



# Activités antifongiques de l'extrait de *Chromolaena odorata* (L.) King & Robins sur deux isolats de *Fusarium oxysporum* (E.F. Sm.) responsables du jaunissement mortel des feuilles des bananiers

KRA K.D. <sup>1\*</sup>, DIALLO H.A. <sup>1</sup> et KOUADIO Y. J. <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Biologie et Amélioration des Productions Végétales (LBAPV) ; UFR des Sciences de la Nature et de l'Environnement (SNE) ; Université d'Abobo-Adjamé 02 BP 801 Abidjan 02 (Côte d'Ivoire)

Auteur en correspondance : [kokranes@yahoo.fr](mailto:kokranes@yahoo.fr)

Published online at [www.biosciences.elewa.org](http://www.biosciences.elewa.org) on December 8, 2009

## RESUME

**Objectifs :** Etudier l'effet de l'extrait des feuilles de *C. odorata in vitro* sur deux isolats de *F. oxysporum* responsables de symptômes caractéristiques de la fusariose, puis *in vivo* sur deux hybrides de bananiers FHIA 21 et FHIA 23 infectés par ces isolats, en vue d'une contribution à la lutte biologique contre cette maladie.

**Méthodologie et résultats:** Des isolats de *F. oxysporum* YT1 et PT1 ont été cultivés *in vitro* en présence d'extrait de feuilles de *C. odorata*. La croissance de mycélienne a été réduite aux concentrations 20, 30 et 40 g/l et bloquée à 50 g/l. Des vitroplants de bananes FHIA 21 et FHIA 23 ont été cultivées sur des sols infestés ou non par PT1 puis traités ou non avec l'extrait. Aucune différence significative n'a été observée entre le nombre de feuilles vertes sur les vitroplants sans champignon et celui des plants traités avec l'extrait et infectés par PT1. L'extrait serait donc efficace *in vitro* et *in vivo*.

**Conclusion et application des résultats :** Les résultats obtenus *in vitro* montrent que les deux isolats de *F. oxysporum* PT1 et YT1 responsables du jaunissement précoce des feuilles des bananiers FHIA 21 et FHIA 23 sont sensibles à l'extrait des feuilles de *C. odorata*. Un principe actif fongistatique et fongicide présent dans cet extrait serait responsable de l'effet observé. La régularisation de l'émission des nouvelles feuilles des bananiers FHIA 21 et FHIA 23 en conditions semi-contrôlées en présence de l'isolat PT1, a révélé l'efficacité *in vitro* de l'extrait de feuilles de *C. odorata*. La culture de ces deux variétés de bananiers sur des sols amendés à l'extrait de cette plante pourrait permettre de lutter contre la fusariose du bananier.

**Mots clés :** bio contrôle, fusariose, fongicide, infestation du sol

## ABSTRACT

**Objective:** To study the effect of the leaf extract of *C. odorata in vitro* on two isolates of *F. oxysporum*, causing symptoms of Fusarium wilt, then *in vivo* on two banana hybrids FHIA 21 and FHIA 23 infected by these isolates in order to contribute to the biological control of this pathogen.

**Methodology and results:** Isolates of *F. oxysporum* YT1 and PT1 were cultivated *in vitro* in the presence of *C. odorata* leaf extract. Mycelia growth was reduced at the concentrations of 20, 30 and 40 g/l but stopped at 50 g/l. FHIA 21 and FHIA 23 bananas obtained from tissue culture were grown in pots on soil infested or not with PT1 and then treated or not with the extract. There was no difference in the number of new leaves after treatment with the extract alone and that of plants infected with PT1 then treated with the extract. The leaf extract showed efficacy *in vitro* and *in vivo*.

**Conclusion and application of findings:** The results obtained *in vitro* show that the two isolates of *F. oxysporum* PT1 and YT1 are sensitive to the leaf extract of *C. odorata*. An active ingredient with fungicidal effect was found in the extract. The regularization of the emission of the new leaves of banana FHIA 21 and FHIA 23 in semi-controlled conditions in the presence of isolate PT1, revealed the effectiveness of the leaf extract of *C. odorata*. The culture of these banana varieties on soil amended with leaves of this plant could help in the control of Fusarium wilt of banana.

