

Efficacité au champ de cyantraniliprole (BENEVIA 100 OD) dans le contrôle des principaux insectes ravageurs du cotonnier au Burkina Faso.

¹Omer Sacamba Aimé Héma, ²Issoufou Ouédraogo, ¹Gaspard Vognan.

Résumé

Le cotonnier est une plante qui héberge beaucoup de ravageurs provoquant des dégâts économiques au Burkina Faso. L'utilisation des pyréthriinoïdes et des organophosphorés pour la gestion de ces ravageurs s'est heurtée à des problèmes de résistance chez les insectes, d'où la mise en place de programmes fenêtres en culture cotonnière avec l'intégration de molécules de familles chimiques nouvelles. L'objectif de cette étude a été d'évaluer l'efficacité de cyantraniliprole sur les principaux ravageurs du cotonnier. Des expérimentations ont été conduites à la station de recherches de Farako-Bâ et en milieu paysan dans la partie sud-ouest du Burkina Faso pendant les campagnes agricoles 2012-2013, 2013-2014 et 2014-2015. Cyantraniliprole à la dose de 40 g/ha a été comparé à des témoins de référence et à un témoin non traité. Les résultats ont montré une efficacité de cette dose de cyantraniliprole sur les larves de lépidoptères carpophages, les larves de lépidoptères phyllophages et les homoptères piqueurs suceurs de sève du cotonnier. La performance de cette molécule de la famille des Diamides Anthraniliques s'est traduite par une augmentation du rendement en coton graine de 52,2% en moyenne par rapport au témoin non traité en stations de recherches et de 7% en moyenne par rapport au profenofos en milieu paysan. Ces résultats suggèrent l'utilisation de cyantraniliprole dans les programmes de gestion optimale des ravageurs du cotonnier.

Mots-clés : cyantraniliprole, Diamides Anthraniliques, cotonnier, lépidoptères carpophages, insectes piqueurs suceurs.

Abstract

Cyantraniliprole (BENEVIA 100 OD) Efficacy in field trials against cotton main pests in Burkina Faso

Cotton hosts many insect pests reducing its yield in Burkina Faso. Pyrethroids and Organophosphates which have been used to control these pests encountered resistance, conducting to spray programs with new chemical families. The objective of this study was to evaluate the efficacy of Cyantraniliprole, an Anthranilic Diamides family molecule, on cotton main pests. Experiments were carried out in research centres and in farmers' fields during the years 2012-2013, 2013-2014 and 2014-2015. At the dose of 40 g/ha, the effect of Cyantraniliprole was compared to controls. Results showed an effectiveness of this dose of cyantraniliprole on Lepidopteran larvae and sucking pests. This molecule provided an increase of seed cotton yield for about 52.2% compared to control in research centre and 7% compared to profenofos in farmers' fields. These results suggest the use of cyantraniliprole in cotton pests' optimal management programs.

Keywords: Anthranilic Diamides, cyantraniliprole, cotton, bollworms, sucking insects.

¹ Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Programme Coton Bobo-Dioulasso.

² Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Programme Oléo-protéagineux, Tél. : +226 70 27 79 32, e-mail : yeguere@yahoo.com, Bobo-Dioulasso.

Vognan Gaspard, Tél. : +226 70 23 90 06, e-mail : vognang@yahoo.fr.

Correspondance : Héma Sacamba Aimé Omer, 01 BP 208 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso, Tél : +226 70 01 01 99, Fax: +226 20 97 01 59, e-mail: omerhema@yahoo.fr.

Introduction

Le coton est une importante culture commerciale unanimement désignée dans le monde "roi des cultures à fibre" (PRADO *et al.*, 2014). La production mondiale de cette culture était de 121 millions de balles en 2013 (ANONYMOUS, 2013). Importante source de revenus pour les paysans et de devises pour le pays, la culture du coton occupe une place de choix dans l'économie du Burkina Faso. Avec une production estimée à 766 221 tonnes de coton graine en 2014 (MASA, 2014), la production du coton est pratiquée par plus de 250 000 exploitations agricoles et fait vivre directement plus de 3 millions de Burkinabè (AICB, 2008).

Cependant, la production du coton reste confrontée à des contraintes d'ordre biotique et abiotique. Au rang des contraintes biotiques figurent en bonne place, les insectes ravageurs qui occasionnent d'importantes pertes de rendement. La culture cotonnière est sujette aux attaques de plusieurs espèces d'insectes. En effet, plus de 1326 espèces d'insectes vivent aux dépens du cotonnier dont 480 répertoriées en Afrique tropicale (PARRY, 1982).

Au Burkina Faso, les principaux insectes ravageurs du cotonnier sont *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera : Noctuidae), *Diparopsis watersi* Rothschild (Lepidoptera : Noctuidae), *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera : Aphididae), *Haritalodes derogata* Fabricius (Lepidoptera : Pyralidae), *Spodoptera littoralis* Boisduval (Lepidoptera : Noctuidae), *Eariaspa* (Lepidoptera : Noctuidae) et *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera : Aleyrodidae) (GNANKINE, 2005). Leur gestion a toujours été un sérieux problème dans la filière cotonnière (HEMA *et al.*, 2009a et 2009b). La lutte chimique utilisant les pyréthriinoïdes a longtemps été le seul recours et cela a entraîné le développement de résistance de *H. armigera* vis-à-vis des pyréthriinoïdes (BRUN-BARALE *et al.*, 2010). Si aucune mesure n'est prise, d'autres ravageurs vont aussi développer de la résistance à ces molécules très utilisées. D'où la nécessité de développer des molécules de familles chimiques et de mode d'action différents de ceux des pyréthriinoïdes et de veiller à les alterner pour retarder l'apparition de la résistance. Dans la sous-région ouest-africaine, des molécules comme l'endosulfan, le profenofos, l'indoxacarb, la spinosad, le

