

Techniques culturales pour la lutte contre les nématodes du bananier en Côte d'Ivoire : Assainissement des sols et utilisation de matériel sain.

T. MATEILLE, T. ADJOVI et R. HUGON*

CULTURAL PRACTICES FOR NEMATODES CONTROL ON BANANA IN COTE D'IVOIRE : SOIL DISINFECTION AND USE OF NEMATODE-FREE PLANTING MATERIAL.

T. MATEILLE, T. ADJOVI and R. HUGON.

Fruits, Mar.-Apr. 1992, vol. 47, n° 2, p. 281-290.

ABSTRACT - Field trials were carried out in Ivory Coast to compare infestation processes of cv. Poyo bananas derived from corms, suckers and vitro-plants, by banana-parasitic nematodes, after different soil treatments : fallowing, flooding and dichloropropene. Soil analysis showed that i) dichloropropene controlled all species but small populations remained ; ii) no *Radopholus similis* was detected after a 2-year fallow with *Chromolaena odorata* or *Asystasia gangetica*, or a 5-week flooding ; iii) *Helicotylenchus multicinctus*, *Hoplolaimus pararobustus* and *Cephalenchus emarginatus* could survive to these two conditions, even to a 10-week flooding. When dichloropropene treated plots were replanted with corms, suckers or vitro-plants, all nematode populations developed. In both fallow and flooded plots, corms and suckers, even coated with a nematocide, reintroduced *R. similis* populations in soils infested with some *H. multicinctus*, *H. pararobustus* and *C. emarginatus*. Then, all the species developed on bananas derived from that planting material. When fallow and flooded plots were replanted with nematode-free material, *R. similis* did not appear in vitro-plants before two yields at least. The other species, still present in the soil, invaded the vitro-plants and slowly developed. The best banana yields were obtained with these combined practices (cultural control techniques and vitro-plants). These results were confirmed after transferring these cultural practices in banana plantations. They control *R. similis*, but they can induce new nematological problems on bananas by changing the equilibrium of the other species populations without fully controlling them.

TECHNIQUES CULTURALES POUR LA LUTTE CONTRE LES NEMATODES DU BANANIER EN COTE D'IVOIRE : ASSAINISSEMENT DES SOLS ET UTILISATION DE MATERIEL SAIN.

T. MATEILLE, T. ADJOVI et R. HUGON.

Fruits, Mar.-Apr. 1992, vol. 47, n° 2, p. 281-290.

RESUME - Des expérimentations ont été menées en Côte d'Ivoire pour comparer les modalités de réinfestation des bananiers cv. Poyo (AAA) issus soit de culture *in vitro*, soit de souches ou de rejets après diverses techniques d'assainissement des sols : jachère, submersion, et fumigation au dichloropropène. Les analyses nématologiques des sols ont montré que 1) le dichloropropène abaissait les effectifs de toutes les populations de nématodes mais ne permettait pas une éradication ; 2) aucun *Radopholus similis* n'a été détecté après une jachère de *Chromolaena odorata* ou *Asystasia gangetica* de deux ans, ou après une submersion de cinq semaines ; 3) de faibles populations d'*Helicotylenchus multicinctus*, *Hoplolaimus pararobustus* et *Cephalenchus emarginatus* demeuraient dans les sols malgré ces techniques culturales, même après dix semaines de submersion. Après fumigation du sol, toutes les espèces de nématodes se sont développées quel que soit le matériel végétal de plantation. Dans les parcelles assainies par jachère ou submersion, les souches ou les rejets, même traités chimiquement, ont réintroduit des populations de *R. similis* dans les sols déjà infestés par quelques *H. multicinctus*, *H. pararobustus* et *C. emarginatus*. Par conséquent, toutes les espèces se sont développées en cours de culture. Par contre, dans les mêmes parcelles plantées de vitro-plants, *R. similis* était toujours indétectable après deux cycles de culture. Les autres espèces, présentes dans le sol à la plantation, ont envahi les racines des vitro-plants et s'y sont lentement développées. Les meilleurs rendements ont été obtenus dans le cas d'un assainissement non chimique du sol suivi d'une plantation de vitro-plants. Ces résultats ont été confirmés après transfert de ces techniques culturales de lutte en bananeraie. Cependant, bien que *R. similis* soit effectivement éradiqué de cette manière et absent pour une longue période, il devient important de veiller à ce que ces techniques n'induisent pas de nouveaux problèmes nématologiques sur bananier, en modifiant l'équilibre des peuplements sans pouvoir les contrôler.

INTRODUCTION

L'utilisation des jachères est déjà ancienne, mais leur efficacité est assez relative. De nombreux travaux ont été entrepris pour lutter ainsi contre *Radopholus similis* (LOOS, 1961 ; KEECH *et al.*, 1975 ; SALAS *et al.*, 1976 ; ZEM et ALVES, 1983) et ils ont montré qu'il était assez aisé d'éradiquer ce nématode par des jachères ou des rotations selon le choix de l'adventice ou de la plante cultivée. Mais le pro-

* - MATEILLE et ADJOVI - ORSTOM - 01 B.P. V51 - ABIDJAN 01 Côte d'Ivoire.

Adresse actuelle : ORSTOM - B.P. 2078 - 06606 ANTIBES CEDEX France.

HUGON - CIRAD-IRFA - 01 B.P. 1740 - ABIDJAN 01 - Côte d'Ivoire
Adresse actuelle : CIRAD-IRFA - B.P. 5035 - 34032 MONTPELLIER Cedex, France.

TABLEAU 1 - Descriptif des objets comparés au cours de l'étude.

Site 1, SMF 16	Site 2, Sainte Marie
Type de sol : tourbe argileuse	Type de sol : sablo-limoneux
Objets étudiés : BDS = Précédent bananiers. Traitement au dichloropropène 92 p. 100 (150 l/ha) Plantation de souches.	
BDV = Précédent bananiers. Traitement au dichloropropène 92 p. 100 (150 l/ha) Plantation de vitro-plants.	
JS = Précédent jachère, plantation de souches.	
JV = Précédent jachère, plantation de vitro-plants.	
Site 3, Agbeby.	
Type de sol : argile tourbeuse.	
Objets étudiés : SR = Précédent submersion, plantation de rejets.	
SRP = Précédent submersion. Plantation de rejets pralinés (1,2 ml de phenamiphos)	
SV = Précédent submersion, plantation de vitro-plants.	

blème se complique en présence de communautés polyspécifiques de nématodes, une plante pouvant être un mauvais hôte pour une espèce mais un bon hôte pour une autre (COLBRAN, 1964 ; EDMUNDS, 1970 ; STOYANOV, 1973 ; SWAINE, 1971).