**Key words:** biocontrol, soil infestation, Fusarium wilt, fungicidal

## INTRODUCTION

La fusariose du bananier causée par la forme spéciale de l'espèce *Fusarium oxysporum* Schlechtend. : Fr. f. sp. *cubense* (E.F. Smith) W.C. Snyder & H.N. Hansen (FOC) est l'une des infections fongiques les plus destructives (Ploetz et Pegg, 2000). L'un des symptômes caractéristiques externes est le jaunissement uniforme et mortel des feuilles (Su et al., 1986). Depuis 2006 une forte prévalence de cette maladie a été observée dans certaines zones de culture de bananiers sur plusieurs cultivars au sud de la Côte d'Ivoire. Diverses méthodes de lutte ont été élaborées dans la stratégie de contrôle de cette maladie. Face aux nombreux problèmes socio-économiques et environnementaux liés à la lutte chimique, des méthodes de lutte basées sur la résistance variétale ont été explorées. Cependant, celles-ci ont été inefficaces suite à une adaptation ou une mutation de l'agent pathogène responsable de la maladie. Ainsi, les cultivars autrefois résistants, sont actuellement sensibles à une variante de la race 4 de l'agent pathogène *Foc*, la (TR4) race tropicale 4 (Lin, 2009). Les hybrides tétraploïdes FHIA 21 et FHIA 23 résistants à la fusariose (Chen et al. 2006) ont été reconnus sensibles par Molina et al. (2001). En plus, les méthodes usuelles de sélection d'hybrides résistants en conditions

naturelles ou contrôlées s'avèrent longues, fastidieuses et coûteuses. De ce fait, l'utilisation de génotypes de bananiers résistants à la maladie n'est pas à la portée des petits paysans. Ces conditions difficiles de lutte sont rendues complexes par la grande capacité de résistance des après résistance structures de conservation de l'agent pathogène dans le sol (Mourichon, 2003). Une des méthodes à explorer pourrait être la lutte biologique par l'utilisation de plantes. En effet *Chromolaena odorata* (L.) King & Robins (*Eupatorium odoratum* L.) est une plante utilisée par les paysans en Côte d'Ivoire pour la jachère des sols à court terme (de Foresta et Schwartz, 1991). L'analyse chimique de l'extrait des feuilles de *C. odorata* réalisée par Ling et al. (2003) et Noudogbessi (2008) a montré que l'alphapinène (17,9%) et le betacaryophylène (4,9-21%) étaient les composants majoritaires fongicide présents.

L'objectif de ce travail est d'étudier *in vitro*, l'effet de l'extrait de feuilles de *C. odorata* sur deux isolats de *F. oxysporum* responsable d'une infection caractéristique de la fusariose et sa capacité protectrice contre le jaunissement précoce des feuilles sur les bananiers FHIA 21 et FHIA 23.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

**Préparation de l'extrait de *Chromolaena odorata* et des milieux de culture :** Les isolats YT1 et PT1 de *F. oxysporum*, responsables du jaunissement mortel du bananier disponibles dans la mycothèque du Laboratoire de Biologie et Amélioration des Productions Végétales de l'Université d'Abobo-Adjamé (Abidjan en Côte d'Ivoire) ont été utilisés. L'extrait de *C. odorata* a été obtenu par infusion de 500 g de feuilles vertes séchées à l'ombre dans 3000 ml d'eau distillée pendant

2 semaines à la température moyenne ambiante de 25°C puis par filtrage selon la méthode de Ackah et al. (2008). Sur la base des résultats préliminaires obtenus, une gamme de concentrations (20, 30, 40 et 50 g/l) d'extrait a été utilisée pour le test d'efficacité de l'extrait. Ces concentrations ont été obtenues en ajoutant respectivement 1,3.; 2,14; 3,07 et 4,16 ml d'extrait à l'aide d'une micropipette dans chaque boîte de Pétri contenant 10 ml de milieu PDA en surfusion.

