

La replantation annuelle du bananier plantain : une stratégie de gestion des nématodes endoparasites *Radopholus similis* et *Pratylenchus coffeae* en Côte d'ivoire

Wawa Otro Serge théodore¹, Gnonhour Goly Philippe², Adiko Amoncho², Zakra Nicodeme², Otchoumou Atcho¹.

¹ UFR des Sciences de la Nature, Université Nangui Abrogoua ; 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'ivoire.

² Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Laboratoire de nématologie ; 01 BP 1536 Abidjan 01, Côte d'ivoire.

Corresponding E-mail use: adikoam@yahoo.com; amoncho.adiko@cnra.ci (225) 07 89 27 52; (225) 01 01 10 84

Original submitted in on 22nd July 2015. Published online at www.m.elewa.org on 31st August 2015

<http://dx.doi.org/10.4314/jab.v92i1.10>

RESUME

Objectif : Les nématodes *Radopholus similis* et *Pratylenchus coffeae* sont une menace pour la production durable du plantain. Le recours aux rejets successeurs pour les cycles suivants en culture pluriannuelle sans aucune méthode de lutte contre les nématodes parasites contribue à l'accroissement de leurs populations. L'objectif de cette étude est de réduire la pression parasitaire des principales espèces nuisibles de nématodes par la replantation annuelle.

Méthodologie et résultats : L'étude a été conduite avec la variété Corne 1, plantée à haute densité (2500 plants/ha) dans un dispositif en bloc complet randomisé. Quatre traitements ont été étudiés : (i) culture continue sans nématicide, (ii) culture continue avec nématicide, (iii) culture replantée avec nématicide et (iv) culture replantée sans nématicide. La replantation a eu lieu à 0,8 m du pied fructifère de la première saison de culture qui a été déracinée avec le reste des rejets successeurs. Les infestations racinaires ont été évaluées avant la floraison, à la floraison et à la récolte, entre 0 et 0,5 m et 0,5 et 1 m du pied fructifère. Les infestations sont concentrées (80 %) dans un rayon de 50 centimètres autour du pied fructifère. La replantation après la première saison de culture a donné les plus faibles infestations racinaires de nématodes et les rendements (35-36 t/ha) les plus élevés ($P < 0,05$) ; rendements qui étaient comparables à celui obtenu à la première année de culture (35 t/ha). Sur les parcelles en culture continue, en revanche, des baisses de rendement de 15 et 25 % ont été enregistrées.

Conclusion et application des résultats : L'étude a montré que la replantation annuelle de la culture du plantain permet de réduire significativement les populations de nématodes à un niveau comparable à celui obtenu en culture continue avec application de nématicide. Cette pratique culturale se traduit par un rendement élevé. Ainsi, la replantation annuelle s'est avérée comme une stratégie efficace de gestion de *R. similis* et *P. coffeae*, les deux principales espèces de nématodes parasites du plantain.

Mots clés : Bananier plantain, *Radopholus similis*, *Pratylenchus coffeae*, replantation annuelle, stratégie de gestion.

Annual replanting of plantain orchard: a strategy for the management of the endoparasitic nematodes, *Radopholus similis* and *Pratylenchus coffeae* in Côte d'Ivoire.

ABSTRACT

Objective: *Radopholus similis* and *Pratylenchus coffeae* are a major constraint to sustainable plantain production. Keeping the orchard for several ratoons without any control measures of plant-parasitic nematodes favors the build-up of their populations. The present study was undertaken to assess the efficacy of annual replanting of plantain in controlling the populations of the parasites.

Methods and results: The study involved plantain cv Horn1 planted at high density (2500 plants/ha) in a completely randomized block design. The trial included four treatments: (i) two cycles without nematicide application, (ii) two cycles with nematicide application, (iii) annual replanting with nematicide application and (iv) annual replanting without nematicide application. Suckers were replanted at 0,8 m from the mother plant of the first crop that was uprooted along with the rest of the surrounding followers.

