



Efficacité d'extraits aqueux de plantes pour le contrôle des thrips sur différents cultivars de niébé (*Vigna unguiculata*) au Nord-Ouest du Bénin

Saliou BELLO¹, K. A. COULIBALY², O. A. BABALAKOUN³, J. ZOUNDJIHEKPON³

1 Laboratoire de Défense des Cultures de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (LDC/INRAB), BP 112 Savè, Tél : (+229) 94108119 / (+229) 66614547, Email : bello_saliou@yahoo.fr

2 Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA) de Katibougou (Mali), Email : akonotie@yahoo.fr

3 Laboratoire de Génétique Ecologique (LGE) de la Faculté des Sciences et Techniques de l'université d'Abomey-Calavi (FAST/UAC), 01 BP 4521 Cotonou, Email : agboyinou@gmail.com

Reçu le 08 Octobre 2018 - Accepté le 23 Mai 2019

Efficacy of plants aqueous extracts against thrips in different cowpea cultivars in North-West Benin

Abstract: The present study was conducted to assess the efficacy of water extracts against thrips populations, seed yield and varietal resistance of six (06) cowpea cultivars. The water extracts were made from *Hyptis suaveolens*, *Azadirachta indica*, *Manihot esculenta*, *Thevetia neriifolia* and *Cymbopogon nardus*. A Fisher design in scattered blocks has been installed with six (06) producers in the commune of Djougou located in northwestern Benin. The occurrence and number of thrips at 34, 41, 48, 55, 62 days after sowing (JAS), the weights of cowpea seeds harvested from the experimental plots and the weight of a thousand cowpea seeds were collected. They were submitted to the three-factors (period, cultivar, aqueous extract) univariate analysis of variance and to the HSD All-Pairwise Comparisons of means with repeated measures test of Tukey at the 5% threshold. All aqueous extracts except the lemongrass extract in the cultivar Katché péha, have reduced the thrips population very significantly ($p < 0.0001$). *Thevetia neriifolia*, *Hyptis suaveolens*, *Manihot esculenta*, *Azadirachta indica* and *Cymbopogon nardus* were in order of decreasing importance, the most effective water extracts with very significantly different yield levels ($p < 0.0001$). These levels varied from 885.65 kg/ha to 587.06 kg/ha, comparatively to the one of the control which was of 387.28 kg/ha. Cultivars Katché péha, and Katché sôwôho, Kpodjiguèguè and Toura péra, and also Katché péha nan soori and Katché sénégal were in order of decreasing importance of grains yield, the most productive. Efficacy of aqueous extracts can be too tested in field against bugs and aphids, and also against weevils at storage.

Keywords: Botanical pesticide, pest population, varietal resistance, yield.

Résumé : La présente étude a été conduite afin d'évaluer l'efficacité d'extraits aqueux contre les populations de thrips, le rendement en graines et la résistance variétale de six (06) cultivars de niébé. Les extraits aqueux étaient à base d'*Hyptis suaveolens*, d'*Azadirachta indica*, de *Manihot esculenta*, de *Thevetia neriifolia* et de *Cymbopogon nardus*. Un dispositif de Fisher en blocs éclatés a été installé auprès de six (06) producteurs dans la commune de Djougou située au Nord-Ouest du Bénin. L'apparition et le nombre de thrips à 34, 41, 48, 55, 62 jours après semis (JAS), le poids de graines de niébé récoltées dans les parcelles expérimentales et le poids de mille graines de niébé étaient les données collectées. Elles étaient soumises à une analyse de variance univariée à trois (03) facteurs (période, cultivar, extrait aqueux) et à la comparaison par paires des moyennes sur mesures répétées avec le test de Tukey au seuil de 5%. Tous les extraits aqueux sauf celui à base de citronnelle (*Cymbopogon nardus*) ont réduit très significativement ($p < 0,0001$), la population de thrips dans le cultivar Katché péha. *Thevetia neriifolia*, *Hyptis suaveolens*, *Manihot esculenta*, *Azadirachta indica* et *C. nardus* ont été par ordre d'importance décroissante, les extraits aqueux les plus efficaces avec des niveaux de rendement très significativement différents ($p <$

0,0001). Ces niveaux variaient de 885,76 kg/ha à 587,06 kg/ha comparativement à celui du témoin qui a été de 387,28 kg/ha. Les cultivars Katché peha, puis Katché sôwôho, Kpodjiguèguè et Toura pera, ainsi que Katché peha nan soori et Katché sénégal ont été par ordre d'importance décroissant du rendement en graines décroissant, les plus productifs. Les extraits aqueux sont efficaces à divers degrés et peuvent être recommandés. L'étude peut être poursuivie au champ contre les punaises et les pucerons et aussi pour le devenir des graines face aux bruches en stock.

Mots clés: Pesticide botanique, Population de ravageur, Rendement, Résistance variétale.

1. Introduction

Le niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (Fabaceae), est la légumineuse à graines la plus importante en Afrique tropicale qui en fournit 78% de la production mondiale (Quin, 1997 ; Singh et Singh, 1992). Qualifié de viande de pauvres (Alzouma, 1995), le niébé est préféré par les consommateurs pour ses nombreux usages dans l'alimentation humaine et animale et ses avantages pour les systèmes cultureux et ou d'élevage (Bello, 2005 ; Bello *et al.* 2016 ; Bello et Baco, 2015).

Au Bénin, les zones de prédilection se rencontrent dans les régions de l'Ouémé, du Mono, du Zou, du Centre et du Nord (MAEP, 2004). Les statistiques des vingt dernières années montrent que les superficies de production et les rendements ont évolué en dents de scie et n'ont guère dépassé la barre des 800 kg/ha (MAEP, 2014). Cette faiblesse de rendement est due à la forte infestation au champ du niébé par les ravageurs au nombre desquels figurent les thrips [*Thysanoptera* spp, Stephens, 1829, (Thripidae)] en l'absence des traitements phytosanitaires adéquats et au faible potentiel de production de certains cultivars (Kossou *et al.* 2001 ; Kpangon, 2002).

Les populations traditionnelles ou cultivars locaux et les cultivars améliorés constituent deux groupes de cultivars de niébé cultivés au Bénin. Les cultivars améliorés proviennent généralement de l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA), des stations nationales de recherche et d'autres centres de recherche. L'introduction des cultivars à haut rendement dans de nombreux pays du tiers monde a conduit à remplacer progressivement les cultivars traditionnels, sources de diversité génétique. En outre, même si la productivité des populations traditionnelles reste inférieure à celle des cultivars améliorés, celles-ci sont plus adaptées aux contraintes locales et développent diverses résistances naturelles contre les nuisibles, notamment, les ravageurs et les pathogènes (Eyzaguirre, 1995).

Dans la commune de Djougou, les producteurs de l'Organisation des Ruraux pour une Agriculture

Durable (ORAD) ont exprimé le besoin d'approches de solutions aux faibles rendements des cultivars de niébé dus, entre autres, aux attaques de ravageurs dont notamment les thrips, et le souhait de mettre au point des méthodes de lutte à base de pesticides biologiques d'origine botanique, comme alternatives aux pesticides chimiques. L'identification des thrips dans la même zone d'étude en culture du niébé était abordée par Bello *et al.* (2018) sans toutefois mettre un accent sur leur importance agronomique et les moyens de lutte.

L'objectif poursuivi dans le cadre de la présente étude est d'évaluer l'efficacité de cinq (05) extraits aqueux à base de neem (*Azadirachta indica* A. Juss, 1830 (Meliaceae), d'*Hyptis suaveolens* (L.) Poit., 1806 (Lamiaceae), de *Thevetia neriifolia* Juss. ex Steud, 1980 (Apocynaceae), de manioc (*Manihot esculenta* Crantz 1766 (Euphorbiaceae) et de citronnelle *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle 1899 (Poaceae) contre les populations de thrips, le rendement en graines et la résistance variétale de six (06) cultivars de niébé dans la commune de Djougou au Nord-Ouest du Bénin.

