



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Etude de l'efficacité de la poudre d'*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh sur *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) et *Tribolium castaneum* (Herbst) ravageurs du sorgho stocké au Sénégal

Fatou WELLE^{1,2,3*}, Momar Talla GUEYE¹, Ibrahima SARR², Aïssatou Kam SARR⁴,
Papa Seyni CISSOKHO⁴, Karamoko DIARRA³ et Boubacar BALDE²

¹Institut de Technologie Alimentaire, Laboratoire des Analyses Phytosanitaires, BP 2765, Dakar, Sénégal

²Institut Sénégalais de Recherches Agricoles; CNRA Bambey, BP 53 Diourbel, Sénégal.

³Université Cheikh Anta Diop, Faculté des Sciences et Technique, Département de Biologie Animale, BP 5005, Dakar, Sénégal.

⁴Université Gaston Berger, UFR Sciences Agronomiques de l'Aquaculture et des Technologies Alimentaires, BP 234 Sanar, Saint-Louis.

*Auteur correspondant, E-mail: drfatouwelle@gmail.com; Tél : (+221)709192748.

Received: 11-03-2022

Accepted: 23-06-2022

Published: 30-06-2022

RESUME

Le sorgho est l'une des céréales les plus importantes pour la subsistance des populations en Afrique subsaharienne. Malgré son importance, sa conservation reste un problème à cause des insectes tels que *Sitophilus zeamais* et *Tribolium castaneum*. Les pesticides de synthèse constituent l'un des moyens les plus efficaces pour lutter contre ces ravageurs mais leur impact négatif sur l'environnement et la santé humaine requiert la recherche de méthodes alternatives. La poudre des feuilles sèches d'*Eucalyptus camaldulensis* a été testée au laboratoire contre *S. zeamais* et *T. castaneum* pour la conservation du sorgho. Cette poudre, à la granulométrie 0,3 mm, a été appliquée contre ces deux insectes à des doses croissantes de 1, 2, 3 et 4 g/100g. Toutes les doses et les témoins ont été répétées 3 fois. Pour chaque insecte, 12 individus adultes ont été utilisés avec un sexe ratio de 5 mâles pour 7 femelles. Des lots non traités et d'autres à l'actellic ont servi respectivement de témoin blanc et de référence. Un suivi de la mortalité des insectes a été effectué sur une durée de 14 jours après l'application du produit. Les émergences, les dégâts, et les pertes ont été suivis au bout d'un à trois mois. Les résultats ont révélé une efficacité des doses en particulier celles de 3 g et 4 g. Des mortalités de plus de 50% ont été notées avec la dose 4 g pour *S. zeamais*, et plus de 20% avec la dose 3 g pour *T. castaneum*, contre 100% pour l'actellic et 0% pour le témoin blanc. Les émergences ont évolué inversement à la mortalité. A la dose 4 g, on observe une très bonne efficacité pour induire la mortalité de *S. zeamais* qui s'est montré beaucoup plus sensible. Des dégâts de l'ordre de 20% sont enregistrés dans le témoin blanc après l'infestation de *S. zeamais*, et seulement 3% dès la dose de 3 g avec 3% de pertes. Pour *T. castaneum*, les dégâts sont de 13% avec 8% de pertes dans le témoin blanc et 2% de pertes avec la dose 4 g. La poudre d'*E. camaldulensis* s'est montrée efficace dans la conservation du sorgho contre *S. zeamais* et *T. castaneum*.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : sorgho, *Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum*, *Eucalyptus camaldulensis*, mortalité, pertes.

Study of the effectiveness of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh powder on *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) and *Tribolium castaneum* (Herbst) pests of stored sorghum in Senegal

ABSTRACT

Sorghum is one of the most important cereals for people subsistence in sub-Saharan Africa. Despite its importance, the storage remains a problem due to insects such as *Sitophilus zeamais* and *Tribolium castaneum*. Synthetic pesticides are one of the most effective means of controlling these pests, but their negative impact on the environment and human health required a research for alternatives. The *Eucalyptus camaldulensis* dried leaves powder has been tested in the laboratory against *S. zeamais* and *T. castaneum* for the storage of sorghum. This powder, with a particle size of 0.3 mm, was applied against these two insects at increasing doses of 1, 2, 3 and 4 g/100g. All doses and controls were repeated 3 times. For each insect, 12 adult individuals were used with a sex ratio of 5 males for 7 females. Untreated batches and others with actellic served as untreated and treated controls, respectively. Monitoring of insect mortality was carried out over a period of 14 days after application of the product. Emergence, damage, and losses were monitored after one to three months. The results revealed an effectiveness of the doses in particular those of 3 g and 4 g. Mortalities of more than 50% were noted with the 4 g dose for *S. zeamais*, and more than 20% with the 3 g dose for *T. castaneum*, against 100% for the actellic and 0% for the untreated control. Emergences evolved inversely to mortality. At the 4 g dose, very good efficacy has been observed in controlling *S. zeamais*, which was much more sensitive. A damage level of 20% has been recorded in the untreated control after the infestation by *S. zeamais*, and only 3% as soon as the dose of 3 g was reached with 3% losses. For *T. castaneum*, the damage was 13% with 8% losses in the untreated control and 2% losses with the 4 g dose. The powder of *E. camaldulensis* has been shown to be effective against *S. zeamais* and *T. castaneum* for the storage of sorghum.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Sorghum, *Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum*, *Eucalyptus camaldulensis*, mortality, losses.

INTRODUCTION

Le sorgho (*Sorghum bicolor*) est une céréale avec un large spectre d'utilité concernant toutes les parties de la plante et en particulier les grains dans l'alimentation humaine comme animale jusqu'à la biomasse énergétique. D'origine africaine, le sorgho occupe la cinquième place dans la production mondiale et la quatrième au Sénégal après le maïs avec 377 323 tonnes (ANDS, 2021).

