



## Comportement du puceron (*Pentalonia nigronervosa* Coquerel) vecteur de la maladie virale Bunchy top du bananier (*Musa* sp.) dans la chambre de macropropagation

Bangata Bithanyi Mbunzu\*, Mobambo Kitume Ngongo

Université de Kinshasa. Faculté des Sciences Agronomiques. Département de Phytotechnie. BP 117 Kinshasa XI (RDC). E-mail : [jeanchristian.bangata@unikin.ac.cd](mailto:jeanchristian.bangata@unikin.ac.cd)

Reçu le 05 mai 2020, accepté le 13 juin 2020, publié en ligne le 15 juin 2020

### RESUME

**Description du sujet.** En vue d'améliorer la production de plantules de bananier par macropropagation, une étude sur le comportement des pucerons a été menée du 15 mars au 12 avril 2017, au Jardin expérimental du Département de Phytotechnie de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université de Kinshasa en République Démocratique du Congo.

**Objectif.** L'objectif de cette étude était d'évaluer l'effet colonisateur des pucerons dans la chambre de macropropagation de bananier constituée de deux types de propagateurs : le premier non humidifié et fermé et le second humidifié et ouvert.

**Méthodes.** Le matériel végétal utilisé était composé de 68 plantules de bananier dont 20 porteuses de la colonie des pucerons entourées de 48 plantules non porteuses. Le dispositif expérimental employé était le plan entièrement aléatoire répété deux fois avec quatre traitements. Les traitements appliqués sont : T1 (un pied colonisateur); T2 (deux pieds colonisateurs); T3 (trois pieds colonisateurs) et T4 (quatre pieds colonisateurs). Les observations ont eu lieu pendant six jours et ont porté sur les paramètres liés à la prolifération des pucerons et à leur survivance dans la chambre de macropropagation.

**Résultats.** Les résultats obtenus ont montré qu'il n'y a pas eu colonisation de pieds des plants de bananier par les pucerons dans le bac non humidifié. Par contre, dans le bac fréquemment humidifié, il a été constaté que le nombre de plants de bananier colonisés par les pucerons a varié entre 5 (T1) et 9 (T4). Au total, 28 plants sur 48 ont été colonisés, soit un taux de colonisation de 58,3 %. La colonisation a débuté dès le premier jour et s'est poursuivie jusqu'au sixième jour. Ce sont les traitements T3 et T4 qui ont montré une colonisation des plants par les pucerons vers le cinquième et sixième jours.

**Conclusion.** Les études ultérieures sont cependant nécessaires en vue de répéter l'expérience au cours de la saison sèche et de déterminer la température optimale dans la chambre de micropropagation capable d'inhiber le développement des pucerons.

**Mots-clés :** Bananier plantain, conditions thermiques, prolifération, pucerons, serre.

### ABSTRACT

**Behavior of the aphid (*Pentalonia nigronervosa* Coquerel) vector of the viral disease Bunchy top of the banana tree (*Musa* sp.) In the macropropagation chamber**

**Description of subject.** In order to improve the production of banana seedlings by macropropagation, a study on the behavior of aphids was carried out from March 15 to April 12, 2017, in the Experimental Garden of the Plant Science Department of the Faculty of Agronomic Sciences of the University of Kinshasa in the Democratic Republic of Congo.

**Objective.** The objective of this study was to assess the colonizing effect of aphids in the banana macropropagation chamber made up of two types of propagators: the first non-humidified and closed and the second humidified and open.

**Methods.** The plant material used consisted of 68 banana seedlings, 20 of which carried the aphid colony surrounded by 48 non-carrying seedlings. The experimental design used was the fully random design repeated twice with four treatments. The treatments applied are: T1 (a colonizing foot); T2 (two colonizing feet); T3 (three colonizing feet) and T4 (four colonizing feet). The observations took place for six days and focused on the parameters related to the proliferation of aphids and their survival in the macropropagation chamber.

**Results.** The results obtained showed that there was no colonization of the feet of the banana plants by aphids in the unhumidified tank. On the other hand, in the frequently humidified tank, it was noted that the number of banana plants colonized by aphids varied between 5 (T1) and 9 (T4). A total of 28 out of 48 plants were colonized, giving a colonization rate of 58.3%. Colonization began on the first day and continued until the sixth day. It was the T3 and T4 treatments that showed colonization of the plants by aphids around the fifth and sixth day.