Nematode root infestation was assessed before and at flowering and at harvest between 0 - 0,5 m and 0,5 -1 m from the mother plant. Infestation of *R. similis* and *P. Coffeae* is concentrated (80 %) in the first 50 cm of the roots. Replanting of the plot after the first harvest resulted in the lowest root infestation and the highest yields (35-36 t/ha) ($P < 0,05$) ; yields comparable to that obtained at the plant crop (35 t/ha). In the plots of the first ratoon crop instead, 15 and 25 % yield decline were recorded.

Conclusion and implementation of finding: The study revealed that annual replanting of plantain orchard reduces significantly nematode infestation in the roots to the level of that achieved under several ratoons with nematicide treatments. The innovative cultural practice results in high yields. Therefore, annual replanting stands as an efficient strategy for the management of *R. similis* and *P. coffeae*, the two most damaging parasitic nematodes species of plantain.

Key words: Plantain, *Radopholus similis*, *Pratylenchus coffeae*, annual replanting, management strategy

INTRODUCTION

La banane plantain constitue l'une des principales denrées alimentaires de base dans les régions tropicales et subtropicales, notamment en Afrique Occidentale et Centrale. Elle joue, non seulement un rôle important dans la sécurité alimentaire des populations, mais également elle représente une source de revenus (Orellana et al., 2002). En Côte d'Ivoire, avec une production annuelle de plus de 1,6 millions de t/an (Anonyme, 2012), les bananes plantain occupent le 3^{ème} rang des cultures vivrières après l'igname et le manioc. Généralement, les plantations de bananier plantain sont créées à partir des rejets et elles demeurent en place pendant plusieurs cycles, quasiment sans mesures phytosanitaires. Le plantain est souvent impliqué, soit dans des polycultures de vivriers, soit dans des systèmes de cultures à base de plantes pérennes, notamment la cacaoculture et l'hévéaculture. Les monocultures de plantain sont rares (Kobenan, 2009 ; Koné, 2002). Les densités de plantation sont variables et sont en deçà de

celle qui est recommandée (1667 plants/ha) (Traoré et al., 2009). Ces pratiques culturelles qui ne sont pas optimales contribuent entre autres à l'accroissement de la pression des parasites et ravageurs et au rapide déclin de la production caractérisée également par de faibles rendements 5 et 10 t/ha obtenu en milieu paysan (Traoré et al., 2009 ; Sarah et al., 1996 ; Franco et Vega, 1987). Plusieurs parasites et ravageurs (Charançons, cercosporioses, nématodes) sont associés à la culture. Les nématodes phytoparasites constituent l'une des principales contraintes de production dont les espèces les plus nuisibles sont *Radopholus similis* et *Pratylenchus coffeae* (Adiko, 1988 ; Gowen et Quenehervé, 1990 ; Gnonhouri et Adiko, 2008). Ces deux espèces endoparasites migrants qui s'attaquent au rhizome et aux racines de la plante contribuent significativement, à la baisse des rendements et à la réduction de la durée de vie des plantations (Gnonhouri et al. 2009 ; Tixer, 2004). Concernant la lutte contre

cette contrainte biotique, la lutte chimique demeure la plus utilisée principalement en culture industrielle de bananier de dessert (Quenehervé et Gowen, 1990). Cependant, en raison du coût élevé des intrants, la lutte chimique demeure inaccessible pour les producteurs de plantain qui disposent de petites exploitations familiales. En outre, cette méthode de lutte pose des problèmes environnementaux et de santé animale et humaine qui commandent la recherche de mesures alternatives. La replantation de la culture de bananier plantain à haute densité a été

développée en Amérique Latine et aux Caraïbes pour améliorer la production de bananier plantain en vue de répondre aux besoins sans cesse croissants de consommation de la population (Balacazar et Cayon 1998). Dans cette même perspective, la présente étude a été conduite en Côte d'Ivoire pour évaluer l'adaptation de la technique de replantation annuelle de la culture de bananier plantain, en vue de la gestion durable des populations de nématodes endoparasites migrants.