2. Matériel et méthodes

2.1. Localisation et caractéristiques agro-écologiques de la zone d'étude

La présente étude a été conduite dans la commune de Djougou qui s'étend sur une superficie de 3966 km² et fait partie des quatre communes qui composent le département de la Donga. Elle est limitée au Nord par les communes de Kouandé et de Péhunco, au Sud par la commune de Bassila, à l'Est par les communes de Sinenché, de N'dali et de Tchaourou, toutes situées dans le département du Borgou et à l'Ouest par les communes de Ouaké et de Copargo (figure 1). La ville de Djougou, chef-lieu du département de la Donga et de la commune, est située à environ 450 km de Cotonou. Dans cette commune, trois villages à savoir Passari, Kpayèroun et Kpafoungou ont été retenus pour l'étude.

* Auteur Correspondant : bello_saliou@yahoo.fr

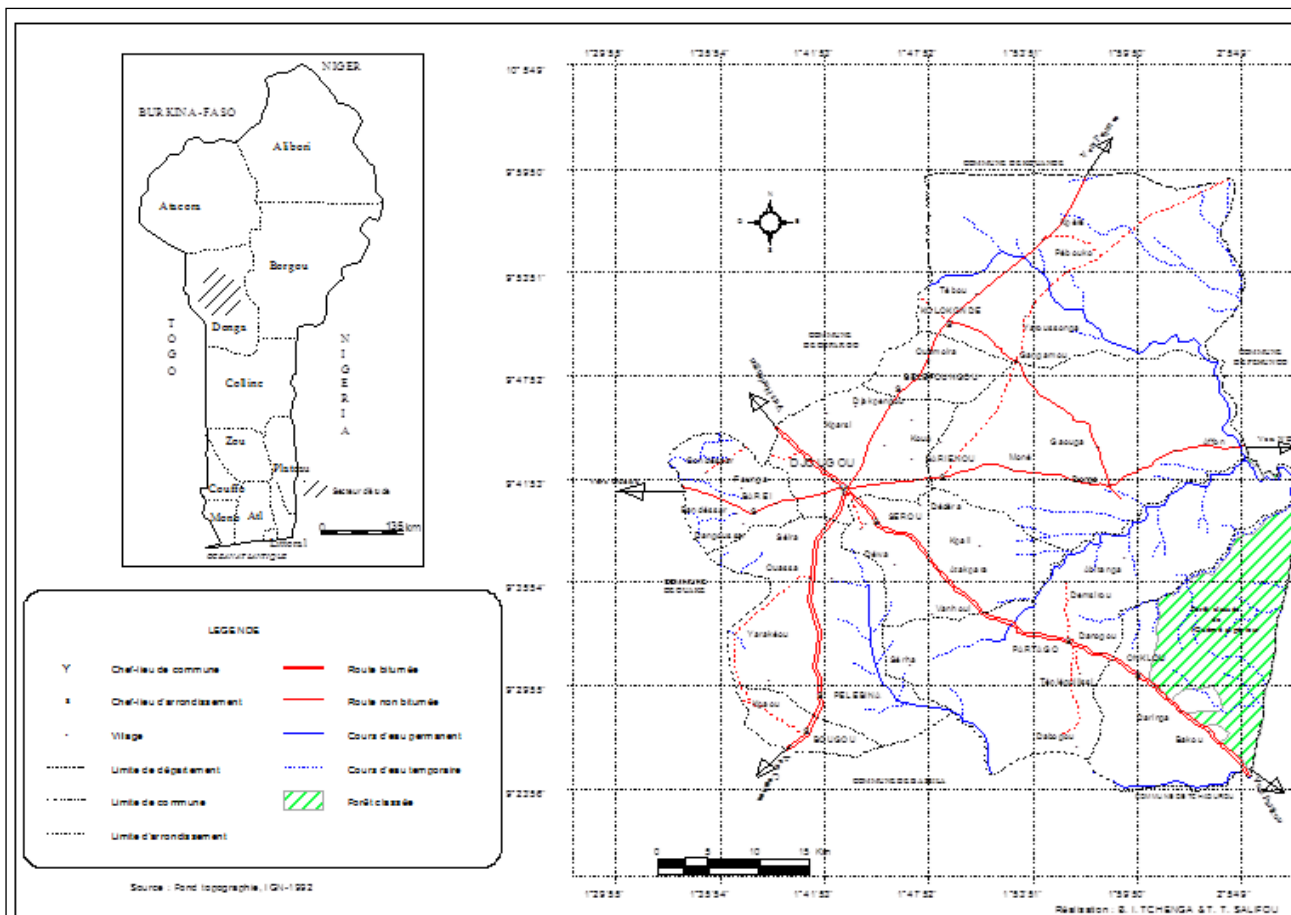


Figure 1. Carte administrative du Bénin montrant la localisation géographique de la commune de Djougou (Source: Fond topographie IGN, 1992).

Figure 1. Administrative map of Benin showing the geographic location of the commune of Djougou (Source: IGN Topography Fund, 1992).

Le climat est de type soudano-guinéen avec une saison de pluies d'avril à octobre et une saison sèche d'octobre à mars. La moyenne annuelle de précipitations est comprise entre 1200 mm et 1300 mm, avec des variations entre 1000 mm et 1500 mm d'eau pendant 75 à 140 jours de pluie. En début de saison pluvieuse, la région connaît périodiquement le passage d'ouragan soufflant de l'Est vers l'Ouest.

Les sols, de texture argilo-sableuse ou latéritique, gravillonnaire ou caillouteux, sont globalement favorables à l'agriculture. La superficie cultivable représente 35,7% de la superficie de la commune.

La commune de Djougou a un relief de plateau parsemé de collines de faibles dénivellations.

La végétation de la commune est dominée par des savanes arborées et arbustives dont 37182 ha de forêts classées sous aménagement. Néanmoins, des reliques non négligeables de forêts claires et de forêts denses s'observent par endroits.

La commune est traversée et arrosée par quatre (04) cours d'eau importants à savoir : Donga, Affon, Momongou et Daringa sur une longueur totale de 21 km (PDC, 2015).

2.2. Cultivars de niébé testés

Cinq (05) plantes à effet insectifuge et ou insecticide ont été testées. Ce sont *Hyptis suaveolens* (photo 1), *Thevetia neriifolia* (photo 2), *Cymbopogon nardus* ou citronnelle (photo 3), *Manihot esculenta* ou manioc (photo 4) et *Azadirachta indica* ou neem (photo 5).



Photo 1. Plant d'*Hyptis suaveolens*

Photo 1. Plant of *Egyptis suaveolens*



Photo 2. Plant de *Thevetia neriifolia*

Photo 2. Plant of *Thevetia neriifolia*



Photo 3. Plant de *Cymbopogon nardus* (citronnelle)

Photo 3. *Cymbopogon nardus* (lemongrass) plant



Photo 4. Plant de *Manihot esculenta* (manioc)

Photo 4. *Manihot esculenta* plant (cassava)



Photo 5. Plant d'*Azadirachta indica* (neem/mangousier)

Photo 5. Plant of *Azadirachta indica* (neem / mangousier)

Le manioc est une plante utilisée comme " culture piège " en culture du niébé, pour réduire de manière significative le nombre de thrips floraux et d'insectes suceurs de gousses.

Thevetia neriifolia est une plante à latex blanc qui est considérée comme une plante toxique dont les racines, les feuilles, les graines et le latex sont utilisés. D'un point de vue écologique, *Thevetia neriifolia* est considéré comme une plante à effet insecticide (Jackai, 1983).

Hyptis suaveolens (Linn.) Poit. est une plante annuelle originaire de l'Inde, appartenant à la famille des Labiaceae. D'odeur aromatique, elle est rencontrée de nos jours dans les zones tropicales et semi-arides. L'extrait aqueux de feuilles d'*Hyptis suaveolens* possède

des propriétés insectifuge ou insecticide très puissants d'après Roy et Pande cité par Anand et Rao (1996), Kerharo et Adam (1974), Boeke *et al.* (2004), Ketoh *et al.* (2000) cités par Tchibozo (1996), puis par Guèyé *et al.* (2011).

