

# EVALUATION DE L'EFFICACITE D'UNE FORMULATION DE FLUOPYRAM (VELUM PRIME) CONTRE DEUX NEMATODES *RADOPHOLUS SIMILIS* ET *PRATYLENCHUS COFFEA*, EN CULTURE DE BANANIER EN COTE D'IVOIRE

O. S. T. VAWA<sup>1</sup>, G. P. GNONHOURI<sup>1</sup>, S. P. SERI<sup>2</sup>, A. ADIKO<sup>1</sup>, A. OTCHOUMOU<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centre National de Recherche Agronomique ; E-mail : vost\_83@yahoo.fr

<sup>2</sup>Université Nangui Abrogoua

<sup>3</sup>Université Felix Houphouët Boigny, 01 BP 1536 Abidjan 01

## RESUME

Les nématodes sont une menace pour la production durable de la banane en Côte d'Ivoire. L'usage continu d'une même molécule nématicide, pendant plusieurs saisons de culture, sans alternance avec une autre, est une pratique inefficace dans la lutte contre les phytonématodes. L'objectif de cette étude est d'offrir aux planteurs une gamme élargie de molécules afin d'alterner l'usage des nématicides. L'essai a été mis en place dans une parcelle de bananier dessert, en exploitation industrielle. Cinq traitements avec quatre répétitions ont été distribués de manière aléatoire dans un bloc de Fisher complètement randomisé. Les traitements étudiés ont été : T<sub>1</sub> : fluopyram (0,625 l/ha), T<sub>2</sub> : fluopyram (1,25 l/ha), T<sub>3</sub> : fluopyram (1,875 l/ha), T<sub>4</sub> : Oxamyl (100 g/l) à la concentration de 10 l/ha (Nématicide de référence), v) T<sub>5</sub> Cadusafos à 100 g/kg, à la dose de 30 g/pied (Nématicide de référence) et T<sub>6</sub> : Témoin non traité. Le niveau d'infestation est évalué périodiquement et lorsqu'il atteint le seuil de nuisibilité de 10 individus/g de racine, un traitement nématicide est déclenché. Les résultats ont montré que quelle que soit la concentration de fluopyram, ses fréquences d'application ont été moindres que celle des deux nématicides de référence. Les plants traités avec du fluopyram quelle que soit la concentration ont eu les meilleurs rendements comparativement aux traitements de référence et au témoin. Au niveau des plants chutés, les pourcentages des plants ont été respectivement de 0,3 et 0,4 % lorsque le fluopyram a été appliqué aux concentrations respectives de 0,625 ; 1,25 et 1,875 ml/ha contre 0,6 % avec les traitements de référence (cadusafos à 100 g/kg et oxamyl à 100 g/l) et 5,5 % pour les bananiers témoins n'ayant reçu aucun nématicide. Le *fluopyram* a réduit les infestations des nématodes à des niveaux plus bas que ceux obtenus avec les nématicides de référence oxamyl et cadusafos, respectivement moins de 30 et 32 % et a donné des rendements meilleurs, plus de 45 %.

**Mots clés** : Fluopyram, Gammes de molécules, seuil de nuisibilité, fréquences d'application.

## ABSTRACT

### **EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF A FORMULATION OF FLUOPYRAM (VELUM PRIME) AGAINST TWO NEMATODE *RADOPHOLUS SIMILIS* AND *PRATYLENCHUS COFFEA* IN BANANA CULTURE IN IVORY COAST**

*Nematodes are a threat to the sustainable production of bananas in Côte d'Ivoire. The continuous use of the same nematicide molecule, during several seasons of culture, without alternating it with another one, leads to lose the effectiveness of this one. The objective of this study is to offer planters a large range of molecules in order to rotate the use of nematicides. The trial has been set up on a land of dessert banana, in industrial exploitation. Five treatments with four replicates were randomly distributed in a randomized Fisher block. The treatments studied were : T1 : Fluopyram (0.625 l / ha), T2 : Fluopyram (1.25 l / ha), T3 : Fluopyram (1.875 l / ha), T4 : Oxamyl (100 g / l) at the dose of 10 l / ha (reference Nematicide), v) T5 : Cadusafos at 100 g / kg, at the dose of 30 g / plant (reference Nematicide) and T6 : untreated control. The infestation level is periodically evaluated and when it reaches the threshold of 10 individuals / g root (Vawa, 2016), a nematicide treatment is activated. The results showed that whatever the doses of*

fluopyram, its usages level were lower than the two nematicides of reference. The plants treated with some fluopyram, whatever the dose, had the best yields compared to the treatments of reference and the witness. At the level of the dropped plants, the percentages of the plants were respectively 0.3 % and 0.4 % when the fluopyram was applied at the respective doses of 0.625; 1.25 and 1.875 ml / ha compared to 0.6 % with reference's treatments (100 g / l Cadusafos and 100 g / l Oxamyl) and 5.5 % for banana plants which did not receive any nematicide. Fluopyram reduced nematode infestations to lower levels as compared to Vydate and control 10 Gr, respectively less than 30 and 32 % and yielded better than 45 %.