Ces différents milieux ont été ensuite homogénéisés avant leur solidification.

Par isolat et pour chaque concentration d'extrait, cinq boîtes de Pétri avec les revers antérieurement marqués par deux droites perpendiculaires ont été ensemencées avec une rondelle d'inoculum de champignon de 0,2 cm de diamètre, âgée de 7 jours et posée à l'intersection des deux axes. Les boîtes de culture témoins ont été réalisées dans les mêmes conditions mais sans extrait. Les boîtes ainsi préparées ont été incubées à 27°C pendant 7 jours. Cette expérience a été répétée trois fois.

**Évaluation de la croissance mycélienne des isolats de *Fusarium* :** La croissance mycélienne a été estimée quotidiennement en calculant la moyenne des deux diamètres mesurés sur deux axes perpendiculaires tracés au revers des boîtes de culture. Le pourcentage d'inhibition I(%) a été déterminé par rapport au témoin et calculé selon la formule de Leroux et Gredet (1978) :

$$I(\%) = \frac{X - Xi}{X} \times 100$$

X : Croissance mycélienne moyenne dans le milieu sans extrait (témoin).

Xi : Croissance mycélienne moyenne dans le milieu en présence de l'extrait.

**Effet de l'extrait sur l'aspect et les structures fongiques :** Des observations au microscope optique (marque zeiss) des inocula ensemencés ont été faites. L'aspect du mycélium, la présence ou l'absence des structures de conservation et de reproduction ont été notées. Les champignons qui ne se sont pas développés ont été récultivés sur milieu PDA sans extrait pendant deux semaines en vue de vérifier si l'absence de développement est liée à un effet fongistatique ou fongicide de l'extrait.

**Pathogénicité de l'isolat de *F. oxysporum* PT1 sur les cultivars FHIA 21 et FHIA 23 et activité antifongique de l'extrait de *C. odorata* :** La méthode

## RÉSULTATS

**Effet de l'extrait de *C. odorata* sur la croissance mycélienne :** Les isolats de *F. oxysporum* PT1 et YT1 ont développé des colonies mycéliennes en fonction des concentrations d'extrait de *C. odorata* dans le milieu de culture PDA en présence (Figure 1) et en absence d'extrait (Figure 2).

En absence d'extrait de *C. odorata*, PT1 et YT1 ont développé des colonies mycéliennes sur le milieu PDA dès le deuxième jour de culture. Cependant, en

d'inoculation selon Haware et Nene (1982) a été utilisée. Pour cela, quatre traitements de sol dans des pots de 250 ml fermés, stérilisé à 121°C pendant 30 minutes à l'autoclave trois fois à intervalle de 24 heures, ont été mis en place : (T1) sol infesté par l'isolat PT1 de *F. oxysporum*, (T2) sol infesté sans extrait, (T3) sol non infesté avec extrait et (T4) sol non infesté sans extrait. Après infestation des sols T2 et T2, tous les sols ont été incubés pendant 2 semaines au Laboratoire à une température ambiante de 25°C. Après incubation, les traitements T1 et T2 ont été amendés de 150 ml d'extrait de *C. odorata* (170 g/l). Ensuite, le même jour, le repiquage des plantules de bananiers hybrides améliorés de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), FHIA 21 et FHIA 23 a été effectué. Pour chaque cultivar et par traitement, 5 plantules (une plantule par pot de culture) ont été utilisées. Les plantules ainsi préparées ont été mises en culture pendant trois mois selon un dispositif à randomisation totale sous une serre installée à la température moyenne de 27°C et exposées à la lumière naturelle. Aucun apport d'engrais n'a été effectué et les plantules ont été arrosées avec 50 ml d'eau en moyenne tous les deux jours. Afin d'évaluer à la fois l'effet de l'extrait sur les plantules de bananiers et *F. oxysporum*, le nombre moyen de feuilles vertes (NMFV) et le nombre moyen de feuilles jaunes (NMFJ) présentes sur les plantules ont été estimés une fois par semaine à partir de la mise en pot de culture puis analysés à la fin de l'expérience (à la douzième semaine). Les différents essais ont été répétés trois fois.