Malgré son importance, ses rendements sont négligeables dans les pays en développement. Du fait des contraintes biotiques et abiotiques, la culture du sorgho ainsi que son stockage posent de nombreux problèmes, comme toutes autres céréales. Les insectes ravageurs des stocks tels que *Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum*, *Ephestia kuehniella*, *Rhyzopertha dominica* sont à l'origine d'importantes pertes sous les

tropiques et favorisent en outre la colonisation des stocks par des champignons producteurs de toxines à l'image d'*Aspergillus flavus* (Odhambo et al., 2013). L'importance des dégâts occasionnés justifie le recours à diverses méthodes de lutte parmi lesquelles la lutte chimique qui est la plus courante. Cependant, si ces produits sont pour la plupart, efficaces dans les conditions optimales d'utilisation, il reste que leur emploi intensif et incontrôlé présente d'énormes inconvénients (Salim, 2011).

Les pesticides de synthèse font des ravages en Afrique du fait de la méconnaissance des produits par les producteurs (Guèye, 2012). De plus, ils laissent des résidus toxiques sur les denrées alimentaires, ce qui pose des problèmes de santé publique, entre autres le cancer, la maladie de Hodgkin ou encore la leucémie

(HAL, 2018). En Afrique, la gestion des pesticides a connu un grand essor ces deux dernières décennies (Guèye, 2012).

La préservation de l'environnement étant devenue une préoccupation internationale majeure, il est nécessaire de trouver des méthodes alternatives pouvant satisfaire le producteur dans la gestion de ses récoltes tout en respectant l'environnement. A cet effet, de nombreux travaux sont entrepris ces dernières années au Sénégal pour proposer des solutions basées sur l'exploitation de la biodiversité en substitut aux pesticides chimiques à travers les plantes.

C'est dans ce cadre de recherche de méthodes de conservation plus harmonieuses avec l'environnement et la santé des populations que s'inscrit cette étude. L'objectif de ce travail été de déterminer l'efficacité de la poudre d'*E. camaldulensis* contre *S. zeamais*(Motschulsky) et *T. castaneum*(Herbst) pour la réduction des pertes post-récoltes du sorgho et pour l'amélioration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations.

MATERIEL ET METHODES

Matériel

Insectes

S. zeamais et *T. castaneum* ont été les deux insectes du groupe des coléoptères utilisés. Ils ont été obtenus d'un élevage en masse de souches parentales maintenues au laboratoire depuis au moins quatre générations dans les conditions ambiantes. Les élevages ont été effectués sur un substrat de sorgho dans des bocaux en verre à couvercle grillagé d'une capacité ou contenance d'un litre. Les adultes âgés de 48 h ont été utilisés pour les tests.

Matériel végétal : Sorgho et *Eucalyptus camaldulensis*

Avant chaque test, les grains de sorgho ont été séchés à la température ambiante du laboratoire (25°C) préalablement stockés dans des sacs plastiques au congélateur à une température de -4°C afin d'éviter toute infestation cachée. La variété 621A a été utilisée pour les tests. Elle est caractérisée par

une forme de panicule pyramidale et une couleur blanche des grains.

Les feuilles sèches d'*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh ont été mouluées puis tamisées grâce au refus de tamis 0,3 mm. La poudre obtenue a été testée au laboratoire pour la conservation du sorgho contre *Sitophilus zeamais* et *Tribolium castaneum*.

Méthodes

Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental était en bloc aléatoire complet randomisé composé de bocaux, de la poudre d'*E. camaldulensis* à une granulométrie de 0,3 mm à 4 doses (T1=1g ; T2=2g ; T3=3g ; T4=4g), 1 témoin blanc sans traitement (Te) et un témoin de référence traité avec l'actellic (Ta) à la dose recommandée de 50 g/100kg, soit 0,05 g/100g de grains de sorgho.

Chaque traitement a été répété 3 fois. Au total, 36 bocaux sont testés dont 18 pour chaque insecte. Les tests ont été évalués après une période de 1 et 3 mois de stockage.

Evaluation de la mortalité

Afin d'estimer l'efficacité des différents traitements, toutes les 24 heures les insectes morts ont été retirés des pots puis comptés. Le suivi a été fait sur 14 jours.

La formule d'Abbott (1925) est utilisée pour corriger la mortalité naturelle.

Evaluation de l'émergence des insectes

L'évaluation de l'émergence des deux insectes consistait à compter pour tous les traitements le nombre de descendants au bout d'un et de trois mois de stockage. Pour ce faire, le substrat, la poudre et les insectes ont été séparés à l'aide de tamis et le nombre d'insectes émergés a été décompté. Le nombre d'insectes émergés en un mois représente la différence entre le nombre total d'insectes présents dans le bocal au moment de l'évaluation et le nombre d'insectes rescapés après le suivi de la mortalité.

$$E = NT - NR$$

E= nombre d'émergences

NT= nombre total d'insectes

NR= nombre de rescapés

Celui de trois mois est égal à la différence entre le nombre total d'insectes présents dans le bocal après 3 mois au moment de l'évaluation et le nombre d'insectes total après 1 mois.

$$E_3 = NT_3 - NT_1$$

E_3 = nombre d'éclosions après trois mois de tests

NT_3 = nombre total d'insectes après 3 mois

NT_1 = nombre total d'insectes dans un bocal après un mois.

Estimation des dégâts et pertes

Le pourcentage des grains endommagés a été exprimé comme étant la proportion de grains endommagés pour la totalité de l'échantillon après un et trois mois de tests.

$$\text{Dégâts (\%)} = \frac{\text{Nombre de grains endommagés}}{\text{Nombre total de grains}} \times 100$$

La perte de poids des grains a été calculée par la formule de Pantenius (1988) :

$$\text{Pertes (\%)} = \frac{(E \times B) - (C \times D)}{E \times A} \times 100$$

A : le nombre total de grains de l'échantillon ;

B : le nombre de grains attaqués ; C : le nombre

de grains sains ; D : le poids de grains attaqué

et E : le poids de grains sains.

Traitement et analyse des données

Les données ont été soumises à l'analyse de la variance (ANOVA) avec le logiciel XL-STAT PRO 6.1.9. Le test de Newman keuls a été utilisé pour la séparation des moyennes des traitements significativement différents.

