

Carences minérales chez la grenadille (*Passiflora edulis* Sims var. *flavicarpa*) I. Carences totales en N, P, K, Ca, Mg. Croissance et symptômes.

J.P. BLONDEAU et Y. BERTIN*

CARENES MINÉRALES CHEZ LA GRENADILLE
(*Passiflora edulis* Sims var. *flavicarpa*)
I. CARENES TOTALES EN N, P, K, Ca, Mg.
CROISSANCE ET SYMPTÔMES.

J.P. BLONDEAU et Y. BERTIN

Fruits, juin 1978, vol. 33, n° 6, p.433-443.

RÉSUMÉ. - Méthode de culture de la grenadille sur sable arrosé de solutions nutritives, jusqu'à huit mois.

- Choix des solutions nutritives.
- Croissance et développement du témoin.
- Effets des traitements carenciels en N, P, K, Ca, Mg, sur la croissance, le développement et le rendement. Bilan en fin d'essai.
- Description des symptômes de carences, accompagnée de photographies.

La culture de la grenadille, importante au Sri-Lanka (3), au Kenya (1), mais aussi dans d'autres pays [Afrique du Sud, Australie, Hawaï, Réunion (2)] suscite aux Antilles l'intérêt de quelques agriculteurs. Le fruit, essentiellement consommé sous forme de jus, est très apprécié localement et la demande d'industriels européens semble être une perspective prometteuse.

Si certains auteurs (7, 8, 11) décrivent les principales techniques culturales, très peu de données sont acquises sur la physiologie de cette plante et en particulier sur la symptomatologie des troubles de la nutrition. C'est ainsi que, sur la station IRFA de la Martinique, des essais en hydroponie ont été mis en place. Le but du premier de ces essais, dont nous rendons compte ici, était de mettre en évidence et de décrire les troubles causés par des carences totales en N, P, K, Ca, Mg.

I - MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Dispositif

1.1.1. Bacs de culture

Pour la culture sur sable on a choisi des fûts métalliques

revêtus entièrement d'une doublure plastique ; le volume utile de 120 litres (diamètre 60 cm, hauteur 45 cm) a paru suffisant pour une culture d'une durée de huit mois.

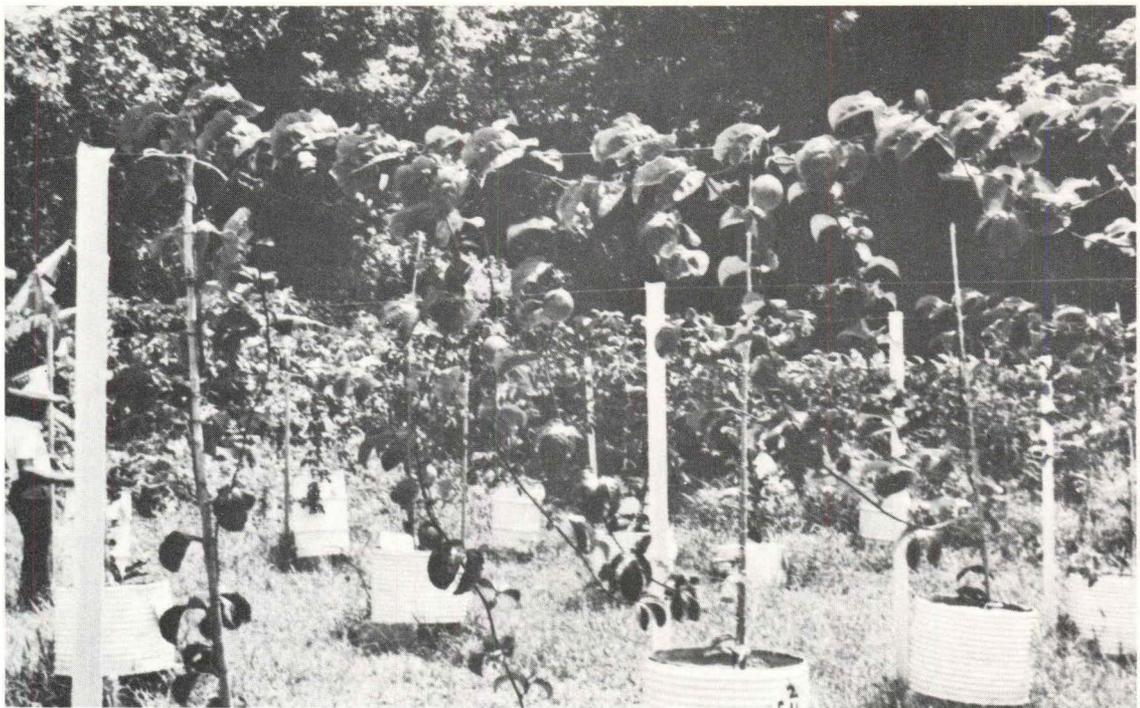
1.1.2. Substrat

Il convenait de trouver un substrat, le plus pauvre possible en éléments minéraux, et permettant un développement harmonieux du système racinaire. Le choix s'est porté sur un sable de carrière lavé dont l'analyse chimique est la suivante :

pH	6,2
Matière organique	0,00 g %
Azote total	0,00 g %
Potassium échangeable	0,03 meq %
Calcium échangeable	0,21 meq %
Magnésium échangeable	0,20 meq %
Phosphore en P ₂ O ₅ (TRUOG)	0,160 g % ₀₀
Refus au tamis de 2 mm	6,6 %

