

Dynamique des populations du puceron *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) sur le cotonnier en conditions de fertilisation minérale et rhizobacteriologique

G.D. Fayalo^{1, 2}, A. Aouco¹ & T.B.C. Alavo^{1*}

Keywords: Aphids- *Aphis gossypii*- Rhizobacteria- *Bacillus amyloliquefaciens*- Crop protection- Benin

Résumé

Pour améliorer le rendement agricole, on est amené à établir des programmes de fertilisation des sols et de protection phytosanitaire souvent basés essentiellement sur l'utilisation des intrants chimiques. Cependant, l'utilisation des engrais chimiques peut entraîner la dégradation des sols et favorise le développement des insectes ravageurs piqueurs-suceurs. Il est donc nécessaire de rechercher des méthodes de fertilisation alternatives qui permettraient de limiter la prolifération des insectes. La rhizobactérie *Bacillus amyloliquefaciens* est connue comme bio-fertilisant. Le présent travail vise à évaluer la dynamique des populations du puceron *A. gossypii* Glover sur le cotonnier en fonction du matériel de fertilisation utilisé, à savoir la souche de *B. amyloliquefaciens* FZB 42 et l'engrais minéral (NPKSMgB: 21-17-10-4,5-3,5-0,75). A cet effet, trois variantes ont été testées: trempage des semences dans la suspension de la rhizobactérie, application de NPKSMgB et un témoin (sans apport de fertilisant). Les résultats ont montré que les cotonniers fertilisés avec de l'engrais minéral ont de façon significative attiré plus de pucerons que les plantes fertilisées avec *B. amyloliquefaciens*. Sur la base de ces résultats et de données obtenues dans d'autres essais menés en plein champ qui montraient un effet positif de l'application de *B. amyloliquefaciens* sur le rendement du cotonnier, on peut conclure que l'utilisation de cette rhizobactérie peut constituer une solution intéressante pour la fertilisation du cotonnier.

Summary

Population dynamics of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) on cotton under mineral and rhizobacteria fertilization conditions

The intensive use of chemical fertilizers might lead to soil degradation and promotes the proliferation of sucking insect pests. It is therefore necessary to look for alternative crop fertilization system enabling reduction of such insect pests' proliferation. The rhizobacterium *Bacillus amyloliquefaciens* is known as bio-fertilizer. The present work aimed at assessing the population dynamics of the aphid *Aphis gossypii* Glover on cotton based on different fertilization treatments, namely: *B. amyloliquefaciens* FZB42 and mineral fertilizers (NPKSMgB: 21-17-10-4, 5-3, 5-0,75). Three treatments were tested: soaking cotton seeds in the rhizobacterium suspension, application of mineral fertilizers, and control (no fertilizer). The results showed that the cotton plants fertilized with NPKSMgB attracted significantly more aphids than plants which were fertilized with *B. amyloliquefaciens* FZB 42. Based on these results and data obtained in other trials in the field that showed a positive effect of the application of *B. amyloliquefaciens* on cotton yield, one can conclude that the use of this bacterium may be an interesting solution for fertilizing cotton crops.

¹ Université d'Abomey Calavi, Laboratoire d'Entomologie Appliquée, Faculté des Sciences et Techniques, Godomey, Bénin.

² Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, Centre de Recherches Agricoles – Coton et Fibres, Godomey, Bénin.

*Auteur correspondant: Email: thieryalavo@hotmail.com

Introduction

Le puceron *Aphis gossypii* Glover est un insecte piqueur-suceur polyphage très répandu dans les régions chaudes du monde. De par sa reproduction rapide (par parthénogenèse), cet insecte ravageur se rencontre en nombre impressionnant sur plusieurs cultures. *A. gossypii* occasionne la déformation du feuillage tout en produisant du miellat sur lequel se développe une fumagine; il transmettrait une cinquantaine de virus (3).

Au Bénin, les programmes de fertilisation du cotonnier sont exclusivement minéraux et recommandent l'utilisation annuelle d'environ 200 kg/ha d'engrais NPKSMgB. Ces programmes de fertilisation en plus d'être onéreux pourraient favoriser la prolifération des pucerons du fait de l'augmentation de la teneur en azote des plantes qu'ils induisent. Une concentration élevée en azote accélère en effet la multiplication de ces insectes (9, 10, 16). Il est donc nécessaire de mettre au point un système de fertilisation qui permettrait de réduire la vulnérabilité des plantes par rapport à ces insectes ravageurs.