**Key words:** Fluopyram, Molecular ranges, nematicides of reference, threshold of harmfulness, frequencies of application.

## INTRODUCTION

La production agricole à grande échelle nécessite des pratiques culturales modernes et innovantes, associant l'utilisation des intrants agricoles afin d'optimiser voire maximiser les productions, pour couvrir les besoins alimentaires des populations. L'utilisation de produits phytosanitaires, plus spécifiquement les nematicides, y contribue énormément par la régulation biologique des populations des phytoparasites. En Côte d'Ivoire, deux nématodes de la famille des Pratylenchidae *Radopholus similis* et *Pratylenchus coffeae* causent plus de 80 % des pertes de rendement liées aux parasites telluriques (Gnonhour et Adiko, 2008 ;Vawa et al., 2016). En effet, les nématodes pénètrent à l'intérieur de la racine et se nourrissent des cellules du parenchyme cortical, en créant des nécroses. La destruction des racines et des tissus du bulbe affecte la capacité du bananier à absorber les éléments hydrominéaux. L'ancrage dans le sol est ainsi affaibli, ce qui accroît les risques de chute sous l'effet du vent ou du poids du régime, occasionnant une réduction de la densité de bananiers et une augmentation de l'hétérogénéité du peuplement végétal (Vawa et al., 2015). La bananeraie vieillit prématurément, obligeant les agriculteurs à replanter tous les quatre à cinq ans (Gnonhour et al., 2009). La lutte contre ces nématodes est essentiellement chimique, avec le recours aux nematicides de types carbamates ou organophosphorés auxquels les nématodes finissent par s'accoutumer et développer des résistances. De

plus, les molécules chimiques posent des risques de toxicité animale et humaine, de pollution des milieux naturels et de la qualité sanitaire des aliments (Gowen et al., 2005). La recherche de nouvelles molécules reste cependant un impératif ; cela permettra d'offrir aux planteurs une large gamme de pesticides afin d'alterner non seulement les familles des molécules nematicides mais d'utiliser des nematicides à double action et moins polluants, dans l'optique de lutter non seulement contre les nématodes *R. similis* et *P. coffeae* afin d'assurer une production accrue et durable des bananeraies, mais de préserver l'environnement. Dans cette perspective, la propriété nematicide de la molécule fluopyram est évaluée contre les deux phytonématodes telluriques majeurs associés aux racines des bananiers en Côte d'Ivoire.

## MATERIEL ET METHODES

### MATERIEL VEGETAL

Le matériel de plantation est constitué de bananier dessert de la variété Grande naine, du groupe génomique Musa (AAA), appartenant au sous-groupe Cavendish. La parcelle expérimentale est située à 25 km, dans la localité de Motobé dans le département de Grand Bassam, en république de Côte d'Ivoire, en bordure du fleuve Comoé, sur un sol alluvionnaire. Elle fait partie d'un domaine de 300 ha appartenant au groupe agroindustriel Eglin. L'essai a été mis en place dans une parcelle de bananiers en exploitation datant de trois cycles de culture.

## DISPOSITIF EXPERIMENTAL ET TRAITEMENTS APPLIQUES

Cinq traitements avec quatre répétitions ont été distribués de manière aléatoire dans un bloc de Fisher complètement randomisé. Une parcelle élémentaire est constituée de 90 plants dont 36 plants de bordure. Les plants ont été plantés en double sillon à la densité de 1850 plants/ha et les traitements étudiés ont été : i) T<sub>1</sub> : fluopyram à la concentration de 0,625 l/ha, ii) T<sub>2</sub> : fluopyram à la concentration de 1,25 l/ha, iii) T<sub>3</sub> : fluopyram à la concentration de 1,875 l/ha, iv) T<sub>4</sub> : oxamyl à 100 g/l (Vydate) à la dose de 10 l/ha (nématocide de référence), v) T<sub>5</sub> : cadusafos à 100 g/kg (Rugby) à la dose de 30 g/pied (nématocide de référence) et vi) T<sub>6</sub> : Témoin non traité.