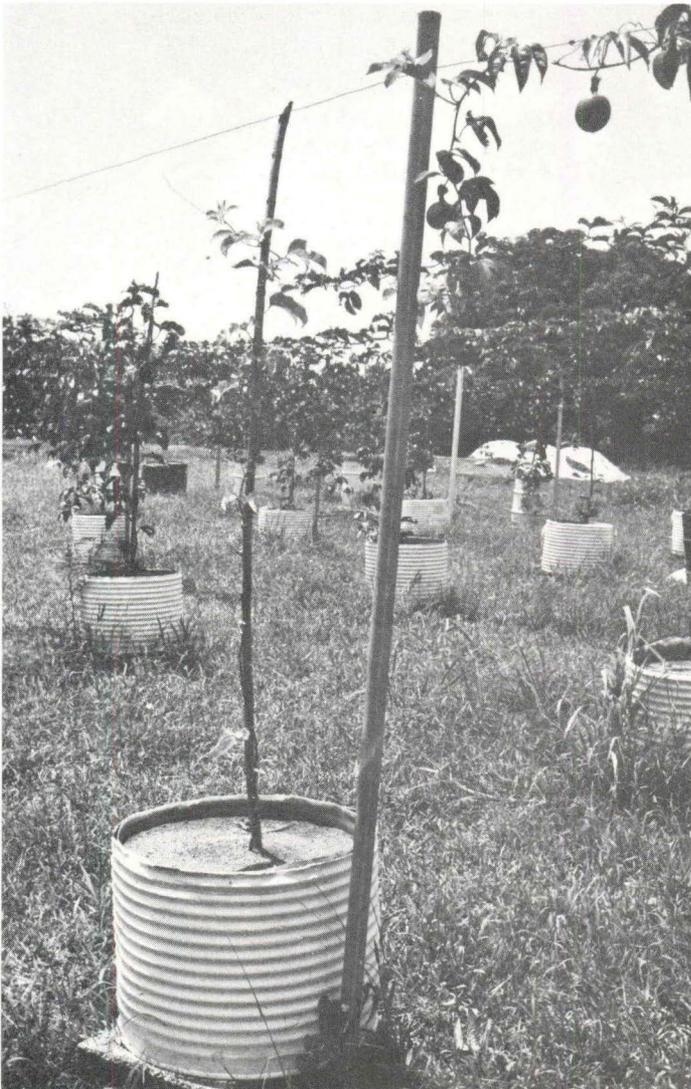
Le taux élevé de phosphore présumé assimilable peut paraître très inquiétant pour une étude de carence totale. Aucun autre substrat convenable n'étant disponible, l'expérimentation a tout de même débuté ; malgré cela les symptômes de carence en phosphore sont apparus un mois après le début du traitement carenciel.

*IRFA, B.P. 153, 97202 Fort de France Cédex (Martinique).



1.

Photo 1 - Disposition des fûts sur le terrain.



2.

Photo 2 - Tuteurage du jeune plant jusqu'au fil.

Pour faciliter le drainage, une couche de 10 cm de gravier garnissait le fond de chaque fût.

1.1.3. Eau

Les quantités d'eau nécessaires à l'expérience étant importantes (640 litres par semaine), il était matériellement impossible d'utiliser de l'eau distillée. On a donc choisi de se servir d'eau de pluie, recueillie dans une cuve préservée contre la corrosion.

1.1.4. Disposition sur le terrain (photos 1 et 2)

64 fûts répartis en 8 lignes de 8 fûts (3 m sur la ligne, 2 m entre les lignes) ont été disposés sur le terrain comme l'indique la figure 1. Ce dispositif comporte un carré latin 6x6, flanqué de deux répétitions supplémentaires constituées par les plants de bordure en bouts de ligne ; et de deux lignes de bordure externes dont tous les plants reçoivent la solution témoin.

Le fil de palissage est situé à une hauteur de 1,50 m au-dessus du collet de la plante. La conduite jusqu'au fil horizontal est effectuée à l'aide d'un tuteur en bois (figure 2).

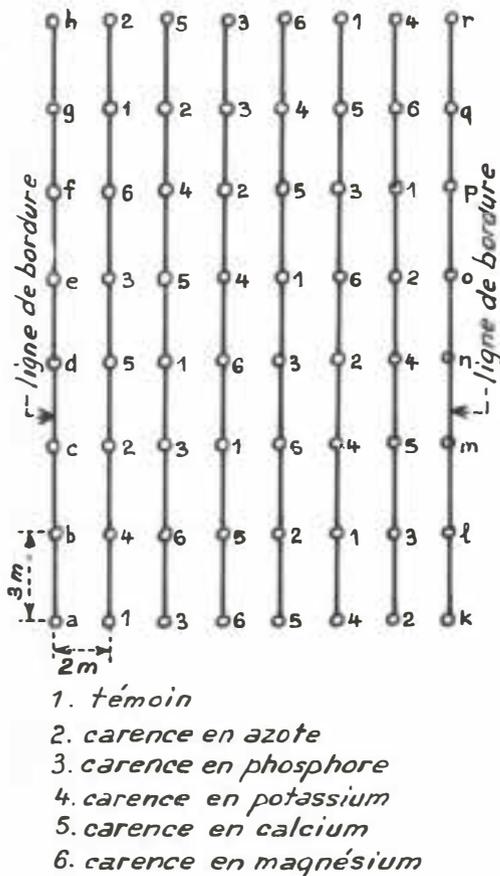


Fig. 1 • PLAN DU DISPOSITIF.

1.1.5. Mode d'alimentation

Chaque semaine, le volume de solution nutritive nécessaire est préparé et stocké dans un fût en matière plastique. Le mode d'alimentation utilisé est le procédé classique d'irrigation par-dessus à solutions perdues.

1.2. Choix des solutions nutritives

Aucune donnée sur la culture hydroponique de la grenade n'existant dans la bibliographie disponible au moment où ce travail a été entrepris, on a adopté pour la solution complète la formule nutritive standard n° 2 de HOAGLAND et ARNON (6).