malathion ont été utilisés comme solution alternative à l'emploi des pyréthriinoïdes mais, il reste nécessaire de prospecter d'autres pistes pour gérer cette résistance. C'est dans ce cadre que le cyantraniliprole, de la nouvelle famille des Diamides Anthraniliques, a été testé en station de recherche au cours des campagnes agricoles 2012-2013 et 2013-2014 et en milieu réel pendant la campagne agricole 2014-2015. C'est une molécule qui a un mode d'action unique ciblant les récepteurs de la ryanodine (RyR) dans les cellules musculaires des insectes (LAHM *et al.*, 2007 ; SATTELLE *et al.*, 2008 ; IRAC 2012). Le cyantraniliprole est le premier insecticide à contrôler aussi bien les larves de Lépidoptères que les piqueurs suceurs (Hémiptères) (ANONYMOUS, 2012). Ce groupe d'insecticides possède également des propriétés anti-appétantes (GONZALES-COLOMA *et al.*, 1999) qui peuvent être complémentaires du mode d'action sur les récepteurs de la ryanodine. L'objectif général de cette étude est donc de mettre à la disposition des producteurs de coton, des molécules alternatives efficaces pour l'optimisation de leurs rendements. De manière plus spécifique, il s'agit de définir la dose minimale efficace de cyantraniliprole au Burkina Faso afin de réduire les coûts de protection du cotonnier ainsi que les pollutions de l'environnement tout en procurant un niveau de protection optimale du cotonnier.

1. Matériel et méthodes

1.1. Essais en station de recherche

1.1.1. Le dispositif expérimental

L'essai a été conduit sur la station expérimentale de Farako-Bâ (04°20 O, 11°06 N) avec la variété de coton conventionnel FK37. En 2012-2013, les doses de 30, 40 et 50 g/ha de Cyantraniliprole (BENEVIA 100 OD), ont été comparées au profenofos 500 g/ha (CALFOS 500 EC), le produit le plus utilisé dans les premier et deuxième traitements du cotonnier au Burkina Faso. En 2013-2014, la dose de 40 g/ha de Cyantraniliprole a été comparée à cinq produits habituellement utilisés (émamectine benzoate, indoxacarb, Flubendiamide-Spirotétramate, spinosad et téflubenzuron). Un dispositif en blocs de Fisher a été mis en place où chaque entrée a été répétée huit fois. La parcelle élémentaire a comporté 12 lignes de 15 m, espacées de 0,8 m entre les lignes et de 0,40 m entre les poquets. Les tableaux I et II font le récapitulatif des substances actives qui ont été comparées respectivement en 2012-2013 et 2013-2014.

Tableau I : Récapitulatif des doses de Cyantraniliprole comparés au profenofos en 2012-2013

Substances actives	Dose (g/ha)
BENEVIA 100 OD (Cyantraniliprole 100 g/l)	30
BENEVIA 100 OD (Cyantraniliprole 100 g/l)	40
BENEVIA 100 OD (Cyantraniliprole 100 g/l)	50
CALFOS 500 EC (profenofos 500 g/l)	500

1.1.2. Conduite de la culture

-Semis, entretiens culturaux et fumure

Les parcelles d'expérimentation ont été labourées et hersées au tracteur. La variété de cotonnier FK 37 a été utilisée dans les différentes expérimentations. Les semis ont été effectués manuellement à 05 graines de coton par poquet, après un traitement préalable des semences et un traitement herbicide

Tableau II : Récapitulatif de la dose de Cyantraniliprole comparée aux autres produits matières actives vulgarisées en 2013-2014.

Substances actives	Dose (g/ha)
BENEVIA 100 OD (Cyantraniliprole 100 g/l)	40
EMACOT 019 EC (Emamectine 19 g/l)	9.5
AVAUNT 150 EC (Indoxacarb 150 g/l)	25
TIHAN 175 O-TEQ (Flubendiamide 100 /l-Spirotétramate 75 g/l)	20-15
NOMOLT 150 SC (téflubenzuron 150 g/l)	15
LASER 480 SC (Spinosad 480 g/l)	36

a été réalisé. A la levée, le démariage a été fait à 02 plants par poquet. La fumure minérale a été faite en apports fractionnés d'engrais coton NPKBS de formule (15-20-15-6-1) complété par l'urée (46 % N). Le NPKBS a été appliqué après un démariage à la dose de 150 kg/ha, 20 jours après la levée (Jal). Le complément d'urée dosé à 50 kg/ha, a été effectué en même temps que le buttage au 45^{ème} Jal. Les sarclages ont été faits à la demande.

-Protection phytosanitaire

Les applications insecticides ont été faites tous les 14 jours sur 06 lignes de 15 m prises au centre de chaque parcelle élémentaire. Ces pulvérisations ont été faites en double passage avec un appareil à pression entretenue débitant 60 l de bouillie insecticide à l'hectare.

- Observations

L'évaluation de l'efficacité biologique des produits a été réalisée de deux manières : de façon indirecte et de façon plus directe.

Observations indirectes

A la maturité, les capsules ont été récoltées sur une ligne traitée de 10 m prise en dehors des trois lignes centrales après avoir laissé 2,5 m de bordure à chaque extrémité. Les capsules ainsi récoltées ont été dénombrées et les proportions de capsules saines, percées, piquées pourries et momifiées sous l'effet des insectes ont été calculées.