**Analyses statistiques :** Une analyse de variance (ANOVA) à un critère au seuil de 5 % suivi d'un test de Newman et Keuls a permis de comparer les pourcentages d'inhibition des isolats ainsi que le NMFV et le NMFJ des plantules de bananiers. Le logiciel utilisé est Statistica 6.

présence de l'extrait de *C. odorata*, YT1 a développé des colonies mycéliennes dès le deuxième jour aux concentrations de 20, 30 et 40 g/l, cinq jours après ensemencement. A la concentration de 50 g/l, aucune croissance du champignon n'a été observée. Concernant PT1, si des colonies mycéliennes ont été observées 3 et 6 jours après ensemencement aux concentrations de 20 g/l, 30 g/l respectivement, aucune croissance n'a été observée à partir de 40 g/l.

**Pourcentages d'inhibition des colonies mycéliennes par l'extrait de *C. odorata*** : Dans le milieu sans extrait, aucune inhibition de croissance n'a été observée aussi bien sur YT1 que sur PT1. L'inhibition de la croissance mycélienne des champignons observée à la concentration de 20 à 30 g/l d'extrait de *C. odorata* a atteint, un niveau stationnaire de 30 à 50 g/l (Figure 3). Aucune différence significative n'a été observée au niveau du pourcentage d'inhibition sur YT1 et PT1 ( $P = 0,9$ ) entre les deux. A 30, 40 et 50 g/l les pourcentages d'inhibitions n'ont présenté aucune différence significative.

Le pourcentage d'inhibition a été aussi analysé en fonction du temps. Après un jour de culture, aucune inhibition n'a été observée sur YT1 et PT1 (Figure 4). Au jour 2, si pour l'isolat YT1 aucune inhibition n'a été constatée, pour PT1, 100 % d'inhibition a été observée. Du jour 2 au 7, bien qu'une légère baisse des pourcentages d'inhibition ait été observée pour PT1, aucune différence significative ( $P = 0,82$ ) n'a été observée. Pour YT1 le pourcentage d'inhibition a été quasi constant de 3 à 7 jours. Aucune différence significative ( $P = 0,07$ ) n'a été notée.

**Effets de l'extrait de *C. odorata* sur la viabilité des inocula fongiques** : Le repiquage, sur milieu PDA non amendé d'extrait, des différents inocula d'isolats ayant préalablement séjournés sur les milieux PDA contenant 50 g/l d'extrait de *C. odorata* n'a montré aucune colonie fongique en croissance. Cependant, les inocula issus des milieux contenant 40 g/l d'extrait ont développé de nouvelles colonies mycéliennes après 5 jours.

**Effets sur les structures de reproduction et de conservation des inocula** : Les inocula issus des milieux contenant 20, 30 et 40 g/l d'extrait ont développé un mycélium dense, des microconidies abondantes, de rares macroconidies et des chlamydozoospores après deux semaines de culture sur milieu PDA en absence d'extrait alors que ceux provenant du milieu à 50 g/l d'extrait n'ont montré aucune colonie. L'observation microscopique des inocula des deux isolats issus des milieux de culture contenant 40 g/l d'extrait, a montré peu de mycélium et une absence des structures de reproduction et de conservation. Par contre, pour les inocula ayant été en contact avec les milieux contenant 50 g/l d'extrait, seuls des fragments de mycélium ont été observés.

**Tableau 1**: Comparaison du nombre moyen de feuilles vertes 12 semaines après repiquage des hybrides FHIA 21 et FHIA 23 en fonction de des traitements.

Hybrides de bananiers	Nombre moyen de feuilles vertes			
	C+ F+	C+ F-	C- F+	C- F-
FHIA 21	6 ± 0,37 <sup>ab</sup>	6,4 ± 0,54 <sup>c</sup>	5 ± 0,70 <sup>a</sup>	5,60 ± 0,54 <sup>ab</sup>
FHIA 23	6,50 ± 1,2 <sup>b</sup>	6 ± 1 <sup>b</sup>	4,4 ± 0,54 <sup>a</sup>	4,6 ± 0,54 <sup>a</sup>

Les valeurs dans le tableau représentent les moyennes plus les erreurs standards.