Formule de HOAGLAND et ARNON n° 2:

Nitrate de calcium	4	mM
Nitrate de potassium	6	mM
Phosphore mono-ammonique	1	mM
Sulfate de magnésium	2	mM
Sulfate ferreux (5H ₂ O)	10	mg/l
Acide borique	2,86	mg/l
Chlorure de manganèse (4 H ₂ O)	1,81	mg/l
Sulfate de zinc (7 H ₂ O)	0,22	mg/l
Sulfate de cuivre (5 H ₂ O)	0,08	mg/l
Molybdate de sodium	0,02	mg/l

Pour le choix des formules carencées, une compensation par augmentation sensiblement proportionnelle des deux autres ions de même signe est effectuée, de sorte que le rapport entre ces deux ions et le rapport anions sur cations ne soient pas modifiés. Cette technique, constamment utilisée à l'IRFA depuis les premiers travaux sur bananiers (10), permet d'éviter des symptômes parasites dus à des carences multiples ou à la toxicité des ions de remplacement, tels que Cl⁻ ou Na⁺.

Ce qui donne les compositions en meq par litre du tableau I ci-après :

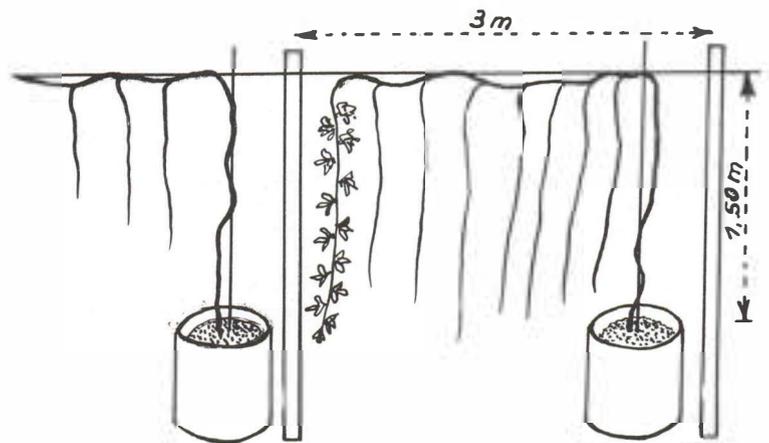


Fig. 2 • TECHNIQUE DE PALISSAGE ET DE CULTURE

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

	NO ₃ ⁻	1/3 PO ₄ ⁻	1/2 SO ₄ ⁻	K ⁺	1/2 Ca ⁺⁺	1/2 Mg ⁺⁺	NH ₄ ⁺	H ⁺
Solution complète ...	14	3	4	6	8	4	1	2
Carence en N	0	8	12	6	8	4	0	2
Carence en P	15	0	4 (*)	6	8	4	1	0 (*)
Carence en K	14	3	4	0	12	6	1	2
Carence en Ca	14	3	4	10,8	0	7,2	1	2
Carence en Mg	14	3	4	7,7	10,3	0	1	2

(*) plus H₂SO₄ q.s.p. obtenir le même pH que la solution témoin

1.3. Conduite de l'essai

1.3.1. Déroulement de l'expérience et climatologie

- 5 janvier 1976 : semis.
- 25 janvier 1976 : repiquage en pots.
- 17 mars 1976 : sélection et plantation dans les fûts.
- 17 mars au 30 juillet 1976 : observations sur la croissance, le développement, la symptomatologie des troubles de la nutrition, prélèvements de feuilles.
- Du 15 au 29 novembre 1976 : arrachage et bilan complet des plants.

Les températures extrêmes et les précipitations ont été relevées durant l'expérience et sont consignées dans le tableau 2.

1.3.2. Matériel végétal

Le semis a été effectué dans un terreau désinfecté à partir de graines issues de fruits sélectionnés par leur poids et leur aspect, et provenant d'une même plante. Au stade 2-3 feuilles les plantules ont été repiquées dans un mélange terreux léger. Lorsque les plants ont atteint 15 cm (7-8 feuilles développées) ils ont été soigneusement arrachés, leurs racines lavées, et aussitôt plantés dans les fûts contenant le sable préalablement humidifié.

1.3.3. Alimentation en sels et en eau

Les besoins en eau de la grenadille varient selon les auteurs (5) de 800 mm à 1 750 mm par an. Compte tenu du

substrat, de l'effet d'oasis créé, et de l'échauffement des parois du fût, la valeur maximale a été retenue, ce qui correspond à des apports hebdomadaires de 10 l/plant. Les apports minéraux ont débuté dès la transplantation et ont été régulièrement poursuivis jusqu'à l'arrachage des plants. La dose hebdomadaire de 10 l de solution nutritive était répartie en deux arrosages.

Selon les conditions climatiques, un ou plusieurs apports d'eau ont été effectués en complément chaque semaine.

1.3.4. Conduite de la liane (fig. 2)

La technique de palissage utilisée est la suivante : la plante est tuteurée verticalement jusqu'au niveau du fil horizontal en éliminant toutes ramifications. Par la suite les ramifications secondaires naissant le long du fil sont respectées, toutes les vrilles étant régulièrement pincées pour permettre à ces rameaux de tomber en rideau à partir de la branche principale. Si des ramifications tertiaires apparaissent, elles sont systématiquement supprimées afin d'éviter un enchevêtrement important des rameaux. La tige principale, lorsqu'elle atteint la liane suivante, est alors conduite comme un rameau secondaire jusqu'au sol. Lorsque le sol est atteint, les rameaux sont tout d'abord pincés à leur extrémité puis lorsque la fructification est terminée, taillés à trois yeux. On permet alors à un seul rameau de type tertiaire de remplacer la ramification secondaire manquante.

Tableau 2. - Températures extrêmes et précipitations de janvier à novembre 1976.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N
T. mini moy. en °C	18,3	19,7	20,4	21,8	22,1	23,3	23,3	22,3	22,4	22,0	21,8
T. maxi moy. en °C	28,0	28,6	26,6	26,4	28,0	28,5	28,7	28,7	29,4	28,7	28,6
Précipit. en mm	174	132	88	45	74	147	261	206	186	272	345

1.3.5. Lutte anti-parasitaire

Au cours de cet essai, seules des attaques de chenilles défoliatrices ont été constatées. Elles ont été facilement contrôlées par des pulvérisations de méthyl-parathion à 0,1 % (40 % de m.a.).