La jachère a donc les capacités de modifier radicalement la structure des peuplements de nématodes dans les sols. Or il est vrai qu'en l'absence de *Radopholus similis*, d'autres nématodes comme *Helicotylenchus multicinctus* ou *Meloidogyne* spp. peuvent être aussi la cause de baisses de rendement (MINZ *et al.*, 1960).

La submersion constitue une autre méthode d'éradication des nématodes phytoparasites dans les sols. Diverses hypothèses de son effet sur les nématodes ont été émises, telle que l'inanition des nématodes (LOOS, 1961 ; MATEILLE *et al.*, 1988), leur asphyxie (VAN GUNDY *et al.*, 1962), ou la toxicité de substances libérées en conditions anaérobies (HOLLIS et RODRIGUEZ-KABANA, 1966 ; JACQ et FORTUNER, 1978, 1979). En culture bananière, l'efficacité de cette technique dépend de la durée de la submersion (LOOS, 1961 ; MAAS, 1969 ; RAJENDRA *et al.*, 1979 ; SARAH *et al.*, 1963). Elle est cependant très variable selon l'espèce de nématode : seul *R. similis* est effectivement éradiqué (MATEILLE *et al.*, 1988).

MATERIEL ET METHODES

Expérimentations contrôlées.

Il s'agissait de comparer divers matériels de plantation (souches, rejets et vitro-plants) placés dans des milieux différents. 1) sol assaini par une jachère spontanée, comparé à un sol désinfesté chimiquement au 1,3 dichloropropène (92 p. 100), fumigant du sol, 2) sol dénématé après submersion de longue durée. Toutes les combinaisons n'étant pas réalisables en même temps, trois essais ont été prévus pour les étudier (tableau 1).

• Choix des sites expérimentaux.

Deux essais « jachère » ont été installés en Côte d'Ivoire, l'un dans la région bananière du Niekly sur « sol tourbeux » (site 1, SMF 16), l'autre dans celle d'Azaguié sur « sol sablo-limoneux » (site 2, Sainte Marie). Le peuplement d'adventices était dominé par *Asystasia gangetica* (Acanthacée) sur le premier site et *Chromolaena odorata* L. (Asteracée) sur le second. Dans les deux cas la durée de la jachère était de deux ans, après culture de bananiers cv. Poyo.

L'essai « submersion » a été installé dans le polder du Niekly (site 3, Agbeby), sur une parcelle anciennement plantée de bananiers cv. Poyo et inondée sous 30 à 50 cm d'eau pendant dix semaines (MATEILLE *et al.*, 1988).

• Mise en place des essais.

Chaque essai a été divisé en deux parties distinctes. La partie réservée au suivi agronomique était installée en blocs à six répétitions. La partie réservée au suivi nématologique était constituée de parcelles élémentaires en nombre égal au nombre de traitements réalisés sur l'essai.

Les parcelles élémentaires étaient isolées les unes des autres par un réseau de drains de 50 à 60 cm de profondeur et 50 cm de large.

• Analyses nématologiques.

Sur chaque site, juste avant plantation, 30 prélèvements élémentaires de sol ont été effectués jusqu'à 30 cm de profondeur, au hasard le long d'un transect à travers toute la parcelle d'essai. Les nématodes ont été extraits du sol par élutriation (SEINHORST, 1962). Les populations des nématodes endoparasites *Radopholus similis*, *Helicotylenchus multicinctus* et *Hoplolaimus pararobustus* et de l'ectoparasite *Cephalenchus emarginatus* (FARGETTE et QUENEHERVE, 1988) ont été évaluées selon leur fréquence (pourcentage des échantillons contenant l'espèce suivie) et

leur abondance (effectif moyen de l'espèce dans les échantillons dans lesquels elle se trouve) selon la méthode de FORTUNER et MERNY (1973).

Dans chaque parcelle «nématologique» élémentaire, à la fin du second cycle de culture (environ 14 mois après la plantation), des prélèvements de sols et de racines ont été effectués au hasard sur six bananiers, au niveau du pied producteur, selon la technique de QUENEHERVE et CADET (1986). Les quatre espèces de nématodes ont été extraites du sol par élutriation et des tissus végétaux par aspersion (SEINHORST, 1950). Nous avons évalué les niveaux des populations de *C. emarginatus* dans le sol puisqu'il est ectoparasite, et des trois autres espèces dans les racines puisqu'elles sont endoparasites.

• Analyses agronomiques.

Toutes les mesures ont été effectuées au cours du premier cycle de culture. Les paramètres que nous avons choisis pour le suivi agronomique sont de trois types :

- les facteurs de croissance et de vigueur :

Le pourcentage de remplacement donne une idée de l'effet phytotoxique possible d'un pesticide. Ici, nous distinguerons le matériel végétal classique (souches et rejets) des vitro-plants car ces deux types de matériel n'ont pas du tout la même origine, les mêmes capacités à supporter les conditions de manutention avant leur plantation, et les mêmes capacités de croissance après la plantation (les vitro-plants ont déjà 6 à 8 feuilles).

L'émission foliaire a été évaluée par un comptage hebdomadaire des feuilles de chaque bananier.

Le nombre de rejets de deuxième génération par bananier (rejets 2Y) a été évalué en préfloraison avant le recépage.

- la précocité : l'intervalle «plantation/floraison» (IPF 50 p. 100) et l'intervalle «plantation/coupe» (IPC 50 p. 100) correspondent aux intervalles entre la date de plantation et la date de floraison ou de coupe de la moitié des bananiers d'une parcelle. L'intervalle «floraison/coupe» (IFC 50 p. 100) correspond à leur différence.

- les facteurs de rendement évalués par le nombre de bananiers producteurs et le poids des régimes.

Tous les résultats agronomiques ont été analysés par la méthode statistique d'analyse de la variance et comparés par le test de NEWMAN-KEULS.

Application des techniques en bananeraie.

Des tests comportementaux de vitro-plants de bananiers cv. Poyo ont été installés dans l'ensemble de la bananeraie ivoirienne. Les réinfestations racinaires en *R. similis* de bananiers issus de souches «pralinées», à raison de 1 g de phenamiphos par souche, ou de vitro-plants, ont été suivies dans 120 parcelles préalablement mises en jachère pendant un an et réparties dans les zones côtières du Nieké, d'Azaguié et d'Aboisso et dans la région centre-est d'Abengourou : 91 parcelles ont été plantées de souches et 29 de

vitro-plants. D'autre part, l'efficacité d'une submersion a été évaluée dans neuf parcelles situées dans le polder du Nieké et inondées pendant six semaines.