Azadirachta indica A. Juss. appelé neem ou margousier est une plante de la famille des Méliacées et de l'ordre des Méliales (Safowora, 1982). Le neem pousse bien sous climat semi-aride à semi-humide, supporte même des climats aux précipitations inférieures à 500 mm et montre peu d'exigence vis-à-vis du sol (Radwanski et Wickens, 1981). Cette plante possède des propriétés répulsives, insecticides et insectifuges (Guèyé *et al.* 2011 ; Kossou, 1989 ; Lim et Dale, 1984 ; Seck, 1993 cité par Tchibozo, 1996). Le neem (margousier) est une plante à effet insecticide naturel très efficace contre un large éventail de ravageurs des cultures. Il est très peu toxique pour l'homme et n'est pas nocif à l'environnement. La préparation d'une solution aqueuse à base de margousier est peu couteuse (Youdeowei, 2004).

Les extraits aqueux de neem (*Azadirachta indica*) et d'*Hyptis suaveolens* servent à lutter contre les parasites de la culture (Kossou *et al.* 2001).

Cymbopogon nardus appartient à la famille des Poacées. C'est une touffe d'herbe qui est cultivée sur une grande échelle, en particulier dans les régions tropicales et subtropicales avec une distribution sans restriction dans les régions montagneuses, les plaines et les zones arides (Rocha *et al.* 2000). En Afrique centrale, la citronnelle est le plus souvent plantée aux alentours des maisons, car son odeur repousse les moustiques (Hmamouchi, 1995 ; Boeke *et al.* 2004 ; puis Ketoh *et al.* (2005) ainsi que Rocha *et al.* 2000 ; cités par Guèyé *et al.* 2011 ; puis par Tchibozo, 1996).

Les producteurs ont estimé, au regard de leurs savoirs techniques endogènes, que les extraits aqueux de ces plantes peuvent être utilisés à titre de pesticides biologiques d'origine botanique pour lutter contre les ravageurs du niébé en végétation.

2.3. Matériels techniques

Les différents matériels utilisés sont constitués d'un mètre ruban et des ficelles pour mesurer les dimensions des sites expérimentaux et des blocs, des piquets pour délimiter, un marqueur et des étiquettes pour identifier les cultivars, des outils de travail tels que la houe et le coupe-coupe pour installer les parcelles et entretenir les cultures, un pulvérisateur de produits phytosanitaires, un appareil de figuregraphie numérique pour la prise de figures, une balance (photo 6), un mortier (photo 7), des seaux en plastique et un pulvérisateur à dos à pression entretenue (photo 8) pour la préparation et l'utilisation des solutions d'extraits végétaux, une loupe pour l'observation des thrips (photo 9) et un compteur manuel à quatre chiffres.



Photo 6 : Balance électrique utilisée pour la pesée des feuilles d'espèces de plantes testées et le poids des graines de niébé à la récolté

Photo 6: Electric balance used for weighing the leaves of tested plant species and the weight of cowpea seeds at harvest



Photo 7 : Pilage au mortier des feuilles et tiges des cinq espèces de plantes testées

Photo 7: Mortar pounding of the leaves and stems of the five plant species tested



Photo 8 : Pulvérisateur à pression entretenue utilisé pour les traitements phytosanitaires

Photo 8: Maintained pressure sprayer used for phytosanitary treatments



Photo 9 : Loupe manuelle à trois agrandissements superposables utilisée pour l'observation et le comptage des thrips

Photo 9: Manual magnifier with three superimposable enlargements used for the observation and counting of thrips

2.4. Echantillonnage et choix des villages

L'étude a été menée dans les trois villages ci-dessus cités qui ont été retenus sur la base de la participation de certains ménages aux activités de l'organisation paysanne « ORAD », l'Organisation des Ruraux pour une Agriculture Durable, qui travaille en synergie avec les Laboratoires Hors Murs et le Laboratoire de Génétique Ecologique depuis quelques années. Dans chacun des villages, deux producteurs membres de cette organisation avaient été choisis pour abriter les essais.

2.5. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est celui d'un dispositif de Fisher à six traitements représentant les extraits aqueux des cinq espèces de plantes ci-dessus cités et un traitement témoin sans produit, pour chacun des six (06) cultivars de niébé. Cinq (05) répétitions de l'essai ont été installées auprès de six producteurs répartis dans les trois villages sous forme de blocs éclatés. Les parcelles élémentaires mesurent 24 m², à raison de 8 m de long et 3 m de large. Dans chaque bloc, les traitements comprenant les cultivars et les parcelles de traitements d'extraits aqueux sont séparés par une allée de 2 m.

2.6. Conduite de la culture du niébé

Le niébé a été semé le 28 mai 2015 suite à une pluie la veille, après un défrichement des parcelles expérimentales à l'aide d'un coupe-coupe, suivi d'un labour manuel à la daba. Le semis en ligne a été effectué aux écartements de 0,80 m entre lignes et de 0,60 m entre poquets ou plants. Deux à trois graines ont été semés

par poquet et démarriés à un plant par poquet. Au cours du démarrage, les plants manquants ont été remplacés. Les sarclages ont été réalisés le 22 juin 2015 à la houe, soit au 25^{ème} Jours après semis (JAS).

2.7. Préparation des solutions d'extraits aqueux

Les feuilles de ces plantes sont récoltées dans les champs des producteurs de niébé qui ont proposé le test de leurs effets insectifuges et ou insecticides. Les extraits aqueux ont été réalisés la veille des pulvérisations des parcelles de niébé. Pour chaque espèce de plante, 10 litres d'eau additionnés à cinq (05) fois l'équivalent en poids de feuilles ont servi à obtenir les formulations d'extraits aqueux.

La quantité de feuilles de neem, de manioc, de *Thevetia* et de feuilles et tiges d'*hyptis* a été retenue de commun accord avec les producteurs pour 24 m² représentant la surface de chaque parcelle élémentaire (tableau 1).

Les feuilles pesées ont été par la suite pilées dans un mortier jusqu'à l'obtention d'une pâte plus ou moins homogène placée dans un récipient. Le mortier est rincé et la solution de pâte résiduelle est versée sur la pâte. Le contenu du récipient est bien remué après y avoir ajouté pour les cinq répétitions de traitements d'extrait aqueux répartis sur 120 m²; 62,5 g de savon ' palmida' à titre d'émulsif.

Le mélange obtenu est recouvert et déposé dans un endroit assez ombragé. Le jour du traitement, soit 24 heures après, le mélange est remué avant d'être filtré et utilisé.

Tableau 1. Quantités de feuilles et tiges utilisées pour la préparation des extraits aqueux des cinq (05) espèces de plantes

Table 1. Quantities of leaves and stems used for the preparation of the aqueous extracts of the five (05) plant species

Plantes testées	Quantité (g) de feuilles utilisée pour traiter 24 m ²	Dose (kg/ha)
<i>Hyptis suaveolens</i>	400 (avec tiges)	167
<i>Manihot esculenta</i>	400	167
<i>Azadirachta indica</i>	300	125
<i>Thevetia nerifolia</i>	250	104
<i>Cymbopogon nardus</i>	300	125

La solution obtenue est subdivisée en cinq (05) parties égales pour traiter chaque parcelle de 24 m² lors de la pulvérisation. Cette dose est appliquée pour chaque cultivar. Pour chacune des espèces végétales, les doses appliquées ont été diluées dans 833 l d'eau à l'hectare.

2.8. Application des extraits aqueux de plantes

Les applications d'extraits aqueux de plantes insecticides ont été réalisées six fois au cours du cycle végétatif du niébé. Les traitements phytosanitaires ont démarré en phase de croissance végétative du niébé, après l'émission d'une grande quantité de feuilles observées

à 28 JAS. A partir de cette date, les applications ont été réalisées à une fréquence hebdomadaire à 28, 35, 42, 49, 56 et 63 JAS. Les pulvérisations ont été réalisées tôt le matin à partir de 10 heures pour valoriser l'effet de la rosée matinale sur l'absorption de la bouillie à travers les stomates des plants de niébé et éviter la dégradation du produit aux heures chaudes de la journée.

