

Fertilisation du manguier

(Suite)

par J. C. LEFÈVRE

II. EXPERIMENTATIONS SUR LA FERTILISATION

GÉNÉRALITÉS

Le manguier a des besoins bien définis en éléments fertilisants. Les données concernant ces besoins sont cependant peu nombreuses. Les recommandations données çà et là, reposent avant tout sur des bases empiriques.

Le manguier a une capacité remarquable à utiliser au mieux une fertilisation appropriée, après une longue période de malnutrition. Ceci est dû à ses caractéristiques physiologiques inhérentes comme à la grande étendue de son système racinaire.

Les nombreuses variétés de manguier diffèrent beaucoup en vigueur et réclament des techniques culturales souvent distinctes. Il est possible, mais cela reste à déterminer, que les besoins en éléments nutritifs dépendent sensiblement de la variété. Celles expérimentées en Inde pour l'étude des besoins nutritifs en général, paraissent avoir des exigences analogues.

EXPÉRIENCES POUR LA DÉTERMINATION DES BESOINS

1. Cultures en pots, en Inde.

Dans ces expériences, commencées en 1960, à Sabour, sur la variété 'Langra', on a comparé l'action de N, P et K seuls ou en combinaison, sans tenir beaucoup compte des éléments mineurs (Mn, Cu, Zn, B, etc.). Chacun des éléments était soit absent, soit à la dose normale, dose normale réduite au huitième, dose normale doublée, soit les 11 traitements suivants : témoin (sans fertilisation), NPK, (2 N) PK, (1/8 N) PK, PK, N (2 P) K, N (1/8 P) K, NK, NP (2 K), NP (1/8 K) et NP. Chaque plante était cultivée dans un pot contenant 75 kg de sable stérilisé. Sous chaque pot, l'eau écoulée était recueillie en vue de contrôler les pertes par lessivage. Les solutions (72) étaient appliquées tous les 4 jours à raison de 1 000 cc par pot. L'eau recueillie sous les pots était complétée chaque jour à 1 000 cc et reversée dans le sable pendant 4 jours jusqu'à de nouveaux apports nutritifs. Chaque pot était nettoyé avec de l'eau pure tous les 15 jours en vue d'éliminer tout effet toxique (73).

Les premières différences apparaissent après 3 mois et les symptômes de carence deviennent très nets après

6 mois. A ce stade, soit 6 mois après le début des expériences, des échantillons de feuilles étaient analysés (74).

Résultats (41).

En augmentant l'apport d'azote, on accroît la consommation de K et inversement, en augmentant celui de K, on accroît la consommation de N.

Le manque de K et surtout celui de N diminue la consommation en P.

Les plantes nourries avec les solutions NPK, (2 N) PK, N (2 P) K, NP (2 K) ne montraient aucun symptôme de carence au bout d'un an. Au contraire, celles nourries avec les solutions témoins, (1/8 N) PK, PK montraient des symptômes très nets de carence azotée, celles nourries avec N (1/8 P) K et NK de carence en P, celles avec NP (1/8 K) et NP de carence en K.

Au cours de la seconde année, les carences en K des plantes NP (1/8 K) et NP s'aggravèrent (dépérissement au sommet) beaucoup plus que les carences en N et en P. Les plantes PK avaient un comportement proche de celui des témoins (eau pure). Les plantes (2 N) PK qui avaient montré des signes d'excès en N, la 1^{re} année, commençaient à développer des symptômes de carence en K.

La troisième année, les plantes NP (1/8 K) et (2 N) PK mouraient. Les plantes N (2 P) K et NP (2 K) maintenaient leur vigueur. Les plantes N (1/8 P) K poussaient d'une manière saine. Les plantes NK, plus petites que les précédentes, montraient des taches de chlorose sur leurs feuilles.

La quatrième année, les plantes N (2 P) K, N (1/8 P) K, NK et NP (2 K) fleurirent et nouèrent.

Ces résultats montrent que l'alimentation en N contrôle celle des autres éléments et détermine la croissance. Il y a un optimum en N au-delà duquel des carences en K se manifestent. N et K sont liés et les plantes ne résistent pas à la carence en K.

Les plantes NPK et les plantes avec excès en P ou en K ont crû d'une manière satisfaisante. Les plantes recevant peu de N et celles ne recevant pas P poussaient, elles aussi, mieux que les témoins dont la croissance est restée très faible.

Alors que les manguiers ont paru d'abord (pendant 4 ans) exceptionnellement résistants au manque de P, des symptômes de carence en P apparurent ensuite et s'aggravèrent de plus en plus. Si on fournissait P avant qu'il

ne soit trop tard, les arbres recouvraient bien leur vigueur. Il en était de même, si on apportait assez tôt K à des arbres souffrant de carence en cet élément.