Les nématodes ont été extraits des racines après broyage, centrifugation et flottation (COOLEN et D'HERDE, 1972). Durant 24 mois après la plantation (période correspondant à trois cycles de culture), nous avons dénombré mensuellement les parcelles au niveau desquelles le seuil d'infestation racinaire de 4000 *R. similis* pour 100 g de racines était atteint, et à partir duquel un nouveau traitement devait être envisagé en cours de végétation par les exploitants.

RESULTATS

Essais «jachère».

La figure 1 montre qu'après deux ans de jachère, *R. similis* n'était plus décelable à l'analyse dans le sol. Les deux autres endoparasites, *H. multicinctus* et *H. pararobustus*, étaient présents, de façon plus fréquente et abondante sur sol sablo-limoneux avec *C. odorata* que sur sol tourbeux avec *A. gangetica*. Enfin, les populations de *C. emarginatus* étaient relativement importantes mais plus fréquentes sur le premier site que sur le second.

• Site 1, SMF 16.

- Résultats nématologiques (figure 2).

Après deux cycles de culture, l'infestation en *C. emargi-*

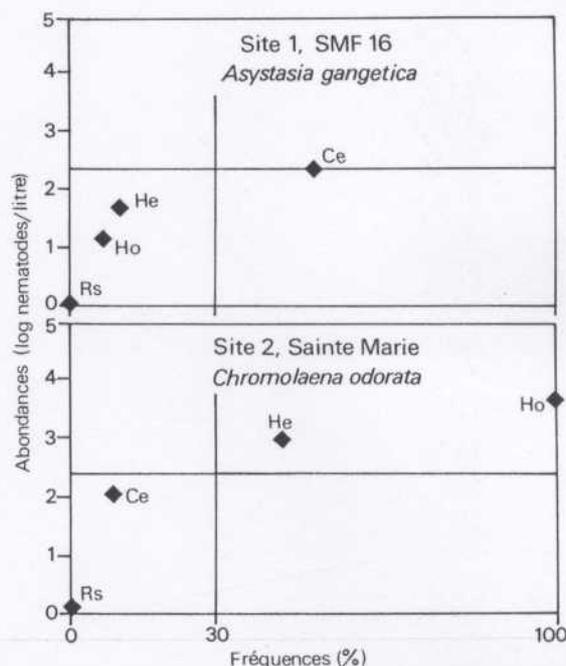


FIGURE 1 - Niveaux des populations de nématodes dans le sol après deux ans de jachère. Ce : *Cephalenchus emarginatus* ; He : *Helicotylenchus multicinctus* ; Ho : *Hoplolaimus pararobustus* ; Rs : *Radopholus similis*.

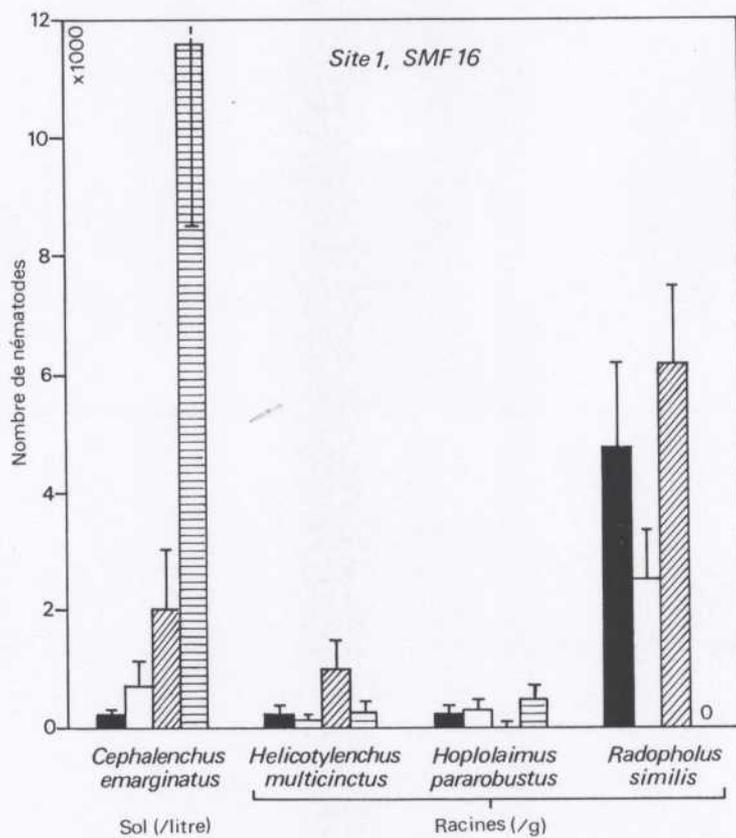


FIGURE 2 - Influence du matériel de plantation et de la technique d'assainissement des sols sur les niveaux des populations de nématodes dans le sol et dans les racines de bananiers 14 mois après plantation (fin du second cycle de culture) : effets de la jachère sur sol tourbeux. ■ : BDS ; □ : BDV ; ▨ : JS ; ▩ : JV.

natus était restée sensiblement équivalente à celle mesurée à la plantation dans le sol des parcelles fumiguées et plantées de souches ou de vitro-plants. Elle était beaucoup plus importante après jachère, et d'autant plus avec les vitro-plants. Dans les racines de bananiers, les infestations en *H. multincinctus* et *H. pararobustus* étaient faibles quels que soient le matériel végétal et la technique de dénématation. En revanche, les populations de *R. similis* se sont multipliées dans les parcelles fumiguées, un peu moins sur vitro-plants que sur bananiers issus de souches. Mais nous n'avons décelé aucun individu dans les racines des vitro-plants mis en place après jachère.

- Résultats agronomiques (tableau 2 et figure 3).

Les taux de remplacement des vitro-plants n'ont pas été notés ; par contre il a été significativement effectué plus de remplacements de souches après jachère qu'après fumigation. La croissance des bananiers était linéaire jusqu'à la floraison, les vitesses d'émission foliaire étaient toutes équivalentes et égales à 1 à 1,2 feuilles par semaine. Cependant, alors que la quantité de rejets de deuxième génération était équivalente entre les vitro-plants et les souches, les bananiers étaient moins vigoureux après jachère (-1,5 rejets environ) qu'après fumigation.

L'IPF et l'IPC ont été plus longs après jachère qu'après fumigation, par contre l'IFC semblait être plus court. Mais dans chacune des deux situations, aucune différence nette n'est apparue entre souches et vitro-plants. Le pourcentage de bananiers récoltés n'a pas été affecté, mais il est apparu que si le matériel de plantation n'a pas influencé le rendement pondéral, celui-ci tendait à être plus élevé après jachère.