1.3.6. Observations

La première mesure à effectuer est, bien sûr, l'accroissement de longueur de la tige principale. Complétée par les mesures hebdomadaires des rameaux secondaires, elle a permis d'établir pour chaque plant des courbes de croissance. Ont été également notés : le nombre de feuilles émises, susceptible de donner une indication sur la longueur des entre-nœuds ; les dates des premières floraisons ; ainsi que les récoltes (poids, nombre de fruits).

Le principal but de cet essai, outre l'effet des traitements carenciels sur la croissance, était la mise en évidence des symptômes visuels. Une attention toute particulière a donc été apportée à l'observation des feuilles, leur position, leur dimension, leur port, leur forme et leur coloration. De nombreuses photographies ont été prises.

En fin d'expérimentation la pesée du végétal et de ses différents organes permet d'établir un bilan comparatif traduisant la malnutrition subie.

1.3.7. Prélèvements foliaires

L'analyse foliaire en cours de végétation complète utilement les observations précédentes. Les données de MARCHAL et BOURDEAUT (9) sur l'échantillonnage foliaire de la grenadille ont été utilisées.

Les divers organes prélevés en fin d'expérience ont également été analysés.

L'ensemble de ces résultats sera présenté ultérieurement.

2 - RÉSULTATS

Les principaux résultats sont résumés dans les tableaux et figures suivants :

Tableau 3. - Bilan en fin d'essai. Poids des différents organes à l'arrachage.

Tableau 4. - Récoltes moyennes par plant et par traitement.

Figure 3. - Croissance moyenne par traitement de la tige principale.

Figure 4. - Croissance moyenne par traitement du plant entier (tige principale et rameaux secondaires).

2.1. Comportement de la plante

En se référant aux plants témoins convenablement nourris, on a pu constater un développement satisfaisant de la plante en hydroponie. A un stade de végétation normal pour la plante, la floraison a débuté en mai-juin correspondant à l'époque normale de floraison aux Antilles.

Pour chaque carence une assez bonne homogénéité de la croissance de la tige principale a été obtenue. Si l'on constate quelques différences, cela provient essentiellement des plants de petite taille (10 cm) qui ont un démarrage plus lent. Ce retard se rattrape chez les témoins, mais plus difficilement chez les plants carencés.

2.2. Croissance et développement des témoins

Dans la croissance de la tige principale, trois étapes se distinguent :

- Période de démarrage : 20 jours.
- Croissance rectiligne : 1 mois et demi.
- Ralentissement dans la vitesse de croissance, correspondant aussi à l'émission des rameaux secondaires.

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

CARENCE		Racines	Tige	Rameaux	Feuilles	TOTAL
Témoin	g	975,60	593,40	460,40	938,10	2 967,50
	%	32,90	20,00	15,50	31,60	100,00
Azote	g	18,10	20,65	0,00	0,00	38,75
	%	45,50	54,50			100,00
Phosphore	g	137,50	169,10	59,00	329,40	695,00
	%	19,80	24,30	8,50	47,40	100,00
Potassium	g	461,90	418,40	205,30	293,20	1 378,80
	%	33,50	30,30	14,90	21,30	100,00
Calcium	g	627,00	490,70	376,10	800,60	2 294,40
	%	27,30	21,40	16,40	34,90	100,00
Magnésium	g	306,90	378,70	299,40	166,30	1 151,30
	%	26,60	32,90	26,00	14,50	100,00

Tableau 4. - Poids et nombre de fruits récoltés par traitement sur 8 plants.

Carence	Juillet			Août			Septembre			Octobre			Nbre total fruits	Total moyen par plant	Poids moyen d'un fruit (g)
	Pds total (g)	Nbre fruits	Pds moy. fruit (g)	Pds total (g)	Nbre fruits	Pds moy. fruit (g)	Pds total (g)	Nbre fruits	Pds moy. fruit (g)	Pds total (g)	Nbre fruits	Pds moy. fruit (g)			
Témoin	149	2	74,50	5406	65	83,17	4614	63	73,23	8908	121	73,62	251	2384	76,00
Azote	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00
Phosphore . .	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00	0	0	0,00
Potassium . .	308	5	61,60	2158	34	63,47	1056	31	34,06	1105	25	44,20	95	578	48,70
Calcium	841	9	93,44	5773	93	62,07	4680	85	55,05	3720	62	60,00	249	1877	60,30
Magnésium . .	251	3	83,60	4974	68	73,13	2955	49	60,31	3705	56	66,16	176	1486	67,53

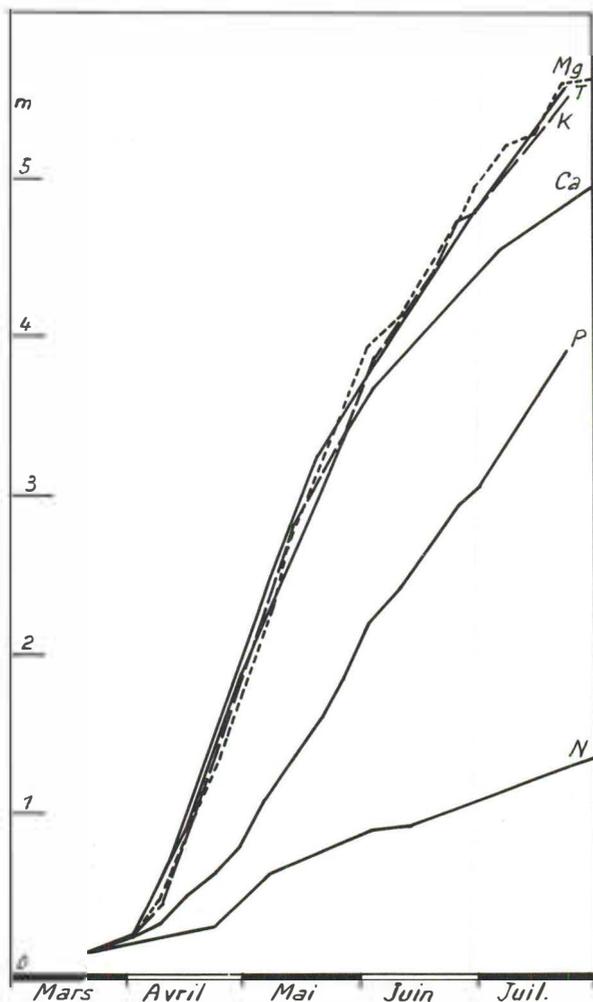


Fig. 3 • CROISSANCE DE LA TIGE PRINCIPALE (moyenne de 8 plants).