**Conclusion.** However, further studies are needed to repeat the experiment in the dry season and to determine the optimal temperature in the micropropagation chamber capable of inhibiting the development of aphids.

**Mots-clés :** Tourteau, oléagineux non conventionnels, éléments minéraux, RDC

## 1. INTRODUCTION

La production agricole mondiale doit doubler au cours de quatre ou cinq prochaines décennies en vue de répondre à l'épineuse question de l'augmentation de la population humaine (Tilman *et al.*, 2002). Pour atteindre cet objectif, l'amélioration de l'efficacité de la protection des cultures contre les ravageurs agricoles, les maladies et les mauvaises herbes, s'avère nécessaire. En effet, les pertes potentielles des rendements des cultures à l'échelle mondiale dues aux bioagresseurs, aux maladies et aux mauvaises herbes sont estimées à 70 %, tandis que les pertes réelles ne sont que d'environ 30 %, en raison de l'efficacité des pratiques de protection des cultures (Oerke et Dehne, 2004 ; Mukwa, 2016). Le succès y relatif se fonde en grande partie sur l'utilisation des produits phytosanitaires qui ont augmenté annuellement de 4,4 % depuis les années 1990 (Oerke et Dehne, 2004). Cependant, les stratégies de protection des cultures basées essentiellement sur les produits chimiques sont aujourd'hui largement remises en question. Dans ce contexte, la protection des cultures reste un enjeu majeur (Oerke et Dehne, 2004) et, qui jusqu'à ce jour, est essentiellement basée sur l'utilisation des pesticides de synthèse (Hashemi *et al.*, 2009).

En ce qui concerne le bananier (*Musa sp.*), une étude de Thomas (1990), a montré que la plupart des cultivars sont sensibles aux maladies liées aux maladies transmises par les pucerons (*Pentalonia nigronervosa* Coquerel). Le même auteur a souligné que les maladies virales dévastatrices du bananier, à l'exemple du *Bunchy Top*, représentent l'une des contraintes majeures pour le développement de cette plante dans beaucoup de régions du monde (Thomas, 1990). Pour Mukwa (2016), "*Banana Bunchy Top Disease*" (BBTD) est la plus grave des maladies virales des bananiers. Son vecteur naturel est le puceron, et la lutte contre ce ravageur permet de limiter la diffusion de la maladie.

Les pucerons sont les principaux insectes ravageurs en régions tempérées à l'échelle mondiale, causant des dégâts considérables sur l'ensemble des grandes cultures (Van Emden et Harrington, 2007). Cependant, les pullulations des pucerons sont sporadiques dans le temps et dans l'espace,

suggérant une limitation naturelle assez fréquente de leurs populations. Les pucerons de bananier vivent généralement en colonies situées entre la gaine de la plus récente feuille jusqu'à la base du pseudo-tronc, et aussi sur la surface inférieure des feuilles, près de la nervure centrale. Les *alatae* (formes ailées des pucerons) apparaissent après 7 à 10 générations d'aptères sans ailes (Mukwa, 2016). D'une manière générale, les ailés se développent quand les effectifs à l'intérieur des colonies augmentent fortement ou lorsque la qualité alimentaire du végétal se détériore par vieillissement ou jaunissement de la plante. Ils migrent, jusqu'à 20 m sans l'effet du vent, vers de nouvelles plantes. Avec l'apport du vent, ces distances peuvent atteindre plusieurs kilomètres (Völkl *et al.*, 1990). Cependant, les pucerons restent infectieux toute leur vie et les plantes infectées peuvent les héberger sous forme des colonies. Les dégâts directs dus à son mode d'alimentation (piqûre et succion) sont peu importants, mais c'est en tant que vecteurs du BBTV que ces pucerons sont dangereux. Les pucerons adultes ne transmettent pas le virus à leur descendance. Chaque jeune puceron doit se nourrir sur une plante infectée pour acquérir des particules virales. Le BBTV est transmis par les pucerons selon le mode persistant (Mukwa, 2016).