● Site 2, Sainte Marie.

- Résultats nématologiques (figure 4).

Comme nous l'avons noté précédemment, *C. emarginatus*, *H. multincinctus* et *H. pararobustus* étaient présents dans le sol à la plantation. Dans le sol, les populations de *C. emarginatus* se sont développées dans tous les cas, sans effet significatif du traitement ou sans influence du matériel de plantation. Dans les racines, les infestations en *H. multincinctus* étaient faibles. *H. pararobustus* s'est multiplié, autant dans les racines de bananiers issus de souches après jachère ou après fumigation que dans les racines de vitro-plants après fumigation. Mais les populations racinaires de ce parasite étaient très importantes dans les vitro-plants après jachère. Enfin, *R. similis* s'est toujours multiplié sauf dans les racines des vitro-plants installés après jachère (où il n'a pas été décelé avant plantation).

TABLEAU 2 - Influence du matériel de plantation et de la technique d'assainissement des sols sur la croissance et le rendement des bananiers au cours du premier cycle de culture.

NS : non significatif S : significatif ($p \leq 0,05$) TS : très significatif ($P \geq 0,01$)

a et a' : distinction entre souches, ou rejets, et vitro-plants dans le cas des remplacements.

Objets	Remplacements (%)	Nb de 2Y	IPF 50 p. 100 (jours)	IPC 50 p. 100 (jours)	IFC 50 p. 100 (jours)	Poids régimes (kg)	Pieds récoltés (p. 100)
Site 1, SMF 16							
BDS	14,0 a	4,4 b	233 ab	324 ab	91 ab	26,5 b	73,5
BDV	-	4,2 b	202 a	305 a	104 b	26,8 b	86,3
JS	45,3 b	2,9 a	257 b	342 b	85 a	28,7 a	77,8
JV	-	2,9 a	237 b	321 ab	84 a	28,2 ab	86,5
	TS	TS	S	TS	TS	S	NS
Site 2, Sainte Marie							
BDS	14,6 a	3,6 b	200 b			22,8 ab	
BDV	4,9 a'	6,0 a	175 ab			22,7 b	
JS	6,9 a	3,3 b	186 ab			23,1 ab	
JV	11,1 b'	6,0 a	176 ab			23,9 ab	
	S	TS	TS			TS	
Site 3, Agbeby							
SR	40,2 a	7,5	193 b	289 b	96 b	28,2 b	60,7 b
SRP	19,4 a	7,9	180 ab	272 ab	92 ab	28,4 b	80,2 ab
SV	1,4 a'	7,7	165 a	258 a	93 ab	31,7 a	96,7 a
	TS	NS	TS	TS	TS	TS	TS

Les valeurs suivies d'une même lettre ne sont significativement différentes entre elles.

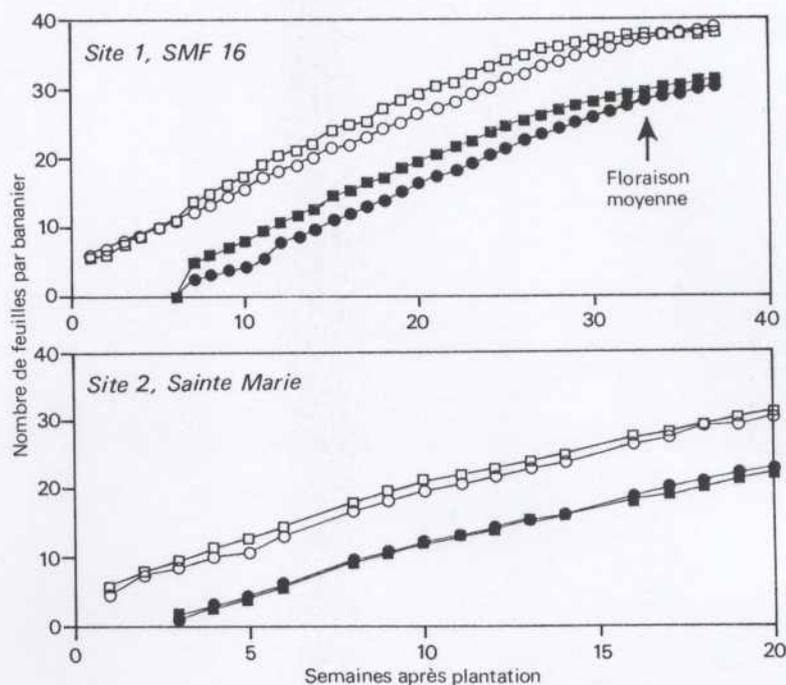


FIGURE 3 - Influence du matériel de plantation et de la technique d'assainissement des sols sur l'émission foliaire des bananiers au cours du premier cycle de culture : effets de la jachère ■ : BDS ; □ : BDV ; ● : JS ; ○ : JV.

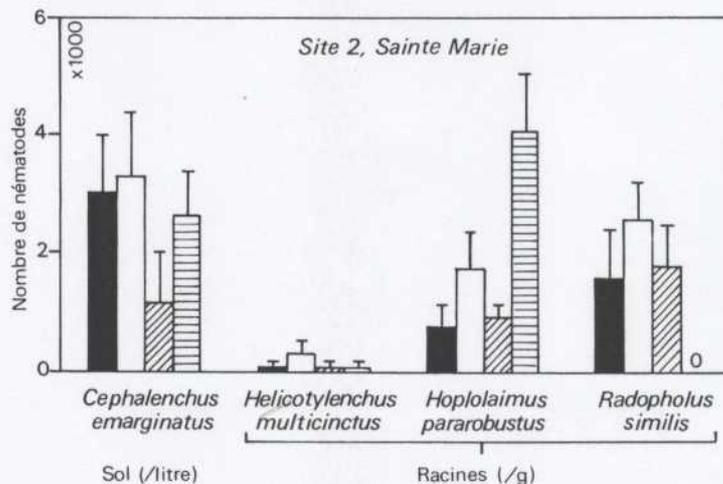


FIGURE 4 - Influence du matériel de plantation et de la technique d'assainissement des sols sur les niveaux des populations de nématodes dans le sol et dans les racines de bananiers 14 mois après plantation (fin du second cycle de culture) : effets de la jachère sur sol sablo-limoneux. ■ : BDS, □ : BDV ; ▨ : JS ; ▩ : JV.

- Résultats agronomiques (tableau 2 et figure 3).