MATERIEL ET METHODES

Zone d'études : L'étude a été conduite à Taboitié, localité de Tiassalé, situé au Sud de la Côte d'Ivoire (5,56°N, 4,51°W) à 120 km d'Abidjan, sur le périmètre agricole de l'ADCVI (Association pour le Développement de la Culture Vivrière Intensive). La région se situe dans le secteur ombrophile du domaine Guinéen caractérisée par un climat de type sub-équatorial, avec une température moyenne de 26,3°C et une pluviométrie annuelle variant entre 1 557 mm et 1 700 mm (Kouamé et al., 2014). Le climat de la région compte 4 saisons avec, deux saisons sèches, de Décembre à Mars (grande saison sèche) et de Juillet à Août (petite saison sèche), et deux saisons pluvieuses dont une grande, d'Avril à Juin, et une petite, de Septembre à Novembre. La zone d'études se caractérise, en outre, par un sol de type ferrallitique avec un horizon superficiel à texture limono sableuse (Riou, 1974). Les espèces végétales dominantes dans les jachères du périmètre sont constituées d'une strate herbacée dominée par *Chromolaena odorata* (Asteraceae) et de *Panicum spp.* (Poaceae). Cette flore selon Brou (2005) est indicatrice des pratiques culturales récentes. L'analyse de la nématofaune avant la mise en place de l'essai a révélé une composition spécifique moyenne de 15 *Radopholus similis* et de 33 *Pratylenchus coffeae* par litre de sol.

Dispositif expérimental et conduite culturale : Des vivo plants de bananier plantain de la variété locale Corne 1, ont été plantés en lignes jumelées séparées de 2 m. Chaque double ligne est séparé de l'autre par un couloir de 3 m. Les bananiers sur chaque ligne ont été plantés tous les 1,6 m permettant ainsi d'avoir une densité de 2500 plants/ha. Le dispositif expérimental est constitué en bloc de Fisher complètement randomisé avec 4 traitements et 4 répétitions. Chaque répétition représentant une parcelle élémentaire de 16

m x 12 m comprend 56 bananiers dont 26 constituent la bordure et 30 destinés aux observations (parcelle utile). Les 4 traitements étudiés sont :

- i. Culture continue sans application de nématicide (témoin),
- ii. Culture continue avec application de nématicide,
- iii. Culture replantée avec application de nématicide,
- iv. Culture replantée sans application de nématicide.

Le nématicide appliqué est le Rugby 10 G (matière active : Cadusafos) à 30g/pied, réalisé en couronne large de 30 à 50 cm autour des pieds de bananier à intervalle régulier de 3 mois. La fertilisation de fond des bananiers a eu lieu en apport unique au planting avec 166,6 g de dolomie et 133 g de phosphate tricalcique par pied. La fertilisation d'entretien a été réalisée en apports fractionnés (tous les mois) de 22 g d'urée et 55 g de chlorure de potasse par plant. Les parcelles ont été irriguées 5 fois par semaine en raison de 7 mm d'eau par jour. L'effeuillage a été réalisé au besoin lorsque les bananiers ont atteint un mètre de hauteur. L'œilletonnage a été réalisé mensuellement sur les pieds de bananier. Pour les parcelles en culture continue, un rejet successeur a été choisi à partir de la récolte. Un désherbage manuel a été réalisé chaque deux mois pour maintenir la parcelle propre. Chaque bananier a été tuteuré à la floraison. A la seconde saison de culture, la culture continue et la replantation des bananiers ont été les deux pratiques culturales adoptées. En culture continue, les rejets successeurs du pied fructifère de moins de 30 cm d'hauteur ont été sélectionnés. En revanche, dans les parcelles replantées, la souche récoltée et les rejets attenants ont été arrachés et des vivo plants ont été plantés sur la même ligne à 0,8 m du pied fructifère de la culture précédente.