On trouve les bactéries dans le sol, à raison de 6.10^8 cellules/g en moyenne. Avec un poids vif d'environ 10.000 kg/ha (5), les bactéries représentent les microorganismes les plus fréquents dans les échantillons de sol. Les espèces de bactéries les plus fréquemment isolées des échantillons de sol appartiennent au genre *Bacillus* (7).

Déjà en 1897, un biofertilisant rhizobactériologique a été commercialisé sous le nom de 'Alinit' par la compagnie allemande Bayer AG pour l'inoculation des céréales. Ce produit était composé de spores d'une bactérie connue aujourd'hui sous le nom de *Bacillus subtilis*. L'utilisation d'Alinit a permis d'obtenir une augmentation de 40% du rendement des céréales. Au milieu des années 90, on a commencé par utiliser massivement *Bacillus subtilis* aux Etats-Unis pour le traitement des semences sur plus de 2 millions d'hectares (4).

B. subtilis FZB24® est commercialisé en Allemagne depuis 1999 et est utilisée principalement pour le traitement des semences de pomme de terre. *B. subtilis* FZB24® s'établit à titre provisoire dans la rhizosphère de la plante cultivée.

De nombreux travaux ont décrit les mécanismes d'action bénéfique de cette souche sur la plante cultivée (7,8,19).

Des travaux conduits sur le cotonnier au Tadjikistan ont révélé que l'inoculation des semences du cotonnier avec *B. subtilis* FZB 24® a permis d'obtenir un rendement similaire à ce qu'on obtient avec une fertilisation minérale complète (18). RhizoVital® 42 I est un produit naturel contenant des spores de la rhizobactérie *Bacillus amyloliquefaciens* FZB 42, un microorganisme non pathogène qui existe naturellement dans les sols.

Cette rhizobactérie stimule la croissance des plantes et augmente la tolérance au stress abiotique et le rendement des plantes (1). Au Bénin, l'effet de *B. amyloliquefaciens* FZB 42 combinée avec des doses réduites d'engrais minéraux pour la fertilisation du cotonnier a été étudié. Les résultats ont montré que, combinée à 50% de la dose d'engrais minéraux recommandée, cette rhizobactérie permet d'obtenir un rendement en coton-graine comparable à celui obtenu en conditions de fertilisation minérale pleine (2).

La présente étude vise à évaluer la dynamique des populations du puceron *A. gossypii* Glover sur le cotonnier, sous l'effet de l'application de la rhizobactérie *B. amyloliquefaciens* FZB42 et d'engrais minéraux, en vue de déterminer si la fertilisation basée sur l'utilisation de cette rhizobactérie permettrait de limiter la prolifération de ce ravageur.

Matériel et méthodes

Milieu d'étude

Les travaux ont été conduits à la station expérimentale de la Faculté des Sciences Agronomiques (Université d'Abomey-Calavi) (06° 24'N, 02° 20'E). Le climat dans la zone d'étude est de type subéquatorial et caractérisé par deux saisons de pluies et deux saisons sèches.

Application du biofertilisant *Bacillus amyloliquefaciens* et d'engrais minéraux

Le matériel végétal utilisé est le cotonnier (*Gossypium hirsutum*) (variété H279-1). Les plants ont été cultivés dans des pots de sept litres de volume arrosés régulièrement pour éviter l'apparition de stress hydrique.

Trois variantes ont été testées, à savoir:

- trempage des semences dans la suspension de la rhizobactérie *B. amyloliquefaciens*,
- fertilisation avec de l'engrais minéral composé (NPKSMgB: 21-17-10-4,5-3,5-0,75) et
- le témoin (sans apport de fertilisant).

L'essai a été réalisé selon un dispositif expérimental en blocs aléatoires complets (blocs de Fisher) avec 6 blocs composés chacun de 12 plants. Pour pouvoir tirer des conclusions fiables, cet essai a été répété 3 fois dans le temps; le semis a eu lieu respectivement le 16 juillet, le 14 novembre et le 3 décembre 2013 pour la première, deuxième et troisième répétition.

Nous avons utilisé la souche FZB 42 de la rhizobactérie *B. amyloliquefaciens* (formulation commerciale dénommée "*Rhizo Vital*") (ABITEP GmbH, Allemagne). "*Rhizo Vital*" est un produit contenant $2,5 \cdot 10^{10}$ cfu /ml.