A la récolte, le rendement en coton graine a été estimé sur trois lignes traitées de 10 m prises au centre de chaque parcelle élémentaire, après avoir laissé 2,5 m de bordure à chaque extrémité.

Observations directes

Elles ont porté sur un échantillon de 30 plants de cotonnier pris par groupes de 05 plants consécutifs par parcelle élémentaire et ont consisté à dénombrer et identifier les populations de chenilles carpophages, de chenilles phyllophages et de piqueurs suceurs, une fois par semaine à partir du 30^{ème} jour après la levée.

1.2. Tests en milieu réel

1.2.1. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé est l'essai couple, dix répétitions correspondant à dix producteurs par localité. Six localités ont été retenues : Karangasso-Vigué (10°52 N, 03°55 O), Karangasso-Sambla (11°13 N, 04°37 O), Balla (11°28 N, 04°05 O), Kourouma (11°37 N, 04°48 O), Houndé (11°30 N, 03°31 O), Koumbia (11°13 N, 03°42 O). La parcelle

élémentaire se compose d'un hectare. La superficie totale de l'essai est de deux hectares.

1.2.2. Conduite de la culture

Les opérations culturales :

Les travaux de préparation du sol pour le test et le reste du champ des producteurs ont été réalisés de la même manière sur les deux parcelles comparées.

Le coton a été semé à plat avec 3-5 graines par poquet écartés de 40 cm, les interlignes étant de 70 à 90 cm selon les cas et la nature du sol (fertilité).

L'épandage des herbicides a eu lieu le jour du semis ou le lendemain au plus tard. Les entretiens ont été réalisés conformément aux opérations ci-dessus définies :

- application fumure organique au besoin ;
- labour au tracteur ou aux bœufs, suivi d'un pulvérisage éventuellement ;
- semis à la main ou au semoir ;
- ressemis si nécessaire ;
- sarclages et/ou sarclo-binages à la demande de façon à maintenir les parcelles propres ;
- apport de NPKSB au 15^{ème}Jal + KCl au besoin ;
- apport de l'Urée à 40-45^{ème}Jal ;
- 1^{ère} récolte de coton graine à 115^{ème}Jal et 2^{ème} à 145^{ème}Jal.

1.2.3. Traitements des parcelles

Les traitements sont réalisés sur toutes les parcelles avec le pulvérisateur disponible chez le producteur. Ils sont calendaires et déclenchés à partir du 30^{ème}Jal ; ils sont réalisés tous les 14 jours sur les deux parcelles. Au total, six traitements insecticides ont été réalisés sur chaque parcelle (tableau III).

- le comptage du nombre de plants infestés par les piqueurs-suceurs (pucerons, formes fixes et formes adultes de Bemisia) sur 30 plants pris par groupes de 05 plants consécutifs une fois par semaine à partir du 30^{ème}Jal sur les deux parcelles ;
- l'analyse sanitaire des organes mûrs sur 05 lignes de 20 mètres par parcelle (comptage du nombre de capsules saines et de capsules percées) ;
- la récolte de coton graine sur trois carrés de 10 m de côté par parcelle (100 m²).

1.3. Méthode d'analyse des résultats en station et en milieu réel

Des calculs préalables ont été faits sur les données avant les analyses. Pour les essais en station, les données sur l'analyse des capsules mûres ont été ramenées à l'are (données obtenues sur 8 m² ramenées à 100 m²) et celles des rendements ont été ramenées à l'hectare (données collectées sur 24 m² ramenées à 10 000 m²). Pour les analyses sanitaires à maturité et le rendement coton graine des essais menés en milieu paysan, les données ont été ramenées à l'hectare en tenant compte de la densité des plants dans chacune des six localités. Grâce au logiciel XLSTAT version 2007, une analyse de variance (ANOVA) au seuil de 5% est pratiquée sur les différentes données (observations des ravageurs, analyses sanitaire des capsules mûres et rendements) avec le test de Fisher pour classer les moyennes. L'objet auquel est attribué la lettre "a" est, pour toutes les analyses, celui qui présente le plus d'intérêt.

L'analyse financière des produits en comparaison utilise la méthode du budget partiel (BRUMFIELD *et al.*, 2000) qui suppose qu'en dehors des rendements, les autres facteurs comme les coûts de productions, le prix du coton sont identiques et donc non variables selon le produit. Chaque site est représentatif d'une situation donnée. Pour évaluer le risque financier potentiel pour l'utilisation de chaque produit, deux indicateurs ont été retenus. Il s'agit de la moyenne des

Tableau III : Synthèse des insecticides comparés en milieu paysan

Traitement	T1 (30jal)	T2 (45 jal)	T3 (60 jal)	T4 (75 jal)	T5 (90 jal)	T6 (105 jal)
Innovation	BENEVIA 100 OD	BENEVIA 100 OD	LAMBACAL P 212 EC	LAMBACAL P 212 EC	CONQUEST 88 EC	CONQUEST 88 EC
Témoin	Profenofos 500 EC	Profenofos 500 EC	LAMBACAL P 212 EC	LAMBACAL P 212 EC	CONQUEST 88 EC	CONQUEST 88 EC

T1...T6 : Numéros des traitements insecticides ; jal = jours après levée du cotonnier

BENEVIA 100 OD = cyantraniliprole 100 g/l utilisé à 400 ml/ha soit 40 g/ha

Profenofos 500 EC = profenofos 500 g/l utilisé à 1000 ml/ha soit 500 g/ha

LAMBACAL P 212 EC = lambdacyhalothrine 12 g/l + profenofos 200 g/l utilisé à 1 l/ha