Les traitements n'ont pas influencé la reprise des souches. Par contre, il a été effectué plus de remplacements de vitro-plants après jachère qu'après fumigation. La croissance des bananiers était linéaire jusqu'à la floraison, les vitesses d'émission foliaire étaient identiques et égales à 1,2 à 1,4 feuilles par semaine. La quantité de rejets de deuxième génération était identique quel que soit le traitement, mais les vitro-plants étaient plus vigoureux (+ 2,5 rejets environ) que les bananiers issus de souches. L'IPF tendait à être plus court dans le cas des vitro-plants, mais sans influence nette du type de dénématation. Par contre, les poids des régimes étaient plus élevés après jachère, mais aucune différence nette n'a été décelée entre les bananiers issus de souches et les vitro-plants.

Essai «submersion» (Site 3, Agbeby).

La figure 5 résume les résultats obtenus par MATEILLE *et al.* (1988), à savoir que dès la cinquième semaine de submersion, plus aucun *R. similis* n'était décelable dans le sol. Par contre, de faibles populations d'*H. multicinctus*, d'*H. pararobustus* et de *C. emarginatus* s'y sont maintenues, même après dix semaines de submersion.

- Résultats nématologiques (figure 6).

Dans le sol, les populations de *C. emarginatus* se sont moins développées sur les rejets «pralinés» que sur les autres. Mais nous n'avons pas rencontré ce nématode au pied des vitro-plants. Dans les racines, les infestations en *H. multicinctus* sont restées faibles quel que soit le matériel de plantation et le pralinage ne semble pas avoir eu d'effet. Les populations d'*H. pararobustus* étaient plus élevées dans les racines des vitro-plants que dans celles des rejets pralinés. L'effet du pralinage n'a pas été significatif. Les populations de *R. similis* se sont très fortement développées dans les ra-

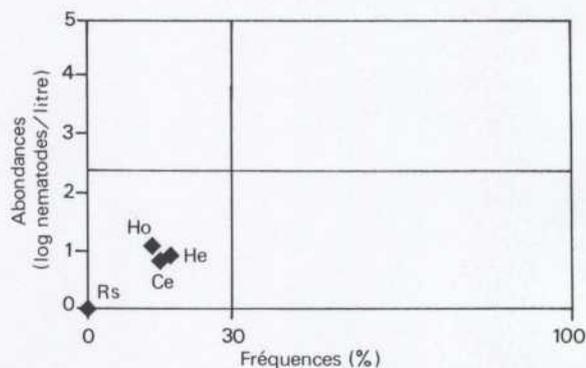


FIGURE 5 - Niveaux des populations de nématodes dans le sol après dix semaines de submersion (d'après MATEILLE *et al.*, 1988). Ce : *Cephalenchus emarginatus* ; He : *Helicotylenchus multicinctus* ; Ho : *Hoplolaimus pararobustus* ; Rs : *Radopholus similis*.

cines des rejets, sans effet du pralinage. En revanche, les racines des vitro-plants étaient toujours indemnes 14 mois après la plantation.

- Résultats agronomiques (tableau 2 et figure 7).

Beaucoup moins de rejets pralinés que de rejets non traités ont été remplacés. Le taux de remplacement des vitro-plants a été très faible. La croissance des bananiers a été linéaire jusqu'à la floraison ; les vitesses d'émission foliaire étaient identiques entre elles et égales à 1,3 à 1,5 feuilles par semaine. Le nombre de rejets de deuxième génération était équivalent quel que soit le type de matériel de plantation. Il est apparu que les vitro-plants étaient beaucoup plus précoces que les rejets, même pralinés. La production par bananier a été significativement plus élevée dans le cas des vitro-plants et le rendement global a été renforcé par le taux élevé de bananiers parvenus au stade de la récolte.

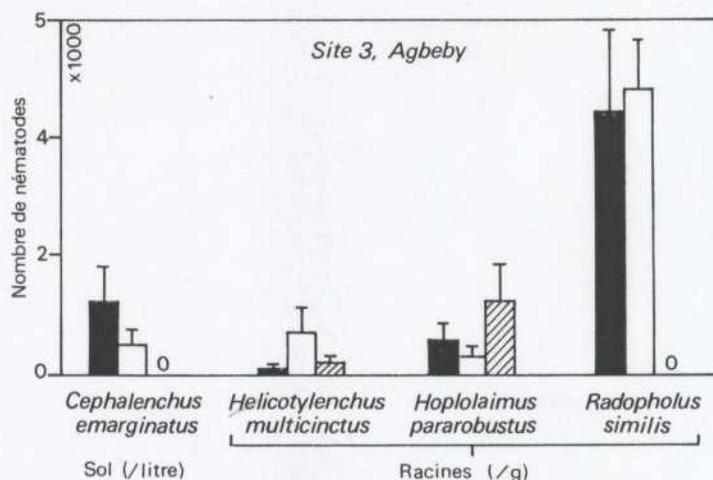


FIGURE 6 - Influence du matériel de plantation sur les niveaux des populations de nématodes dans le sol et dans les racines de bananiers 14 mois après plantation (fin du second cycle de culture) : effets de la submersion du sol. ■ : SR, □ : SRP ; ▨ : SV.

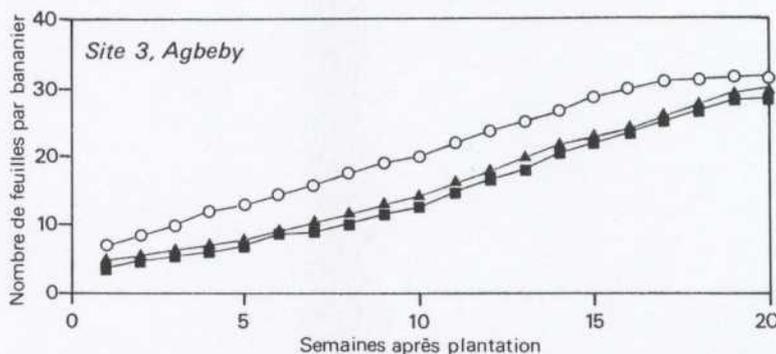


FIGURE 7 - Influence du matériel de plantation sur l'émission foliaire des bananiers au cours du premier cycle de culture : effets de la submersion. ■ : SR ; ▲ : SRP ; ○ : SV.

Application en bananeraie.

Après jachère (figure 8), le pourcentage des parcelles sur lesquelles les infestations en *R. similis* atteignaient dans les racines des bananiers le seuil de 4000 nématodes pour 100 g de racines augmentait dans le temps aussi bien sur les bananiers issus de souches que sur les vitro-plants, mais son augmentation demeurait plus faible et plus lente dans le second cas. Le seuil a été atteint dès le cinquième mois avec les souches (ceci malgré le pralinage) et les vitro-plants. Mais, après trois cycles de culture, ce seuil était atteint ou dépassait 56 p. 100 des parcelles plantées de souches, alors qu'il n'a affecté que 28 p. 100 des parcelles plantées de vitro-plants.