Pour réaliser les essais, les semences ont été traitées avec la suspension de rhizobactéries à la concentration de 10^7 spores/ml.

Pour ce faire, 10 ml de '*RhizoVital*' ont été dilués dans 1 L d'eau potable. Les semences ont été trempées dans la préparation ainsi obtenue pendant 30 min puis séchées à l'ombre durant 15 minutes, avant d'être semées aussitôt après.

Quant aux engrais minéraux, ils ont été appliqués 3 fois, à intervalles de 10 jours à raison de 5 g de granulés par pot et par application.

A cet effet, 5 g de granulés d'engrais minéraux ont été dissous dans un litre d'eau et la solution ainsi obtenue a été appliquée au pied de la plante. La première application d'engrais a eu lieu 14 jours après semis.

La composition chimique de l'engrais utilisé est la suivante:

N (21%): P_2O_5 (17%): K_2O (10%): S (4,5%): MgO (3,5%): B_2O_3 (0,75%).

Cet engrais est fabriqué par la firme YARA (France) et est commercialisé au Bénin pour la production cotonnière.

Détermination de la dynamique des populations d'*Aphis gossypii* sur les plants expérimentaux

Pour déterminer la dynamique des populations des pucerons, nous les avons comptés un à un sur chaque plant tous les trois jours ($n = 72$ pour chaque traitement).

On arrête ces observations au moment où les populations de pucerons deviennent trop denses et difficiles à compter. Cela se produit en général 26 jours après le semis.

Analyse statistique

Pour l'analyse statistique des données, nous avons réalisé des tests non paramétriques (Mann-Whitney test), étant donné que les résultats ne remplissent pas les critères pour subir les tests paramétriques (ANOVA).

Le seuil de signification utilisé était de 5%. Le progiciel de statistique SPSS version 16.0 a été utilisé.

Résultats

Dynamique des populations d'*Aphis gossypii* au cours de la première répétition

La figure 1 montre l'évolution des populations du puceron *A. gossypii* selon les variantes testées. La densité des pucerons a augmenté rapidement au niveau de la variante "NPK" (engrais minéraux) et a atteint un nombre moyen de 128,99 individus par plant au 24^{ème} jour après semis, contre respectivement 31,64 et 49,06 individus par plant au niveau des variantes "*Bacillus*" (bio-fertilisant) et "*Témoin*" (sans traitement).

A la fin de l'expérience, le nombre moyen de pucerons par plant se chiffre respectivement à 50,71; 104,82 et 40,82 individus pour les variantes "*Témoin*", "NPK" et "*Bacillus*".

L'analyse statistique a révélé qu'il y a une différence significative au seuil de 5% entre les trois variantes.

Dynamique des populations d'*A. gossypii* au cours de la deuxième répétition

Les résultats obtenus au cours de la deuxième répétition de l'essai sont présentés dans la figure 2.

Au niveau de la variante "NPK" les pucerons se sont rapidement multipliés et leur nombre a atteint une moyenne de 74,27 par plant à la fin de l'essai. Au niveau des autres variantes, la densité des pucerons a lentement augmenté pour atteindre, à la fin de l'essai, une moyenne de 6,5 et 24,33 individus par plant, respectivement pour les variantes "*Témoin*" et "*Bacillus*".

L'analyse statistique des données a révélé qu'il y a une différence significative au seuil de 5% entre les trois variantes.

Dynamique des populations d'*A. gossypii* au cours de la troisième répétition

Les résultats obtenus ici sont présentés dans la figure 3.

Comme dans le cas des deux premières répétitions, les pucerons se sont rapidement multipliés au niveau de la variante "NPK" et leur nombre a atteint une moyenne de 96,73 par plant à la fin de l'essai.

Au niveau des autres variantes, la densité des pucerons a lentement augmenté pour atteindre au dernier jour de l'essai une moyenne de 32,06 et 6,56 individus par plant, respectivement pour les variantes "*Témoin*" et "*Bacillus*".

L'analyse statistique des données a révélé qu'il y a une différence significative au seuil de 5% entre les trois variantes.