CONQUEST 88 EC = cyperméthrine 72 g/l + acétamipride 16 g/l utilisé à 500 ml/ha

1.2.4. Observations de terrain

Les observations ont porté sur :

- le comptage des larves carpophages (*H. armigera*, *D. watersi*, *Earias sp.*) sur 30 plants pris par groupes de 05 plants consécutifs une fois par semaine à partir du 30^{ème}Jal sur les deux parcelles ;
- le comptage du nombre de plants infestés par les Lépidoptères phyllophages (*H. derogata*, *A. flava* et *S. littoralis*) sur 30 plants pris par groupes de 05 plants consécutifs une fois par semaine à partir du 30^{ème}Jal sur les deux parcelles ;

deux moyennes les plus faibles ; il est utilisé pour combler le biais au cas où le plus faible rendement est obtenu sur une parcelle ayant subi des dégâts autre que celui des ravageurs (accident, dégât causés par les hommes ou les animaux). Le second indicateur est l'indice de risque financier qui est le rapport de l'écart-type des revenus pour chaque produit sur le revenu moyen de chaque produit ; plus il est grand, plus les revenus induits par le produit sont instables et dans ce cas il est souhaitable d'avoir des revenus plus stables (indice faible).

2. Résultats

2.1. Essais en station de recherche

Au niveau des infestations de carpophages en 2012 (Fig. 1), aucune différence significative n'a été observée entre les niveaux moyens de présence des larves de *H. armigera* dans les parcelles ayant été traitées avec les différentes doses de cyantraniliprole et les deux témoins (vulgarisé et non traité) ($F = 0,589$, $dl = 479$, $P = 0,671$). En 2013-2014, le cyantraniliprole s'est montré aussi performant que tous les objets traités et supérieur au témoin non traité dans le contrôle de *H. armigera* (Fig. 2) ($F = 5,05$, $dl = 559$, $P = 0,006$).

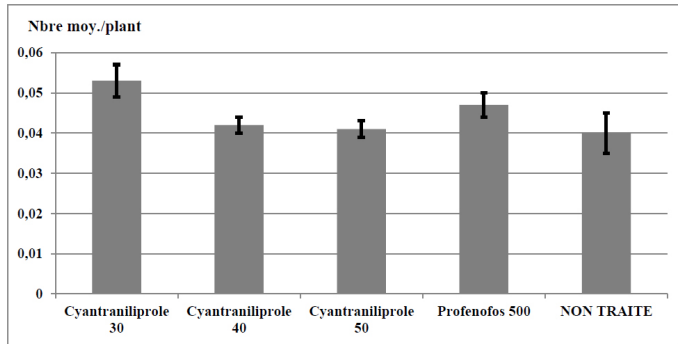


Figure 1 : Niveaux d'infestations des plants de cotonniers par les larves de *H. armigera* observés en 2012-2013 ($F = 0,589$, $dl = 479$, $P = 0,671$).

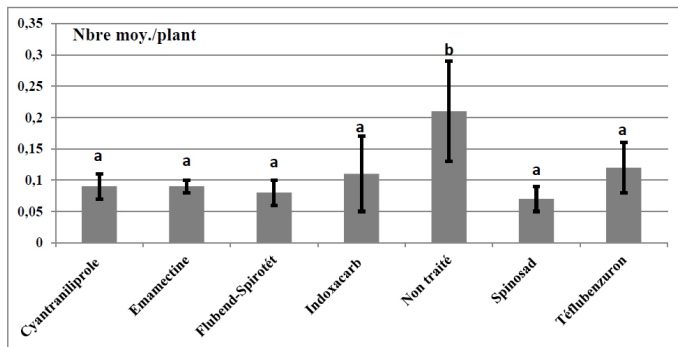


Figure 2 : Niveaux d'infestations de *H. armigera* observés en 2013-2014 ($F = 5,05$, $dl = 559$, $P = 0,006$).

Dans le contrôle des populations de phyllophages en 2012-2013 (Fig. 3), l'analyse statistique montre que toutes les doses de BENEVIA 100 OD (cyantraniliprole 100 g/l) ont la même efficacité que le témoin vulgarisé et supérieures au non traité sur les populations larvaires de *H. derogata* et d'*A. flava* (pour *H. derogata* $F = 4,014$, $dl = 439$, $P = 0,003$; pour *A. flava* $F = 19,360$, $dl = 439$, $P < 0,0001$). Il en a été de même en 2013-2014 (Fig.4) où BENEVIA 100 OD à la dose de 40 g/ha de cyantraniliprole s'est montré équivalent aux autres témoins de référence et supérieur au non traité dans le contrôle des trois espèces de phyllophages (*H. derogata*, *A. flava* et *S. littoralis*) (*Haritalodes* $F = 18,718$, $dl = 503$, $P < 0,0001$; pour *Spodoptera* $F = 2,411$, $dl = 503$, $P = 0,025$; pour *Anomis* $F = 8,328$, $dl = 503$, $P < 0,0001$).

L'analyse des infestations des piqueurs suceurs en 2012-2013 (Fig. 5) montre que toutes les doses de BENEVIA 100 OD (Cyantraniliprole 100 g/l (OD) ont la même efficacité que le produit de référence profenofos 500 g/ha, pour le contrôle des infestations de jassides. Sur les populations de mouches blanches *B. tabaci*, les parcelles traitées avec cyantraniliprole 30 g/ha ont abrité significativement plus d'individus que le témoin non traité 2013 (pour *Bemisia* $F = 2,589$, $dl = 439$, $P = 0,035$; pour *Jacobiella* $F = 5,025$, $dl = 439$, $P = 0,000$).