Évaluation des populations de nématodes : Les racines ont été collectées au cours de trois stades végétatifs de développement des bananiers : 180 jours après plantation (fin de la phase de croissance), 236 jours après plantation (50% de floraison) et 324 jours après plantation (90% de récolte). A chaque stade végétatif, les échantillons ont été collectés selon la méthode de Tabarant (2012) à 40 cm de profondeur à deux distances à partir du pied fructifère : entre 0 et 0,5 m et 0,5 à 1 m du plant dans les couloirs de 1,6 m ; 2 m et 3 m. Pour chaque couloir et chaque pas de prélèvement un échantillonnage composite de 500 g de racines a été réalisé sur 10 bananiers choisis de manière aléatoire. Les nématodes ont été extraits des racines par la technique de double centrifugation de Coolen et D’herde (1972). Le dénombrement de

chacune des espèces a été réalisé sous une loupe binoculaire (Siddiqi, 2000 ; Luc et al., 1990). Les résultats obtenus ont été exprimés en nombre d’individus pour 100 g de racines fraîches.

Évaluation des rendements des bananiers : A la récolte, le poids des régimes par bananier et par traitement a été déterminé. Le poids de chaque traitement a été ramené à la densité de plantation de 2500 plants/ha.

Analyses statistiques des résultats : Les densités de nématodes ont été transformées en $\log(x+1)$ et les proportions en $\arcsin(x)$ avant les analyses statistiques. Les analyses de variances et les moyennes sont discriminées à l’aide du test LSD de Fisher, P valeur seuil 5 %. Le logiciel Statistica 9.0. a servi à ces analyses.

RESULTATS

Évolution des populations de nématodes *R. similis* et *P. coffeae* au cours de la première année de culture de plantain : D’une manière générale, les infestations racinaires sont dominées par de *P. coffeae* qui représentent 72 à 82 % de la nématofaune des

échantillons collectés. En outre, les populations de *R. similis* et *P. coffeae* croissent pour atteindre un maximum à la floraison. Elles décroissent ensuite à la récolte à un niveau comparable à celui de la période précédant la floraison ($P < 0,05$). (Tableau 1).

Tableau 1 : Niveaux d’infestation de *R. similis* et *P. coffeae* au cours du premier cycle de culture de plantain (nématodes/100 g de racines)

	Avant floraison	Floraison	Récolte	F	P
<i>R. similis</i>	194 ± 106, 62 b	592 ± 224,60 a	214 ± 116,89 b	11,05	0,000036
<i>P. coffeae</i>	899 ± 186, 30 b	1659 ± 401,80 a	547 ± 280,38 b	5,32	0,005981

NB : Les données originales sont présentées, mais pour l’analyse statistique, le nombre de nématode a été transformé en $\log(x+1)$. Les moyennes sur une même ligne suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes ($P \leq 0,05$) selon le test LSD de Fischer.

Distribution de *R. similis* et *P. coffeae* le long du profile racinaire au cours de la première année de culture de plantain : Quelle que soit la période de développement, plus de 80 % des infestations racinaires des deux espèces de nématodes sont concentrées dans un rayon de 50 cm autour du pied fructifère ; la seconde moitié des racines (de 0,5 à 1 m du pied fructifère) n’abritant que des populations résiduelles, entre 6 à 19 % (Tableau 2). **Effets des pratiques culturales sur les infestations de nématodes dans les racines de plantain :** La replantation annuelle de bananier plantain avec application de nématicide (CRT) a donné les plus

faibles densités de nématodes à tous les stades de développement végétatifs, respectivement 729, 894 et 751 nématodes/100 g de racines fraîches avant la floraison, à la floraison et à la récolte. Quant aux infestations des bananiers plantains replantés sans application de nématicide (CRNT) au cours de la seconde année de culture, elles étaient statistiquement comparables à celles des parcelles en culture continue, avec traitement nématicide (CCT). Les infestations résultant de ces deux traitements étaient statistiquement inférieures à celles des parcelles en culture continue sans application de nématicide (CCNT) ($P < 0,05$) (Tableau 3).