Même si la lutte chimique systématique contre les pucerons n'est pas recommandée, il est important de connaître les meilleurs moyens de lutte contre ces vecteurs de manière à éviter la dissémination de la maladie (Mau *et al.*, 2000). D'après les études menées par Bangata (2019), la technique de multiplication rapide des plants par fragments des tiges (macropropagation) permet d'obtenir un nombre important de plants sains. Parallèlement, Mau *et al.* (2000), Anhait *et al.* (2008) et Kwa (2009) ont montré que la température élevée régnante dans le bac de macropropagation peut être hostile à l'agent vecteur de Banana Bunchy Top Virus (*Pentalonia nigronervosa*) qui joue un rôle important dans la diminution de peuplement de bananiers.

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'effet colonisateur des pucerons dans la chambre de macropropagation du bananier constituée de deux types de propagateurs : le premier non humidifié et fermé et le second humidifié et ouvert.

Cette étude est une contribution à l'amélioration de la production de plantules de bananier dans les conditions accessibles aux producteurs.

## 2. MATERIEL ET METHODES

### 2.1. Site d'étude

#### Situation géographique

L'étude a été réalisée au Jardin Expérimental du Département de Phytotechnie de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université de Kinshasa, situé au Plateau du Mont-Amba à Kinshasa. Les coordonnées géographiques du site sont : 04°25'06'' de latitude Sud, 18°18'24,8'' de longitude Est et 433 m d'altitude.

#### Climat

La zone d'étude est caractérisée par un climat du type Aw<sub>4</sub> selon la classification de Köppen. Il s'agit d'un climat tropical humide avec deux grandes saisons : une saison sèche de quatre mois (de mi-mai à mi-septembre) et une saison pluvieuse de huit mois (de mi-septembre à mi-mai). La température moyenne annuelle est de 25 °C, l'humidité relative de l'air est maximale (80 %) en avril et mai, tandis qu'elle est minimale en août, septembre et octobre. La moyenne annuelle des précipitations est de l'ordre de 1500 mm (Minengu, 2014 ; Bangata, 2018). Au cours de cette étude, les relevés climatiques fournis par la Station météorologique de Mbinza sont repris au tableau 1.

**Tableau 1.** Données climatiques pendant la période expérimentale

Année	Mois	Température moyenne (°C)	Humidité relative (%)	Pluviométrie (mm)
2017	Mars	25,8	83,0	189,9
	Avril	26,1	80,0	192,7
	Moy.	25,9	81,5	191,3

**Source :** METELSAT-Binza/Kinshasa, 2017

La température moyenne dans le bac fréquemment humidifié a oscillé entre 30 et 49 °C. En revanche, dans le bac de propagation fermé et non humidifié, elle a varié entre 33 et 55 °C.

### 2.2. Matériel végétal

Le matériel végétal (substrat) utilisé était constitué d'un cultivar de bananier plantain (Bubi). Le choix porté sur ce cultivar se justifie par les qualités de ses fruits qui sont bien appréciés par les paysans cultivateurs du Kongo central et par les commerçants de Kinshasa. Ce sont des plantules de trois mois d'âge fournies par le projet Biodiversity International/Kinshasa qui ont été utilisées.

### 2.3. Dispositif expérimental

L'expérience a été effectuée dans deux propagateurs (bacs de propagation ou bacs de multiplication des plantules de bananier) construits en blocs de ciment dont les caractéristiques sont les suivantes : (i) 1<sup>er</sup> propagateur (longueur 12 m, largeur 1,2 m et hauteur 60 cm), (ii) 2<sup>ème</sup> propagateur (longueur 9,6 m, largeur 1,2 m et hauteur 60 m).

Chaque bac était couvert par des papiers en plastique transparent. Le fond des bacs de multiplication de plantules était isolé du sol pour éviter tout contact direct entre le substrat et la terre. Il était bétonné et équipé des tuyauteries d'évacuation d'eau d'arrosage.

Il est important de préciser que le premier propagateur était à haute température (bac hermétiquement fermé et non humidifié) et le second à basse température (bac fréquemment humidifié avec de l'eau à travers l'ouverture de film plastique, toutes les quatre heures).