Après inondation, vu le nombre restreint des parcelles concernées (9), les résultats ne peuvent être considérés comme significatifs mais illustrent plutôt une tendance. Le seuil de 4000 *R. similis* a été atteint dès le quatrième mois dans les zones où la submersion avait été imparfaite, lais-

sant des secteurs exondés. A la fin du premier cycle de culture (environ huit mois après plantation), déjà près de la moitié des parcelles avaient atteint le seuil et les deux-tiers d'entre elles l'avaient atteint après deux cycles. Ce pourcentage ne s'est pas aggravé tout au long du troisième cycle.

DISCUSSION-CONCLUSION

Effets de la dénématization des sols.

Il paraît évident que les jachères d'*Asystasia gangetica* ou de *Chromolaena odorata* ne permettent pas la survie de *R. similis* dans le sol des bananeraies, cette espèce, très inféodée au bananier, disparaît faute d'hôte de remplacement. Par contre, ces adventices maintiennent *H. multicinctus* et *H. pararobustus* (endoparasites) et *C. emarginatus* (ectoparasite) parce qu'elles doivent être hôtes de ces nématodes. Le résultat de la submersion est identique : elle entraîne une sélection des espèces parasites en éradiquant *R. similis*

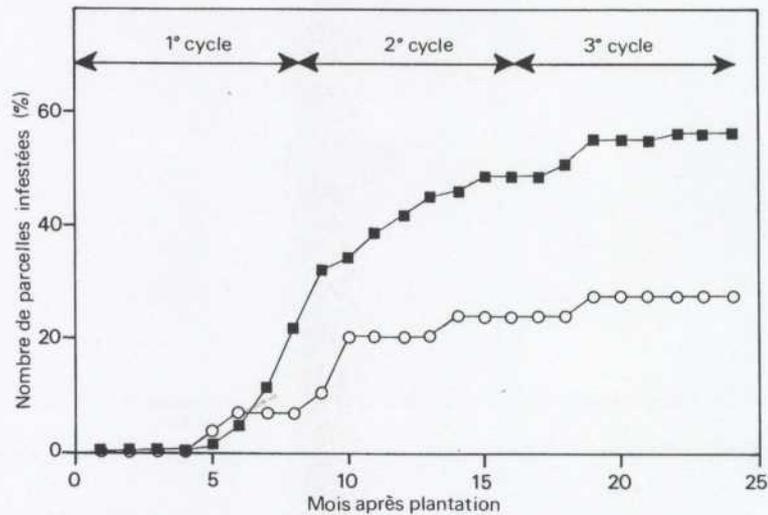


FIGURE 8 - Evolution en exploitation bananière de la fréquence des parcelles réinfestées par *Radopholus similis* après jachère et ayant atteint le seuil de 4000 nématodes/100 g de racines. ■ : Souches ; ○ : vitro-plants.

alors que les autres espèces subsistent, sans doute à cause de sensibilités différentes à l'inanition. Ces deux techniques culturales de dénématation des sols entraînent donc une modification de l'équilibre du peuplement nématologique préalable. Le devenir de cet équilibre va alors dépendre, pour l'essentiel, du type de matériel végétal qui va être introduit à la plantation, et, à moindre échelle, de la compétition interspécifique des nématodes.

Influence du matériel de plantation.

Outre les critères agro-physiologiques, l'état sanitaire des souches (ou des rejets) et des vitro-plants à la plantation est très différent : les premières sont toujours principalement parasitées par *R. similis* (QUENEHERVE et CADET, 1985) alors que les seconds en sont indemnes.

Ces expérimentations illustrent quatre cas de figure suivant le type de matériel végétal utilisé (souches ou rejets, vitro-plants) après assainissement (traitement nématicide, jachère ou submersion) :

- une plantation de souches ou de rejets apporte *R. similis*, que le sol soit traité chimiquement ou qu'il soit dénématé par jachère ou submersion. Les quatre espèces rencontrées avant assainissement sont à nouveau présentes.

- une plantation de vitro-plants sur un sol traité chimiquement (les populations de nématodes ne sont pas éradiquées) n'affecte pas l'équilibre qui existait avant plantation même si le niveau des populations a diminué.

- une plantation de vitro-plants sur un sol de jachère ou inondé maintient l'équilibre fixé par le traitement. Ainsi, la plantation de vitro-plants sur un sol indemne de nématodes représente la situation nématologique idéale : ceci s'est vérifié avec *R. similis*.

Dans les conditions normales d'exploitations bananières, l'efficacité de la lutte culturale peut être insuffisante vis-à-

vis de ce nématode, d'où l'importance de la qualité de sa mise en oeuvre. En effet, on constate que la plantation de souches, même pralinées, facilite le processus de réinfestation des sols après jachère ou submersion. D'autre part le pourcentage des parcelles ayant atteint le seuil de traitement a évolué selon une croissance sigmoïde et atteint un plateau au cours du troisième cycle de culture, montrant que toutes les parcelles mal dénématées sont recontaminées. En revanche lorsque les techniques sont parfaitement maîtrisées, elles permettent aux exploitants de se passer de nématicides sur la majorité de leurs terres, pendant au moins trois cycles de culture.

L'avantage de cette maîtrise est confirmée par les résultats agronomiques obtenus. En effet, bien que la corrélation ne soit pas nette à cause de l'interférence des qualités agronomiques propres à chaque type de matériel de plantation, il ressort que l'emploi des vitro-plants après jachère ou submersion permet les meilleurs résultats, aussi bien au niveau des critères de croissance, de vigueur, et de précocité que des critères de rendement. Un certain nombre de contradictions sont apparues au cours de l'expérimentation menée sur le site 1 (SMF 16). Il s'est avéré que certains critères (pourcentage de remplacements, nombre de rejets 2Y et IPF) étaient plus en faveur du traitement chimique du sol que de la jachère. Il semble, dans ce cas, qu'un autre facteur indéterminé du sol ait pu être contrôlé par la fumigation au dichloropropène, car, en tout état de cause, ces résultats ne peuvent pas s'expliquer par les seules différences de niveaux des populations de nématodes à la plantation.

Influence des compétitions interspécifiques et des types de sols.