2.9. Echantillonnage des plants observés

Dans le dispositif expérimental, chaque parcelle élémentaire comporte cinq (05) lignes. Pour éviter les effets de bordure, une ligne est laissée de chaque côté sur

chaque parcelle et les trois (03) lignes centrales restantes ont constitué des lignes d'observations pour les paramètres mesurés. Toutes les prises d'échantillons sont faites au hasard sur les diagonales et les médianes, puis à l'intersection des médianes et des diagonales de manière à exploiter de façon représentative, la surface parcellaire concernée.

L'échantillonnage a démarré dès l'apparition d'un nombre important de feuilles. Une loupe a été aussi utilisée pour observer directement les thrips au champ et un compteur manuel à quatre chiffres a été aussi utilisé pour compter les thrips. Les observations sont faites à une fréquence régulière de sept (07) jours d'intervalle.

2.10. Evaluation des populations de thrips

L'observation et le comptage des thrips ont été effectués sur les feuilles, à la fréquence régulière de sept (07) jours d'intervalle à 27, 34, 41, 48, 55 et 62 JAS. L'observation visuelle des thrips a été effectuée sur les trois lignes centrales de chaque carré d'observation sur vingt (20) plants par unité parcellaire et par cultivar. Chaque portion de 1 m est espacée de telle sorte que sur les trois lignes, les lieux d'observations ne coïncident pas parallèlement.

2.11. Poids parcellaires des graines et poids de 1000 graines de niébé à la récolte

L'évaluation du rendement est faite sur un carré de densité de 1 m² situé entre les trois lignes centrales de chaque parcelle. La récolte de tous les plants utiles a été réalisée sur les lignes centrales réservées au rendement. Après la récolte, le séchage et l'égoussage des graines ont été réalisés au soleil jusqu'à ce que le taux d'humidité ait suffisamment diminué. Enfin, la mesure des poids parcellaires des graines et les poids de 1000 graines de chaque échantillon ont été évalués.

2.12. Analyse des données

Les paramètres nombre de thrips et poids des graines de niébé ayant servi à calculer le rendement en graines à l'hectare et le poids de 1000 graines ont été soumises à une analyse de variance univariée à trois facteurs que sont le cultivar, l'extrait aqueux et la période d'observation suivant le modèle linéaire général et au test de comparaison des moyennes de Tukey au seuil de 5% au moyen des logiciels statistiques Minitab 16 et Statistica 8.0.

3. Résultats

3.1. Effet des extraits aqueux de plantes sur la population de thrips

Les tableaux 2a, 2b et 2c présentent les nombres moyens de thrips (photo 10) sur 20 fleurs des différents cultivars étudiés.

L'analyse de variance a permis de mettre en évidence que les effets des facteurs jours après semis (JAS), traitement d'extrait aqueux, Cultivar, et des interactions JAS x Cultivar, Traitement x Cultivar, Traitement d'extrait aqueux x Cultivar x JAS, étaient très hautement significatifs ($p < 0,0001$), et que l'interaction JAS x traitement d'extrait aqueux est très hautement significative ($p < 0,001$) sur les populations des thrips.



Photo 10. Colonie de thrips dans les fleurs de niébé

Photo 10. Colony of thrips in cowpea flowers

Des différences très hautement significatives ($p < 0,0001$) au seuil de 5% ont été observées entre les moyennes pour les cultivars, les traitements d'extraits aqueux et les périodes d'observation.

Une réduction significative ($p < 0,0001$) de la population de thrips a été observée de 34 à 62 jours après semis, du fait de l'application des extraits aqueux pour tous les cultivars. Ces valeurs initialement de 1 à 86 selon les cultivars et les extraits aqueux, se sont réduites à des niveaux plus faibles de 2 à 72.

Les fortes populations de thrips observées à des niveaux variables de 71 à 120 selon les cultivars et les extraits aqueux, ont été obtenues du 41^{ème} au 55^{ème} jours après semis avec tous les traitements d'extraits aqueux.

Pour tous les cultivars, la non application de produit a donné les populations de thrips, significativement les plus élevées ($p < 0,0001$) que celles obtenues avec les extraits aqueux. Plus particulièrement avec les cultivars Katché péha nan soori, Kpodjiguèguè, Toura pera et Katché Sénégal, un accroissement très hautement significatif ($p < 0,0001$) de la population de thrips a été observée du 34^{ème} jours après semis, des valeurs de 1 à 114 à des valeurs de 127 à 158 au 62^{ème} jours après semis selon les cultivars,

Cependant, avec la variété Katché péha, l'extrait aqueux de citronnelle n'a pas permis de contrôler les thrips dont les niveaux de populations sont restés relativement constants, de 67 à 72 au cours du cycle cultural, comparativement aux autres cultivars avec le même traitement d'extrait aqueux.

Tableau 2a. Population de thrips dénombrés par traitement aux périodes d'observation (JAS) pour les cultivars Katché péha et Katché sôwôho

Table 2a. Population of thrips enumerated by treatment during observation periods (JAS) for the cultivars Katché péha and Katché soôho

Cultivars	Katché péha					Katché sôwôho					
	Traitement	34 ^{ème} JAS	41 ^{ème} JAS	48 ^{ème} JAS	55 ^{ème} JAS	62 ^{ème} JAS	34 ^{ème} JAS	41 ^{ème} JAS	48 ^{ème} JAS	55 ^{ème} JAS	62 ^{ème} JAS
Témoin		91,25 GHIJKLM- NOPQRSTU	102,00 FGHIJKLM- NOP	113,75 DEFGHIJK	109,75 EFGHIJKL	127,25 ABCDEFGF	114,00 DEFGHIJK	125,25 BCDEFGH	147,75 ABCD	156,00 ABC	154,00 ABC
Hyptis		32,50 nopqrstu- vwxyzA- BCDEFGHIJK LM	71,25 MNOPQRST UVWXYZa- bcdefghijkl	46,50 cdefghijklm- nopqrstu- vwxyzAB	15,00 zABCDEFGHIJK LM	2,25 LM	50,00 YZa- bcdefghijklm- nopqrstuvwxy	79,25 KLM- NOPQRST UVWXYZ- abcdef	51,50 XYZa- bcdefghijklm- nopqrstu- vwxy	27,50 tuvwxyzA- BCDEFGHIJKL M	7,25 FGHIJKLM
Manioc		27,50 tuvwxyzA- BCDEFGHIJK LM	57,50 UVWXYZa- bcdefghijklm- nopqrstu	67,50 OPQRSTU- VWXYZa- bcdefghijklm no	11,50 BCDEFGHIJKL M	6,00 GHIJKLM	25,00 uvwxyzA- BCDEFGHIJK LM	63,75 RSTU- VWXYZa- bcdefghijkl mnopqrs	48,75 Zabcdefghijkl mnopqrstu- vwxyzA	14,25 zABCDEFGHIJK LM	2,50 KLM
Neem		58,75 TUVWXYZa- bcdefghijklm- nopqrstu	68,00 NOPQRSTU- VWXYZa- bcdefghijklm n	58,25 TUVWXYZ- a- bcdefghijklm nopqrstu	45,00 efghijklm- nopqrstuvwxyza- BCD	11,50 BCDEFGHIJK LM	45,00 efghijklm- nopqrstu- vwxyzABCD	63,00 RSTU- VWXYZa- bcdefghijkl mnopqrst	65,00 QRSTU- VWXYZa- bcdefghijklm- nopqr	27,00 tuvwxyzA- BCDEFGHIJKL M	8,70EFGHIJKL M
Thevetia		30,50 pqrstuvwxyza- BCDEFGHIJK LM	37,50 jklmnopqrstu- vwxyzA- BCDEFGHIJ KL	57,50 UVWXYZa- bcdefghijklm nopqrstu	13,50 ABCDEFGHIJKL M	6,50 FGHIJKLM	30,00 pqrstuvwxyza- BCDEFGHIJK LM	42,50 ghijklm- nopqrstu- vwxyzA- BCDEF	52,50 XYZa- bcdefghijklm- nopqrstuvw	15,50 yzA- BCDEFGHIJKL M	4,00 IJKLM
Citronnelle		67,50 OPQRSTU- VWXYZa- bcdefghijklmno	57,50 UVWXYZa- bcdefghijklm- nopqrstu	71,25 MNOPQRST UVWXYZa- bcdefghijkl	70,00 MNOPQRSTU- VWXYZa- bcdefghijkl	72,5 MNOPQRSTU VWXYZa- bcdefghijk	68,75 NOPQRSTU- VWXYZa- bcdefghijklm	40,00 ijklm- nopqrstu- vwxyzA- BCDEFGH I	47,25 abcdefghijkl mnopqrstu- vwxyzAB	33,50 mnopqrstuvwxyza- A- BCDEFGHIJKL M	13,25 ABCDEFGHIJK LM
Grande moyenne = 55,351 CV(%) = 20,45											
Sources de variation											
ddl	JAS	Traitement	Cultivar	JAS* Traitement		JAS*Cultivar		Traitement*Cultivar		Traitement*Cultivar*JAS	
Probabilité	4	5	5	20		20		25		100	
	0,0000****	0,0000****	0,0000****	0,000****		0,0000****		0,0000****		0,0000****	