Tableau 2 : Évolution du gradient d’infestation du profile racinaire au premier cycle de culture de bananier plantain
% de nématodes / 100g de racines fraîches

Périodes d’observations	Distance d’échantillonnage par rapport au pied fructifère (m)	% de nématodes / 100g de racines fraîches	
		<i>R. similis</i>	<i>P. coffeae</i>
Avant floraison	[0 ; 0,5]	89,31 ± 23,57 a	90,40 ± 26,45 a
] 0,5 ; 1]	10,68 ± 31,23 b	9,59 ± 7,60 b
Floraison	[0 ; 0,5]	80,79 ± 9,44 a	85,65 ± 2,90 a
] 0,5 ; 1]	19,20 ± 7,78 b	14,34 ± 6,08 b
Récolte	[0 ; 0,5]	86,82 ± 3,94 a	93,03 ± 13,45 a
] 0,5 ; 1]	13,17 ± 1,2 b	6,96 ± 4,32 b

NB : Les données originales sont présentées, mais pour l’analyse statistique, le nombre de nématode a été transformé en arc sin (x). Les moyennes dans une même colonne suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes (P≤0,05) selon le test LSD de Fischer.

Tableau 3 : Effet des pratiques culturales sur les infestations de nématodes au second cycle de culture de plantain

Pratiques culturales	Avant floraison	Floraison	Récolte
CCNT	8832 ± 5,35 a	10325 ± 46,58 a	3831 ± 6,50 a
CCT	2577 ± 1,90 b	3246 ± 2,60 b	1926 ± 1,90 b
CRNT	2479 ± 4,10 b	3577 ± 6,50 b	2106 ± 2,50 b
CRT	729 ± 3,02 c	894 ± 1,20 c	751 ± 1,80 c

NB : Les données originales sont présentées, mais pour l’analyse statistique, le nombre de nématode a été transformé en log(x+1). Les moyennes dans une même colonne suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes (P≤0,05) selon le test LSD de Fischer.

*CCNT : Culture continue non traitée ; CCT : Culture continue traitée ; CRNT : Culture replantée non traitée ; CRT : Culture replantée traitée.

Effets des pratiques culturales sur le rendement :

A la seconde saison de production, la replantation annuelle avec application de nématicide (36 t /ha) ou sans traitement nématicide (35 t/ha) améliore le rendement par rapport à la culture continue avec (30t/ha) ou sans traitement nématicide (25 t/ha). Ces différences de rendements sont statistiquement (P<0,05) significatives (Figure 1). Comparativement au

rendement obtenu au cours de la première année de culture (35 t/ha), la replantation annuelle avec et sans application de nématicide a permis de maintenir le niveau de productivité. En culture continue en revanche, des baisses de rendements ont été enregistrées ; des baisses de 15 % avec application et 25 % sans application de nématicide.

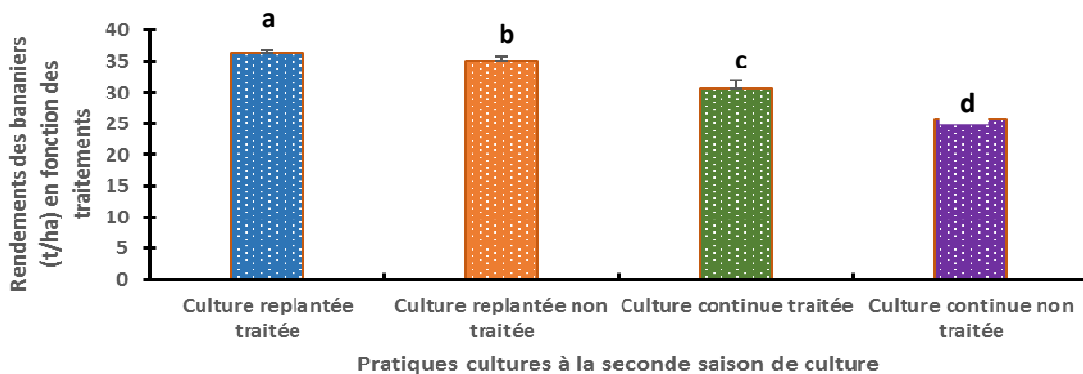


Figure 1 : Rendements du plantain de la variété corne 1 en fonction des pratiques culturales

*Les moyennes suivies d’une même lettre ne sont pas statistiquement significatives au seuil de probabilité 5 % (Test LSD de Fisher).