2. Essais en champ, en Inde.

Des essais en champ ont été entrepris à partir de 1937, à Sabour, en Inde, en vue d'étudier l'application des résultats des expériences précédentes et aussi de lutter contre le phénomène de l'alternance. Ils ont été rapportés par ROY (41) et MALLIK et DE (9).

Il y eut 8 traitements : N, P, K, NP, NK, PK, NPK, témoin. Le sol présentait une certaine déficience en N et matière organique ; sur 30 cm, il comptait : humidité 1,86 p. cent, N total 0,042 p. cent, P assimilable 0,0080 p. cent et K assimilable 0,0085 p. cent. Les engrais comprenait du sulfate d'ammonium, du superphosphate et du sulfate de potassium. Ils furent appliqués après la première pluie, une seule fois dans l'année. La végétation était retournée bien uniformément, ce qui apportait de l'humus. Pendant 10 ans, de 1940 à 1950, les mêmes doses furent invariablement apportées à chaque lot.

Résultats (9).

Alors qu'avant le début des traitements, il n'y avait pas de différences significatives dans la croissance des plantes de l'expérience, dès que les essais commencèrent, des différences se manifestèrent.

Les hauteurs et les tours des troncs après 5 à 9 ans des traitements ont été évalués pour les 8 lots.

N a eu un effet significatif sur la croissance. P et K seuls et ensemble, sans N, ont eu peu d'effets. N avec P et ou avec K est le plus efficace. Le maximum est observé pour le traitement NPK.

L'intensité de la floraison et de la fructification a été également évaluée. La grosseur des panicules est influencée comme la croissance.

La couleur des feuilles, considérée comme une estimation, grossière, de la santé générale de la plante, présentait des différences marquées. Tous les sujets recevant N semblaient sains. Témoins, lot P et lot K montraient peu de différences entre eux.

Les teneurs des éléments dans le sol furent également analysées annuellement, à deux profondeurs : 0 à 15 et 15 à 50 cm. Les teneurs en P et K se sont accrues jusqu'à la 6^e année puis celle en P s'est maintenue constante sauf dans les lots recevant N seul, où elle diminuait considérablement. Le pH des sols des lots recevant N seul était acide : 5 à 6. Ceci était dû à l'apport unique de sulfate d'ammonium. Le sol étant acide, la majeure partie de Fe et Al allait en solution et se combinait aux phosphates sous des formes insolubles.

La teneur en K était basse dans les lots recevant N seul ou N et P mais non dans ceux recevant P seul. Ainsi est confirmé le résultat selon lequel l'utilisation de K est accrue par un apport de N.

D'autre part, l'accroissement important de la teneur en P des sols recevant P et la faiblesse des symptômes de déficience dans les lots ne recevant pas P suggère le peu de besoin du manguiier pour cet élément. La teneur en P des lots recevant K ou celle des témoins était supérieure à celles des lots recevant N et NK : il semble donc que l'apport de N accroît aussi la consommation en P.

En conclusion, N contrôle l'alimentation des autres éléments et détermine la croissance. Son action est accrue lorsque des apports de K et P sont réalisés simultanément. P et K seuls ou ensemble, sans apport de N, ont peu d'effets. Un manguiier adulte exigerait un rapport des trois éléments NPK de 1,1-0,27-1,0, en quantité : 0,83 kg N par an.

3. Essais en Floride, sur manguiers ' Kent '.

RUEHLE (1) signalait que les besoins en azote des manguiers adultes sont inférieurs à ceux des agrumes ou des avocatiers. En Floride, des essais exploratoires avant 1957, en vue d'étudier les effets de la fertilisation azotée mais au moyen de doses relativement modérées ne mirent en évidence qu'une tendance, à peine significative, à l'augmentation des rendements par des apports croissants, sur les variétés ' Kent ' et ' Zill ' (mais pas chez ' Haden ') (75, 76, 77, 78).

A partir de 1957, on s'attacha à l'étude des facteurs influant sur le « soft-nose » (79), maladie physiologique affectant les mangues sur l'arbre, probablement identique au « tip pulp » décrit en Inde (80). Au cours de ces nouvelles expériences, on s'aperçut que des doses d'azote beaucoup plus fortes que précédemment, avaient un effet très net sur les rendements (81). Dans ces essais, des manguiers ' Kent ', en sol profond sablonneux reçurent pendant trois ans des mélanges NPKMg et certains arbres reçurent en plus du nitrate d'ammonium, représentant un apport d'N 9 fois plus abondant (2 kg N par arbre et par an). D'autres arbres reçurent en plus un mélange nitrate d'ammonium-superphosphate triple-muriate de potassium-sulfate de magnésium, représentant un apport d'N 10 fois plus abondant que celui des arbres ne recevant que le mélange NPKMg sans apport supplémentaire. Les rendements des arbres ayant reçu ces doses 9 et 10 fois supérieures, furent multipliés en moyenne par 3. Parmi eux, ceux ayant reçu un apport supplémentaire sous forme de nitrate seul produisirent plus que ceux ayant reçu le mélange nitrate-superphosphate de K-sulfate de Mg. Malheureusement, l'aspect positif de l'effet sur les rendements était annulé par l'accroissement de la proportion de fruits atteints de « soft-nose » (80 à 90 p. cent contre 10 p. cent).