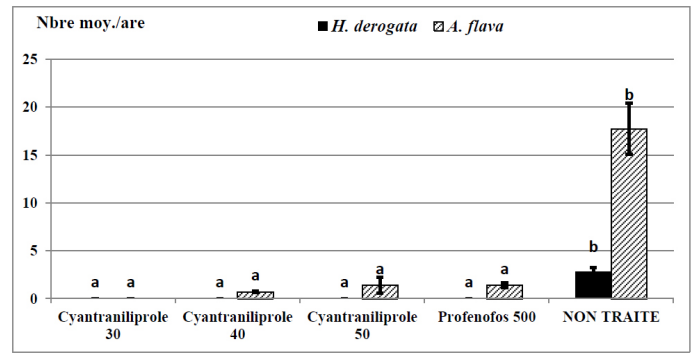


Figure 3 : Niveaux d'infestations des plants de cotonniers par les larves de phyllophages observés en 2012-2013 (pour *H. derogata* $F = 4,014$, $dl = 439$, $P = 0,003$; pour *A. flava* $F = 19,360$, $dl = 439$, $P < 0,0001$).

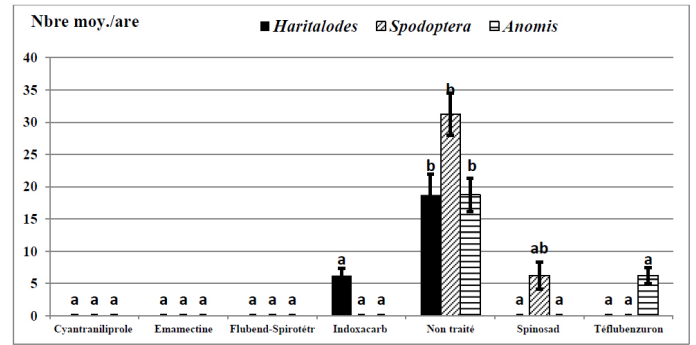


Figure 4 : Niveaux d'infestations des phyllophages observés en 2013-2014 (*Haritalodes* $F = 18,718$, $dl = 503$, $P < 0,0001$; pour *Spodoptera* $F = 2,411$, $dl = 503$, $P = 0,025$; pour *Anomis* $F = 8,328$, $dl = 503$, $P < 0,0001$).

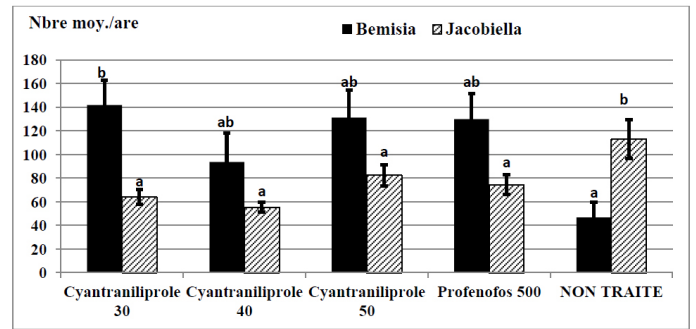


Figure 5 : Niveaux d'infestations de piqueurs suceurs observés en 2012-2013 (pour *Bemisia* $F = 2,589$, $dl = 439$, $P = 0,035$; pour *Jacobiella* $F = 5,025$, $dl = 439$, $P = 0,000$).

L'examen du nombre total de capsules récoltées en 2012-2013 (Fig. 6) a montré que les parcelles traitées avec la plus faible dose de cyantraniliprole (30 g/ha) et celles non traitées ont donné les plus faibles nombres ($F = 6,740$, $dl = 39$, $P < 0,0001$).

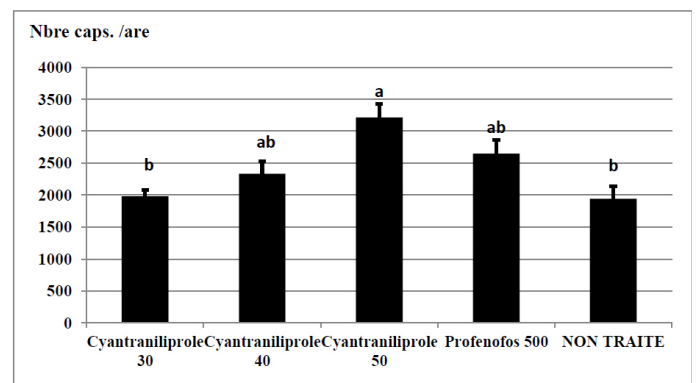


Figure 6 : Analyse des nombres moyens de capsules à maturité en 2012-2013 ($F = 6,740$, $dl = 39$, $P < 0,0001$).

A la récolte de coton graine, les analyses n'indiquent aucune différence significative entre les traitements comparés en 2012-2013 (Fig.7) ($F = 0,720$, $dl = 39$, $P = 0,51$). En 2013-

2014 au niveau des rendements en coton graine (Fig. 8), le cyantranilprole s'est montré équivalent à l'émamectine, à l'indoxacarb et au spinosad (F = 3,569, dl = 55, P = 0,020).