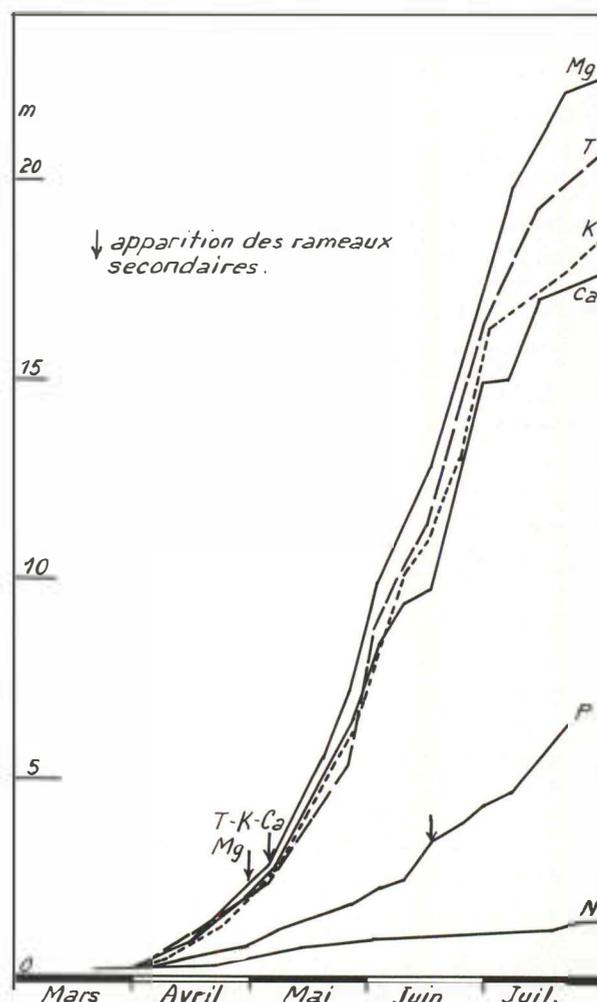


Fig. 4 • CROISSANCE MOYENNE TIGE ET RAMIFICATIONS.

Durant les premières semaines, l'alimentation en sels a peut-être été un peu excessive. En effet la coloration vert foncé du feuillage peut traduire un excès d'azote.

Les premières floraisons ont été assez groupées dans la semaine du 13 au 20 mai, soit deux mois après le début de l'essai.

Les fruits récoltés à partir de fin juin-début juillet étaient tout à fait normaux, d'un poids moyen de 83 g en août, 73 g en septembre et octobre.

En moyenne, chaque plant témoin a fourni 2,36 kg de fruits d'août à octobre.

2.3. Carences en azote

L'azote étant l'élément qui conditionne le plus étroitement la croissance et le rendement, il n'est pas étonnant que cette carence soit la première à se manifester et provoque une croissance quasiment nulle.

2.3.1. Croissance et développement

La quantité de matière végétale synthétisée est très faible. Les plants à l'issue de l'essai ont une longueur située entre 1 m et 1,50 m, ils n'ont développé aucun rameau secondaire, et aucune floraison n'a eu lieu. Le nombre de feuilles émises varie entre 20 et 25, mais à l'arrachage les plants n'en possèdent plus que 5 ou 6.

La tige principale est grêle et demande à être maintenue en position verticale.

A l'arrachage le poids des plants est très faible, en moyenne 38,8 g contre 2 967 g pour le témoin.

2.3.2. Symptômes

Le fait dominant est la pâleur caractéristique des plants carencés en azote. La chlorose va en s'accroissant jusqu'au flétrissement et à la chute des feuilles, qui se dégradent alors très rapidement. Les nervures sont également chlorotiques. Les vrilles, de taille réduite, ne s'enroulent pas et prennent une coloration pourpre ainsi que les pétioles. La tige reste vert pâle et se lignifie lentement dans sa partie inférieure.

2.4. Carence en phosphore

2.4.1. Croissance et développement

Comme pour l'azote, la croissance est réduite, mais rectiligne contrairement aux autres carences. On n'observe pas de ralentissement de croissance de la tige principale en juin, du fait du retard à l'émission des rameaux secondaires, eux-mêmes très peu vigoureux.

La longueur de la tige principale est en moyenne de 3,75 m contre 5,50 m chez les témoins.

A l'arrachage les plants carencés en phosphore ont un poids moyen de 695 g ; les racines représentent 20 % de ce poids, contre 33 % chez le témoin.

La production est faible : 4 à 5 fruits récoltés par liane, d'un poids moyen de 65 g.

2.4.2. Symptômes

Les premiers symptômes sont apparus un mois après le début du traitement carenciel et sont les suivants :

- 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 bronzé à reflets bleutés et l'ensemble du feuillage est terne. Ces symptômes semblent assez caractéristiques de la carence en phosphore et ont déjà été observés sur avocitiers (4), bananiers (10) et d'autres plantes.
- Les vieilles feuilles se décolorent comme si elles avaient reçu un coup de soleil. Les entré-nœuds ainsi que les pétioles sont courts. Les vrilles grêles et peu enroulées sont, comme les pétioles, de couleur rouge violacée.