RESULTATS

Efficacité de la poudre des feuilles sèches d'Eucalyptus camaldulensis sur la mortalité des adultes de Sitophilus zeamais et Tribolium castaneum

Le taux de mortalité des adultes de *S. zeamais* après 14 jours de test était de 100% avec l'actellic et nul quand les insectes ne sont pas traités. Toutefois, il a été noté une activité létale significative de la poudre par rapport au témoin ($p < 0,0001$). Pour *S. zeamais*, les traitements T1, T2 et T3 ne diffèrent pas entre eux, mais la différence devient significative avec T4. Les plus fortes mortalités restent en dessous de 10%. *Tribolium castaneum* a présenté une mortalité encore plus faible. Les doses T1 et T2 n'ont pas montré de différence significative de mortalité avec le témoin. Par

contre, les doses T3 et T4 ont donné une mortalité significativement différente des trois doses précitées avec des maximas dépassant à peine 2% (Figure 1).

Evaluation de la descendance de Sitophilus zeamais et Tribolium castaneum

L'efficacité de la poudre *E. camaldulensis* a été mise en évidence par l'évaluation des dégâts et pertes occasionnés par les ravageurs. Les résultats obtenus sont illustrés par les Figures 2 et 3.

Effets de la poudre des feuilles sèches d'Eucalyptus camaldulensis sur les émergences de Sitophilus zeamais après 1 et 3 mois de stockage

Aucun *S. zeamais* adulte n'a émergé au niveau des traitements à l'actellic que ce soit en un ou trois mois. Pour le témoin (Te) et les doses 1 et 2 g, il a été observé des niveaux d'émergences très différents entre un et trois mois. A un mois, le niveau maximal d'individus émergés dans le témoin (24) décroît significativement avec la dose. De 2 à 4 g, les émergences ont été négligeables et ne diffèrent pas statistiquement du témoin à l'actellic (Ta). Au bout de trois mois, les émergences qui ont atteint 250 individus dans le témoin ne diffèrent pas statistiquement de ceux obtenus avec les doses 1 et 2 g. Par contre, les traitements T3 et T4 ont efficacement inhibé les émergences dont les niveaux sont statistiquement égaux à celui du témoin chimique, l'actellic (Figure 2).

Effets de la poudre des feuilles sèches d'Eucalyptus camaldulensis sur les émergences de Tribolium castaneum après 1 et 3 mois de stockage

Les émergences de *T. castaneum* au niveau des traitements à l'actellic ont été nulles en 1 et 3 mois. L'évolution du nombre d'adultes émergents des traitements, est similaire au témoin au 1^{er} mois. Il en était de même à trois mois avec T1 et T2. Par contre, après trois mois, T3 et T4 ont pu diminuer le nombre d'adultes de près de la moitié par rapport aux deux premières doses que sont 1 et 2 g d'où la différence statistique observée (Figure 3).

Effets de la poudre des feuilles sèches d'*Eucalyptus camaldulensis* sur les dégâts causés par les adultes de *Sitophilus zeamais* et de *Tribolium castaneum* sur sorgho après 1 et 3 mois de stockage

Effets de la poudre des feuilles sèches d'*Eucalyptus camaldulensis* sur les dégâts occasionnés par *Sitophilus zeamais* sur le sorgho après 1 et 3 mois de stockage

Les dégâts qui ont été causés par *S. zeamais* après un mois et trois mois de traitement ont été présentés sur la Figure 4 ci-après. Il n'a pas été noté de dégât avec le traitement à l'actellic. Les dégâts qui sont égaux lors du premier mois entre le témoin et les doses 1 et 2 g sont de l'ordre de 2%. Toutefois, même si les dégâts sont inférieurs au pourcent (1%) avec T3 et T4, les différences de niveaux n'ont pas été significatives avec T1 et T2. Après trois mois de traitement, il apparaît une tendance baissière des dégâts avec l'augmentation des doses où l'on observe une différence bien nette avec le témoin dès la dose 1 g. Le traitement T4 a montré les mêmes performances que l'actellic à préserver le sorgho des dégâts de *S. zeamais*.

Effets de la poudre des feuilles sèches d'*Eucalyptus camaldulensis* sur les dégâts occasionnés par *T. castaneum* sur le sorgho après 1 et 3 mois de stockage

Les résultats ont montré qu'après trois mois de traitement du sorgho avec la poudre d'*Eucalyptus camaldulensis*, les dégâts des adultes de *T. castaneum* ont été nuls avec l'actellic. Avec près de 4% de dégâts dans les témoins (Te), l'impact des traitements T1 et T2 n'était pas significatif au premier mois. Par contre T3 et T4 diffèrent du témoin (Te) et non du témoin à l'actellic (Ta) mais aussi de T1 et T2. A 3 mois, les niveaux ont été trois fois plus élevés dans les témoins et l'on a observé une tendance baissière avec l'augmentation des doses. T3 et T4 se discriminent positivement des autres traitements avec environ 5% de dégâts (Figure 5).

Estimation des pertes : Etude de l'effet de la poudre des feuilles sèches d'*Eucalyptus camaldulensis* sur les pertes causées par *Sitophilus zeamais* après 1 et 3 mois de traitement

La Figure 6 présente l'efficacité de la poudre des feuilles sèches d'*Eucalyptus camaldulensis* sur les pertes dues à *Sitophilus zeamais* en fonction des différents traitements après 1 et 3 mois de traitement. Les pertes qui ont été occasionnées par les adultes de *Sitophilus zeamais* du traitement à l'actellic ont été nulles même après trois mois. Les pertes au niveau du témoin (Te), qui ont été inférieures à 2% au bout du 1^{er} mois, sont significativement plus élevées que celles de tous les traitements à la poudre d'*E. Camaldulensis* ; parmi ceux-ci, seuls T2 ont présenté une différence avec l'actellic et T4 était aussi efficace que le produit chimique. A l'évaluation du 3^{ème} mois, les pertes ont atteint plus de 11% dans le témoin. Les pertes qui ont été obtenues avec la dose 1 g sont du même niveau que celles du témoin. Les niveaux de pertes ont baissé significativement au fur et à mesure que les doses augmentaient. La valeur de perte observée avec T4 est statistiquement équivalente aux pertes qui ont été obtenues avec les traitements à l'actellic (Figure 6).