Les moyennes suivies de différentes lettres sont significativement différentes au seuil de 5% ; *** : très hautement significatif ; **** : très très hautement significatif

Tableau 2b. Population de thrips dénombrés par traitement aux périodes d'observation (JAS) pour les cultivars Katché péha nan sôorii et Kpodjiguègue (suite)

Table 2b. Population of thrips counted by treatment during observation periods (JAS) for the cultivars Katché péha nan sôorii and Kpodjiguègue (continued)

Cultivars	Katché péha nan sôorii					Kpodjiguègue					
	Traitement	34 ^{ème} JAS	41 ^{ème} JAS	48 ^{ème} JAS	55 ^{ème} JAS	62 ^{ème} JAS	34 ^{ème} JAS	41 ^{ème} JAS	48 ^{ème} JAS	55 ^{ème} JAS	62 ^{ème} JAS
Témoin		114,00 DEFGHIJ K	120,75 CDEFGHIJ	121,25 CDEFGHIJ	36,0 lmnopqrstu- vwxyzA- BCDEFGHIJKL M	17,75 wxyzA- BCDEFGHIJKL M	103,75 FGHIJKLMN	130,00 ABCDEF	152,75 ABC	161,75 A	46,25 defghijklm- nopqrstuvwxyz- ABC
Hyptis		41,75 ghijklm- nopqrstu- vwxyzA- BCDEFG	58,25 TUVWXYZ- a- bcdefghijklm nopqrstu	46,25 defghijklm- nopqrstu- vwxyzABC	12,50 BCDEFGHIJKL M	6,75 FGHIJKLM	63,75 RSTU- VWXYZa- bcdefghijklm- nopqrs	75,00 LMNOPQRS TUVWXYZa- bcdefghi	62,50 STU- VWXYZa- bcdefghijklm- nopqrst	38,50 jklmnopqrstu- vwxyzA- BCDEFGHIJK	12,25 BCDEFGHIJKL M
Manioc		47,00 bcdefghijkl mnopqrstu- vwxyzAB	66,00 PQRSTU- VWXYZa- bcdefghijklm nop	77,2 LMNOPQRS TUVWXYZa- bcdefg	13,00 ABCDEFGHIJK LM	7,50 FGHIJKLM	26,25 uvwxyzA- BCDEFGHIJK LM	52,00 XYZa- bcdefghijklm- nopqrstuvw	71,75 MNOPQRST UVWXYZa- bcdefghijkl	14,25 zABCDEFGHIJK LM	9,75 DEFGHIJKLM
Neem		65,50 QRSTU- VWXYZa- bcdefghijkl mnopq	72,75 MNOPQRS TUVWXYZ- abcdefghij	79,50 KLM- NOPQRSTU- VWXYZa- bcdef	14,75 zABCDEFGHIJK LM	11,75 BCDEFGHIJKL M	67,50 OPQRSTU- VWXYZa- bcdefghijklmno	83,25 KLM- NOPQRSTU- VWXYZa	88,75 IJKLM- NOPQRSTU VW	39,00 ijklmnopqrstu- vwxyzA- BCDEFGHIJ	25,25 uvwxyzA- BCDEFGHIJKL M
Thevetia		51,75 XYZa- bcdefghijkl mnopqrstu- vw	69,75 MNOPQRS TUVWXYZ- abcdefghijkl	82,75 KLM- NOPQRSTU- VWXYZab	16,75 xyzA- BCDEFGHIJKL M	10,25 CDEFGHIJKLM	44,25 fghijklm- nopqrstu- vwxyzABCDE	56,25 VWXYZa- bcdefghijklm- nopqrstuv	75,00 LMNOPQRS TUVWXYZa- bcdefghi	19,25 wxyzA- BCDEFGHIJKL M	13,00 ABCDEFGHIJK LM
Citronnelle		86,00 JKLM- NOPQRST UVWXY	91,00 HIJKLM- NOPQRSTU V	95,00 FGHIJKLM- NOPQRS	17,75 wxyzA- BCDEFGHIJKL M	14,25 zABCDEFGHIJK LM	82,50 KLM- NOPQRSTU- VWXYZabc	87,00 IJKLM- NOPQRSTU- VWX	98,25 FGHIJKLM- NOPQRS	29,50 qrstuvwxyzA- BCDEFGHIJKL M	20,25 vwxyzA- BCDEFGHIJKL M
Grande moyenne = 55,351 CV(%)= 20,45											
Sources de variation											
	JAS	Traitement	Cultivar	JAS* Traitement		JAS*Cultivar		Traitement*Cultivar		Traitement*Cultivar*JAS	
ddl	4	5	5	20		20		25		100	
Probabilité	0,0000	0,0000****	0,0000****	0,0000***		0,0000****		0,0000****		0,0000****	

Les moyennes suivies de différentes lettres sont significativement différentes au seuil de 5% d'après le test de Tukey ; *** : très hautement significatif ; **** : très très hautement significatif

Tableau 2c. Population de thrips dénombrés par traitement d'extraits aqueux aux périodes d'observation (JAS) pour les cultivars Toura pera et Katché sénégal (suite et fin)

Table 2c. Population of thrips enumerated by treatment of aqueous extracts during observation periods (JAS) for the cultivars Toura pera and Katché senegal (continuation and end)

Cultivars		Toura pera					Katché sénégal				
Traitement s	34 ^{ème} JAS	41 ^{ème} JAS	48 ^{ème} JAS	55 ^{ème} JAS	62 ^{ème} JAS	34 ^{ème} JAS	41 ^{ème} JAS	48 ^{ème} JAS	55 ^{ème} JAS	62 ^{ème} JAS	
Témoin	0,75M	2,25LM	114,00 DEFGHIJK	154,00 ABC	157,75 AB	3,25 JKLM	103,00 FGHIJKLMN O	120,25 CDEFGHIJ	143,25ABCDE	146,00ABCD	
Hyptis	1,25M	3,50JKLM	41,75 ghijklmnopqrstu- vwxyzA- BCDEFG	58,25 TUVWXYZa- bcdefghijklm- nopqrstu	26,25 uvwxyzA- BCDEFGHIJKL M	3,75JKLM	72,75 MNOPQRSTU VWXYZa- bcdefghij	79,50 KLM- NOPQRSTU- VWXYZabcdef	65,50 QRSTU- VWXYZa- bcdefghijklm- nopq	31,75 opqrstuvwxyzA- BCDEFGHIJKL M	
Manioc	0,50M	2,50KLM	72,75 MNOPQRSTU- VWXYZa- bcdefghij	80,50 KLM- NOPQRSTU- VWXYZabcde	29,25 rstuvwxyzA- BCDEFGHIJKL M	3,50 JKLM	98,75 FGHIJKLM- NOPQR	105,75 FGHIJKLM	71,25 MNOPQRSTU VWXYZa- bcdefghijkl	52,50 XYZa- bcdefghijklm- nopqrstuvw 36,50 klmnopqrstu- vwxyzA- BCDEFGHIJKL M	
Neem	1,25M	2,00LM	69,25 NOPQRSTU- VWXYZa- bcdefghijklm	84,00 KLM- NOPQRSTU- VWXYZ	28,25 stuvwxyzA- BCDEFGHIJKL M	5,25 HIJKLM	92,50 GHIJKLM- NOPQRSTU	105,75 FGHIJKLM	81,50 KLM- NOPQRSTU- VWXYZabcd	30,25 pqrstuvwxyzA- BCDEFGHIJKL M	
Thevetia	1,00M	2,50KLM	53,50 WXYZa- bcdefghijklm- nopqrstuvw	77,50 LMNOPQRSTU VWXYZabcdefg	29,25 rstuvwxyzA- BCDEFGHIJKL M	3,50JKLM	83,25 KLM- NOPQRSTU- VWXYZa	88,75 IJKLM- NOPQRSTUV W	39,00 ijklmnopqrstu- vwxyzA- BCDEFGHIJ	30,25 pqrstuvwxyzA- BCDEFGHIJKL M	
Citronnelle	0,75M	2,50KLM	76,25 LMNOPQRSTU VWXYZa- bcdefgh	94,25 FGHIJKLM- NOPQRST	40,25 hijklmnopqrstu- vwxyzA- BCDEFGH	5,50 HIJKLM	100,00 FGHIJKLM- NOPQ	122,50 BCDEFGHI	65,75 QRSTU- VWXYZa- bcdefghijklm- nop	49,75 Zabcdefghijklm- nopqrstuvwxyz	
Grande moyenne = 55,351 CV(%)= 20,45											
Sources de variation											
	JAS	Traitement	Cultivar	JAS* Traitement	JAS*Culti- var	Traitement*Cultivar	Traitement*Cultivar*JAS				
ddl	4	5	5	20	20	25	100				
Probabilité	0,0000*** *	0,0000*** *	0,0000****	0,000***	0,0000*** *	0,0000****	0,0000****				