Les fruits cueillis vert tournant ont beaucoup de difficulté à acquérir une couleur jaune uniforme.

2.5. Carence en potassium

2.5.1. Croissance et développement

En moyenne l'allongement des plants carencés en potassium a été, tant pour la tige principale que pour les rameaux secondaires, comparable à celui du témoin. Par contre, à l'arrachage les plants carencés pèsent en moyenne 1 379 g contre 2 967 g chez le témoin. Le système racinaire est bien développé et représente en moyenne 34 % de la masse totale du plant.

Notons qu'une défoliation importante au mois d'août a pu modifier le rapport antérieur entre le poids des racines et le poids de la partie aérienne.

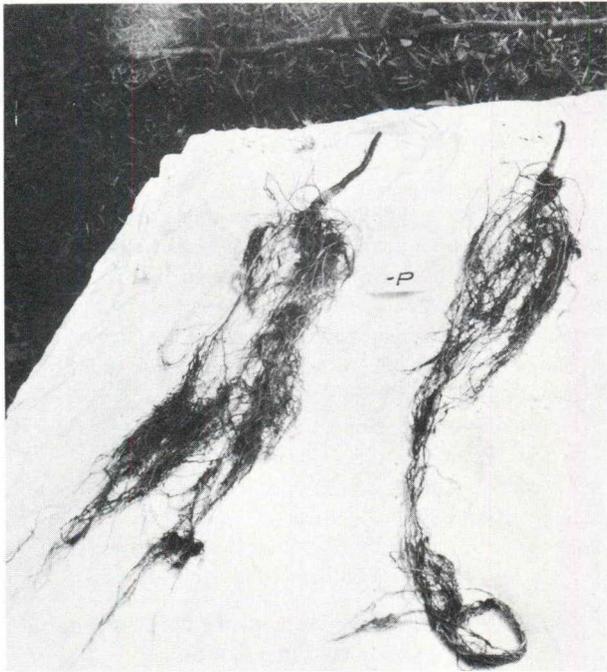
L'intensité de la floraison bien que non quantifiée a été très importante, mais la coulure a été très forte, ce qui explique une production faible : 269 g par plant en août, 132 g en septembre, 138 g en octobre, avec un poids moyen de 63,5 g en août, 34 g en septembre, 44 g en octobre. Les fruits tombent précocement ou bien se momifient.

2.5.2. Symptômes

Les symptômes de la carence potassique ont été les derniers à apparaître vers le 15 juillet : soit quatre mois après le début de l'essai, au moment du maximum de floraison. Les jeunes feuilles émises à cette époque sont de taille réduite. La couleur de fond est vert pâle et une décoloration jaune s'étend progressivement à partir du point de divergence des nervures primaires. Ces symptômes atteignent rapidement les vieilles feuilles, qui chutent après que se soient installées des nécroses blanchâtres.

La couleur des fruits, dès la nouaison, est vert pâle, leur peau est très épaisse et certains ne contiennent que deux ou trois graines enfermées dans un peu de mucilage.

Sur plusieurs plants, on a pu observer l'émission de rameaux secondaires ne portant que des fleurs et aucune feuilles.



3

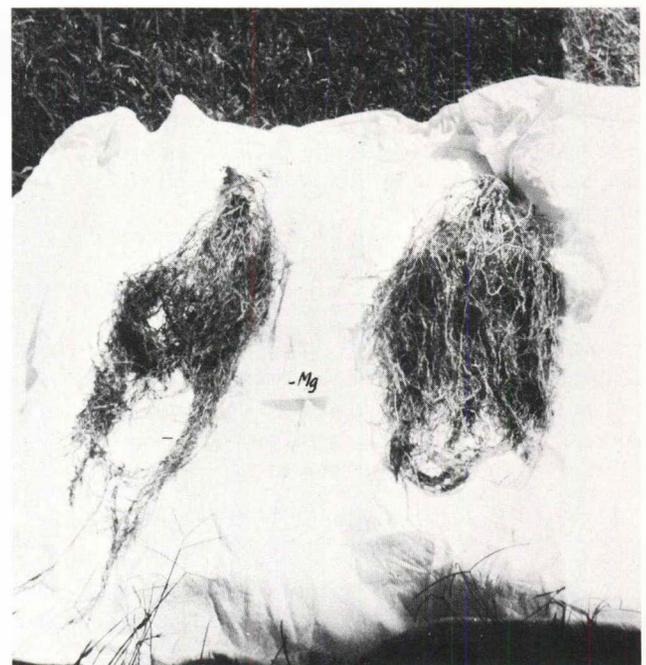


4

Photos 3,4,5,6 – Carences en phosphore, potassium, calcium et magnésium. Effets sur les racines.



5



6

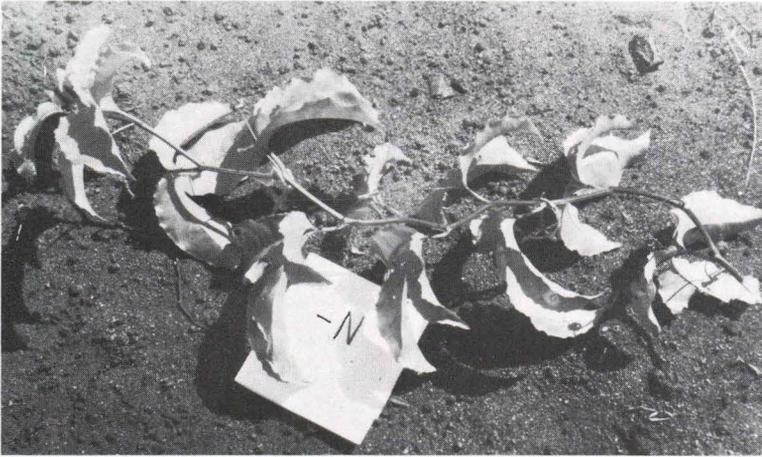


Photo 7 - Carence en azote.
Feuillage chlorotique.