Etude de l'effet de la poudre des feuilles sèches d'*Eucalyptus camaldulensis* sur les pertes causées par *Tribolium castaneum* après 1 et 3 mois de traitement

Les résultats ont montré des pertes occasionnées sur du sorgho traité avec de la poudre des feuilles séchées d'*E. Camaldulensis*, par *T. castaneum*, au bout d'un et trois mois de stockage. En un mois, les pertes se sont situées entre 1 et 2% dans le témoin. A l'accroissement des différentes doses de la poudre d'*E. Camaldulensis*, on a observé davantage la réduction des pertes. Les valeurs de pertes qui ont été obtenues avec T1, T2 et T3 ne diffèrent pas entre elles. Par contre T4 avec moins de 1% de pertes, est statistiquement équivalent au traitement chimique de référence, l'actellic, qui s'est révélé plus efficace dans la limitation des pertes. Au bout de trois mois, les pertes sont évaluées à 8% dans le témoin, ce qui le diffère des autres traitements. T1 et T2 avec des pertes de l'ordre de 5% ne diffèrent pas entre elles mais se discriminent de T3 et T4 qui ont formé un autre groupe statistique (Figure 7).

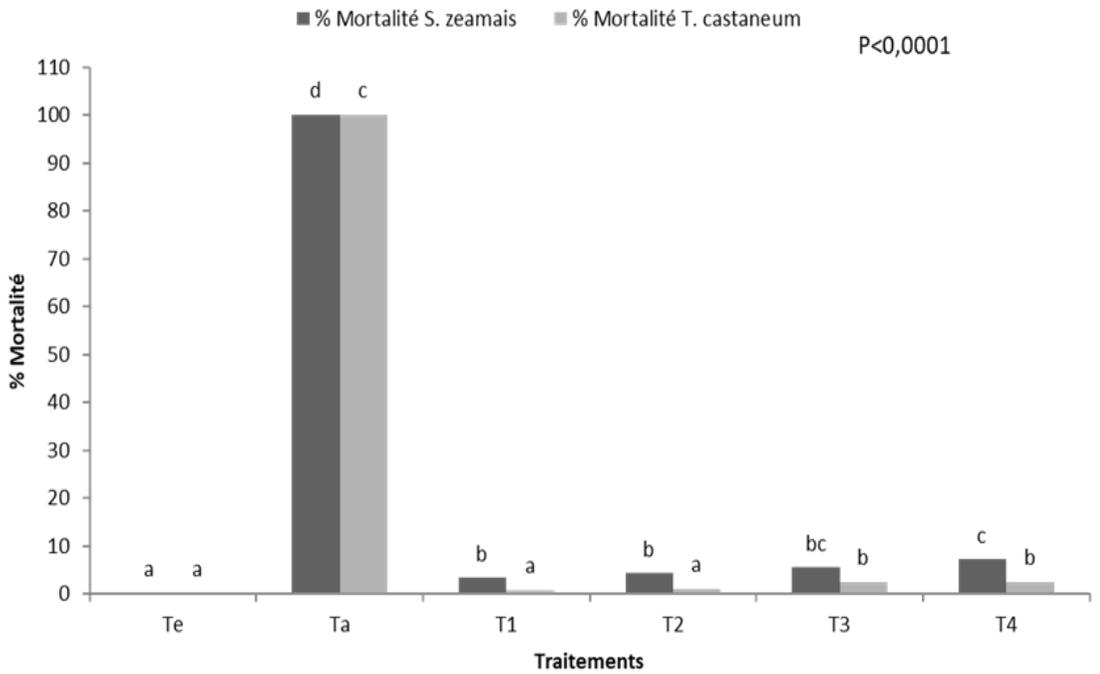


Figure 1 : Effets de la poudre d'*Eucalyptus camaldulensis* sur la mortalité des adultes de *Sitophilus zeamais* et de *Tribolium castaneum* après 14 jours de test. Pour le même insecte, les taux de mortalité suivis d'une même lettre ne présentent pas de différence significative au seuil de 5%.

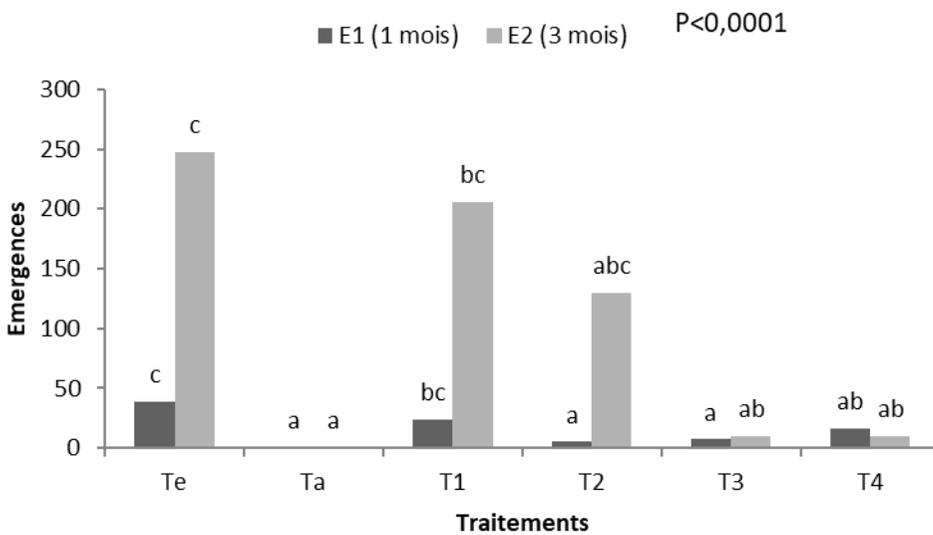


Figure 2 : Nombre d'adultes émergés de *Sitophilus zeamais* sur grains de sorgho de la variété 621-A traités avec la poudre des feuilles sèches d'*Eucalyptus camaldulensis* en fonction des traitements après 1 et 3 mois de stockage. Pour le même mois, les émergences suivies d'une même lettre ne présentent pas de différence significative au seuil de 5 %.