Discussion

La présente étude a montré que pour les trois répétitions dans le temps de l'essai, les plants traités avec la rhizobactérie *B. amyloliquefaciens* FZB42 ont attiré considérablement moins de pucerons que les plants ayant été fertilisés avec de l'engrais minéral. D'après Strong *et al.* (16), l'azote serait la principale composante des tissus d'une plante qui soit essentielle aux espèces d'insectes piqueurs-suceurs. De même, Leclant (9) et Maltais (10) ont montré que l'azote contenu dans la sève est nécessaire à la croissance et à la reproduction des pucerons. Il est donc probable que les plants ayant reçu l'engrais minéral (NKPSMgB) ont une sève plus riche en azote. En conséquence, les pucerons se sont moins multipliés sur les plants traités avec la rhizobactérie *B. amyloliquefaciens* FZB42 probablement parce que leur sève contient moins d'azote et serait donc peu favorable à la reproduction de ces insectes.

Dans la troisième répétition de l'essai, la densité des pucerons est considérablement moins élevée dans la variante '*Bacillus*' en comparaison au '*Témoin*'. Au cours de cette répétition, nous avons observé un nombre important de larves et d'adultes de coccinelles du genre *Cheilomenes* dans un bloc de la variante '*Bacillus*'. Nous pensons que la faible densité des pucerons dans cette variante est due à la présence des coccinelles dans ce bloc.

En effet, *Cheilomenes* spp. est un genre de coccinelle connu comme prédateur des pucerons dans les régions tropicales; ces espèces de coccinelle pouvant consommer une cinquantaine de pucerons par jour (12-15).

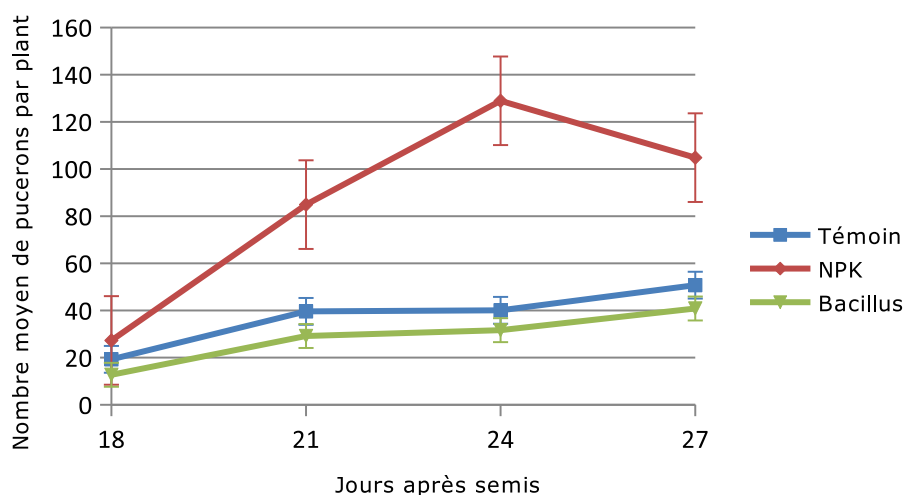


Figure 1: Dynamique des populations d'*Aphis gossypii* dans les variantes testées au cours de la première répétition (semis le 16 juillet 2013- n=72 pour chaque point) (Barre d'erreur= Erreur standard).

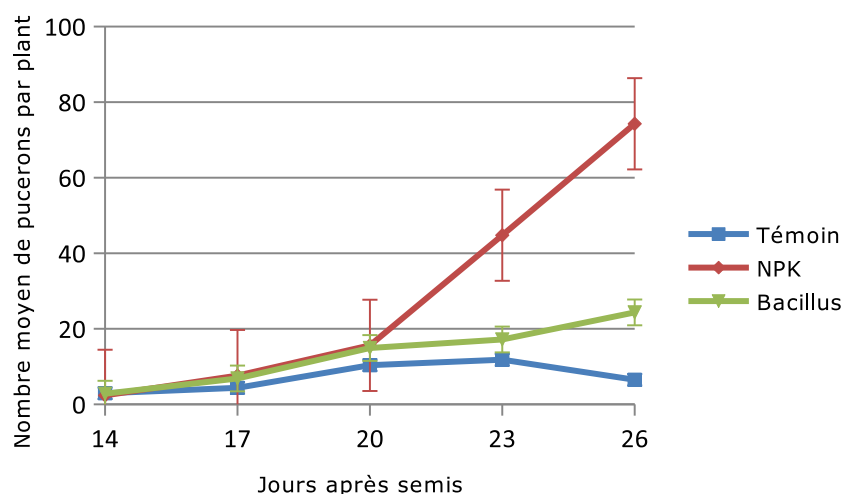


Figure 2: Dynamique des populations d'*Aphis gossypii* dans les variantes testées au cours de la deuxième répétition (semis le 14 novembre 2013- n=72 pour chaque point) (Barre d'erreur= Erreur standard).