Des traitements analogues appliqués simultanément mais dans un sol superficiel calcaire n'ont pas ou peu accru les rendements et n'ont pas eu d'effet sur le « soft-nose », même lorsque, la dernière année, la dose d'azote fut à nouveau augmentée (7 kg en 6 mois) (82). Des analyses foliaires font supposer que c'est le calcium (2 ou 3 fois plus abondant dans l'arbre dans le cas de tels sols) qui est

cause de l'absence de la maladie, alors que les teneurs foliaires en N sont aussi élevées que celles correspondant au sol sablonneux. Ces résultats sont à rapprocher de divers travaux sur le bitter-pit des pommes (83).

Afin d'étudier les possibilités de réduire le « soft-nose » par l'accroissement des teneurs en Ca des arbres, tout en augmentant les rendements par une fertilisation azotée abondante, de nouveaux essais, sur manguiers ' Kent ' ont débuté en 1960. On y étudie en même temps l'effet de la fertilisation potassique (les arboriculteurs, en Floride, pensent couramment qu'on peut réduire le « soft-nose » par un apport de potasse) (84). Les arbres des essais précédents, en sol calcaire reçoivent tous à partir de 1960 6 kg du mélange 4-6-8-3 par arbre et par an. En plus, on leur applique les différents traitements suivants : nitrate de Ca, nitrate de Na, chaux, gypse, nitrate de Ca + chaux, nitrate de Ca + gypse, nitrate de Na + chaux, nitrate de Na + gypse et chacun de ces traitements + muriate de K pour l'étude de l'action des apports de potasse. Les résultats en 1962 montrent que tous les lots recevant N supplémentaire quelle qu'en soit la forme voient leurs teneurs foliaires et leurs rendements s'accroître. Les effets sur les teneurs foliaires en Ca ne furent sensibles que la seconde année, le gypse les augmentant plus que la chaux et que le nitrate de Ca. A mesure que ces teneurs s'accroissent, le pourcentage de « soft-nose » s'abaisse (à 2,4 p. cent de Ca, il est réduit à 5 p. cent des fruits) sans relation aucune avec les teneurs en N. A ce stade, il apparaissait donc que l'apport abondant d'azote doit être complété par celui de chaux ou de gypse ou par l'emploi presque exclusif comme source d'azote du nitrate de Ca. Les feuilles des arbres ayant reçu des apports de K, contenaient beaucoup plus de K et un peu moins de Ca. Les rendements sont légèrement accrus et le « soft-nose » légèrement réduit mais ces différences ne sont pas considérées comme significatives.

Les observations se sont poursuivies après 1962 (85). En 1963-1964, les effets positifs de Ca sur le « soft-nose » furent beaucoup moins nets. Les apports de potasse, au contraire, eurent, mais en 1963-1964 seulement, un effet positif statistiquement significatif. Il est très probable que cette maladie peut être contrôlée par la manipulation des fertilisations N, Ca, K. Mais il y a aussi un effet saisonnier qui s'ajoute et qui a conduit notamment, en 1961, 1963 et 1965 à de hauts pourcentages de fruits atteints (ces années furent aussi des années de faibles rendements). Cet effet saisonnier est probablement d'ordre climatique.

L'étude de l'effet de fortes doses de nitrate d'ammonium sur les manguiers de la variété ' Haden ' sur les mêmes sols, n'a pas donné les mêmes résultats. Les rendements ne furent pas accrus alors que le « soft-nose » progressait de 12 à 50 p. cent (86).

4. Essais sur les époques d'application.

Des essais ont été menés en Inde pour déterminer la meilleure période d'application dans la lutte contre l'alter-

nance (9, 41). Des engrais azotés sous forme de sulfate d'ammonium et de « F. Y. M. » (« farm yard manure » = fumier de ferme) ont été appliqués sur la variété ' Sakerthina ', tous les ans, immédiatement après la récolte. De cette manière, une poussée se produisit en juillet-août qui eut le temps de différencier des fleurs ; la fructification est accrue aussi bien les années « on » qu'« off » et il y a toujours une alternance quoique atténuée.

Des essais rapportés par MALLIK et DE (9), il ressort que N sous la forme du sulfate d'ammonium est le plus efficace pour accroître le taux de floraison et que la meilleure époque pour cet apport dans les conditions de Sabour (Inde) est juin. N sous forme de FYM appliqué en octobre a aussi un effet favorable mais qui se manifeste seulement deux ans après le traitement. Un apport de K doit être effectué simultanément à celui d'N. P doit être apporté sous une forme lentement utilisable.