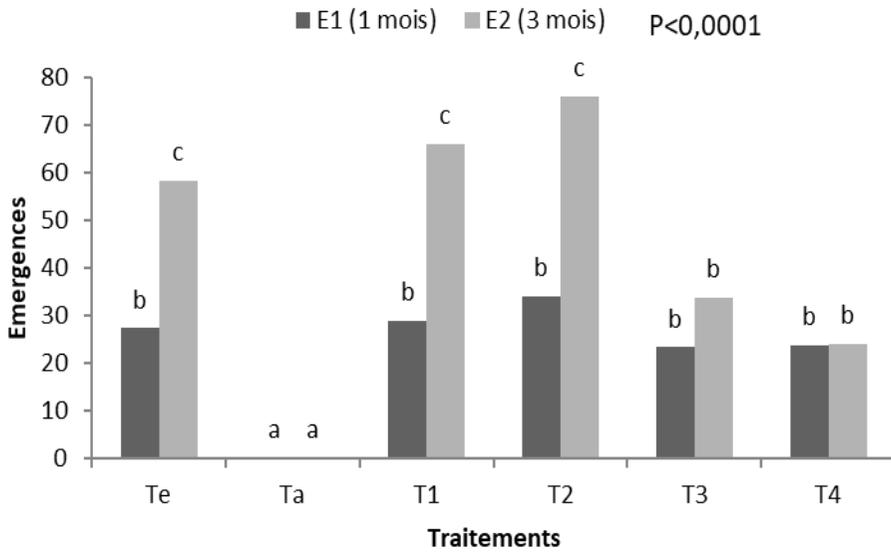


Figure 3. Nombre d’adultes émergés de *Tribolium castaneum* sur grains de sorgho de la variété 621-A traités avec la poudre des feuilles sèches d’*Eucalyptus camaldulensis* en fonction des traitements après un (1) mois et trois (3) mois de stockage. Pour le même mois, les émergences suivies d’une même lettre ne présentent pas de différence significative au seuil de 5 %.

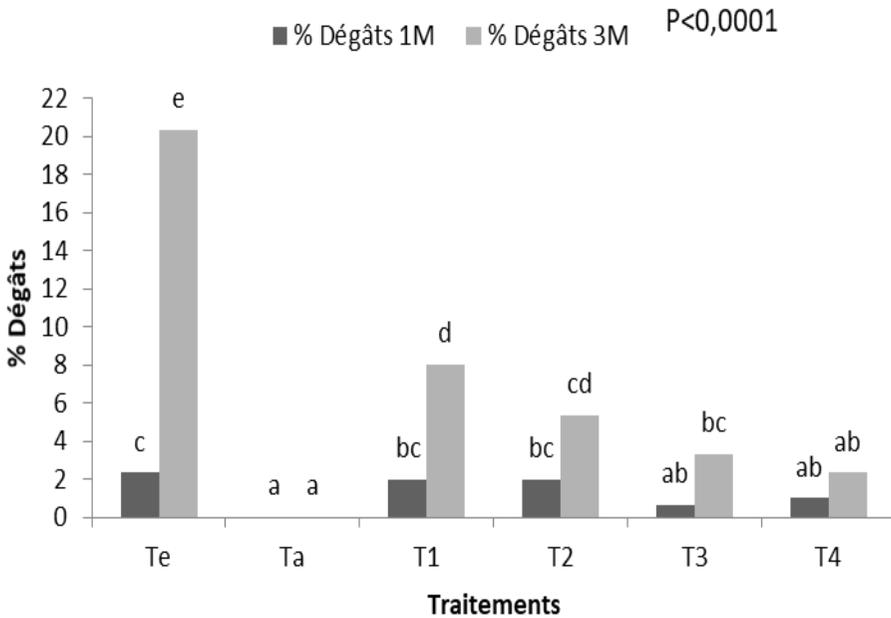


Figure 4. Effets de la poudre des feuilles sèches d’*Eucalyptus camaldulensis* sur les dégâts de *Sitophilus zeamais* en fonction des différents traitements, après un mois et trois mois de stockage. Pour le même mois, les pourcentages de dégâts suivis de lettres identiques ne sont pas significativement différents au seuil de 5%.

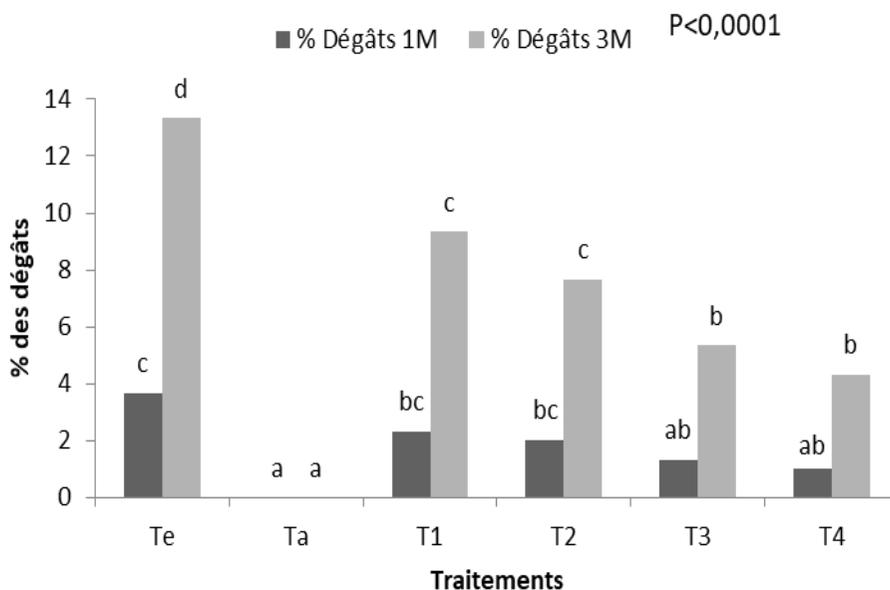


Figure 5 : Effets de la poudre des feuilles sèches d'*Eucalyptus camaldulensis* sur les dégâts de *Tribolium castaneum* en fonction des différents traitements, après 1 et 3 mois. Pour le même mois, les pourcentages de dégâts suivis de lettres identiques ne sont pas significativement différents au seuil de 5%.