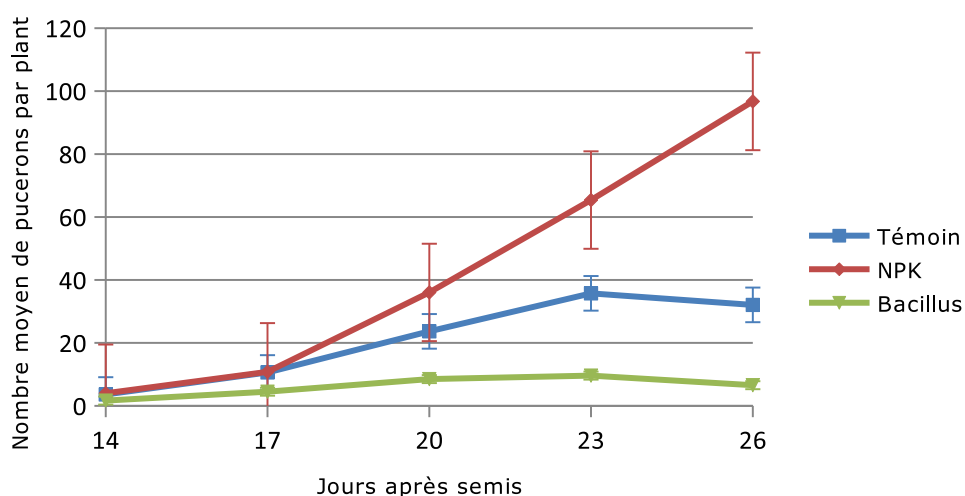


Figure 3: Dynamique des populations d'*Aphis gossypii* dans les variantes testées au cours de la troisième répétition (semis le 3 décembre 2013- n=72 pour chaque point) (Barre d'erreur= Erreur standard).

Des essais menés au champ ont montré qu'en plus d'être peu favorable à la prolifération des pucerons, la rhizobactérie *B. amyloliquefaciens* FZB42 permettait d'améliorer le rendement en coton-graine.

En effet, dans une étude qui visait à comparer l'effet de cette rhizobactérie avec celui du compost dans un système de production de coton biologique, on a pu obtenir une augmentation de rendement en coton graine de l'ordre de 39% au niveau des plants traités avec *B. amyloliquefaciens* FZB42 (5).

De plus, la combinaison de la rhizobactérie avec une dose réduite d'engrais minéraux a également permis d'obtenir un rendement en coton-graine comparable à celui de la fertilisation minérale pleine (2,11).

Conclusion

La rhizobactérie *B. amyloliquefaciens* FZB 42 constitue un moyen non seulement de fertilisation du cotonnier mais aussi de gestion intégrée des pucerons. Elle peut être utilisée pour la production de coton biologique mais aussi servir pour la réduction des doses d'engrais minéraux en production cotonnière classique.