DISCUSSION

Effet de la disponibilité des racines sur la distribution des nématodes au cours du cycle végétatif des bananiers : La dynamique des populations de *R. similis* et *P. coffeae* dans les racines marquée par un niveau maximum à la floraison suivi d'une baisse à la récolte pourrait s'expliquer par la disponibilité spatiale et temporelle des ressources que constituent les racines de bananiers pour les besoins trophiques des parasites (Pudasaini et al., 2006). En effet, le développement racinaire du bananier plantain est caractérisé de vagues successives d'émissions racinaires au cours de la saison de culture (Lavigne, 1987). Les racines primaires sont produites en continu tout au long de la phase végétative et vont atteindre leur croissance et émission maximale à la floraison (Lassoudière, 2009 ; Quénéhervé et al., 1991). Au-delà de cette période, les émissions racinaires sont réduites (Beugnot et Champion, 1966). Au cours de cette phase d'émission racinaire réduite, couplée aux dégâts causés par les nématodes lors des périodes végétatives précédente, l'environnement devient moins pourvu en ressources pour les parasites. Il s'en suit une baisse des populations de nématodes (Gowen et al., 2005). Ces résultats corroborent ceux de Sundararaju (2002) qui a montré que les populations de *R. similis* et *P. coffeae* sur certains cultivars de bananiers fluctuaient en fonction des stades de développement végétatif de la plante hôte et des saisons climatiques. Les observations sur le développement du système racinaire du bananier ont, en outre, mis en évidence que la distribution des racines est maximale sur un rayon de 60 centimètres autour du pied fructifère ; les racines de plus d'un mètre ne représentant que 15 à 20 % du pool racinaire. Cette répartition spatiale des racines justifie la concentration (plus de 80%) des populations de *R. similis* et *P. coffeae* dans les 50 premiers centimètres autour du pied mère. Ces résultats sont en concordance avec ceux de Quénéhervé (1990) et Araya et al. (1999) qui ont également observé que *R. similis* et *P. coffeae* sont présents essentiellement dans un rayon de 30 centimètres autour du rhizome du bananier. Dans le cadre de la cohabitation des deux nématodes endoparasites *R. similis* et *P. coffeae*, l'on pouvait envisager leurs distributions préférentielles le long du profil racinaire. Nos résultats montrent, cependant, une concentration des deux espèces endoparasites dans les 50 premiers centimètres de racines autour du pied fructifère. Cela pourrait être probablement dû à l'état physiologique des cellules de la partie proximale

des racines qui répondraient mieux à leurs besoins trophiques et à l'architecture agrégée des racines de bananier autour du rhizome. Cette distribution agrégée des nématodes endoparasites a été également observée par Quénéhervé et Cadet (1985), et Stanton et al. (2001). Quant à la différence de densité des populations de *R. similis* et *P. coffeae*, elle pourrait s'expliquer par leurs capacités de reproduction. *P. coffeae* avec un cycle biologique de 21 jours serait plus prolifique que *R. similis* (Blake, 1966).