Le fluopyram a une action à la fois nématocide et fongicide. Cadusafos et oxamyl sont des molécules à action uniquement nématocide. Le niveau d'infestation est évalué mensuellement et lorsque ce niveau d'infestation atteint le seuil de nuisibilité de 10 individus/g de racine (Vawa, 2016), un traitement nématocide est réalisé par application d'une quantité de 30 ml de bouillie par plant sur le pseudotrunc au niveau du collet à l'aide d'un pistolet doseur calibré pour les nématocides à formulation liquide (fluopyram et oxamyl) et une application au sol sur une couronne de 30 cm de diamètre environ autour du bulbe à l'aide de dosettes calibrées pour les nématocides granulés. Les populations moyennes de *Radopholus similis* et de *P. coffeae* avant la mise en place de l'essai étaient de 80 individus/g de racines fraîches. L'évaluation de l'efficacité nématocide des différentes doses de fluopyram a été déterminée à travers un suivi mensuel des densités de nématodes *Radopholus similis* et *Pratylenchus coffeae*, par des prélèvements de racines fonctionnelles selon la méthode de Sarah (2000). Les racines provenant de 10 plants choisis au hasard sur une parcelle élémentaire, ont été rassemblées pour former l'échantillon composite d'environ 500 g de celle-ci. Les nématodes ont été extraits des racines par la technique de Coolen et D'herde (1972), modifiée par Sarah (2000) basée sur la double centrifugation. Les nématodes ont été dénombrés sous une loupe binoculaire à l'aide d'une

plaque de comptage afin de déterminer les niveaux de population dans le temps. Au cours des 18 mois qu'a duré l'expérimentation, soit deux cycles de culture, 360 échantillons de racines ont été récoltés, à raison de 20 échantillons prélevés chaque mois.

Les bananiers ont également été inspectés chaque mois pour vérifier l'absence de symptômes de phytotoxicité. La date d'apparition des rejets successeurs a été notée. Les hauteurs et circonférences ont été mesurées sur les deuxièmes rejets successeurs de chaque pied mère, au moment de la première application des nématocides, le 10 Juin 2016 et en fin de saison lors de chaque cycle de production. Le poids des régimes a été évalué pour calculer, à l'issue de chaque cycle, le rendements brut (Rb) selon la formule :

$$Rb = (PM * PR * D * 365) / Cy$$

où : PM = poids moyen d'un régime, PR = proportion de régimes récoltés, D = densité des plants (plants / ha) et Cy = durée du cycle en jours.

L'ensemble des données a été analysé par analyses de variance (test de Fisher). Lorsque des différences significatives apparaissent au seuil de 5%, les moyennes ont été comparées avec le test de Newman et Keuls. Pour les populations de nématodes, les variances étant proportionnelles aux moyennes, nous avons analysé les données après transformation  $y = \log(x + 1)$ . X étant le nombre de nématodes dénombrés (Gomez et Gomez, 1984). Les taux de multiplication, l'indice de reproduction des nématodes et la croissance du pseudotrunc ont été transformés en arcsinus  $(x/100)$  avant analyse. Le logiciel Statistica, version 9.0 a été utilisé pour les analyses.