Houndé et Karangasso Sambla (pour K. Vigué F = 7,581, dl =

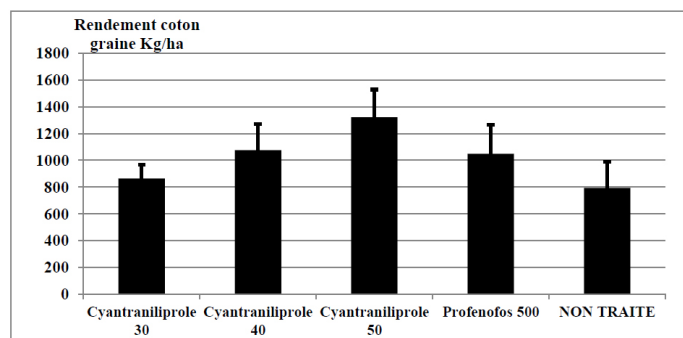


Figure 7 : Analyse du rendement coton graine en 2012-2013 (F = 0,720, dl = 39, P = 0,51).

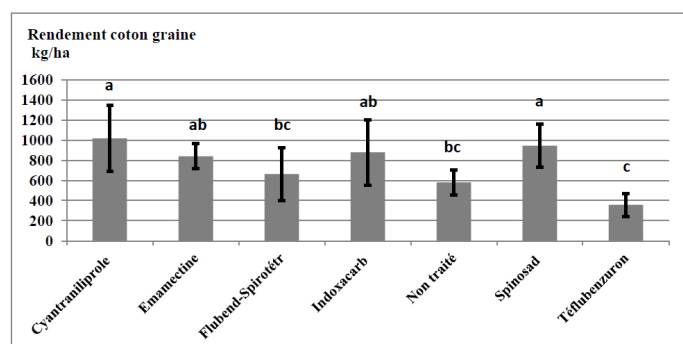


Figure 8 : Analyse du rendement coton graine en 2013-2014 (F = 3,569, dl = 55, P = 0,020).

2.2. Tests en milieu réel

L'analyse des données sur les niveaux d'infestation moyens des ravageurs des capsules, ceux des feuilles et des piqueurs suceurs à l'hectare (tableaux IVa et IVb) a montré des différences significatives entre le cyantranilprole (BENEVIA 100 OD) et le produit de référence vulgarisé profenofos dans le contrôle des populations de carpophages et du phyllophage *H. derogata*. En effet, on a observé une meilleure performance statistique du cyantranilprole (BENEVIA 100 OD) sur les carpophages à Koumbia (F = 5,004, dl = 105, P = 0,027) et sur les populations de *H. derogata* à Houndé (F = 5,155, dl = 73, P = 0,026). Dans l'analyse de toutes les autres données biologiques sur les différents sites, aucune différence significative n'a été rapportée entre les deux traitements mis en comparaison.

Tableau IVa : Synthèse des données sur les nombres moyens de larves à l'hectare en milieu paysan à Karangasso Vigué, Koumbia et Kourouma.

Traitement / statistique	Karangasso Vigué			Koumbia			Kourouma		
	PLT-HAR (dl = 69)	CAR-TOT (dl = 69)	PLT-PUC (dl = 69)	PLT-HAR (dl = 105)	CAR-TOT (dl = 105)	PLT-PUC (dl = 105)	CAR-TOT (dl = 119)	PLT-PUC (dl = 119)	PLT-HAR (dl = 119)
BENEVIA	136±28	3809±41	2857±524	628±50	3115±50 a	13526±719	1670±39	735±38	310±76
Profenofos	204±35	4286±47	2721±516	328±37	4327±55 b	14088±815	1751±40	776±38	182±61
F	0,077	1,035	0,465	0,588	5,004	0,211	0,083	0,024	0,826
Pr > F	0,782	0,313	0,497	0,445	0,027	0,647	0,774	0,876	0,366
Signification	NS	NS	NS	NS	S	NS	NS	NS	NS

PLT-HAR = Nombre de plants infestés par *H. derogata* à l'hectare ; CAR-TOT = Nombre de larves carpophages à l'hectare ; PLT-JAS = Nombre de plants infestés par les jassides à l'hectare ; PLT-PUC = Nombre de plants infestés par les pucerons à l'hectare.

L'analyse sanitaire des capsules mûres (Fig. 9) révèle que le cyantranilprole 100 g/l (BENEVIA 100 OD) s'est montré plus performant que ce produit vulgarisé CALFOS 500 EC (profenofos 500 g/ha) au niveau du nombre de capsules percées récoltées à Karangasso Vigué, Koumbia, Kourouma,

69, P = 0,007 ; pour Koumbia F = 13,857, dl = 105, P = 0,000 ; pour Kourouma F = 6,136, dl = 119, P = 0,015 ; pour Balla F = 0,370, dl = 53, P = 0,546 ; pour Houndé F = 50,618, dl = 73, P < 0,0001 ; pour K. Sambla F = 7,581, dl = 95, P = 0,007).

Les données sur les rendements de coton graine récolté sont

Traitement / statistique	Balla			Houndé			Karangasso Sambla		
	PLT-HAR (dl = 53)	CAR-TOT (dl = 53)	PLT-PUC (dl = 53)	PLT-HAR (dl = 73)	CAR-TOT (dl = 73)	PLT-PUC (dl = 73)	PLT-HAR (dl = 95)	CAR-TOT (dl = 95)	PLT-PUC (dl = 95)
BENEVIA	2193±21	2287±31	165±24	124±23 a	1915±53	8420±109	43±17	43±17	8984±744
Profenofos	2193±21	2193±21	165±24	683±37 b	2266±48	8551±104	43±17	174±24	8247±724
F	0,000	0,222	0,000	5,155	0,334	0,002	0,000	1,897	0,465
Pr > F	1,000	0,640	1,000	0,026	0,565	0,961	1,000	0,172	0,497
Signification	NS	NS	NS	S	NS	NS	NS	NS	NS

PLT-HAR = Nombre de plants infestés par *H. derogata* à l'hectare ; CAR-TOT = Nombre de larves carpophages à l'hectare ; PLT-PUC = Nombre de plants infestés par les pucerons à l'hectare.