Les valeurs moyennes suivies de différentes lettres sont significativement différentes au seuil de 5% d'après le test de Tukey ; *** : très hautement significatif ; **** : très très hautement significatif

3.2. Effets des extraits aqueux de plantes sur le rendement en graines de niébé.

L'analyse du tableau 3 a permis de mettre en évidence que les facteurs Cultivar et Traitement d'extrait aqueux ont eu des effets hautement significatifs ($p < 0,001$) et leur interaction Cultivar x Traitement d'extrait aqueux a eu un effet très significatif ($p < 0,01$) sur le rendement en graines de niébé. Des différences hautement significatives ($p < 0,001$) ont été observées entre les valeurs moyennes des rendements obtenus avec différents traitements d'extraits aqueux de plantes et les cultivars ($p < 0,001$).

L'ordre d'importance croissante d'efficacité des traitements d'extraits aqueux pour tous les cultivars est le suivant :

- 1^{er}: *Thevetia neriifolia* avec 885,76 kg/ha de graines de niébé ;
- 2^{ème}: *Hyptis suaveolens* avec 793,36 kg/ha de graines de niébé ;
- 3^{ème}: *Manihot esculenta* (manioc) avec 740,88 kg/ha de graines de niébé, et ;
- 4^{ème} et 4^{ème} ex-aequo: *Azadirachta indica* (neem) et *Cymbopogon nardus* (Citronelle) avec 587,06 à 710,51 kg/ha de graines de niébé.
- Comparativement à ces valeurs, le rendement obtenu avec le traitement témoin est de 387,28 kg/ha de graines de niébé.
- Le classement des cultivars par ordre d'importance de réponse du rendement à l'efficacité des extraits aqueux est le suivant:
- 1^{er}: Katché péha avec 747,50 kg/ha de graines de niébé ;
- 2^{ème} et 2^{ème} ex-equo: Kpodjiguèguè, Katché sôwôho et Toura pera avec 723,46 à 732,49 kg/ha de graines de niébé ;
- 5^{ème}: Katché péha nan soori avec 646,45 kg/ha de graines de niébé ;
- 6^{ème}: Katché Sénégal avec 519,10 kg/ha de graines de niébé.

3.3. Effets des extraits aqueux de plantes sur le poids de 1000 graines de niébé

La figure 2 illustre les poids moyens de mille graines des six cultivars. Les valeurs moyennes des poids de 1000 graines des cultivars a varié de 115 g à 152,5 g avec une moyenne de 138,75 g et un coefficient de variation (CV%) égale à 5,82. Le facteur cultivar a eu un effet hautement significatif ($p = 0,001$) sur le poids de mille graines.

Des différences hautement significatives ont été obtenues entre les moyennes de poids de 1000 graines des cultivars. Ainsi, les valeurs de poids moyen de 1000 graines des cultivars Katché sôwôho, Katché péha nan soorii, Toura pera et Katché Sénégal ne sont pas significativement différentes ($p = 0,001$), contrairement à celles des cultivars Katché péha et Kpodjiguèguè qui sont différentes de celles de ces quatre premières et différentes entre elles. Katché péha a été le cultivar de plus faible poids de mille graines, de 115 g.

4. Discussion

Une abondance de la population de thrips a été observée du 41^{ème} au 55^{ème} JAS au niveau de tous les cultivars, traduisant une forte infestation du niébé pendant les phases de croissance végétative en rapport avec une forte production de biomasse foliaire fraîche et de développement marquée par une floraison intense. Ce résultat corrobore ceux rapportés par Singh (1977), Adeoti (1990), puis Djossou (2001) en ce qui concerne la description du cycle du niébé.

La réduction significative des populations de thrips entre les différentes pulvérisations répétées du 34^{ème} au 62^{ème} JAS présage d'une efficacité des extraits aqueux, bien que ceux-ci ne soient pas des produits systémiques. Les thrips vivant sur les fleurs et ou à l'intérieur des fleurs de niébé, l'effet insectifuge et ou insecticide des extraits aqueux, suite aux pulvérisations répétées, a été expressif et celles-ci ont pu atteindre dans une certaine mesure les colonies de ce ravageur se développant à l'extérieur des fleurs, tel que rapporté par Atachi et Sourokou (1992).

L'effet significatif des traitements d'extraits aqueux sur le rendement en graines de niébé traduit bien l'efficacité des biopesticides d'origine botanique sur les ravageurs en général et les thrips dans le cadre de la précédente étude. Les meilleurs rendements variables de 587 kg/ha à 886 kg/ha, ont été obtenus avec les traitements d'extraits aqueux à base de *Thevetia neriifolia*, *Hyptis suaveolens*, de *Manihot esculenta* (manioc), *Azadirachta indica* (neem) et de *Cymbopogon nardus* (Citronelle), comparativement au témoin de 387,28 kg/ha. Ce résultat d'efficacité des extraits aqueux contre les thrips avec les six cultivars étudiés peut être généralisé à des cultivars tels que la TVX-3236 qui est résistante aux thrips d'après Roesingh (1980) et Salifu *et al.* (1988).

Tableau 3. Rendements moyens en graines (kg/ha) de niébé obtenus pour les traitements d'extraits aqueux en fonction des cultivars

Table 3. Average seed yields (kg / ha) of cowpea obtained for the treatment of aqueous extracts according to cultivars

Traitements	Cultivars						Moyennes traitements
	Katché péha	Katché péha nan soorii	Katché sénégal	Katché sôwôho	Kpodjiguèguè	Toura pera	
Témoin	435,9 ± 146,2	368,9 ± 126,7	255,0 ± 139,0	381,0 ± 170,9	467,5 ± 89,8	415,7 ± 159,3	387,28d
Hyptis	847,9 ± 119,0	859,6 ± 330,7	652,6 ± 172,1	743,8 ± 152,2	719,9 ± 142,7	936,6 ± 115,8	793,36ab
Neem	829,0 ± 152,8	659 ± 336	522,5 ± 137,5	780,9 ± 134,2	698,9 ± 168,1	773,0 ± 150,0	710,51b
Thevetia	1015,0 ± 155,2	779,0 ± 243,8	684,5 ± 176,8	935,4 ± 148,7	946,1 ± 120,1	955,9 ± 91,5	885,76a
Citronelle	596,9 ± 100,9	542,1 ± 191,8	495,5 ± 118,5	705,3 ± 243,3	611,3 ± 138,1	572,1 ± 91,1	587,06c
Manioc	760,5 ± 113,8	670,9 ± 279,6	505,7 ± 186,8	849,5 ± 134,0	972,5 ± 92,0	687,7 ± 204,7	740,88b
Moyennes cultivars	747,50a	646,45b	519,10c	732,49ab	735,85ab	723,46ab	684,14
Source de variation	Cultivar	Traitement	Cultivar * traitement				
ddl	5	5	25				
Probabilité	0,000***	0,000***	0,0076**				