Incidences des pratiques culturales sur les populations de nématodes et les rendements des bananiers : Le bananier est une plante annuelle. Le passage d'un cycle de culture à un autre implique le choix d'un rejet dit "successeur" ; ce qui permet d'en faire une culture pluriannuelle. La présence de pieds fructifères entourés de rejets généralement sans mesures phytosanitaires favorisent le développement d'organismes nuisibles à la culture tels que les nématodes phytoparasites. Cette forte infestation de nématodes d'un cycle à un autre est préjudiciable à la culture. En effet, les bananiers dans un tel environnement présentent un faible ancrage consécutif aux dégâts racinaires ; dégâts qui affectent la nutrition minérale et hydrique des bananiers et les prédisposent à la verse (Lassoudière, 2009). Il en résulte des plantations hétérogènes, des pertes de rendements considérables allant de 20 à 75 % (Sarah et al., 1996). Les faibles niveaux d'infestation de nématodes observés sous les bananeraies en replantation annuelle sont basés sur le principe de l'interruption du cycle de développement des nématodes parasites à la fin d'une saison de culture. Outre cette interruption, la replantation des vivoplants contribuent en partie à la réduction de l'inoculum de nématodes. De surcroît, la concentration des populations de nématodes endoparasites dans un rayon de 50 cm autour des pieds fructifères offre la possibilité de replanter en dehors de cette zone de pullulation. La replantation annuelle de la culture du bananier correspond à ce que Lassoudière (2009), Quénéhervé et Gowen (1990) ont décrit comme un "vide trophique" pour lutter contre les nématodes des cultures. Ainsi, la nouvelle culture se développe dans un environnement relativement assaini. Les faibles infestations de nématodes enregistrées sur les cultures replantées annuellement, et leur corrélation avec les meilleurs rendements, traduisent l'efficacité de cette stratégie de gestion culturale des deux espèces de nématodes les plus nuisibles en culture de bananier plantain. Ces résultats

qui peuvent être considérés comme préliminaires devraient être confirmés sur plusieurs saisons de culture. En outre, la pénibilité de la replantation de la culture du bananier plantain ainsi que l'impact

économique et environnementale de cette pratique devront être évaluées dans la perspective de sa vulgarisation.

CONCLUSION

L'étude a montré que la replantation annuelle du bananier plantain est un moyen efficace de gestion des populations de nématodes. Elle a favorisé une amélioration des rendements des bananiers. Ce

résultat ouvre de nouvelles perspectives à la sédentarisation et à la production durable du bananier plantain avec un usage raisonnée de nématicide.

REMERCIEMENTS

Nous remercions la Banque Mondiale et le CORAF, à travers le Programme de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest (WAAPP/PPAAO) pour son soutien financier, le Fonds Interprofessionnel pour la

Recherche et le Conseil Agricole (FIRCA) pour la coordination du projet et le Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) pour avoir servir de cadre d'étude et pour les infrastructures.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Anonyme, 2012. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. Département Économique et Social. La Division de la Statistique, 45p.
- Araya, M., Vargas, A. and Cheves, A., 1999. Nematode distribution in roots of banana (*Musa AAA cv. Valery*) in relation to plant height, distance from the pseudostem and soil depth. *Nematology*. 1: 711-716.
- Belalcazar S. C. et Cayon G. S., 1998. High-density planting. Pp. 147-154 in proceedings of the International seminar on plantain production. Armenia. Quindio, Columbia. 4-8 May 1998.
- Beugnon, M, Champion, J., 1966. Études sur les racines du bananier. *Fruits*, 21: 309-327.
- Blake, C.D., 1966. The histological changes in banana roots caused by *Radopholus similis* and *Helicotylenchus multicinctus*. *Nematologica*, 12: 129-137.
- Brou T. Y., 2005. Climat, mutation socioéconomique et paysages en Côte d'Ivoire.
- Coolen W. A. and D'Herde C. J., 1972. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Ministry of Agriculture of Belgium, Agricultural Research Administration. 77p.
- Gnonhoury P. et Adiko A., 2008. Distribution géographique de *Radopholus similis* et *Pratylenchus coffeae* ; risque potentiel sur la pérennisation des plantations de bananiers dessert en Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine* 20 (2): 213-220.
- Gnonhoury P., Adiko A., Kobenan K., Aké S., 2009. Longévité des bananeraies industrielles en relation avec le parasitisme des nématodes *Radopholus similis* et *Pratylenchus coffeae* en Côte d'Ivoire. *Journal of applied biosciences* 19:1100-1111.
- Gowen S. and P. Quénéhervé. 1990. Nematode parasites of banana, plantains and abaca. Pp. 431-460. In *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture* (M. Luc, Sikora & J. Bridge, eds). CAB International, Wallingford Royaume-Uni.
- Gowen, S.R., Quénéhervé, P., Fogain, R., 2005. Nematode Parasites of Bananas and Plantains. In: Luc, M., Sikora, R.A., Bridge, J. (Eds.), *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*, 2 nd ed. CABI Publishing, Wallingford, pp. 611-643.
- Kouamé N. Dick A.E. Assidjo N. E et ANNO A. P., 2014. Étude de la croissance du bananier plantain (*Musa sp. AAB, cultivar Corne 1*) dans les régions de Yamoussoukro et Azaguié (Côte d'Ivoire). *Journal of applied biosciences*. 76 :6411-6424.
- Koné D., 2002. Rapport de stage effectué à l'unité de phytopathologie de la Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux. Belgique 24 p.
- Lassoudière A., 2009. Le bananier et sa culture. Connaissance de la plante. Interaction avec le milieu écologique. Ed *Quae*, Versailles, France. 383 p.
- Lavigne, C., 1987. Contribution à l'étude du système racinaire du bananier. Mise au point de