Tableau IVb : Synthèse des données sur les nombres moyens de larves à l'hectare en milieu paysan à Balla, Houndé et Karangasso Sambla.

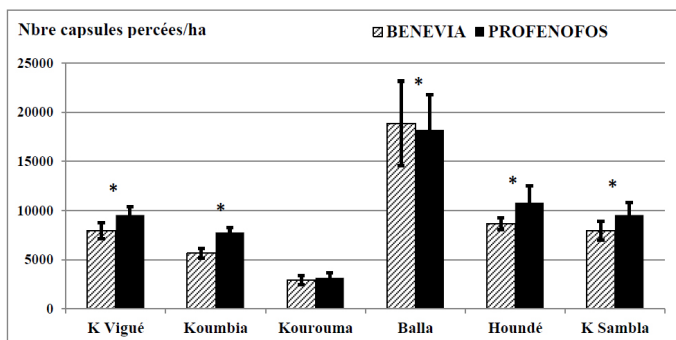


Figure 9 : Nombres de capsules percées observées à l’hectare sur les parcelles traitées avec BENEVIA et Profenofos en milieu paysan (pour K. Vigué F = 7,581, dl = 69, P = 0,007 ; pour Koumbia F = 13,857, dl = 105, P = 0,000 ; pour Kourouma F = 6,136, dl = 119, P = 0,015 ; pour Balla F = 0,370, dl = 53, P = 0,546 ; pour Houndé F = 50,618, dl = 73, P < 0,0001 ; pour K. Sambla F = 7,581, dl = 95, P = 0,007). * : Différences significatives

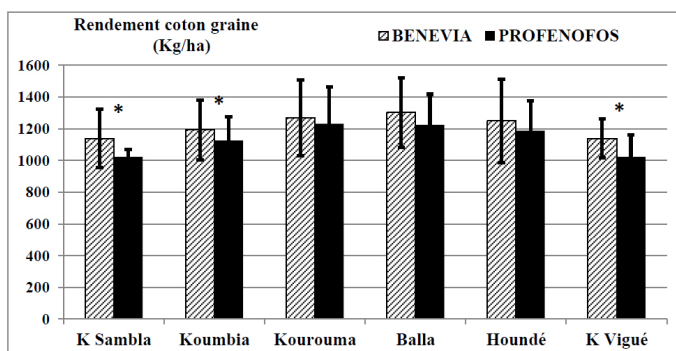


Figure 10 : Rendements de coton graine observés sur les parcelles traitées avec BENEVIA et Profenofos en milieu paysan (pour K. Vigué F = 18,270, dl = 69, P = < 0,0001 ; pour Koumbia F = 3,995, dl = 105, P = 0,048 ; pour Kourouma F = 0,740, dl = 119, P = 0,391 ; pour Balla F = 1,914, dl = 53, P = 0,172 ; pour Houndé F = 1,341, dl = 73, P = 0,251 ; pour K. Sambla F = 18,270, dl = 95, P < 0,0001). * : Différences significatives

résumées dans la figure 10. Sur les sites de Karangasso Vigué, Karangasso Sambla et Koumbia, les parcelles ayant été traitées avec BENEVIA 100 OD ont procuré des rendements de coton graine significativement plus élevés que ceux observés sur les parcelles traitées avec profenofos 500 g/ha (pour K. Vigué F = 18,270, dl = 69, P = < 0,0001 ; pour Koumbia F = 3,995, dl = 105, P = 0,048 ; pour Kourouma F = 0,740, dl = 119, P = 0,391 ; pour Balla F = 1,914, dl = 53, P = 0,172 ; pour Houndé F = 1,341, dl = 73, P = 0,251 ; pour K. Sambla F = 18,270, dl = 95, P < 0,0001).

Analyse de la rentabilité et des risques financiers associés à l’utilisation des produits BENEVIA et profenofos 500 g/ha.

L’analyse financière comparée de l’utilisation de BENEVIA et de profenofos 500 g/ha (tableau V) montre que BENEVIA induit un gain monétaire de 18 683 FCFA/ha en moyenne soit une amélioration de 7% par rapport au profenofos 500 g/ha. Les résultats par site montrent que c’est sur les sites de Karangasso Vigué et de Karangasso Sambla que BENEVIA obtient les marges bénéficiaires les plus intéressantes par rapport au profenofos 500 g/ha soit 27 495 FCFA/ha alors que c’est à Kourouma que l’écart du revenu entre les deux produits est la faible soit 8 460 FCFA/ha (3%).

Le premier indicateur qui est la moyenne des deux revenus les plus faibles, montre que BENEVIA présente moins de risque financier que le Profenofos. L’indice de risque vient confirmer ces résultats car il est de 5,7% pour BENEVIA contre 8,4% pour le profenofos ce qui signifie que les revenus obtenus avec BENEVIA sont relativement plus stables que ceux dans le cas du profenofos.