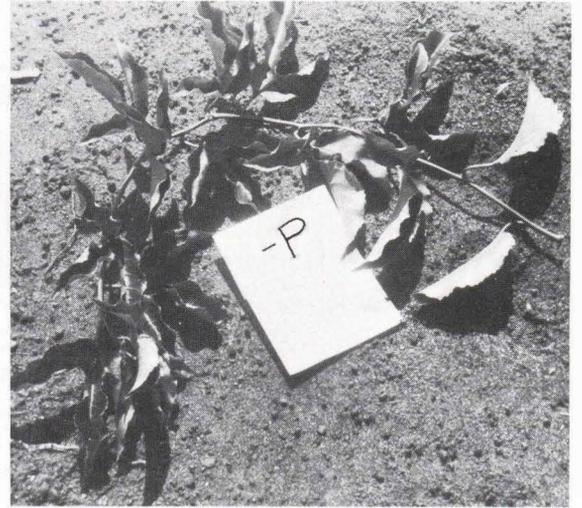
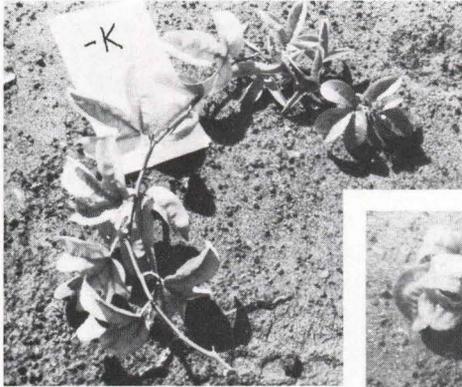
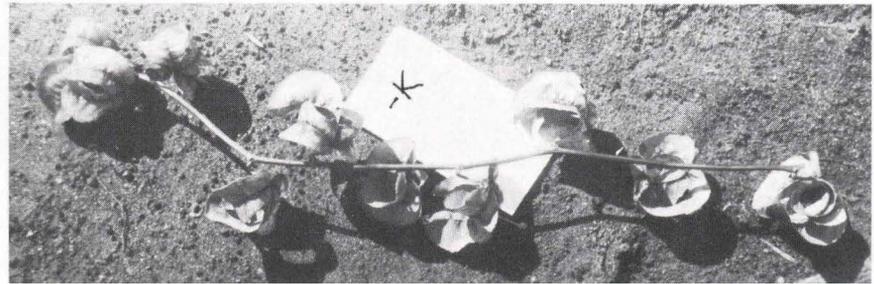


Photo 8 - Le défaut de phosphore se manifeste par des déformations de feuilles.



9



10

Photo 9 - La carence en potassium induit tardivement une réduction des dimensions des feuilles et leur décoloration.
Photo 10 - Carence en potassium. Les feuilles plus anciennes sont jaunes, puis blanchâtres et tombent.



11

Photo 11 - Carence en magnésium débutant sur feuilles.



12

Photo 12 - Carence prononcée en magnésium sur feuilles.

2.6. Carence en calcium

2.6.1. Croissance et développement

La courbe de croissance de la tige principale des plants carencés en calcium s'infléchit à partir du troisième mois. La longueur moyenne de la tige principale est en fin d'expérience de 4,70 m contre 5,50 m chez les témoins. La croissance des rameaux secondaires est également progressivement ralentie.

A l'arrachage le poids moyen des plants est de 2 294 g avec un système racinaire bien développé et supérieur à celui des plants carencés en potassium et en magnésium (627 g contre respectivement 462 g et 307 g).

On assiste rapidement à un raccourcissement important des entre-nœuds à l'extrémité des rameaux secondaires.

En moyenne les lianes ont produit 720 g de fruits en août, 885 g en septembre, 465 g en octobre, mais ces fruits sont petits : 55 g.

2.6.2. Symptômes

Les premiers symptômes se sont manifestés début juin sur jeunes feuilles. Les 5 à 6 dernières feuilles des rameaux ont un aspect chlorotique, les nervures ainsi qu'une fine bordure de limbe les entourant restent vertes. L'ensemble du feuillage est vert clair ; les feuilles sont très fines et de taille réduite. Sur les dernières feuilles, le raccourcissement des entre-nœuds donne un aspect de rosette.

Dès la nouaison les fruits sont vert pâle et possèdent une peau très épaisse.

2.7. Carence en magnésium

2.7.1. Croissance et développement

L'allongement de la tige principale est semblable à celui des plants témoins. Les rameaux secondaires ont un allongement analogue avec peut-être un léger avantage pour certains plants carencés.

Malgré un allongement comparable à celui des témoins, les quantités de matière synthétisées par les plants carencés restent très inférieures. Le système racinaire est assez peu développé : 307 g contre 975 g chez le témoin et respectivement 627 g et 462 g pour les plants carencés en calcium et potassium.

La floraison a été normale et la récolte a été la suivante : 620 g par plant en août, 370 g en septembre, 460 g en octobre, avec des poids moyens de 73 g en août, 60 g en septembre et 66 g en octobre.

2.7.2. Symptômes

Les premiers symptômes sont apparus deux mois et demi après plantation. Ils sont typiques de la carence magnésienne chez la plupart des plantes et s'observent surtout sur vieilles feuilles.

La carence se signale par une chlorose inter-nervaire débutant sur la bordure des feuilles, gagnant progressivement

les espaces inter-nervaires, mais en laissant une bande de limbe parfaitement verte le long des nervures. Cette dernière s'amenuise progressivement vers l'extérieur pour donner le "V" caractéristique de cette carence. Les feuilles se nécrosent ensuite très rapidement en se gaufrant à partir des espaces chlorosés et chutent. Les jeunes feuilles sont très fines et vert pâle. Le stade extrême de la carence aboutit à une liane dégarnie, ne portant aux extrémités de sa frondaison que quelques jeunes feuilles vert pâle avec les mêmes décoloration inter-nervaires.