- rhizotrons et premiers résultats. *Fruits*, 42 : 265-271.
- Luc M., Hunt D. J. and Machon, 1990. Morphology, anatomy and biology of plant parasitic nematodes. A synopsis. *In* plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture Pp. 3-33.
- Orellana P.P., Bermudez C.I., Garcia R.L. et Veitia N., 2002. Évaluation des caractéristiques agronomiques d'hybrides de bananiers plantain (*Musa spp.*). *Infomusa*, 11 (1) : 34-35.
- Pudasaini, M.P., Schomaker, C.H., Been, T.H., Moens, M., 2006. Vertical distribution of the plant-parasitic nematode, *Pratylenchus penetrans*, under four field crops. *Phytopathology*, 96: 226-233.
- Quénéhervé P., 1990. Spatial arrangement of nematodes around the banana plant in the Ivory Coast: related comments on the interaction among concomitant phytophagous nematodes. *Acta Oecologica* 11 : 775-786.
- Quénéhervé, P., Cadet, P., 1985. Localisation des nématodes dans les rhizomes du bananier cv. Poyo. *Rev. Nématol.* 8: 3-8.
- Quénéhervé, P., Cadet, P., Mateille, T., 1991. New approaches to chemical control of nematodes on bananas: field experiments in the Ivory Coast. *Revue de Nématologie*, 14: 543-549.
- Riou G., 1974. Les sols de la savane de Lamto. *In* : Analyse d'un écosystème tropical humide : la savane de Lamto (Côte d'ivoire). Bulletin de liaison des chercheurs de Lamto. Les facteurs physiques du milieu 1: 3-45.
- Sarah, J.L., Chabrier, C., Mestre, J. 1996. Méthode d'étude de l'efficacité en plein champ de nématicides destinés à lutter contre les nématodes des bananiers. Méthode CEB n° 182. Association Nationale de Protection des Plantes (ANPP) Edit. Paris, France. 7 pp.
- Siddiqi M. R., 2000. Tylenchida : parasites of plants and insects. CABI, Wallingford, UK. 833 p.
- Stanton, J.M., Pattison, A.B., Kopittke, R.A., 2001. A sampling strategy to assess banana crops for damage by *Radopholus similis* and *Pratylenchus gooeyi*. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 41: 675-679.
- Sundararaju P. and K. J. Jeyabaskaran, 2003. Évaluation of different soil type on multiplication of *Pratylenchus coffeae* and growth of banana seedling var. Nendran. *Nematol. Medit.* 31 : 151 - 153.
- Tabarant P., 2012. Effets d'apport de matières organiques sur le contrôle biologique des nématodes parasites du bananier en Guadeloupe. Thèse de Doctorat Paris Tech. Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement, 176p.
- Tixier P., 2004. Conception assistée par modèle de systèmes de culture durables : Application aux systèmes bananiers de Guadeloupe. Thèse de l'École Nationale Supérieure d'Agronomie de Montpellier, 234 p.
- Traoré S., Kobenan K., Kouassi S. et Gnonhour G.P., 2009. Systèmes de culture du bananier plantain et méthodes de lutte contre les parasites et ravageurs en milieu paysan en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*. 19: 1094 - 1101.