Les valeurs portant les mêmes lettres sur la même ligne ne sont pas significativement différentes  $\alpha = 0,05$ .

**Tableau 2** : Comparaison du nombre moyen de feuilles jaunes 12 semaines après repiquage des hybrides FHIA 21 et FHIA 23 en fonction de des traitements

Hybrides de bananiers	Nombre moyen de feuilles jaunes			
	C+ F+	C+ F-	C- F+	C- F-
FHIA 21	0,25 ± 0,54 <sup>a</sup>	0,20 ± 0,4 <sup>a</sup>	0,60 ± 0,54 <sup>b</sup>	0,40 ± 0,54 <sup>ab</sup>
FHIA 23	1,4 ± 0,54 <sup>b</sup>	0,20 ± 0,4 <sup>a</sup>	5,8 ± 0,54 <sup>c</sup>	0,50 ± 0,8 <sup>ab</sup>

Les valeurs dans le tableau représentent les moyennes plus les erreurs standards.

Les valeurs portant les mêmes lettres sur la même ligne ne sont pas significativement différentes  $\alpha = 0,05$ .

### Effet de l'extrait de *C. odorata* sur les plantules de bananiers FHIA 21 et FHIA 23

**Nombre moyen de feuilles vertes (NMFV) :** Pour l'hybride FHIA 21, il y a pas de différence significative entre le NMFV du C- F- (Témoin et celui de traitement C+ F- (Tableau 1). Ces valeurs sont intermédiaires entre le NMFV produit sur les bananiers avec le traitement C+ F- qui donne les valeurs les plus élevées et le NMFV produit par C- F+ qui donne les valeurs les plus faibles. En absence du champignon, l'extrait de *C. odorata* favorise plus l'émission de nouvelles feuilles que les autres traitements

Pour l'hybride FHIA 23, deux groupes de traitements se dégagent. Celui du NMFV des traitements C-F+ et C-F- qui donne les valeurs les plus faibles et celui des traitements C+F+, C+F- qui donne les valeurs les plus élevés. L'extrait de *C. odorata*, en présence ou en absence du champignon PT1, favorise l'émission de nouvelles feuilles.

**Nombre moyen de feuilles jaunes (NMFJ) :** Concernant l'hybride FHIA 21, 3 groupes de traitements se distinguent. Les nombres moyens de

feuilles jaunes (NMFJ) (Tableau 2) les plus faibles ont été obtenu pour les traitements C+ F+ (sol infesté et avec l'extrait) et C+ F- (sol non infesté et sans extrait). Le NMFJ le plus élevé a été obtenu avec les traitements C- F+. Les différences observées sont significatives. Pour le NMFJ du témoin (C-F-), les valeurs sont intermédiaires entre les deux groupes précités. En absence d'extrait de *C. odorata* et sur sol infestés, le NMFJ produit est plus élevé par rapport aux autres traitements.

Pour FHIA 23, le NMFJ le plus élevé a été obtenu par le traitement C- F+ (sol infesté et sans extrait) et le plus faible par C+ F- (sol infesté et avec extrait). Le témoin C- F- a donné des valeurs de NMFJ significativement différentes de C- F+ (sol infesté et sans extrait). Le NMFJ du témoin est intermédiaire entre C+ F+ (sol infesté et avec extrait) et C+ F-. En absence d'extrait de *C. odorata* et en présence de champignon, le NMFJ produit est plus élevé par rapport aux autres traitements.

### DISCUSSION

La réduction du diamètre des colonies mycéliennes des deux isolats en présence de l'extrait de *C. odorata* montre qu'il existe un principe actif aux propriétés antifongiques qui inhiberait la croissance des isolats de *F. oxysporum* PT1 et YT1. Ces résultats ont été aussi obtenus par Ngonu et al. (2006) sur plusieurs champignons pluricellulaires dermatophytes en présence d'extrait de feuilles de *C. odorata*.