La figure 1 montre la mise en place des plantules de bananier dans les deux propagateurs.



**Figure 1.** Mise en place des plantules de bananier dans les bacs de propagation

L'essai a été réalisé dans un dispositif complètement randomisé répété deux fois avec quatre traitements. Le substrat était composé de 68 plantules de bananier. Pour chaque traitement, les plantules de bananier porteuses de la colonie de pucerons ont été entourées de six pieds sans la colonie des pucerons. Les traitements appliqués sont : T1 (un pied colonisateur); T2 (deux pieds colonisateurs); T3 (trois pieds colonisateurs) et T4 (quatre pieds colonisateurs).

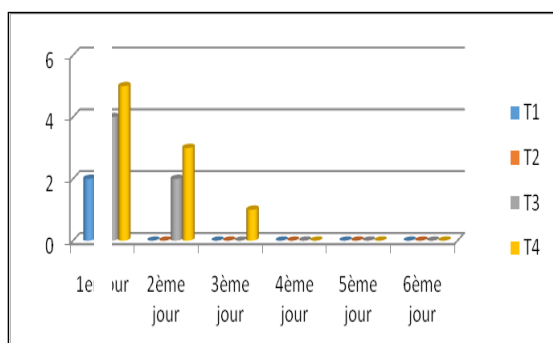
Les observations dans les propagateurs ont porté sur les paramètres liés à la prolifération des pucerons. Elles ont été réalisées sur toutes les plantes de chaque traitement. Il s'agit de : (i) Nombre de jours pour la survie des pucerons (il a été obtenu au moyen d'une loupe en comptant le nombre de pucerons sur les plants porteurs de la colonie des pucerons); (ii) Nombre de jours de colonisation des plants par les pucerons (il a été obtenu par comptage direct et

journalier des colonies des pucerons sur les plants à l'aide de loupe); (ii) Durée de vie des pucerons dans le bac (elle correspond au nombre de jours écoulés depuis la mise en bac des plants jusqu'à la mort des pucerons « lorsque la moitié des pucerons de la colonie meure sur un plan »); (iv) Nombre de plants colonisés (il a été obtenu par un comptage manuel direct de nombre de plants colonisés); (v) Taux de colonisation (en %) (il a été déterminé une semaine après la mise en bac en multipliant le nombre de pieds colonisés par 100, divisé par le nombre total de plants sains installés autour des pieds colonisateurs).

### 3. RESULTATS

#### 3.1. Évolution de survie des colonies de pucerons dans les propagateurs

Les résultats sur le nombre de jours de survie des pucerons dans les propagateurs sont présentés dans la figure 2.



**Figure 2.** Évolution de survie des colonies des pucerons.

**Légende :** Les traitements appliqués sont : T1 (1 pied colonisateur); T2 (2 pieds colonisateurs); T3 (3 pieds colonisateurs) et T4 (4 pieds colonisateurs).

La lecture de la figure 2 montre que les colonies de pucerons étaient éteintes au bout de quatre jours dans le bac constamment fermé et non humidifié. Par contre, dans le bac fréquemment humidifié avec de l'eau à travers l'ouverture du film plastique toutes les quatre heures et jusqu'au sixième jour, certaines colonies de pucerons subsistaient encore. La durée de vie des pucerons dans le bac non humidifié était d'environ quatre jours et de plus de six jours dans le bac fréquemment humidifié.

#### 3.2. Nombre de jours de colonisation de plantules par les pucerons dans les propagateurs

Les résultats relatifs à la colonisation des plantules dans les propagateurs sont présentés dans le tableau 2 ci-dessous.