Les moyennes d'une même colonne suivies de différentes lettres sont significativement différentes au seuil de 5% d'après le test de Tuket ; * : hautement significatif ; *** : très hautement significatif

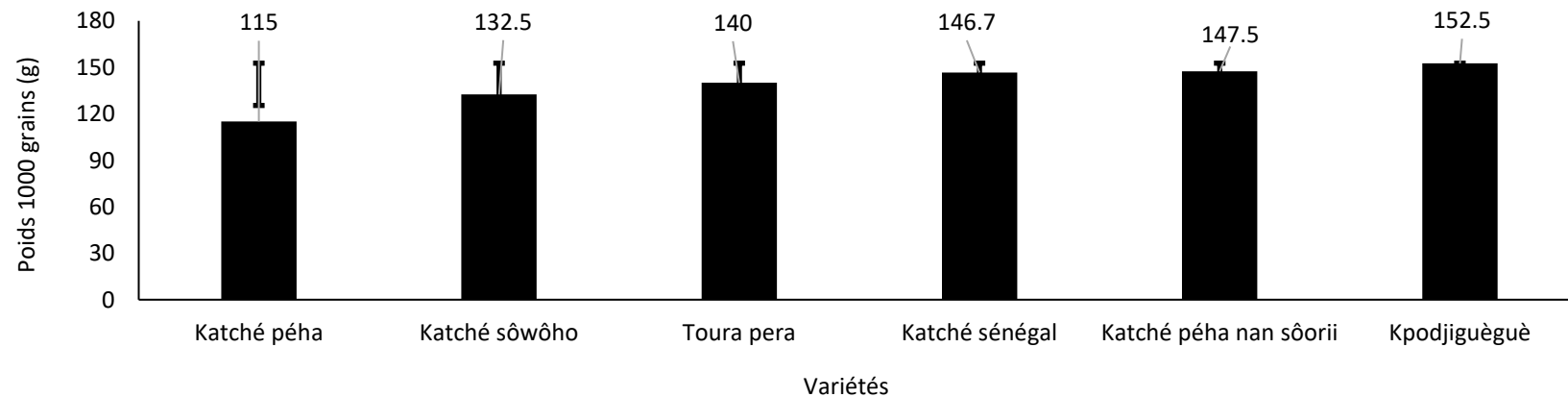


Figure 2. Poids de 1000 graines des cultivars étudiés

Figure 2. Weight of 1000 seeds of the cultivars studied

Les pertes de rendement engendrées par les thrips dans les parcelles non traitées avoisinent donc 34% à 56,30% des meilleurs rendements obtenus avec les extraits aqueux. Ces niveaux de pertes sont largement inférieurs à ceux évalués par Singh et Allen (1980) pour la région de l'Afrique tropicale. En effet, ces auteurs avaient estimé qu'en « dehors des dégâts spécifiques à chaque ravageur, les thrips *Megalurothrips sjostedti* peuvent occasionner jusqu'à 60%, voire 100% de pertes de rendement ». Les niveaux de pertes de rendement de niébé observées sont relativement élevés, en raison d'une part de la conduite sur les parcelles d'essai de la culture du niébé en pure, une assertion soutenue par Bary-Leger cité par Atachi et Dannon (1999), puis par Djomanou (2001). D'autre part, une faible propreté des parcelles liée à un mauvais désherbage notamment avant le 41^{ème} JAS et du 41^{ème} JAS au 55^{ème} JAS peut expliquer également les fortes infestations de thrips tels que *Sericothrips occipitalis* (Hood) et *Megalurothrips sjostedti*, observées à ces périodes. Cette situation a eu un effet dépresseur sur le rendement en graines dans les parcelles non traitées telles que rapportées par Moody (1973) et Bachabi (2003). Cette efficacité limitée des extraits aqueux d'*Hyptis spicigera* Lam. et d'*Azadirachta indica* A. Juss. avait été mise en évidence par Bambara et Tiemtoré (2008) qui avaient rapporté que leur effet biopesticide sur les parasites du niébé n'était pas meilleure à la deltaméthrine.

Les résultats de la présente étude invitent à observer une forte attention à la gestion durable des ravageurs du niébé en général et des thrips en particulier. L'approche de lutte intégrée contre les ravageurs du niébé qui intègre la conservation des ennemis naturels à travers la gestion des habitats et l'utilisation de plantes insecticides (PRONAF, 2000 ; PRONAF SENEGAL, 2002), deux stratégies de lutte compatibles (Sinzogan, 2002), doit être envisagée, voire promue.

5. Conclusion

La présente étude a permis de mettre en évidence que les extraits aqueux de neem, de manioc, de citronnelle, d'*Hyptis suaveolens* et de *Thevetia neriifolia* peuvent être recommandés pour le contrôle des thrips en culture pure de niébé avec les six cultivars étudiés. Pour ce faire, des pulvérisations répétées à une fréquence hebdomadaire du 34^{ème} JAS au 62^{ème} JAS doivent être appliquées. Cependant, l'extrait aqueux de citronnelle n'a

pas été efficace contre les thrips avec le cultivar Katché péha.

Le maintien en propre de la culture du niébé par des sarclages à bonnes dates peut permettre de réduire l'infestation des thrips en périodes de floraison. En plus, l'association du niébé à d'autres cultures pièges telles que le maïs, le sorgho et le mil peut permettre d'obtenir de meilleurs rendements.

Ces méthodes de lutte peuvent être aussi adoptées pour la protection phytosanitaire des cultivars de niébé habituellement cultivés, comme des mesures de lutte agro-bio-écologique contre les ravageurs du niébé tout en préservant leurs ennemis naturels et la santé humaine et environnementale. L'efficacité des extraits aqueux peut être aussi testée sur les punaises et le devenir des graines en stock.

REMERCIEMENTS

Les auteurs du présent article remercient les Laboratoires « Hors Murs » à travers l'association « Biodiversité, Echanges et Diffusion d'Expériences (BEDE) » qui a financé et mis en œuvre conjointement avec le Laboratoire de Génétique Ecologique (LGE) de la Faculté des Sciences et Techniques (FAST) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC), l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) et l'Organisation des Ruraux pour une Agriculture Durable (ORAD), les travaux de recherche en milieu réel dont les résultats ont été valorisés dans le cadre de cette publication.

CONFLIT D'INTERET

Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêt.

REFERENCES

- ABADASSI J. 1997. Contraintes de la production du maïs et du niébé au Bénin. Rapport de recherche FSA/UNB, république du Bénin.
- ADEOTI R. 1990. Influence des fluctuations combinées d'insecticides sur les ravageurs et rendements du niébé en plein champ à Zouzouvou/Mono. Mémoire d'Ingénieur Agronome, FSA/UNB, république du Bénin.