A partir de 30 g/l d'extrait, la constante observée au niveau des pourcentages d'inhibition de chaque champignon montre qu'à cette concentration, l'extrait serait capable d'agir complètement sur leur croissance et qu'une augmentation de la concentration n'aurait aucun effet. Lors du repiquage sur un milieu sans extrait des champignons qui ne se sont pas développés, il a été observé qu'à des concentrations inférieures à 50 g/l, il y a une reprise de la croissance du champignon. L'extrait aurait donc un effet fongistatique à ces concentrations. A 30 et 40 g/l, le champignon pourrait développer des structures de conservation ou de survie (Meulemans, 1993). A 50 g/l, aucune reprise de croissance n'a été observée. Ces résultats pourraient s'expliquer par un effet fongicide de l'extrait. Pour vérifier ces résultats, des observations

microscopiques ont été faites. La présence de fragments de mycélium observés pourrait être due à une activité lytique de l'extrait de *C. odorata*.

En absence du champignon PT1, l'extrait de *C. odorata* favorise l'émission de nouvelles feuilles les bananiers FHIA21 et FHIA 23. Au cours de l'expérience, de la deuxième à la quatrième semaine, il a été constaté une production accrue du nombre de feuilles jaunes au détriment des feuilles vertes (données non présentées). Cela pourrait se justifier d'une part par le stress dû à la transplantation. D'autre part, une acidification du pH du sol de culture due à l'apport d'extrait pourrait aussi expliquer la baisse du NMFV fonctionnelles au profit des feuilles jaunes (de Foresta et Schwartz, 1991). Le nombre élevé de feuilles jaunes s'expliquerait aussi par une augmentation du pH du sol de culture après plusieurs arrosages. Le nombre de feuilles jaunes pourrait aussi être dû à l'effet d'une concentration trop élevée du sol en extrait de *C. odorata* et montrer une certaine toxicité.

En absence de PT1 et en présence d'extrait, l'émission élevée de nouvelles feuilles pourrait témoigner d'une activité fertilisante du sol ; ce qui

explique le fait que cette plante soit utilisée en jachère (Ruf, 1992). En présence du champignon PT1, l'extrait de *C. odorata* pourrait, en plus de son activité antifongique, induire une forte activité végétative chez les plantules de bananiers FHIA 21 et FHIA 23 par une fertilisation du sol de culture (Ruf, 1992). Ces résultats sont en contradiction avec ceux de Moore et al., (1995), qui affirment que l'utilisation d'amendements organiques ne donnent pas de résultats probants contre la fusariose. Cela dépendrait du type d'amendement et de la concentration utilisée. En présence de l'isolat PT1 de *F. oxysporum*, l'activité antifongique de l'extrait précédemment notée *in vitro*

sur cet isolat pourrait également se développer en conditions semi-contrôlées dans les sols de culture des bananiers. Le faible NMFJ et le NMFV élevé en présence d'extrait et de PT1, pourrait s'expliquer une activité antifongique de l'extrait de *C. odorata* ajouté au sol. Cela pourrait se justifier par le NMFJ élevé en absence d'extrait et présence de PT1 notée sur les plants des deux hybrides FHIA 21 et FHIA 23. *C. odorata* développerait donc aussi ses propriétés antifongiques sur l'espèce *F. oxysporum* PT1 dans les sols de culture des bananiers en conditions semi-contrôlées.

## CONCLUSION

L'extrait de *C. odorata* a un effet antifongique sur les deux isolats PT1 et YT1 *in vitro*. La composition chimique et les éléments minéraux nutritifs présents dans les feuilles de *C. odorata* pourraient développer à la fois des propriétés antifongiques sur *F. oxysporum* et améliorer les fonctions végétatives des cultivars de

bananier FHIA 21 et FHIA 23. Les propriétés fertilisantes de l'extrait de *C. odorata* favorisent une émission normale des nouvelles feuilles des plantules en limitant leur jaunissement précoce et contrôlent le développement des symptômes caractéristiques de la fusariose sur ces deux hybrides.