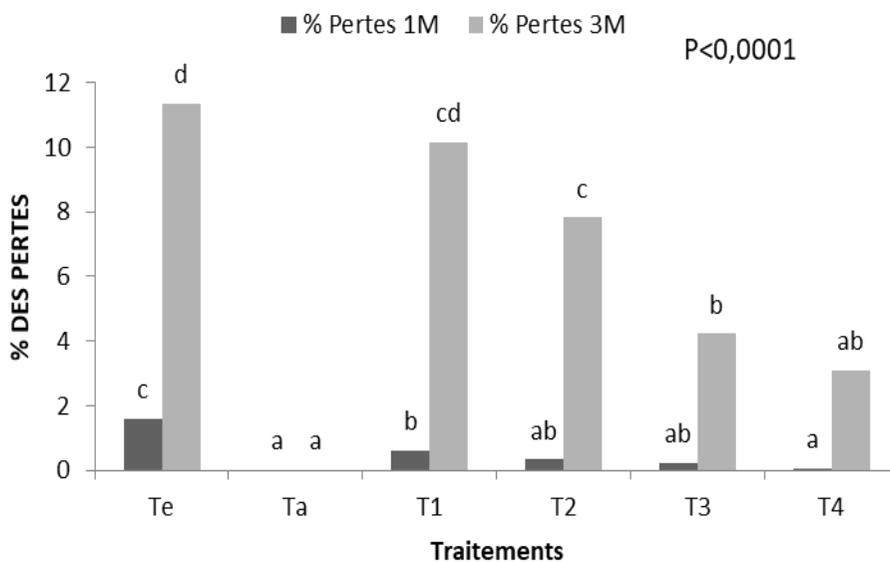


Figure 6 : Effets de la poudre des feuilles sèches d'*Eucalyptus camaldulensis* sur les pertes dues à *Sitophilus zeamais* en fonction des différents traitements après 1 et 3 mois de traitement. Pour le même mois, les pourcentages de pertes suivis de lettres identiques ne sont pas significativement différents au seuil de 5%.

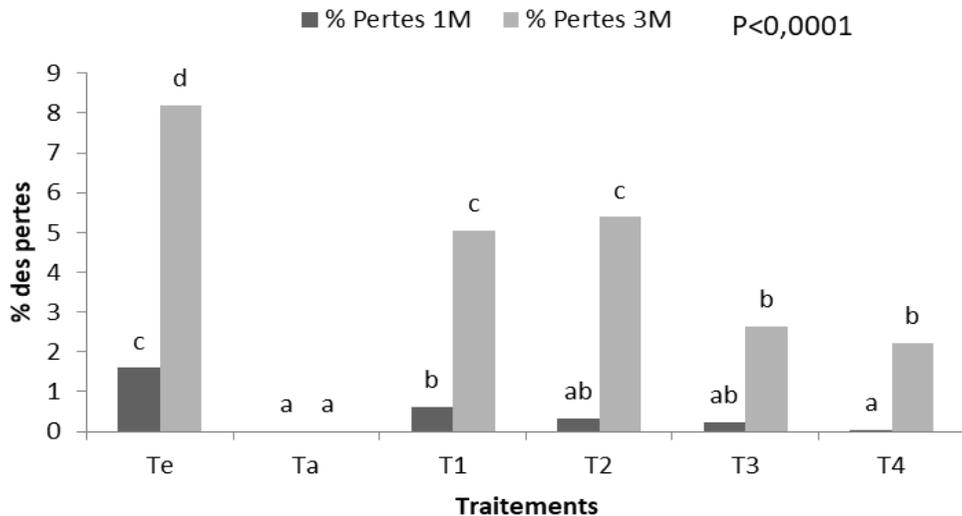


Figure 7 : Effets de la poudre des feuilles sèches d'*Eucalyptus camaldulensis* sur les pertes dues à *Tribolium castaneum* en fonction des différents traitements. Pour le même mois, les pourcentages de pertes suivis d'une même lettre ne présentent pas de différence significative au seuil de 5%.

DISCUSSION

L'utilisation de matières végétales pour la lutte contre les ravageurs de cultures et de denrées stockées est une pratique très ancienne et qui depuis longtemps participe à la conservation des produits alimentaires (Camara, 2009). Le problème de la dégradation de l'environnement du fait entre autres de l'épandage effréné de pesticides ne fait que rendre plus urgent, le besoin de trouver des méthodes plus adéquates pour mieux contrôler ces nuisibles.

Globalement les résultats des tests conduits ont montré que la poudre d'*Eucalyptus camaldulensis* a un pouvoir létal contre les adultes de *S. zeamais* et *T. castaneum*. Des résultats similaires ont été mentionnés par Bourarach et al. (1994) pour faire état de la toxicité de la poudre d'*E. Camaldulensis* sur les adultes de *Sitophilus oryzae*.