LEDIN et MALCOLM (76) en Floride signale que la fertilisation de manguiers ' Haden ' ' Kent ' et ' Zill ' en automne, favorise la croissance végétative au détriment de la floraison et des rendements. Par contre, effectuée avant juillet (en hiver, au printemps ou au début de l'été), elle accroît la dormance en automne et l'initiation florale s'en trouve favorisée ; toutefois, si dans ce cas, les rendements ont été accrus chez ' Haden ' et ' Zill ' de 20 à 26 fruits par arbre, ils ne l'ont pas été chez ' Kent ' (variété tardive, mûrissant en juillet-août).

5. Symptômes de carence.

Les symptômes de carence sur manguiers ont été étudiés systématiquement par SMITH et SCUDDER en Floride (88) pour les éléments suivants : N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, B, Cu et S. Pour Ca, Fe et B, les symptômes n'ont pas été très nets. Les plantes de ces expériences étaient cultivées sur sable et dans la solution nutritive, on supprimait l'élément à étudier dans chaque lot.

En Inde, des expériences semblables ont été menées concernant Mn, Zn, B, Cu, Mg (89) et N, P, K, Mg, S, Ca, Na et Fe (90).

Azote.

Le manque d'azote est toujours associé aux feuilles qui, adultes, n'ont pas atteint leur taille normale. Les pétioles forment un angle plus aigu avec la tige. Le retard de la croissance est important. Parfois, les pousses jaunissent (90).

SMITH et SCUDDER (88) signalent que les feuilles de manguiers ' Haden ' et ' Zill ' carencés en N, contenaient 0,67 p. cent d'N contre 1,54 p. cent pour les témoins ; les pourcentages de P, K, et Ca étaient plus élevés que dans les feuilles normales.

Photographies : (11) planche 37 (88).

Phosphore.

La croissance est lente et la maturité retardée.

Les feuilles montrent une pigmentation pourpre, rou-

geâtre ou cuivrée, plus ou moins prononcée « bronzing », tout au long des marges du limbe. Elles sont épaisses et durcies. Les racines voient leur croissance et leur développement très limités ; dans tous les cas, il y a absence de racines secondaires et tertiaires.

Dans les expériences de SMITH et SCUDDER (88), il y avait arrêt de croissance pendant la première année. La seconde année, les feuilles les plus vieilles commençaient à tomber prématurément après dépérissement du sommet. Seules les feuilles les plus jeunes subsistaient au bout des rameaux, la troisième année. Le bois du tronc et des branches était fin et quelque peu flexible ; parfois des branches dépérissaient.

D'après SEN (90), le pigment pourpre se développe, chez la variété 'Langra', sur une bande le long des marges à la face inférieure des feuilles ; chez les autres variétés étudiées, cette pigmentation n'apparaît pas.

L'analyse des feuilles carencées a donné 0,050 p. cent de P, soit légèrement moins que dans les feuilles non carencées des autres traitements. Les teneurs en N, K, Ca et Mg étaient normales.

Photographies : (11) planche 38 a, (88, 91).

Potassium.

Si la carence est peu sévère, les symptômes peuvent être confondus avec ceux du manque d'azote.

Si la carence est importante, on observe les symptômes caractéristiques de « potash scorch » (roussissement) qui débute près du bord du limbe et s'étendent sur toute la feuille. Une décoloration pourpre sombre précède ce roussissement.

Comme pour la carence en P, la carence potassique apparaît d'abord sur les feuilles âgées qui chutent prématurément (91).

Dans les expériences de SMITH et SCUDDER (88), les arbres privés d'apport en K, étaient d'abord bien vigoureux puis, les feuilles les plus âgées montraient de petites taches jaunâtres ou rousses, distribuées irrégulièrement sur tout le limbe et sur ses deux faces. Les feuilles étaient de taille réduite, très fines, s'amincissant considérablement. Plus tard, les taches s'élargissaient, devenaient coalescentes et produisaient des nécroses dans les régions marginales. Les feuilles atteintes ne tombaient pas avant leur mort complète.

Les teneurs des feuilles en N, P, Ca et Mg étaient normales mais celle en K n'était que de 0,25 p. cent (contre 1 p. cent pour les témoins).

Photographies : (11) planche 38 b, (91) p. 153, (88).

Magnésium.

La carence en Mg apparaît sur les nouvelles feuilles complètement déployées et qui ont pris toute leur couleur verte (91).