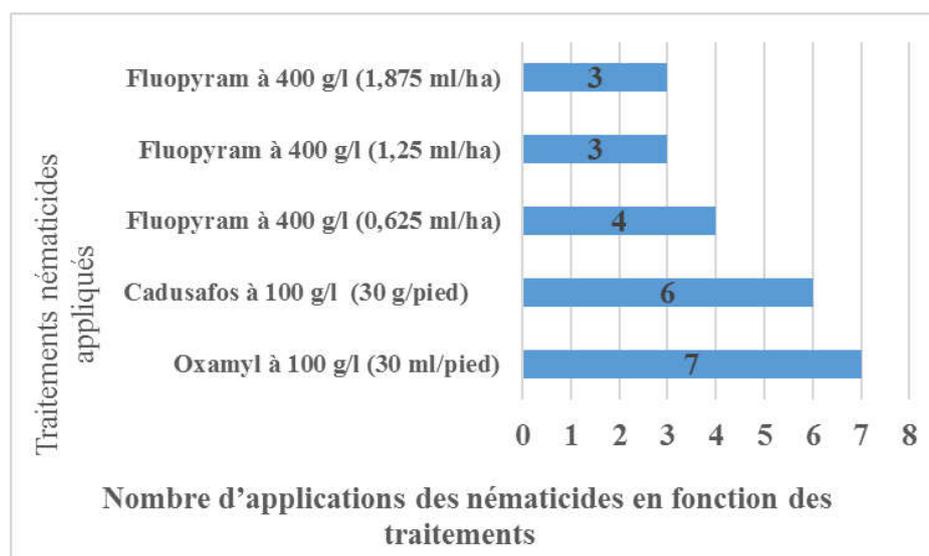
## RESULTATS

### NOMBRE D'APPLICATIONS DES NEMATOCIDES EN FONCTION DES TRAITEMENTS DANS LE TEMPS

Sur la base du seuil de nuisibilité des nématodes (10 individus/g de racines fraîches) en culture de bananier (Vawa, 2016), pendant 18 mois qu'a duré l'expérimentation soit deux cycles de culture, six applications de cadusafos à 100 g/

kg ont été réalisées, soit une dose de 180 g de cadusafos qui ont été injectés dans la nature pour protéger un pied de bananier contre les nématodes. Au niveau de l'oxamyl, six traitements ont été également appliqués, soit une dose de 32 ml, injectés dans la nature pour protéger un pied de bananier. Concernant le fluopyram, la demie concentration à 400 g/l (0,625 ml/ha) a été appliquée 4 fois, soit une dose de 0,0013 ml pour protéger un pied de

bananier contre les nématodes. Le fluopyram à 400 g/l à dose normale (1,25 ml/ha) et à la trois doses et demie (1,875 ml/ha) ont été appliquées chacune à deux reprises, soit une dose de 0,0013 et 0,002 ml respective de fluopyram pour protéger un pied de bananier contre les nématodes en utilisant le traitement 1,25 ml/ha et 1,875 ml/ha. (Figure 1). Le fluopyram a été utilisé à faible dose contrairement aux nématicides de référence.



**Figure 1** : Fréquence d'application des nématicides en fonction des traitements.

*Frequency of application of nematicides according to treatments.*

#### EFFET DU FLUOPYRAM SUR LES PARAMÈTRES DE RENDEMENT

Une faiblesse des paramètres de rendements a été notée au second cycle de culture pour tous les traitements. Quelle que soit la dose, les plants traités avec du fluopyram ont eu les meilleurs rendements et sont statistiquement différents ( $p = 0,05$ ) des plants ayant reçus les traitements de référence et le témoin. Au niveau des plants chutés, les pourcentages des plants ont été respectivement de 0,4 ; 0,4 et 0,3 % lorsque le fluopyram a été appliqué aux doses respectives de 0,625 ; 1,25 et 1,875 ml/ha contre 0,6 % avec les traitements de référence (cadusafos à 100 g/l et oxamyl à 100 g/l) et 5,5 % pour les bananiers témoins ayant reçus aucun

nématicide. Les proportions de plants récoltés ayant reçu les doses de fluopyram ont été respectivement de 96,6 ; 96,6 et 96,8 % contre respectivement 94, 40 et 94,30 % pour les traitements de référence (cadusafos à 100 g/l et oxamyl à 100 g/l) et 83,3 % pour le nombre de plants témoin récolté. Les poids moyens des régimes de bananier ayant reçu le fluopyram à 0,625 ; 1,25 et 1,875 ml/ha ont été respectivement de 16,66 ; 17,50 et 17,66 kg contre 14,66 et 14,50 kg/régime lorsque les bananiers ont reçu les traitements de référence respectives de cadusafos à 100 g/l et oxamyl à 100 g/l) et de 10, 66 kg pour les régimes de bananiers témoins. Au 2<sup>ème</sup> cycle de production, les mêmes tendances des meilleurs paramètres de rendement obtenus sur les bananiers ayant reçu

le fluopyram au premier cycle de culture comparativement aux traitements de référence et aux bananiers témoins ont été confirmées et une différence significative a été observée

avec les traitements témoins, les traitements de référence et les plants traités avec les différentes doses de fluopyram (Tableau 1).