A la lumière des résultats, il apparaît qu'avec des doses supérieures à 4% (P/P) et une granulométrie de 0,3 mm, la poudre *E. camaldulensis* pourrait potentiellement être envisagée en tant que substitut aux pesticides

dans la conservation du sorgho et des semences en particulier. Le taux de mortalité est plus élevé avec *S. zeamais* qu'avec *T. castaneum*, comparativement aux travaux de Ka et al. (2018), qui ont indiqué qu'au-delà de la sensibilité de *S. zeamais*, l'efficacité de la poudre de balle de riz de granulométrie 0,3 mm dépend de la finesse des particules. En effet, la poudre des feuilles séchées d'*E. camaldulensis* a due tuer les adultes de la première génération qui jouent un rôle primordial dans le niveau d'infestation des stocks, en particulier pour les longues durées de stockage. La finesse de la granulométrie des particules de la poudre d'*E. Camaldulensis* a certainement boucher les stigmates des insectes lors de leurs déplacements, engendrant ainsi leurs déshydrations et asphyxies ayant abouti à leur mort. Ces résultats attestent une différence de sensibilité que peuvent montrer les insectes dans un stock traité. La réaction de la poudre *E. camaldulensis* sur les deux insectes testés est similaire à la réaction des poudres à base de *Citrus lemon* qui ont protégé efficacement les grains de maïs pendant six mois de conservation (Gakuru et al., 2015). Glitho et al.

(2008) ont montré que plusieurs plantes testées sur les coléoptères, ravageurs du maïs, du manioc, du niébé et du haricot ont montré leur potentiel insecticide. Par ailleurs, Mahanti (2002) a montré que la poudre des grains de neem à un taux de 2 g/Kg de maïs a causé 100% de mortalité de *S. oryzae* après dix jours de traitement. Guéye et al. (2012) ont démontré dans leur étude, l'efficacité de poudre d'épis vides de maïs par contact avec une efficacité équivalente à celle du pyrimphos méthyl à une dose égale à 4% dans le contrôle de *S. zeamais*. Il a été révélé une efficacité satisfaisante de la poudre *E. camaldulensis* sur sorgho avec des taux d'émergence significativement différents avec les témoins surtout quand la dose augmente.

Des travaux de Ndiaye (2018) au Sénégal ont montré la richesse en 1,8-cinéole de cette espèce d'*Eucalyptus camaldulensis* avec plus de 75%. L'efficacité de la poudre testée est aussi à rechercher dans sa composition chimique car certains des composés identifiés ont des effets insecticides (Guèye et al., 2016) mais aussi bactéricides et fongicides (Farah et al. 2013). Dans le même ordre d'idées, Erau (2019) dans ses recherches sur la botanique, composition chimique, utilisation thérapeutique et conseil à l'officine avait montré que les feuilles d'*Eucalyptus* ont une activité insecticide notamment sur les insectes notamment sur les mouches, les moustiques etc. En ce qui concerne la toxicité des espèces d'*Eucalyptus*, Benazzeddine (2010) a révélé qu'elle peut être provoquer chez *T. confusum*, plus de 60,8% de mortalité et ainsi limiter ses dégâts. De même, Lahouira (2014) a obtenu de la poudre de feuilles d'*Eucalyptus* plus de 60% de mortalité sur les adultes de *Drosophila melanogaster*.

Une toxicité très aigüe de 1,8-cinéole sur les adultes de *S. granarius*, *S. zeamais*, *T. castaneum* et *Prostephanus tuncatus*, a été relatée par Johnson et al. (2018). Ce qui, par analogie, pourrait expliquer la mortalité observée chez les adultes de *S. zeamais*, et *T. castaneum*. Les molécules actives des plantes peuvent varier d'une famille à une autre et à l'intérieur d'une même famille et la sensibilité peut différer pour un insecte donné d'un stade à

un autre. *Tephrosia vogelii* Hook f. présente une action répulsive et toxique sur *C. maculatus*, alors que *Blumea aurita* (L.) DC, qui ne présente aucune toxicité, possède un fort pouvoir répulsif (Boeke et al., 2004). Nos résultats sont en harmonie avec les résultats de Seck et al. (1993) qui ont obtenu en application directe de fruits et de feuilles de *Boscia senegalensis* à des doses de 2 à 4% (P/P) 80 à 100% de mortalité des adultes de *C. maculatus* et réduit significativement à la fois l'émergence et les dégâts de la F1. Sur la base de ces résultats, l'efficacité notée sur la poudre sur *S. zeamais* proviendrait soit d'une meilleure adhérence des particules de la poudre sur le sorgho ou sur la cuticule rugueuse de l'insecte voire un faible niveau d'action déprédatrice de *T. castaneum* étant donné que c'est un ravageur secondaire des stocks. La faible capacité de *T. castaneum* à consommer les grains intacts ou non cassés rallongerait son développement larvaire et en conséquence réduire les dégâts et pertes.

Conclusion

L'application de poudre de feuilles d'*E. Camaldulensis* a abouti à des résultats intéressants quant à son efficacité contre les deux insectes ravageurs des céréales (sorgho, mil, maïs), *Sitophilus zeamais* et *Tribolium castaneum*.

Selon les cas, l'efficacité de la poudre dépend de la sensibilité des espèces, de la finesse des particules et de la dose appliquée. Par ailleurs, l'actellic reste efficace contre les insectes des denrées stockées. Son application a empêché toute multiplication des ravageurs testés. La granulométrie de la matrice s'est révélée aussi très importante. En effet, avec un diamètre des particules de la poudre égale à 0,3 mm, la reproduction des insectes est fortement affectée et subséquemment les dégâts et pertes tendent vers zéro quand les doses augmentent. Les deux insectes se sont révélés sensibles aux traitements. Ainsi, dans une perspective de gestion intégrée de tous les ravageurs, des doses un peu plus élevées, soit 2 à 3% devraient circonscrire l'action de tous les ravageurs et permettre ainsi une conservation saine du sorgho. A la lumière des résultats acquis, nous

pouvons envisager le substitut des pesticides de synthèse dans la conservation des stocks du sorgho, particulièrement de semences par l'application de la poudre des feuilles séchées d'*Eucalyptus camaldulensis*.