**Tableau 2.** Nombre de pieds colonisés dans chaque bac (humidifié et non humidifié)

Traitements (pieds colonisateurs)	Bac I (non humidifié)						Bac II (fréquemment humidifié)						
	1 <sup>er</sup> jour	2 <sup>ème</sup> jour	3 <sup>ème</sup> jour	4 <sup>ème</sup> jour	5 <sup>ème</sup> jour	6 <sup>ème</sup> jour	1 <sup>er</sup> jour	2 <sup>ème</sup> jour	3 <sup>ème</sup> jour	4 <sup>ème</sup> jour	5 <sup>ème</sup> jour	6 <sup>ème</sup> jour	Tot al
T1	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	5
T2	0	0	0	0	0	0	2	0	1	3	0	0	6
T3	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1	1	0	8
T4	0	0	0	0	0	0	2	3	1	1	0	2	9
Total plants colonisés	0	0	0	0	0	0	5	7	7	6	1	2	28

**Légende :** T1 : un pied colonisateur c'est-à-dire un pied des plants de bananier portant de colonie des pucerons, T2 : deux pieds colonisateurs, T3 : trois pieds colonisateurs, T4 : quatre pieds colonisateurs. Les chiffres indiquent le nombre de pied colonisé en différents jours autour de chaque traitement.

Les résultats du tableau 2 montrent qu'il n'y a pas eu de colonisation par les pucerons de pieds des plants de bananier dans le bac non humidifié. Par contre, dans le bac fréquemment humidifié, il a été constaté pendant six jours d'observation que le nombre de plants de bananier colonisés par les pucerons a varié entre 5 (T1) et 9 (T4). Au total, 28 plants sur 48 ont été colonisés, soit un taux de colonisation de 58,3 %. La colonisation a débuté dès le premier jusqu'au sixième jour. Les traitements T3 et T4 ont montré une colonisation des plants seulement vers le cinquième et le sixième jour. Il est clair que plus le nombre de pieds portant de colonies des pucerons est élevé, plus remarquable est la colonisation.

### 4. DISCUSSION

Les résultats obtenus dans cette étude ont montré que le propagateur fermé et non humidifié ne favorise pas la prolifération des pucerons mais le propagateur humidifié et fréquemment ouvert la favorise. Ainsi, aucun plant de bananier n'a été colonisé par les pucerons dans le bac non humidifié. Par contre, dans le bac fréquemment humidifié et ouvert, la colonisation des plants de bananier par les pucerons a commencé dès le premier jour jusqu'au sixième jour d'observation. Dans ce bac, 28 plants de bananier sur 48 ont été colonisés, soit un taux de colonisation de 58,3 %. Les résultats de cette étude sont en harmonie avec ceux de Bianchi *et al.* (2006) qui dans leur recherche sur le contrôle biologique ont trouvé des résultats similaires pour les ravageurs de cultures en milieu semi-naturel.

Par ailleurs, Winder *et al.* (2001), Roschewitz *et al.* (2005) et Rand & Tschardtke (2007) ont constaté qu'un paysage complexe favorise l'établissement des pucerons. Ces habitats naturels sont temporellement plus favorables et peuvent constituer des zones de refuge contre les perturbations des sites d'hivernation et de sources alternatives de nourriture (Tschardtke *et al.*, 2007); Kumar *et al.*, 2011). Pour Gilbert *et al.* (2009), il existe un manque



d'informations sur la répartition et l'écologie des pucerons, eux-mêmes, au sein des paysages agricoles ainsi des milieux semi-contrôlés.

La présence des colonies de pucerons dans les bacs de propagation serait liée à la température. En effet, lors de l'essai dans le bac fréquemment humidifié, la température moyenne a oscillé entre 30 et 49 °C et l'humidité relative était supérieure à 93 %. Par contre, dans le bac constamment fermé et non humidifié (bac I), sauf lors de l'arrosage des plantules, la température moyenne a varié entre 33 et 55 °C et l'humidité relative dans ce bac était de 100 % durant toute la période de l'essai. A cet effet, les résultats de la présente étude ont montré une influence positive de la température sur la prolifération des pucerons dans le bac humidifié mais pas dans le bac non humidifié.

Les résultats sur la survivance de pucerons dans les conditions de macropropagation ont révélé que les pucerons ne résistent pas aux températures élevées régnant dans le propagateur (surtout en saison pluvieuse). Les paramètres de température mesurés au niveau du germe et à l'extérieur, à la station météorologique, ont indiqué que les valeurs les plus élevées de température ont été enregistrées au niveau du germe. Au cours des essais réalisés pendant les saisons pluvieuses (chaudes), la température ambiante dans l'enceinte du propagateur a pu atteindre une moyenne de 50 °C de plus que celle enregistrée dans les conditions extérieures (27,4 °C). Ces résultats sont similaires à ceux de Kwa (2003) et Diab Al Hassan (2012) qui ont souligné aussi que la température élevée influence positivement la production de plantules. Il convient de signaler ici que la température élevée observée au niveau du propagateur n'a pas seulement d'influence sur le taux de prolifération de plantules mais constitue aussi un moyen de contrôle des agents vecteurs, à l'occurrence le puceron.

