.

Symptômes.

Les premiers symptômes de carence potassique sont apparus, nettement, après cinq mois de culture. Dès quatre mois, une coloration rose pâle des nervures est visible, suivie par une coloration vert pâle du feuillage. Les feuilles ont un port anormal avec une tendance à se gauffer et le pétiole manque de rigidité. Dès la nouaison, les fruits prennent une couleur vert pâle.

Carence partielle en calcium.

Croissance et développement.

La croissance de la tige principale est identique à celle du témoin. Comme pour la carence en potassium, on assiste à un allongement supérieur des rameaux secondaires par rapport au témoin.

A l'arrachage, la masse de matière synthétisée est légèrement supérieure à celle du témoin.

Le traitement carenciel en calcium a un effet marqué sur le rendement. Si l'apparition des premières fleurs se fait en même temps que chez le témoin, la coulure des jeunes fruits est importante et le rendement chute par une baisse du nombre de fruits récoltés ainsi que par un faible poids moyen de ces derniers.

Symptômes.

Aucun symptôme n'a été très nettement visible. On peut néanmoins signaler une coloration légèrement rosée des nervures et des pétioles des feuilles. Sur aucune jeune feuille,

nous n'avons pu constater les symptômes typiques d'une carence calcique (1 - 7).

Carence partielle en magnésium.

Croissance et développement.

Comme pour la carence en potassium et en calcium, la croissance de la tige principale est comparable à celle du témoin, mais supérieure pour les rameaux secondaires.

A l'arrachage, la quantité de matière végétale synthétisée est supérieure de 400 g à celle du témoin. Cette augmentation est due en grande partie à un poids plus important de la tige et des rameaux secondaires.

La carence en magnésium ne semble pas avoir influencé le processus de déclenchement de la floraison. Comme pour le témoin, les premières fleurs sont apparues environ deux mois après le début de l'essai. Le rendement a été affecté tant sur le nombre de fruits récoltés que sur leur poids moyen.

Symptômes.

Le symptôme typique de la carence magnésienne n'est jamais apparu sur les feuilles âgées. Nous avons seulement constaté, comme pour le calcium, un rosissement des nervures et des pétioles des feuilles.

Carence totale et partielle en S.

Croissance et développement.

- Carence totale.

La croissance de la tige principale est très comparable à celle du plant carencé en azote, mais l'émission et la croissance des rameaux secondaires sont très supérieures à celles du témoin.

A l'arrachage, la masse de matière synthétisée est assez faible mais tout de même supérieure à celle des plants carencés en azote.

- Carence partielle.

L'allongement de la tige principale et des rameaux secondaires est nettement supérieur à celui du témoin et à l'arrachage la quantité de matière synthétisée est équivalente à celle des plants convenablement nourris.

La floraison a eu lieu à la même date que les plants témoins. Une chute importante de fruits est à signaler et le rendement moyen par plant est inférieur à celui des plants carencés en azote.

Symptômes.

- Carence totale.

Un mois après plantation, on assiste à une chlorose généralisée du feuillage. Les feuilles sont de tailles réduites et les pétioles prennent une coloration pourpre. Les vieilles feuilles chutent et on aboutit à une liane ne portant plus que quelques feuilles à l'extrémité des rameaux secondaires. Ces jeunes feuilles sont très fines, jaune pâle, et les nervures restent vertes. Les symptômes observés sur jeunes feuilles ressemblent à ceux relevés lors d'une carence totale en calcium.

- Carence partielle.

Les symptômes observés en carence partielle sont identiques à ceux notés en carence totale ; la différence réside dans leur apparition, deux mois après plantation.

CONCLUSIONS

Nous avons essayé de maintenir cette culture sur milieu artificiel durant quatorze mois, ce qui a certainement été excessif. Si les mesures d'allongement de la tige principale et des rameaux secondaires reflètent la malnutrition subie et ses effets sur la croissance, le bilan en fin d'essai peut avoir été faussé par la taille sévère effectuée.

Les effets des traitements carenciels sur l'allongement de la tige principale ou des rameaux secondaires sont différents selon la carence considérée. En effet, seules les carences en N et P ralentissent l'allongement de la tige principale et des rameaux secondaires. Cette observation est à rapprocher de celle de CHARPENTIER et MARTIN-PRÉVEL (3) sur avocatsiers.

Tous les traitements carenciels ont, par contre, un effet sur le rendement. Les différents paramètres composant le rendement peuvent être affectés, retard de floraison (K), coulure (Ca, S), baisse du poids moyen des fruits (P, K, Ca). En carences partielles, seuls les symptômes visuels pour N - P - K et S sont apparus et sont caractéristiques de la carence considérée.

Azote : jaunissement du feuillage. Coloration pourpre des vrilles et des pétioles. Pigmentation rosée sur fruits.

Phosphore : jeunes feuilles lancéolées. Feuilles adultes en forme de gouttière à bordure frisolée. Coloration terne du feuillage avec des reflets bleutés.

Potassium : jaunissement du feuillage. Feuilles de taille normale avec un port retombant. Manque de rigidité du pétiole.

Soufre : chlorose généralisée, les nervures restent vertes. Feuilles de taille réduite et fines. Défoliation importante.

BIBLIOGRAPHIE

1. BLONDEAU (J.P.) et BERTIN (Y.). Carences minérales chez la grenadille (*Passiflora edulis* SIMS. var. *flavicarpa*). I.- Carences totales en N - P - K - Ca - Mg. Croissance et développement. *Fruits*, 1978, vol. 33, n° 6, p. 433-443.
2. CHARPENTIER (J.M.) et MARTIN-PRÉVEL (P.). Carences atténuées ou temporaires en éléments majeurs. Carences en oligo-éléments chez le bananier. *Fruits*, 1965, vol. 20, n° 10, p. 521-557.
3. CHARPENTIER (J.M.) et MARTIN-PRÉVEL (P.). Etudes des carences minérales chez l'avocatier. I.- Croissance et symptômes. *Fruits*, 1967, vol. 22, n° 5, p. 213-233.
4. HELLER (R.). Physiologie végétale. Tome I - Nutrition. Masson éditeur, 1977.
5. MARCHAL (J.), BLONDEAU (J.P.) et BERTIN (Y.). Carences minérales chez la grenadille (*Passiflora edulis* SIMS. var. *flavicarpa*). II.- Carences totales en N - P - K - Ca - Mg. Influences sur la composition minérale des organes de la plante. *Fruits*, 1978, vol. 33, n° 10, p. 681-691.
6. MARTIN-PRÉVEL (P.) et CHARPENTIER (J.M.). Symptômes de carences en six éléments majeurs chez le bananier. *Fruits*, 1963, vol. 18, n° 5, p. 221-247.
7. MORALES (A.A.) et MÜLLER (L.E.). Alteraciones producidas en el maracuyá (*Passiflora edulis* SIMS.) por deficiencias de magnesio, calcio y azufre. *Turrialba*, 1977, vol. 27, n° 3, p. 221-225.