Selon SMITH et SCUDDER (11), on observe une zone triangulaire verte en dessous de la partie centrale du

limbe ; dans cette zone, partant des bords de la feuille, une coloration bronzée pénètre plus ou moins. Dans le cas de carence grave, cette dernière atteint la nervure médiane, ne laissant substituer que peu ou pas de plages vertes, tandis que les parties marginales se dessèchent. Toutefois, peu de feuilles développaient ces symptômes ; sans doute parce que la plupart du temps, les feuilles atteintes par cette carence tombent prématurément.

L'analyse des feuilles montrait une teneur normale en N, P et Ca et très faible (0,09 p. cent) en Mg.

Selon MALLIK et SINGH (89), la croissance est réduite, mais la forme et la taille des feuilles est normale. Des zones jaune clair apparaissent de chaque côté de la nervure médiane et entre les nervures latérales. Elles s'étendent ensuite jusqu'aux marges. Dans d'autres cas, il se forme des petites taches jaunâtres en saillie très visibles de part et d'autre de la nervure médiane auxquelles succède une chlorose. Entre les nervures latérales, la teinte est alors jaune blanchâtre et les bandes restées vertes le long des nervures ne sont pas aussi larges que pour les carences en Mn et Zn. Quelquefois, sur des feuilles âgées, on observait une nécrose brune du sommet et des bords du limbe.

Photographies : (11) planche 38, (88, 89).

Manganèse.

Les manguiers carencés en Mn ont une taille très réduite. Les feuilles jaunissent très légèrement, laissant un réseau fin de veines vertes. Ce symptôme tend à disparaître après quelques semaines. Souvent, les feuilles adultes ont une épaisseur supérieure à la normale et leurs extrémités sont très arrondies (88).

Les teneurs en N, P, K, Ca et Mg étaient normales.

MALLIK et SINGH (89) décrivent ainsi la carence : éclaircissement sur les jeunes feuilles de la couleur verte le long de la nervure médiane et des nervures latérales. Au bout d'un certain temps, les feuilles ont un aspect marbré. Puis elles jaunissent complètement avec de très petites taches brunes éparpillées sur tout le limbe. Quand les feuilles sont adultes, les symptômes précédents s'accompagnent de nécroses de couleur brun clair qui s'étendent vers le centre du limbe. Elles ne tardent pas alors à tomber.

La forme des feuilles reste normale mais le nombre est réduit ainsi que la longueur des entre-nœuds.

Photographies : (11) planche 39 a, (88).

Excès de Mn.

Des doses de 800 p. p. m. de Mn dans des expériences de culture en pots, ont eu des effets toxiques. Les symptômes consistent en taches nécrotiques brun sombre allant du sommet des feuilles jusqu'à la base, le long de la zone marginale (92). La teneur des feuilles atteignait 130 à 228 p. p. m. contre 100 pour un arbre sain (93).

Zinc.

Dans les conditions des expériences de SMITH et SCUDDER (88), les symptômes de carence en Zn ne se sont pas

développés ; toutefois, des symptômes très manifestes ont été observés sur manguiers 'Haden' par LYNCH et RUEHLE (94). Le limbe s'épaissit très tôt et n'atteint pas une taille normale. A mesure que les feuilles vieillissent, les parties marginales, ou bien se replient vers le bas amenant la partie apicale du limbe à se courber aussi vers le bas, ou bien se replient vers le haut. Les nervures à la face supérieure jaunissent et grossissent. Parfois, une zone régulière jaune apparaît entre les nervures en donnant à la feuille un aspect marbré. Le limbe, épaissi, est fragile. Si la carence est modérée, la croissance n'est pas affectée. Les jeunes arbres qui viennent d'être plantés, s'ils souffrent d'une forte carence, sont atteints dans toutes les manifestations de leur croissance. Les rameaux sont faibles. Les panicules de fleurs sont petites et de forme irrégulière.

Les pulvérisations de SO_4Zn et de chaux sur le feuillage corrigent la carence.

LYNCH et MUSTARD (95) recommandent, en Floride, 2,5 kg SO_4Zn et 1,25 kg de chaux pour 500 l d'eau. Le sel de Zn peut être ajouté à la bouillie bordelaise sans addition de chaux. Les jeunes vergers carencés en Zn doivent être traités annuellement (96).

La correction de la carence se manifeste dès la 1^{re} poussée végétative suivant l'application.

MALLIK et SINGH ont également étudié les symptômes de carence en Zn (89). La croissance est très réduite, les feuilles jaune pâle, moins pâles que dans la carence en Mn. Il reste de part et d'autre des nervures médianes et latérales des zones vertes ; les nervures deviennent saillantes. Entre les nervures, la couleur est vert clair à jaune comme dans le cas de Mn. Les feuilles sont plus petites que dans les autres traitements, fines, pointues, plus étroites, cassantes ; leurs pétioles font un angle aigu avec la tige et le limbe finit par être envahi de taches grises et brunes, irrégulières et qui parfois s'étendent et deviennent coalescentes, ne tardant pas à laisser place à des trous.