Références bibliographiques

1. ABITEP GmbH, 2015, *RhizoVital*® 42 l. *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42 liquid a plant growth-promoting rhizobacteria. <http://www.abitep.de>. Consulté le 27/03/2015
2. Aboudou M.A., 2014, *Utilisation de la rhizobactérie Bacillus amyloliquefaciens et de l'huile de colza pour la production cotonnière au Nord-Bénin: Impact sur l'entomofaune*. Mémoire de Master en Entomologie Appliquée. Université d'Abomey-Calavi, Bénin. 41.
3. Appert J. & Deuse J., 1982, *Les Ravageurs des cultures vivrières et maraîchères sous les tropiques*. Edition G. P. Maisonneuve et Larose. ISBN. Paris, France. 2-7068-0814-4. 137-138.
4. Backmann P.A., Brannen P.M. & Mahaffe W.F., 1994, *Plant response and disease control following seed inoculation with Bacillus subtilis*. In: Improving plant productivity with Rhizosphere Bacteria, Ryder M. H. et al. (eds.), CSIRO Division of soils, Glen Osmond
5. Boukari S., 2011, *Biodiversité et dynamique des populations des ravageurs et des entomophages dans un système de production de coton biologique: impact sur le rendement en coton-graine*. Mémoire de Master en Entomologie Appliquée. Université d'Abomey-Calavi, Bénin. 40.
6. Islam A.A., Sarosh B. & Johan M., 2014, Improved heat stress tolerance of wheat seedlings by bacterial seed treatment, *Plant Soil*, **379**,337-350,
7. Kilian M., Steiner U., Krebs B., Junge H., Schmiedeknecht G. & Hain R., 2000, FZB24® *bacillus subtilis* - mode of action of a microbial agent enhancing plant vitality. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer* 1/00, **1**, 72-93.
8. Krebs B., Hoding B., Kubart S., Alemayehu M., Junge H., Schmiedeknecht G., Grosch R., Bochow H. & Hevesi M., 1998, Use of *Bacillus subtilis* as biocontrol agent. I. activities and caraterization of *Bacillus subtilis* strains, *Z. Pflanzenkh. Pflanzenschutz*, **105**, 181-197.
9. Leclant F., 1982, *Les effets nuisibles des pucerons sur les cultures*. In journée d'étude et d'information sur les pucerons des cultures, Association de coordination technique agricole (A.C.T.A), Paris, 37-56.
10. Maltais J.B., 1951, The nitrogen content of different varieties of peas as a factor affecting infestations by *Macrosiphum pisi* (Kltb.) (Homoptera: Aphididae). A preliminary report, *The Can. Entomol.*, **83**, 02, 29-33.
11. Monir M.E.H., Bochow H. & Junge H., 2012, The biofertilising effect of seed dressing with PGPR *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42 combined with two levels of mineral fertilising in African cotton production, *Arch. Phytopathol. Plant Prot.*, DOI:10.1080/03235408.2012.67325.

12. Ofuya T.I., 1986, Predation by *Cheilomenes vicina* (Coleoptera: Coccinellidae) on the cowpea aphid, *Aphis craccivora* (Homoptera: Aphididae): Effect of prey stage and density, *Bio Control*, **31**, 4, 331-335.
13. Ofuya T. I. 1995, Studies on the capability of *Cheilomenes lunata* (Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae) to prey on the cowpea aphid, *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: Aphididae) in Nigeria, *Agric. Ecosyst. Environ.*, **52**, 1, 35-38.
14. Pandi G.G., Bishwajeet P, Shah V. & Shankarganesh K., 2012, Feeding potential and biology of coccinellid predator *Cheilomenes sexmaculata* (Fabricius) (Coleoptera) on aphid hosts. *Indian J. Entomol.*, **74**, 4, 388-393.
15. Prabhakar A.K. & Roy S., 2010, Evaluation of the consumption rates of dominant coccinellid predators on aphids in North- East Bihar, *Bioscan.*, **5**, 3, 491-493.
16. Strong D.R., Lawton J.H. & Southwood R., 1984, Insect of plant community pattern and mechanisms. Black well scientific publications. Oxford. 313.
17. Wedad A.K., Mohammed E.O., Mohammed N.O, Islam A.A., Sarosh B. & Johan M., 2013, Control of Drought Stress in Wheat Using Plant-Growth-Promoting Bacteria, *J. Plant Growth Regul.*, **32**, 122-130.
18. Yao A.V., Bochow H., Karimov S., Boturov U., Sanginboy S. & Sharipov A.K., 2006, Effect of FZB 24 *Bacillus subtilis* as biofertilizer on cotton yields in field tests, *Arch. Phytopathol. Plant Pathol.*, **39**, 4, 323-328.
19. Zimmer J., Issoufou I., Schmiedeknecht G. & Bochow H., 1998, Population dynamics of *Bacillus subtilis* as biocontrol agent Under controlled conditions, *Med. Fac. Lan.*, **29**, 17-26.

G.D. Fayalo, Béninois, Ingénieur agronome, Responsable des activités Agronomiques de Antenne Nord CRA-CF/ INRAB, Université d'Abomey Calavi, Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire d'Entomologie Appliquée, Godomey, Bénin.

A. Aouco, Béninoise, Master, Université d'Abomey Calavi, Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire d'Entomologie Appliquée, Godomey, Bénin.

T.B.C. Alavo, Béninois, Ph.D., Assistant Professeur, Université d'Abomey Calavi, Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire d'Entomologie Appliquée, Godomey, Bénin.