**Tableau 1** : Effet de l'application du fluopyram sur les paramètres de rendements des bananiers.

*Effect of the application of fluopyram on banana yields parameters.*

Cycles	Paramètres	Traitements					
		Témoin	Cadusafos 30 g/pied	Oxamyl 30 ml/pied	Fluopyram 0,625 ml/ha	Fluopyram 1,25 ml/ha	Fluopyram 1,875 ml/ha
1	Plants chutés (%)	5,6 a	0,6 b	0,6 b	0,4 b	0,4 b	0,3 b
	Plants récoltés (%)	83,3 a	94,40 b	94,30 b	96,6 b	96,6 b	96,8 b
	Poids/régimes (kg)	10,66 a	14,66 b	14,50 b	16,66 b	17,50 b	17,66 b
2	Plants chutés (%)	9,7 a	0,76 b	0,8 b	0,45 c	0,42 c	0,47 c
	Plants récoltés (%)	60,8 a	82,6 b	83,77 b	86,42 c	85,5 c	85,51 c
	Poids/régimes (kg)	8,87 a	12,60 b	12,88 b	15,25 c	16,25 c	16,65 c

\*Pour les analyses statistiques, les données concernant la proportion de plants chutés et récoltés ont été transformées par  $\arcsin(x/100)$ . Les moyennes dans une même colonne suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes ( $P_d > 0,05$ ) selon le test de Newman et Keuls.

\*For statistical analyzes, data on the proportion of plants dropped and harvested were transformed by  $\arcsin(x/100)$ . The averages in the same column followed by the same letter are not significantly different ( $P_d > 0,05$ ) according to the Newman and Keuls test.

## DISCUSSION

Le nombre d'application du fluopyram a été moindre contrairement aux nématicides disponibles dans le commerce, ce qui se traduit par la faiblesse des doses injectées. Ces faibles doses ont réduit significativement les populations de nématodes observées ; ce qui a permis d'obtenir des rendements meilleurs en comparaison avec les bananiers ayant reçu des nématicides de référence et les bananiers témoins. Ces résultats similaires d'usage de fluopyram à faible dose avec des niveaux significatifs de réduction des populations de *Meloidogyne* ont été également observés sur des céréales et du taro (Faske and Starr, 2006). En effet le fluopyram est un inhibiteur de la succinate deshydrogénase, un fongicide à très large

spectre. Il bloque l'activité de l'enzyme succinate deshydrogénase. En effet, le fluopyram est actif sur tous les stades du cycle de développement des nématodes et agit au niveau du complexe de la chaîne respiratoire de la cellule et bloque la production d'énergie des parasites. En plus d'avoir un effet nématicide, le fluopyram a aussi un effet fongicide. Cette double action permet non seulement de lutter contre les nématodes, mais de protéger les bananiers contre les champignons. Les bananiers traités avec le fluopyram vont se développer dans un environnement sain, en dehors de toutes infestations fongicides et nématicides. Cette double action a été illustrée par Becker et Ploeg (2012, 2013) en inhibant la croissance mycélienne et la sporulation des champignons *in vitro* et le développement des populations de nématodes juvéniles.

## CONCLUSION

L'usage de fluopyram à faible dose et aux fréquences réduites a permis de réduire les populations de nématodes et de donner les meilleurs rendements des bananiers. Cette molécule se présente comme une alternative et/ou une molécule de substitution aux molécules classiques qui sont très nocives et toxiques. De plus, cette molécule présente plusieurs avantages. Elle assure un contrôle rapide, effectif et de longue durée d'action sur les nématodes, un niveau d'efficacité supérieur aux autres références sur le marché, une alternative innovante avec un profil sécurisé pour les applicateurs et l'environnement, une grande flexibilité d'emploi permettant une utilisation tout au long du cycle, une efficacité à des doses d'application inédites, un effet direct sur le rendement et la qualité des fruits, une gestion profitable et durable des plantations. En plus de son effet nématicide, fluopyram a également un effet fongicide qui agit principalement sur l'oïdium, le botrytis et l'alternaria.

## REFERENCES

- Becker J., O. and Ploeg A. 2012. Evaluation of novel products for root-knot nematode management in tomato, 2011. Plant Disease Management Reports 6 : N016.
- Becker J., O. and Ploeg A. 2013. Efficacy of nematicides for root-knot nematode management in tomato, 2012. Plant Disease Management Reports 7 : N009.
- Coolen et D'herde, 1972. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant.
- Faske T.,R and Starr J.,L, 2006. Sensitivity of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* to abamectin. Journal of Nematology. 2006 ; 38 : 240 – 244.
- tissue. Ministry of Agriculture of Belgium, Agricultural Research Administration. 77p.
- Villardebo et Guerout, 1974. Technique d'extraction de *Radopholus similis* à partir des racines de bananiers. In méthodes d'essais d'efficacité pratique de nématicides étudiés sur *Radopholus similis* Cobb en bananeraies. Soc. Franç. Phytiarie et phytopharmacie 49. Annexe 21 - 2.