La croissance racinaire est également réduite.

DE GEUS (96) indique que les feuilles adultes doivent contenir au moins 20 p. p. m. de Zn. Les symptômes de carence sont visibles pour moins de 15 p. p. m.

Photographies : (11) planches 40 et 41.

Cuivre.

Comme pour Zn, SMITH et SCUDDER n'ont pas observé de symptômes de carence en Cu dans leurs expériences (88).

LYNCH et MUSTARD (95), par contre, signalaient une carence en Cu fréquente chez les jeunes arbres en N et qui peut s'accompagner de déficience en Zn. Ils ont observé l'apparition de pousses terminales faibles suivie de chutes de feuilles et de dépérissement, aux extrémités de rameaux retombantes en forme d'S du cycle de croissance précédent.

RUEHLE (97), pense avoir observé des symptômes de carence en Cu sur de jeunes manguiers fertilisés avec NPK, symptômes semblables à ceux, connus, de la carence en Cu des agrumes. La croissance était rapide, avec des

feuilles plus grandes et souvent des rameaux aplatis, une exsudation de gomme de l'écorce et la mort des branches atteintes. Ces symptômes disparaissent après l'application d'une pulvérisation abondante de Cu.

MALLIK et SINGH (89) n'ont pas observé de symptômes uniformes, exceptée une brûlure sévère des vieilles feuilles avec taches gris brun. Les plantes étaient vert pâle.

Soufre.

Dans les expériences de SMITH et SCUDDER (88), le comportement général des manguiers ne recevant pas S rappelait celui des arbres carencés en P. La croissance est peu à peu réduite. Les feuilles sont vert très foncé, mais à maturité, il y apparaît des zones marginales nécrotiques et elles tombent bientôt en grandes quantités. La grande différence avec la carence en P est que la zone atteinte se situe non au sommet mais sur les côtés du limbe.

Photographies : (88), (11) planche 39 b.

Bore.

DAS GUPTA et SEN (98) rapportent que la pulvérisation de borax a éliminé une nécrose caractéristique des extrémités des fruits en Inde.

TOLLENAAR (99) signale la présence en Équateur, sur certains sols volcaniques, de manguiers produisant des fruits présentant une nécrose semblable. D'autre part, les feuilles de ces arbres sont allongées, enroulées et de couleur pâle. On observe la formation de rosettes et les fruits ne sont pas plus gros que des noix. Ces symptômes correspondent à ceux décrits pour la carence en B sur d'autres arbres.

Dans leurs expériences, MALLIK et SINGH (89) ont observé des symptômes de carence sur 2 des 5 manguiers dont les solutions nutritives étaient sans B. La croissance était limitée avec entre-nœuds courts. Les feuilles nouvellement formées étaient réduites, vert pâle, tordues et cassantes. Les feuilles anciennes se recourbaient parfois d'un côté. La nervure centrale brunissait du côté de la face inférieure du limbe.

Autres éléments.

SMITH et SCUDDER (88) n'ont pu mettre en évidence de symptômes spécifiques des carences en Ca et Fe tout comme d'ailleurs en Cu, B et Zn. Cependant, les arbres carencés en Ca sont petits et d'un vert un peu plus pâle. D'autre part, la chlorose ferrique a été observée sur jeunes manguiers en région calcaire (1). Des applications de chélates y remédient (100).

MALADIE DE MALFORMATION

Cette maladie (80 p. cent des arbres au Punjab) est de cause toujours indéterminée. On a cherché, en particulier, si elle était d'origine nutritive. TRIPATHI a montré qu'elle ne pouvait être attribuée à aucune des carences suivantes :

Mn, Zn, Cu, B, P, K, Ca, Mg, Fe (101). Les documents (102, 103, 104) présentent des mises au point récentes sur le problème.

ACTION SUR LES CARENCES DE LA NATURE DU FERTILISANT AZOTÉ

Dans les expériences de SMITH et SCUDDER (88), on a apporté dans un lot N uniquement sous forme de nitrate et dans un autre lot N sous forme ammoniacale, le reste des deux solutions nutritives comprenant tous les autres éléments fertilisants.

Les manguiers du premier lot montrèrent d'abord les symptômes de carences en P, aussi rapidement que les arbres non alimentés en P. Puis ils montrèrent les symptômes de carences en Mg et K.

Les manguiers du second lot montrèrent une coloration rouge brun de tout le bord des feuilles et dépérirent en l'espace d'une année. Le manguiers ne semble donc pas capable d'utiliser N sous la seule forme ammoniacale.

De même, S. J. LYNCH, observa les symptômes caractéristiques de la carence en N sur de jeunes manguiers ayant reçu un paillis abondant de tiges de tabac. Un temps humide et chaud avait fait décomposer rapidement ce paillis (contenant une forte proportion d'N ammoniacal).