Ainsi la poudre d'Eucalyptus est une des formes de lutte biologique à envisager dans la recherche de méthodes de lutte moins polluantes, qui pourrait aider à contrôler les ravageurs tels que, *Sitophilus zeamais* et *Tribolium castaneum*.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

FW a collecté, analysé et généré le premier draft du manuscrit ; AKS a contribué à la collecte des données et au suivi du travail expérimental et à la rédaction de l'article ; MTG, IS et KD ont supervisé la rédaction du protocole expérimental, de la conduite de l'essai et de l'analyse et contribué à la rédaction du manuscrit ; PSC a participé aux tests insecticides, à l'analyse des données et à la rédaction des données ; BB a participé aux tests insecticides et à la collecte des données.

REMERCIEMENTS

Cette recherche a été conjointement financée par le Programme de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest (WAAPP 2A/PPAAO) et l'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID) dans le cadre de l'accord de coopération n° AIDOAA-A-13-00047 avec le Kansas State University Feed the Future Collaborative Research on Sorghum and Millet Innovation Lab (SMIL).

REFERENCES

ANDS. 2021. Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie : Rapport sur la Situation Economique et sociale du Sénégal en juin 2021, 110p.

Benazzeddine S. 2010. Activité insecticide de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *Sitophilus oryzae* et *Tribolium Confusum*. Mémoire, Ecole Nationale Supérieure Agronomique EL-HARRACH, Algérie-

Ingénieur d'état en sciences agronomiques, 102p.

- Bourarach K, Sekkat M, Lamnaouer D. 1994. Activité insecticide de quelques plantes médicinales du Maroc. *Rev. Mar. Prot. des Plantes*, **14**(3) : 31-36.
- Boeke SJ., Baumgart IR, Loon JJA, Huis A, Dicke M, Kossou DK. 2004. Toxicity and repellence of African plants traditionally used for the protection of stored cowpea against *Callosobruchus maculatus*. *J. Stored Prod. Res.*, **40**(4) : 423-438. DOI : 10.1016/S0022-474X(03)00046-8.
- Camara A. 2009. Lutte contre *Sitophilus oryzae* et *Tribolium castaneum*, dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en Basse-Guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales. Thèse, Doctorat en sciences de l'environnement, Université du Québec à Montréal, 173p.
- Erau P. 2019. L'Eucalyptus : Botanique, Composition Chimique, Utilisation Thérapeutique et Conseil à l'Officine, Mémoire en Sciences pharmaceutiques. (dumas-02380842) AMU PHARM - Aix-Marseille Université - Faculté de pharmacie.
- Gakuru S, Kulimushi E, Bahige P. 2015. Etude de l'efficacité des poudres des quelques plantes locales dans la lutte post-récolte contre les insectes ravageurs des grains de maïs (*Zea mays*) en conservation à Goma, 15p.
- Gliho IA, Ketoh KG, Nuto PY, Amevoin SK, Huignard I. 2008. Approches non toxiques et non polluantes pour le contrôle des populations d'insectes nuisibles en Afrique du Centre et de l'Ouest; 207-217. In *Biopesticides d'Origine Végétale* (2ème éd), Regnault-Roger C, Philogène BJR, Vincent C (eds). Lavoisier, TEC & DOC : Paris ; 550p.
- Guèye MT, Cissokho PS, Goergen G, Ndiaye S, Seck D, Guèye G, Wathelet JP, Lognay G. 2012. Efficacy of powdered maize cobs against the maize weevil *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) in stored maize in Senegal. *Int. J. Trop.*

- Insect Sci.*, **32**(2): 94-100. DOI: 10.1017/S1742758412000148.
- Guéye MT, Lognay G, Seck D, Wathelet JP. 2012. Typologie des modes de stockage du maïs au Sénégal oriental et en Casamance continentale. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **16**(1) : 49-58.
- Johnson F, Kouamé RO, Coffi K, Zanahi FT, Kouahou F, Yao T. 2018. Bioefficacité des Huiles Essentielles de Trois Espèces Végétales (*Ocimum gratissimum*, *Ocimum canum* et *Hyptis suaveolens*), de la Famille des Labiées dans la Lutte Contre *Sitophilus zeamais*. *Eur. J. Sci. Res.*, **150**(3): 273-284. <http://www.europeanjournalofscientificresearch.com>.
- Ka A, Guèye MT, Diop SM, Cissokho PS, Guèye AN. 2018. Etude de l'efficacité de la poudre et des cendres de balle de riz contre deux insectes ravageurs du riz stocké au Sénégal, *Sitophilus zeamais* (Motsch.) et *Tribolium castaneum* (Herbst). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12**(4): 1731-1739. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i4.1>.
- Laouira S. 2014. Mémoire sur la Contribution à l'Etude de l'Effet Insecticide et comportemental des Extraits de Quelques Plantes Médicinales sur *Drosophila melanogaster*/Ecole Nationale Supérieure Agronomique EL-HARRACH. 106p.
- Mahanti V. 2002. Ecology and management of stored grain pests of maize. PhD Thesis, Acharya N. G. Ranga Agric. Univ., Hyderabad, Andhra Pradesh (India).
- Ndiaye EB. 2018. Détermination de la composition Chimique d'huiles Essentielles et Hydrolats d'Eucalyptus et de Citrus du Sénégal. Etude de la variabilité Chimique et Caractérisation Enantiomérique des composés Majoritaire en vue de Potentielles Application Biologique et Industrielles, I.T.A/UCAD, Thèse de Doctorat, 187p.
- Odhiambo BO, Hunja MH, Wagara IN. 2013. Isolation and characterisation of aflatoxigenic *Aspergillus* species from maize and soil samples from selected counties of Kenya. *African Journal of Microbiology Research*, **7**(34): 4379-4388
- Salim MM. 2011. Evaluation de l'effet insecticide et de la persistance des huiles essentielles de *Callistemon viminalis* G Don, de *Xylopiya aethiopyca* Dunal et de *Lippia chevalieri* Moldenke sur *Callosobruchus maculatus* Fabricius et *Sitophilus zeamais* Motchulsky, principaux ravageurs des Stocks du niébé et du maïs. Mémoire de Master II, Biologie Animale/Entomologie. Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 35p.