Les résultats de cette étude permettent de mettre en évidence une corrélation entre l'abondance des pucerons et la température. La corrélation entre la température douce et la colonisation des pucerons montre que la température du milieu ambiant influence leur dissémination. Mais, dans les deux bacs (propagateurs), les pucerons ne colonisent pas de manière similaire. L'étude a également montré que l'abondance de pucerons dans le deuxième bac (humidifié) a été associée à la température basse. En effet, les milieux semi-contrôlés (bac de macropropagation) sont des facteurs clés dans la détermination de la pression des ravageurs (Winder *et al.*, 2005). De façon globale, le rôle des bacs de macropropagation, peut se traduire par un fonctionnement de type milieu hostile pour les populations de ravageurs comme les pucerons suite par la température élevée qu'il héberge. Ainsi, l'augmentation de la température dans les milieux

semi-contrôlés semble avoir une influence négative sur la dissémination des pucerons.

## 5. CONCLUSION

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'effet colonisateur des pucerons dans la chambre de macropropagation du bananier constituée de deux types de propagateurs : le premier non humidifié et fermé et le second humidifié et ouvert.

Les résultats obtenus ont montré que la durée de vie des pucerons dans le bac non humidifié et fermé était d'environ de quatre jours alors qu'elle était de plus de six jours dans le bac fréquemment humidifié et ouvert. Aucun plant de bananier n'a été colonisé par les pucerons dans le bac non humidifié. Par contre, dans le bac fréquemment humidifié et ouvert, la colonisation des plants de bananier par les pucerons a commencé dès le premier jour jusqu'au dernier jour d'observation (6<sup>ème</sup> jour). Dans ce bac, 28 plants de bananier sur 48 ont été colonisés, soit un taux de colonisation de 58,3 %.

Ainsi, les études ultérieures sont cependant nécessaires en vue de répéter l'expérience au cours de la saison sèche et de déterminer température optimale dans le chambre de macropropagation capable d'inhiber le développement des pucerons.

## Remerciements

Les auteurs adressent leur gratitude à l'Académie de Recherche et d'Enseignement Supérieur (ARES, Belgique/PAH-2015 ARES/UNIKIN) et au Bioversity International pour l'appui financier apporté à la réalisation de cette recherche.

## Références

- Anhait MD. & Almeida RPP., 2008. Effect to Temperature, vector Life stage, and Plant Access Period on Transmission of Banana bunchy top virus to Banana. *American Phytopathological Society*, 98, 743-746.
- Bangata Bithanyi Mbunzu, Ngenelo Ngenbu & Mobambo Kitume Ngongo, 2019. Evaluation du potentiel de prolifération d'explants de différentes dimensions de bananier plantain (*Musa sp. cv. AAB*) par la macropropagation en conditions semi-contrôlées. *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, 2(2), 25-31.
- Bangata BM., Mobambo KN., Kasongo M., Shungu D., Vuvu K., Vangu P., Omondi A. & Staver C., 2018. Evaluation du potentiel prolifératif de six cultivars de bananier (cv. AAB, ABB, et AAA) par macropropagation en République Démocratique du Congo. *Journal of Applied Biosciences*, 127, 12785 - 12793.
- Bianchi FJJA., Booj CJH. & Tschamtk T., 2006. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings of the Royal Society*, 273, 1715-1727.