- AKKER Van Den E. 1999. Major crops and their regional distribution in Benin. *In*: Herrmann L. Venemann K. Stahr K & Oppen von M. (Eds.). Atlas of natural and agronomic resources of Niger and Benin. Hohenheim, université de Hohenheim.
- ALZOUMA I. 1995. Connaissance et contrôle des coléoptères Bruchidae ravageurs des légumineuses alimentaires au Sahel : Sahel Integrated Pest Management (IPM)/Gestion Phytosanitaire Intégrée. Revue Institut CILSS du Sahel. N° 1.
- ANAND P. & RAO J. 1996. Botanical pesticides in agriculture. 4th Ed, London. Academic Press.
- ATACHI P. & SOUROKOU B. 1992. Effects of Decis (Deltamethrin) and systoate (Dimethoate) on *Megalurothrips sjostedti* (TRYBOM) in cowpea. Insect Sci. Applic. 13(2) : 279-286.
- ATACHI P. & DANNON E. A. 1999. Dynamique comparée des populations de *M. vitrata* (FABRICIUS) (Lepidoptera, Pyralidae) et de *Megalurothrips sjostedti*. (TRYMO) (Thysanoptera, Thripidae) définie par l'évaluation des infestations des fleurs et des probabilités d'attaque dans les associations de cultures Vigna-Cajanus au Sud-Bénin. Soc. Zool. Fr. 124(3) : 239-260.
- BACHABI F. 2003. Contribution à la lutte contre les principaux insectes ravageurs de la culture du niébé au Bénin: Efficacité selective des extraits aqueux des feuilles d'hyptis, de papayer et de neem. Mémoire de DEA, FAST/UNB, république du Bénin.
- BAMBARA D. & TIEMTORE J. 2008 Efficacité biopesticide de *Hyptis spicigera* Lam., *Azadirachta indica* A. Juss. et *Euphorbia balsamifera* Ait. sur le niébé *Vigna unguiculata* L. Walp. Tropicultura. 26(1): 53-55
- Banque Mondiale. 2003. Benin: poverty reduction strategy paper and joint staff assessment. Report 25475-BEN. Washington (DC): International Development Association (IDA); International Monetary Fund (IMF).
- BELLO S. 2005. Test de quelques approches méthodologiques d'évaluation de la diversité des ressources phylogénétiques : application au niébé. Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA), FSA/UAC, république du Bénin.
- BELLO S. AFFOKPON A. DJIHINTO C.A. & IDRISOU-TOURE M. 2016. Sensibilité aux nuisibles, production de grains et intérêts agropastoraux de la variété de niébé IT 95K-193-12 au Sud-Bénin. Document Technique et d'informations. 10 p. Dépôt légal N° 9054 du 28/11/2016, 4^{ème} trimestre, Bibliothèque Nationale du Bénin, ISBN : 978-99919-2-616-2.
- BELLO S. & BACO M. N. 2015. Importance, typologie des détenteurs et taxonomie locale de la diversité variétale du niébé au Nord-Est du Bénin. Annales des Sciences Agronomiques, volume spécial, troisième partie, 19(2C) : 337-366.
- DJOMANOU B. N. 2001. L'utilisation du crotalaire et de *Uscana lariophage* pour la lutte intégrée contre *C. maculatus* sur le niébé. Using *Crotalaria retusa* and *Uscana lariophage* for integrated control of *Callosobruchus maculatus* on cowpea. MSc Thesis. Laboratory of Entomology/Wageningen.
- DJOSSOU J. 2001. Etude de l'impact de *Crotalaria retusa* LINNE sur l'infestation du niébé au champ par *Megalurothrips sjostedti* TRYBOM et *Callosobruchus maculatus* FABRICIUS, Diplôme d'Ingénieur Agronome, république du Bénin.
- EYZAGUIRRE P. 1995. In situ conservation and sustainable use of minor vegetable and fruit species. IPGRI / DES, Bonn- röttgen (Germany).
- FAO. 1998. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. Rome. 371 p.
- GUEYE M. T. SECK D. WATHELET J-P. & LOGNAY G. 2011. Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale : synthèse bibliographique. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 15(1), 183-194.

- JACKAI L. E. N. 1983. Efficacy of insecticides application at different times of day against the legume pod borer, *M. testulalis* (GEYER) (Lepidoptere, Pyralidae). *Protection Ecology*. 5: 245-251.
- Kerharo J. & ADAM J.-G. 1974. Pharmacopée sénégalaise traditionnelle (plantes médicinales et toxiques). Edition Vigot Frères, Paris, France.
- KOSSOU D. K. 1989. Evaluation des différents produits du neem *Azadirachta indica* A. JUSS pour le contrôle de *Sitophilus zeamais* MOTSCH sur le maïs en post-recolte. *Insect Sci. Applic.* 10(3) : 365-372.
- KOSSOU D. K. GBEHOUNOU G. AHANCHEDE A. AHOHUENDO B. BOURAÏMA Y. & VAN HUIS A. 2001. Indigenous cowpea production and protection practices in Benin. *Insects Sciences Application*. 21(2): 150-153.
- KPANGON H. 2002. Impact socio-économique de l'adoption des nouvelles technologies du niébé sur la réduction de la pauvreté : cas du département des collines (Bénin). Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA/UAC, République du Bénin.
- LIM G. S. and DALE G. B. 1984. Neem pesticide in rice: potential and limitation. *IRRI Publ.*
- MAEP. 2004. Annuaire des statistiques agricoles 2014. Version numérique. MAEP, DPP, République du Bénin.
- MAEP. 2014. Annuaire des statistiques agricoles 2014. Version numérique. MAEP, DPP, République du Bénin.
- MOODY K. 1973. Weed control in tropical grain legumes. In: *Proceedings of first IITA grain legume Improvement workshop*. 29 October to 2 November 1973. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria.
- PDC (Plan de Développement Communal de Djougou). 2015. République du Bénin.
- PRONAF. 2000. Projet Niébé pour l'Afrique. Rapport d'activités campagne 2000-2001. No 02/00-TR/BE.
- PRONAF-SENEGAL. 2002. Famer Field School. Rapport provisoire d'activité. Campagne 2001-2002.
- QUIN F. M. 1997. Introduction. In: Singh B. B., Mohan Raj D. R. K. E. Dashiell & Jackai L. E. N. (eds.). *Advances in cowpea research*, IITA-JIRCAS, Ibadan, Nigeria.
- RADWANSKI S. A. & WICKENS G. E. 1981. Vegetative fallows and potential value of the neem tree in the tropics. *Econ. Botany*. 35(4) : 398-414.
- ROCHA S. F. A. MING L. C. M. & MARQUES O. M. 2000. Influence de cinq températures de séchage sur le rendement et la composition de l'huile essentielle de *Cymbopogon Jowitt winterianus*. *Revista Brasileira de plantas medicinales*, Botucatu. 3: 73-78
- ROESINGH C. 1980. Resistance to flower Thrips, *Megalurothrips sjostedti* (TRYBOM) in cowpea. Stuttgart, (PhD thesis) West Germany, Universität Homburg.
- SAFOWORA A. 1982. Medicinal plants and traditional medicine in Africa. Spectrum books Ltd. Ibadan.
- SALIFU A. B. SINGH S. R. & HODSON C. J. 1988. Mechanism of resistance in Cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Genotype, TVx 3236 to the bean flower thrips, *Megalurothrips sjostedti*. (TRYBOM) (Thysanoptère, Thripidae) 2. Non preference and antibiosis *Tropical Pest. Management*. 34: 185-188.
- SINGH B. B. & SINGH R. S. 1992. Breeding for bruchid resistance in cowpea. In: IITA (ed.), *research n° 5*.
- SINGH S. R. 1977. Rapport de Stage sur les légumineuses à grains, Entomology, IITA, Ibadan, Nigeria.
- SINGH S. R. & ALLEN D. J. 1980. Pest, diseases, resistance and protection in cowpeas. In: Summerfield, R. J., and A. H. Buting (eds.), *Advances in legume Science*, Royal Botanical Garden, Kew and Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London.

- SINZOGAN A. 2002. Ovipositor-Deterrent and toxic Effects of Various Botanical on two parasitoids (*Dnarmus basalis* (ROND) and *C. lariophaga* (STEFFAN) of *Callosobruchus maculatus* (FAB) Infesting Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Msc Thesis.
- Tchiboza S. 1996. Information sur quelques plantes insectifuges et nématicides de l'Afrique tropicale : note technique. BRAB : 18-26.
- YOUDEOWEI A. 2004. La pratique de la lutte intégrée en production maraîchère. Guide de vulgarisation de la lutte intégrée-4. Ministère de l'alimentation et de l'agriculture (MOFA) du Ghana, Direction des services pour la réglementation et la protection des végétaux (PPRSD), Agence allemande pour la coopération technique (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit-GTZ), Centre technique de coopération agricole et rurale (CTA) : éds.
- ZOUNDJIHÉKPON J. Dansi A. & MIGNOUNA J. H. D. 1997. Gestion des ressources génétiques des ignames africaines et conservation in situ. In : Institut d'économie rurale (IER). Bureau des ressources génétiques (BRG) & Solagral (eds). Gestion des ressources génétiques des plantes en Afrique des savanes.