BIBLIOGRAPHIE

- (72) Fruit Research Scheme. *Annual Report 1940-1941*, Bihar.
 (73) Fruit Research Scheme. *Annual Report 1947-1948*, Bihar.
 (74) Fruit Research Scheme. *Annual Report 1943-1944*, Bihar.
 (75) LEDIN (R. B.) & MALCOLM (J. L.). — Mango selection, propagation, and culture. *Agric. Exp. Sta., Annual Report, Univ. Florida*, 1955, 314.
 (76) LEDIN (R. B.) & MALCOLM (J. L.). — Mango selection, propagation, and culture. *Agric. Exp. Sta., Annual Report, Univ. Florida*, 1956, 308-309.
 (77) LEDIN (R. B.) & MALCOLM (J. L.). — Mango selection, propagation, and culture. *Agric. Exp. Sta., Annual Report, Univ. Florida*, 1957, 348-349.
 (78) LEDIN (R. B.) & MALCOLM (J. L.). — Mango selection, propagation, and culture. *Agric. Exp. Sta., Annual Report, Univ. Florida*, 1958, 363-365 (Doc. n° 11695).
 (79) YOUNG (T. W.). — « Soft-nose », a physiological disorder in mango fruits. *Proc. Florida State Hort. Soc.*, 1957, 70, 280-283 (Doc. n° 7916).
 (80) VERMA (G. S.). — Tip pulp of mango fruits. *Current Science*, 1950, 19 (8), 246 (Doc. n° 9-2249).
 (81) YOUNG (T. W.). — Response of Kent mangos to nitrogen fertilization. *Proc. Florida State Hort. Soc.*, 1960, 73, 334-336 (Doc. n° 15424).
 (82) YOUNG (T. W.) & MINER (J. T.). — Relationship of nitrogen and calcium to « soft-nose » disorder in mango fruits. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1961, 78, 201-208 (Doc. n° 17613).
 (83) GARMAN (P.) & MATHIS (W. T.). — Studies of mineral balance as related to occurrence of Baldwin spot in Connecticut. *Conn. Agr. Exp. Sta. (New Haven). Bul.* 601, 1956.
 (84) YOUNG (T. W.), KOO (R. C. J.) & MINER (J. T.). — Effects of nitrogen, potassium and calcium fertilization on Kent mangos on deep acid, sandy soil. *Proc. Florida State Hort. Soc.*, 1962, 75, 364-371 (Doc. n° 22007).
 (85) YOUNG (T. W.), KOO (R. C. J.) & MINER (J. T.). — Fertilizer trials with Kent mangos. *Proc. Florida State Hort. Soc.*, 1965, 78, 369-375 (Doc. n° 37121).
 (86) YOUNG (T. W.). — Mango fruitfulness. *Agric. Exp. Sta., Annual Report, Univ. Florida*, 1960, 320 (Doc. n° 20363).
 (87) YOUNG (T. W.). — Mango research on sandy soils. *Proc. Florida Mango Forum*, 1957, 26-30 (Doc. n° 7913).
 (88) SMITH (P. F.) & SCUDDER (G. K.). — Some studies of mineral deficiency symptoms in mango. *Proc. Florida State Hort. Soc.*, 1951, 243-248 (Doc. n° 11-7433).
 (89) MALLIK (P. C.) & SINGH (D. L.). — Deficiency symptoms in mango due to the absence of trace elements. *Indian J. Hort.*, 1959, 16 (4), 228-231 (Doc. n° 16640).
 (90) SEN (P. K.), ROY (P. K.) et DE (B. N.). — Hunger signs on mango. *Indian J. Hort.*, 1947, 5 (1-2), 35-44 (Doc. n° 8-968).
 (91) SINGH (M. P.). — Phosphorus, potassium and magnesium deficiencies in mango, their prevention and control. *Annual Report Hort. Res. Inst. Saharanpur*, 1961, 152-156 (Doc. n° 22793).
 (92) MALLIK (P. C.), SAHAYA (R. K.) & SINGH (D. L.). — Effect of excess manganese on mango plants. *Proc. Bihar Acad. Agric. Sci.*, 1962, 8-9, 121-124 (Doc. n° 26308).
 (93) JHA (K. K.) & SIDDIQUI (M. A.). — Manganese toxicity a cause of the death of mango trees in the Kosi flood affected areas of Bihar. *J. Indian Soc. Soil Science*, 1965, 13, 233-236 (Doc. n° 40256).
 (94) LYNCH (S. J.) & RUEHLE (G. D.). — Little leaf of mango — a Zn deficiency. *Proc. Florida State Hort. Soc.*, 1940, 167-169.
 (95) LYNCH (S. J.) & MUSTARD (M. J.). — Mangos in Florida. *Bull. Univ. Florida Dep. Agric.* 135, 1950, 82 p. (Doc. n° 9-3328).
 (96) DE GEUS (J. G.). — Fertilizer requirements of tropical fruit crops. *Stikstof, Dutch Nitrogenous Fertiliser Rev.*, 1964 (8), 41-64 (Doc. n° 28545).
 (97) RUEHLE (G. D.). — Research on the mango at the University of Florida Subtropical Station. *Proc. Florida Mango Forum*, 1952.
 (98) DAS GUPTA (S. N.) & SEN (C.). — Studies in the diseases of *Mangifera indica*. II. The effect of boron on mango necrosis. *Phytopath.*, 1960, 50 (6), 431-433 (Doc. n° 13447).
 (99) TOLLENAAR (D.). — Boron deficiency in cacao, bananas and other crops on volcanic soils of Ecuador. *Netherland J. Agric. Sci.*, 1966, 14 (2), 138-151 (Doc. n° 38948).
 (100) MALCOLM (J. L.). — Chelates for the correction of iron chlorosis in subtropical plants. *Proc. Florida State Hort. Soc.*, 1953, 179-184.
 (101) TRIPATHI (R. D.). — Malformation disease of the mango as related to deficiency of mineral nutrients. *Indian J. Hort.*, 1955, 12 (4), 173-179 (Doc. n° 2365).
 (102) SINGH (L. B.), SINGH (S. M.) & NIRVAN (R. S.). — Studies on mango malformation. 1. Review, symptoms, extent, intensity and cause. *Hort. Advance*, 1961, 5, 197-217 (Doc. n° 18831).
 (103) GINAI (M. A.). — Malformation of mango inflorescence. *West Pakistan J. Agric. Res.*, 1965, 3 (4), 248-251 (Doc. n° 40521).
 (104) PRASAD (A.), SINGH (H.) & SHUKLA (T. N.). — Present status of mango malformation disease. *Indian J. Hort.*, 1965, 22 (3-4), 254-265 (Doc. n° 36621).