- Diab Al Hassan, 2012. *Rôle du paysage sur la répartition et l'abondance des pucerons et de leurs prédateurs carabiques*. Thèse de doctorat, Biodiversité et Ecologie. Université de Rennes1. 202 p.
- Gilabert A., Simon JC., Mieuze L., Halkett F., Stoeckel S., Plantegenest M. & Dedryver CA., 2009. Climate and agricultural context shape reproductive mode variation in an aphid crop pest. *Molecular Ecology*, 18, 3050-3061.
- Hashemi SM., Hosseini SM. & Damalas CA., 2009. Farmers competence and training needs on pest management practices: Participation in extension workshops. *Crop Protection*, 28, 934-939.
- Kumar LP., Hanna R., Alabi OJ., Soko MM., Oben TT., Vangu GHP. & Naidu RA., 2011. Banana bunchy top virus in Sub-Saharan Africa: Investigations on virus distribution and diversity. *Virus Res.*, 159, 171-182.
- Kwa M., 2003. Activation de bourgeons latents et utilisation de fragments de tige du bananier pour la propagation en masse de plants en conditions horticoles *in vivo*. *Fruits*, 58(6), 315-328.
- Kwa M., 2009. *La culture et la multiplication des plants de bananier (Musa sp.)*, Connaissances et techniques de base, CARBAP, RD Congo, 13 p.
- Mau RFL., Kessing JLM., Tenbrink VL. & Hara AH., 2000. *Pentalonia nigronervosa* (Coquerel). *Crop Knowledge*. Master, University of Hawaii, 3 p.
- Minengu JDD., 2014. *Etude des possibilités de culture de Jatropha curcas L. dans la région de Kinshasa en République Démocratique du Congo (RDC)*. Thèse de Doctorat. Université de Liège – Gembloux Agro-Bio Tech (Belgique), 178 p.
- Mukwa FTL., 2016. *Banana (Musa spp.) viruses newly identified in Democratic Republic of Congo: Occurrence, Epidemiology and Genetic diversity*. Thèse de Doctorat, Université Catholique de Louvain, Faculté des Sciences Agronomiques, Ingénierie Biologique et Environnementale, Bruxelles, 169 p.
- Oerke EC. & Dehne HW., 2004. Safeguarding production-losses in major crops and the role of crop protection. *Crop Protection*. 23, 275-285.
- Rand AT. & Tschamtk T., 2007. Contrasting effects of natural habitat loss on generalist and specialist aphid natural enemies. *Oikos*. 116, 1353-1362.
- Roschewitz I., Gabriel D., Tschamtk T. & Thies C., 2005. The effects of landscape complexity on arable weed species diversity in organic and conventional farming. *Journal of Applied Ecology*, 42, 873-882.
- Thomas MB., 1990. *The effect of man-made grassy habitats for enhancing carabid populations in arable land*. In: *The Role of Carabid Beetles in Ecology and Environmental Studies* (Ed. by N.E. Stork), 77-86. Intercept, Andover, Hampshire.
- Tilman D., Cassman KG., Matson PA., Naylor R. & Polasky S., 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418, 671-677.
- Tschamtk T., Bommarco R., Clough Y., Crist TO., Kleijn D., Rand TA., Tylianakis JM., Nouhuys S. & Vidal S., 2007. Conservation biological control and enemy diversity on a landscape scale. *Biological Control*, 43, 294-309.
- Van Emden HF. & Harrington R., 2007. *Aphids as Crop Pests*. CABI, Wallingford, Oxford, UK., 468 p.
- Völkl W., Stechmann DH. & Sary P., 1990. Suitability of five species of Aphidiidae (Hymenoptera) for the biological control of the banana aphid *Pentalonia nigronervosa* Coq. (Homoptera, Aphididae) in the South Pacific. *Tropical Pest Management*, 36 (3), 249-257.
- Winder L., Alexander CJ., Holland JM., Woolley C. & Perry JN., 2001. Modelling the dynamic spatio-temporal response of predators to transient prey patches in the field. *Ecology Letters*, 4, 568-576.
- Winder L., Griffiths GJK., Perry JN., Alexander CJ., Holland JM., Kennedy PJ. & Birt A., 2005. The role of large-scale spatially explicit and small-scale localized processes on the population dynamics of cereal aphids. *Bulletin of Entomological Research*, 95, 579-587.
- Winder L., Perry JN. & Holland JM., 1999. The spatial and temporal distribution of the grain aphid *Sitobion avenae* in winter wheat. *Entomologia experimentalis et applicata*, 93, 275-288.