3 - CONCLUSIONS

L'essai de culture hydroponique a permis de montrer que la technique expérimentale utilisée est satisfaisante pour la grenadille. En effet les plants témoins se sont développés normalement, aucune asphyxie racinaire n'a été observée et le chevelu était particulièrement abondant. Cette technique nécessite cependant des apports d'eau importants.

Les symptômes recherchés sont apparus et sont caractéristiques de chacune des carences :

Azote : chlorose généralisée sur toutes les feuilles dès les premières semaines.

Phosphore : ensemble des feuilles en "gouttière", à bordure frisolée, coloration mate, pétioles et vrilles violacés.

Potassium : jaunissement grandissant (sur l'ensemble du feuillage) à partir du centre de la feuille, celle-ci ayant des dimensions réduites, coulure importante.

Calcium : décoloration inter-nervaire des jeunes feuilles, raccourcissement des entre-nœuds.

Magnésium : apparition du "V" magnésien classique sur vieilles feuilles.

Les traitements ont fortement perturbé l'allongement pour les carences en N et P, moyennement pour la carence en Ca, et pratiquement pas pour les carences en K et Mg. Par contre, à l'arrachage, l'effet de tous les traitements carenciels se fait ressentir sur le poids total de matière végétale synthétisée.

L'apparition successive des différents symptômes pourrait donner quelques indications sur les besoins en différents éléments de la plante au cours de son développement.

- Le besoin en potassium paraît plus important à la floraison.

- Les besoins en calcium seraient accrus au voisinage de la nouaison.

Il s'agit là de probabilités à vérifier, car ces époques peuvent seulement coïncider avec l'épuisement des réserves de la plantule et des impuretés - non négligeables - du sable.

Le cas du phosphore mérite d'être approfondi ; les besoins en cet élément seraient très importants dès le début. Par ailleurs, les taux de phosphore observés dans le sable ne concernent pas le phosphore assimilable pour la racine de grenadille ; après trois mois de culture, une nouvelle analyse

a redonné exactement la même valeur, ce qui prouverait qu'il n'était pas en état d'être absorbé par cette culture.

Dans la pratique, il est très rare d'avoir des carences aussi aiguës en éléments majeurs : c'est pourquoi cette expé-

rience a été poursuivie par la réalisation de carences partielles ; la déficience en soufre a été également provoquée. Ces travaux sont actuellement en cours.

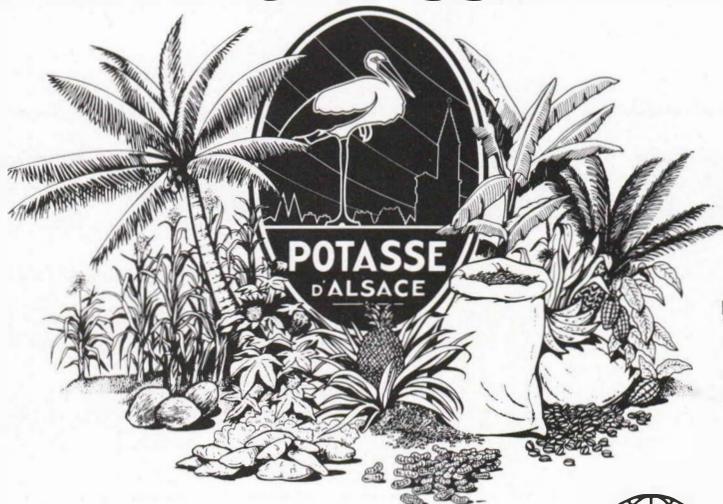
BIBLIOGRAPHIE

1. AUBERT B.
La culture de la grenadille au Kenya.
Fruits, 29, 4, 323-328, 1974.
2. AUBERT B.
Précocité de production de la grenadille violette *Passiflora edulis* Sims à la Réunion. Perspective de production.
Fruits, 30, 9, 535-540, 1975.
3. BERTIN Y.
La culture de la grenadille au Sri-Lanka (Ceylan).
Fruits, 31, 3, 171-176, 1976.
4. CHARPENTIER J.-M. et MARTIN-PREVEL P.
Étude des carences minérales chez l'avocatier. I. Croissance et symptômes.
Fruits, 22, 5, 213-233, 1967.
5. de LARO USSILHE F.
Productions guadeloupéennes.
Sucre et Fruits, 8, n° 47, 72 p., 1969.
6. HOAGLAND DR. et ARNON D.I.
The water culture. Method for growing plants without soil.
Calif. Agric. Exp. Station, circ. n° 347, 32 p., 1950.
7. Mc GREGORS J. et WILLS.
Passion fruits and grenadilles.
Queensland Agri. J., 79, 4, 205-217, 1954.
8. MALAN E.F.
The production of grenadillas.
Farming in South Africa, déc. 1953, 407-410.
9. MARCHAL et BOURDEAUT.
Echantillonnage foliaire de la grenadille. *Passiflora edulis* Sims var. *flavicarpa*.
Fruits, 27, 12, 307-311, 1972.
10. MARTIN-PREVEL P. et CHARPENTIER J.-M.
Symptômes de carences en six éléments minéraux chez le bananier.
Fruits, 18, 4, 221-247, 1963.
et *Fertilité*, 22, 15-50, 1964.
11. MERLE P.
La grenadille.
Fruits de Côte d'Ivoire, 1965, n° 3, p. 815.

LES CULTURES TROPICALES AIMENT LA POTASSE

QUALITE
RENDEMENT
PROFIT

engrais
potassiques



SOCIÉTÉ COMMERCIALE DES POTASSES ET DE L'AZOTE
62-68, rue Jeanne d'Arc - 75646 PARIS CEDEX 13
Tél. : 584.12.80 Télec : P.E.M.C. 20191 F



N° BLEU P 2019

CSB K 824

GRUPE EVC