Les compétitions interspécifiques représentent un facteur d'équilibre des peuplements nématologiques. Il ressort de cette étude que lorsque *R. similis* est présent et abondant, les autres espèces sont plutôt minoritaires : ceci est assez caractéristique dans le cas de l'emploi des souches ou des rejets. L'inverse est aussi vrai. Dans ces études, c'est le

cas de *C. emarginatus* après jachère, et d'*H. pararobustus* dans les racines des vitro-plants après jachère. Enfin, notons que dans la situation la plus satisfaisante (vitro-plants après jachère ou submersion), les populations d'*H. multincinctus* sont toujours présentes après deux cycles de culture.

La composition physico-chimique des sols peut aussi contribuer à la nature des communautés de nématodes et interférer avec les compétitions entre espèces. QUENEHERVE (1988) a montré que si *R. similis* n'était pas affecté par les caractéristiques des sols, *H. multincinctus* était prédominant sur les sols limoneux ou argileux à forte concentration en matière organique et à faibles pH. *H. pararobustus* et *C. emarginatus* préféreraient les sols sableux, mais à faible teneur en argiles pour le premier et forte pour le second. En l'absence de *R. similis* après jachère ou submersion, ces affinités particulières pourraient aussi expliquer la nouvelle distribution des communautés de nématodes qui apparaît après deux cycles de culture.

Conclusion.

Sur le plan agronomique, l'emploi de la jachère ou de la submersion, quand celle-ci est techniquement réalisable, représentent deux procédures intéressantes de dénématisation des sols. Elles permettent à la fois un abaissement considérable des infestations, voire l'éradication des nématodes comme c'est le cas pour *R. similis*, et des augmentations notoires de rendement. L'utilisation de vitro-plants, indemnes de nématodes, permet d'optimiser l'effet de cet assainissement et cette procédure peut être présentée comme recommandation phytosanitaire.

Sur le plan nématologique, ces résultats amènent cependant une réflexion. Il est vrai qu'à quelques exceptions près, les niveaux d'infestation des sols ou des racines de bananiers étaient très faibles à peu élevés, indiquant par là l'efficacité globale des jachères, de la submersion, et de la fumigation sur l'ensemble des populations de nématodes. D'ailleurs, ces résultats montrent que l'utilisation de vitro-plants après jachère ou submersion permet de réaliser au moins deux cycles de culture avant d'envisager le premier traitement en cours de végétation. Mais il reste à savoir au bout de combien de temps les populations des espèces

maintenues après jachère ou submersion atteindront un seuil critique de nuisibilité nécessitant alors le premier traitement nématicide. Car si la jachère ou la submersion n'agissent que sur une ou quelques espèces, ces techniques ne font alors que déplacer le problème sur les autres espèces maintenues. Dans des conditions normales d'exploitation, quand les peuplements nématologiques sont soumis à un équilibre régi par des compétitions interspécifiques et par divers facteurs environnementaux, des espèces, telle que *R. similis*, sont considérées importantes en terme d'effectifs, d'autres, comme *H. pararobustus*, plus secondaires. Le déséquilibre que pourrait entraîner la jachère ou la submersion, par suppression de l'espèce dominante, renverserait ces effectifs à terme et pourrait alors renforcer l'impact pathogène d'une espèce jusqu'ici secondaire et devenue majeure. Nous connaissons les dégâts occasionnés par *H. multincinctus* dans les régions où *R. similis* est absent (MINZ *et al.*, 1960). Par ailleurs, bien que son influence sur les rendements soit mal connue, *H. pararobustus* s'est répandu dans toute la bananeraie ivoirienne en l'espace de 20 ans (LUC et VILARDEBO, 1961 ; FARGETTE et QUENEHERVE, 1988) et de récents travaux ont montré sa pathogénie sur bananier (MATEILLE, sous presse, a et b). Le risque est identique avec *C. emarginatus*, bien que son effet pathogène soit inconnu.

Si la micropropagation *in vitro* du bananier a résolu le problème de l'assainissement du matériel végétal, le problème de la dénématisation des sols infestés reste entier. Deux solutions immédiates sont à rechercher : déterminer l'efficacité et la rentabilité de submersion plus longues, ou rechercher des plantes de jachère ou de rotation résistantes à l'ensemble des nématodes pathogènes du bananier. Mais la solution d'avenir demeure l'amélioration variétale du bananier, vis-à-vis de tous les nématodes pathogènes, et non pas seulement vis-à-vis du principal parasite *R. similis*.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient toutes les coopératives bananières de Côte d'Ivoire pour leur contribution financière apportée à ces études, ainsi que les exploitants qui ont bien voulu accueillir ces expérimentations.

REFERENCES

- COLBRAN (R.C.). 1964.
Cover crops for nematode control in old banana land.
Queensland Journal of Agricultural Sciences, 21, 233-236.
- COOLEN (W.A.) and D'HERDE (C.J.). 1972.
A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue.
Ghent State Agriculture Research Centre.
- EDMUNDS (J.E.). 1970.
Effect of fallowing on banana nematodes and on crop yield.
Tropical Agriculture (Trinidad), 47, 315-319.
- FARGETTE (M.) and QUENEHERVE (P.). 1988.
Populations of nematodes in soils under banana, cv. Poyo, in the Ivory Coast.
1. The nematofauna occurring in the banana producing areas.
Revue de Nématologie, 11, 239-244.
- FORTUNER (R.) et MERNY (G.). 1973.
Les nématodes parasites des racines associés au riz en Basse-Casamance (Sénégal) et en Gambie.
Cahiers ORSTOM, Série Biologie, 21, 3-20.
- HOLLIS (J.P.) and RODRIGUEZ-KABANA (R.). 1966.
Rapid kill of nematodes in flooded soil.
Phytopathology, 56, 1015-1019.
- JACQ (V.A.) et FORTUNER (R.). 1978.
La diminution du nombre de nématodes parasites du bananier lors d'une submersion accidentelle : une conséquence d'une sulfatoréduction bactérienne ?
Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture de France, 64, 1248-1252.
- JACQ (V.A.) and FORTUNER (R.). 1979.
Biological control of rice nematodes using sulfate reducing bacteria.
Revue de Nématologie, 2, 41-50.
- KEETCH (D.P.), REYNOLDS (R.E.) and MITCHELL (J.A.). 1975.
The survival and vertical distribution of the burrowing eelworm in Natal banana soils.
Citrus and Subtropical Fruit Journal, 493, 15-17.
- LOOS (C.A.). 1961.
Eradication of the burrowing nematodes, *Radopholus similis*,