## BIBLIOGRAPHIE

- Ackah JA, Kra A, Koffi M, Zirihi GN, Guede-Guina F, 2008. Evaluation et essais d'optimisations de l'activité anticandidosique de *Terminaria catapa* Linn (TEKAM3), un extrait de combretaceae de la pharmacopée ivoirienne. Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège 77: 120-136.
- Chen HB, Feng QR, Xu CX, He RX, Li JG, Wang ZH, 2006. Screening of banana clones for resistance to Fusarium wilt (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*). Journal of South China Agricultural University Natural Science 27: 1-12.
- De foresta H, Schwartz D, 1991. *Chromolaena odorata* and disturbance of natural succession after shifting cultivation: An example from Mayombe, Congo, Centre Africa. In Muniappan R, Ferrar P, (Eds.). Ecology and management of *Chromolaena odorata*. BICTROP Spec 44: 23-41.
- Haware M. P. and Nene Y. L. 1982. Races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri*. Plant Disease 66: 809-810.
- Leroux P, Gredet A, 1978. Document sur l'étude de l'activité des fongicides. Versailles : INRA. 26 pp.
- Ling B, Zhang M, Kong C, Pang X, Liang G, 2003. Chemical composition of volatile oil from *Chromolaena odorata* and its effects on plant, fungi and insect growth. Ying Yong Sheng Tai Xue Bao 14: 744 pp.
- Lin Y.H, Chang J.Y, Liu E.T, Chao C.P, Huang J.W, et Chang P.F.L, 2009. Développement d'un marqueur moléculaire pour la détection spécifique de la race 4 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* European Journal of Plant Pathology 123 : 353-365.
- Meulemans M., 1883. Les champignons phytopathogènes. In Semal J, (Ed). Traité de Phytopathologie végétale. Les presses agronomiques de Gembloux. Belgique. 180-232.
- Molina A.B, Masdek N.H, Liew K.W, 2001. Research on fusarium wilt of banana in Brazil: Achievements and current status. INIBAP-ASPNET, Los Banos. 95-102.
- Moore N.Y, Bentley S, Legg K.G, and Jones D.R, 1995. Fusarium wilt of banana. Musa Disease Fact Sheet.
- N 5. INIBAB, Montpellier, France.
- Mourichon X, 2003. Informations nécessaires à l'analyse du régime phytosanitaire de

- Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*.  
INRA. 26 pp.
- Noudogbessi JP, Kossou D, Sohounhloue CK, 2008. Composition Chimique et Propriétés Physico-Chimiques des Huiles Essentielles de *Pimenta racemosa* (Miller) et de *Chromolaena odorata* (L. Robinson) Acclimatées au Bénin. Journal de la Société ouest-africaine de chimie 26 : 11-19.
- Ngono AN, Ebelle RE, Ndifor F, Biyiti L, Amvam Zollo PH, Bouchet P, Ngono AN, Ebelle RE, Ndifor F, Biyiti L, Amvam Zollo PH, Bouchet P, 2006. Antifungal activity of *Chromolaena odorata* (L.) King & Robinson (Asteracea) of Cameroon. Chemotherapy 52: 102-106.
- Ploetz RC, Pegg KG, 2000. *Fusarium* wilt. In Diseases of Banana. Wallingford, UK: CABI Publishing (ed.), 143-159.
- Pisutthanan N, Liawruangrath B, Liawruangrath S, Baramee A, Apisariyakul A, Korth J, Bremner J, 2006. Constituents of the essential oil from aerial parts of *Chromolaena odorata* from Thailand. Nat-Prod-Res 20: 40-636.
- Ruf F, 1992. Après la forêt, quelle stabilisation de l'agriculture de plantation? Le cas du département d'Abengourou, Côte d'Ivoire. Rapport, CIRAD, Paris, France. 4 p.
- Su H.J., Hwang S. C. and Ko W. H, 1986. Fusarial wilt of Cavendish banana in Taiwan. Plant Disease 70: 814-818