Vient de paraître :

MALADIES FONGIQUES DES BANANES EN ENTREPÔT

par **E. LAVILLE**

(I. F. A. C.)

Le diagnostic des maladies et carences exige *une connaissance exhaustive des divers aspects* sous lesquels une même affection peut se présenter. En ce domaine, la photographie en couleurs est seule capable de suppléer dans une certaine mesure à l'information visuelle directe. Malheureusement, le coût élevé des reproductions ne permet pas à FRUITS d'en faire bénéficier ses lecteurs avec la fréquence souhaitable. Aussi l'I. F. A. C. a décidé l'utilisation d'un procédé de diffusion mieux adapté.

Une formule d'édition nouvelle offrant simultanément au lecteur sous un même boîtier cartonné de format 13 × 18 cm :

— un livret (texte de présentation) comprenant un répertoire des principaux champignons parasites des bananes et de leurs effets sur les différents organes du régime;

— une série de 30 diapositives en couleurs groupées 6 par 6 sous jaquette plastique transparente avec légendes, utilisables avec tous les projecteurs ou visionneuses usuels.

Prix de publication : **50 F** (l'album est désormais au prix de publication).

La souscription continue pour l'album en préparation de J.-M. Charpentier et P. Martin-Prével : Carences et déséquilibres minéraux du bananier (Prix de souscription : **80 F**).

Adresser les commandes à :

Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer (Service des publications)

6, rue du Général-Clergerie, Paris 16^e, France

Vient de paraître :

CARENCES ET TROUBLES DE LA NUTRITION MINÉRALE CHEZ LE BANANIER

Guide de diagnostic pratique

par **J.-M. CHARPENTIER** et **P. MARTIN-PRÉVEL** (I. F. A. C.)

Cet album illustre, avec 86 diapositives en couleurs, reproduisant des photographies prises au cours d'expériences en culture hydroponique ou dans des plantations d'Afrique, des Antilles, d'Amérique latine, les aspects des divers troubles de la nutrition minérale actuellement connus chez le bananier : carences, déséquilibres et toxicités.

Les diapositives (24 × 36 mm) sous carton (50 × 50 mm) sont groupées par 6 dans des pochettes avec une légende explicative pour chacune d'elles.

Le livret qui les accompagne comporte trois parties :

- 1) un exposé des conditions de validité d'un diagnostic fondé sur l'observation visuelle de la plante ;
- 2) une description détaillée des carences, excès ou déséquilibres avec renvoi aux photographies correspondantes ;
- 3) un tableau synoptique résumant en quelques lignes chacune des descriptions précédentes.

L'ensemble est présenté sous un boîtier cartonné 13 × 18 cm.

Prix de souscription : **120 F**.

Adresser les commandes à :

Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer (Service des Publications)

6, rue du Général-Clergerie, 75-Paris (16^e)