- from bananas.
Plant Disease Reporter, 45, 457-461.
- LUC (M.) et VILARDEBO (A.). 1961.
Les nématodes associés aux bananiers cultivés dans l'Ouest Africain.
Première partie.
Fruits, 16 (5), 205-219.
- MAAS (P.W.T.). 1969.
Two important cases of nematode infestation in Surinam.
in : *Nematodes of tropical crops*.
Ed. Peachey (J.E.), Commonwealth Bureau, Helminthological
Technical Communication, n° 40, 149-154.
- MATEILLE (T.), FONCELLE (B.) et FERRER (H.). 1988.
Lutte contre les nématodes du bananier par submersion du sol.
Revue de nématologie, 11, 235-238.
- MATEILLE (T.). a.
Comparative development of three banana-parasitic nematodes on
Musa acuminata (AAA group) cv. Poyo and Gros Michel vitro-
plants.
Nematologica, sous presse.
- MATEILLE (T.). b.
Growth and leaf tissue analysis of *Musa acuminata* (AAA group)
cv. Poyo and Gros Michel vitro-plants infested by banana-parasitic
nematodes.
Tropical Agriculture (Trinidad), sous presse.
- MINZ (G.), ZIV (D.) and STRICH-HARARI (D.). 1960.
Decline of banana plantations caused by spiral nematodes, in the
Jordan valley, and its control by DBCP.
Ktavim Rehovot, 10, 147-157.
- QUENEHERVE (P.). 1988.
Populations of nematodes in soils under banana, cv. Poyo, in the
Ivory Coast.
2. Influence of soil texture, pH and organic matter on nematode
populations.
Revue de Nématologie, 11, 245-251.
- QUENEHERVE (P.) et CADET (P.). 1985.
Localisation des nématodes dans les rhizomes du bananier cv. Poyo.
Revue de Nématologie, 8, 3-8.
- QUENEHERVE (P.) et CADET (P.). 1986.
Une nouvelle technique d'échantillonnage pour l'étude des
nématodes endoparasites du bananier.
Revue de Nématologie, 9, 95-97.
- RAJENDRAN (G.), NAGANATHAN (T.G.) and VADIVELU (S.).
1979.
Studies on banana nematodes.
Indian Journal of Nematology, 9, 54.
- SALAS (J.A.), OYUELA (R.) and STOVER (R.H.). 1976.
Effect of fallow on the burrowing nematode (*Radopholus similis*)
of bananas.
Plant Disease Reporter, 60, 863-866.
- SARAH (J.-L.), LASSOUDIERE (A.) et GUEROUT (R.). 1963.
La jachère nue et l'immersion du sol : deux méthodes intéressantes
de lutte intégrée contre *Radopholus similis* (COBB.) dans les
bananeraies de sols tourbeux de Côte d'Ivoire.
Fruits, 38 (1), 45-42.
- SEINHORST (J.W.). 1950.
De betekenis van de toestand van de grond voor het optreden
van aantasting door het stengelaaltje [*Ditylenchus dipsaci* (Kühn)
Filipjev]
Tijdschr. Pl. Ziekt, 56, 292-349.
- SEINHORST (J.W.). 1962.
Modifications of the elutriation method for extracting nematodes
from soil.
Nematologica, 8, 117-128.
- STOYANOV (D.). 1973.
Control de los nematodos parásitos del plátano por medio de
rotaciones y su duración en tierra sin hospederos.
Ser. Agri. Acad. Cien. Cuba, 20, 1-8.
- SWAINE (G.). 1971.
Banana pests in South Queensland.
Queensland Agricultural Journal, 97, 31-34.
- VAN GUNDE (S.D.), STOLZY (L.H.), SZUSZKIEWICZ (T.E.)
and RACKHAM (R.L.). 1962.
Influence of oxygen supply on survival of plant parasitic nemato-
des in soil.
Phytopathology, 52, 628-632.
- ZEM (A.C.) y ALVES (E.J.). 1983.
Efeito de diferentes práticas sobre a população de *Radopholus*
similis.
in : *Trabalhos VII Reuniao Brasileira de Nematologia, Brasilia,*
Publicação n° 7, Piracicaba, Brasil, p. 215-225.

**PRACTICAS DE CULTIVO PARA LA LUCHA CONTRA LOS
NEMATODOS DEL BANANERO EN COTE D'IVOIRE :
SANEAMIENTO DE LOS SUELOS Y USO DE MATERIAL
VEGETAL SANO.**

T. MATEILLE, T. ADJOVI y R. HUGON.

Fruits, Mar.-Apr. 1992, vol. 47, nº 2, p. 281-290.

RESUMEN - Unas experimentaciones han sido conducidas en Côte d'Ivoire para comparar las modalidades de reinfestación de los bananos cv. Poyo (AAA) que provienen sea de cultivo *in vitro* sea de cepas o de brotes después de diversas técnicas de saneamiento de los suelos: barbecho, sumersión y fumigación con dichloropropeno. Los análisis nematológicos de los suelos han mostrado que 1) el dichloropropeno rebajaba los efectivos de todas las poblaciones de nemátodos pero no permitía una erradicación; 2) ningún *Radopholus similis* fue detectado después de un barbecho con *Chromolaena odorata* o *Asystasia* spp. de dos años, o después de una sumersión de cinco semanas; 3) unas escasas poblaciones de *Helicotylenchus multicinctus*, *Hoplaimus pararobustus* y *Cephalenchus emarginatus* permanecían en los suelos a pesar de estas técnicas de cultivo, mismo después de diez semanas de sumersión. Después de la fumigación del suelo, cualquiera que sea el material vegetal de plantación, todas las especies de nemátodos se desarrollaron. En las parcelas saneadas por barbecho o sumersión, las cepas o los brotes, mismo químicamente tratados, han introducido de nuevo poblaciones de *R. similis* en los suelos ya infestados por algunos *H. multicinctus*, *H. pararobustus* y *C. emarginatus*. Por consiguiente todas las especies se han desarrollado durante el cultivo. En cambio, en las mismas parcelas plantadas de vitro-plantas, *R. similis* no se pudo todavía detectar después de dos ciclos de cultivo. Las otras especies, presentes en el suelo a la plantación, han invadido las raíces de las vitro-plantas y se han desarrollado en ellas poco a poco. Los mejores rendimientos han sido obtenidos en caso de un saneamiento no químico del suelo seguido por una plantación de vitro-plantas. Estos resultados han sido confirmados después de una transferencia en platanal de estas técnicas de lucha. Sin embargo, aunque *R. similis* sea efectivamente erradicado de esta manera y ausente durante bastante tiempo, es importante asegurarse de que estas técnicas no induzcan nuevos problemas nematológicos sobre banano, modificando el equilibrio de las poblaciones sin poder controlarlas.