Tableau V : Budget partiel et indicateurs de risques financiers

Localité/statistique	Rendements (kg/ha)		Revenus (FCFA/ha)		Ecart (BENEVIA- Profenofos)	
	BENEVIA	Profenofos	BENEVIA	Profenofos	Ecart (FCFA/ha)	Ecart (%)
Koumbia	1193	1126	280355	264610	15745	6,0
Kourouma	1268	1232	297980	289520	8460	2,9
Balla	1302	1224	305970	287640	18330	6,4
Houndé	1250	1188	293750	279180	14570	5,2
Karangasso Sambla	1139	1022	267665	240170	27495	11,4
Karangasso Vigué	1139	1022	267665	240170	27495	11,4
Moyenne	1215	1136	285564	266882	18683	7,0
Ecart-type	69	96	16158	22480	-	-
Moyenne des 2 revenus les plus faibles	-	-	267665	240170	27495	11,4
Indice de risque financier	-	-	5,7	8,4	-	-

En conclusion, BENEVIA s’étant montré financièrement plus rentable et présentant moins de risque financier que le profenofos 500 g/ha, il peut être préconisé en culture cotonnière.

Discussion

L’efficacité de cyantraniliprole 100 g/l (BENEVIA 100 OD) sur les déprédateurs du cotonnier a été évaluée au cours de trois campagnes agricoles en stations de recherches et en milieu paysan. Ces expérimentations ont montré une bonne performance d’ensemble de ce produit sur les populations larvaires de lépidoptères carpophages et phyllophages et sur les homoptères piqueurs suceurs qui constituent les principaux ravageurs du cotonnier au Burkina Faso. Ces résultats obtenus sur les larves de lépidoptères carpophages et phyllophages sont similaires à ceux obtenus par CARSON *et al.* (2011), JACOBSON et KENNEDY (2012), KUHAR *et al.* (2012) et MANDAL (2012) en traitements foliaires de cet insecticide dans une culture de tomate. En effet, ces auteurs ont enregistré significativement moins de dégâts des larves de *Helicoverpa zea* (Boddie) et d’autres lépidoptères ravageurs de la tomate comme *Helicoverpa armigera* (BIDHAN and KRISHI, 2012). LARRAÍN *et al.*, (2014), toujours en culture de tomate, ont montré que l’application foliaire de cyantraniliprole a procuré une réduction des dégâts de larves du lépidoptère *Tuta absoluta* de 75 à 85% par rapport au

témoin non traité. Ces résultats sont conformes aussi à ceux de STANSLY et KOSTYK (2012) qui ont trouvé, avec des applications foliaires de cyantraniliprole, une diminution significative des nombres de larves et des dégâts de *Plutella xylostella* en culture des choux fleurs.

Dans le contrôle des populations de piqueurs suceurs, les résultats de nos expérimentations ont montré une efficacité de cyantraniliprole sur les populations de *B.tabaci* et de *J.fascialis* surtout en stations de recherches. Ces résultats ne sont pas confirmés en milieu paysan où dans les six localités ayant abrité l'expérimentation, aucune différence significative n'a été rapportée entre cyantraniliprole 40 g/ha et le profenofos à la dose de 500 g/ha. Ces résultats ne sont pas en conformité avec ceux de PATEL *et al.* (2014); Wiles *et al.* (2012); BIDHAN et KRISHI (2012) qui ont montré que les doses de 90 et 105 g/ha de cyantraniliprole 10% OD ont procuré une excellente efficacité dans la gestion des populations de pucerons, de thrips et de mouche blanche du cotonnier et de la tomate en comparaison avec l'endosulfan et l'indoxacarb. Cette différence de performance pourrait s'expliquer par les doses fortes utilisées par ces auteurs (90 et 105 g/ha de cyantraniliprole) par rapport à la dose de 40 g/ha de cette molécule de la famille des Diamides Anthraniliques que nous avons retenue. Aussi, ces résultats pourraient s'expliquer par la période d'utilisation de cyantraniliprole dans nos essais (30^{ème} et 44^{ème} jour après levée) alors que ces auteurs avaient utilisé cette molécule lorsque les infestations de ces piqueurs suceurs étaient suffisamment élevées dans les parcelles.

Les modes de pénétration de cyantraniliprole (effet de contact et d'ingestion sur diverses espèces de ravageurs) montrés par LAHM *et al.* (2005) et TEMPLE *et al.* (2009) associés à la propriété d'anti-appétence des insectes (RATTAN *et al.*, 2015) et à l'activité sur les récepteurs de la ryanodine (GONZALES-COLOMA *et al.*, 1999) font de cette molécule un insecticide efficace contre la plupart des ravageurs des cultures avec une prédisposition à la lutte contre la résistance de certaines espèces (LIU *et al.*, 2014). Cela pourrait conférer à cette molécule des prédispositions à une utilisation optimale dans la protection du cotonnier contre ses principaux ravageurs, en prenant le soin d'éviter une éventuelle apparition de la résistance de ces insectes. Les cultures maraîchères partageant les mêmes ravageurs avec le cotonnier, l'utilisation de cyantraniliprole contre les larves de lépidoptères et les piqueurs suceurs, selon l'Autorité Européenne de Sécurité des Aliments, ne présenterait pas de Limites Maximales de Résidus (LMR) inappropriées sur les cultures fruitières et horticoles (EFSA, 2014); d'où la possibilité de son utilisation en culture maraîchère contre les principaux prédateurs.

Au niveau du rendement en coton graine, nos expérimentations ont montré une bonne efficacité de cyantraniliprole en stations de recherches en 2013-2014 par rapport à plusieurs produits de référence utilisés en première fenêtre de traitements insecticides. Aussi, en milieu paysan, cette molécule s'est-elle montrée significativement plus performante que le profenofos sur la moitié des sites au niveau du rendement coton graine. Cela s'est traduit par des résultats financiers obtenus par la méthode du budget partiel profitables sur l'ensemble des sites. Ces résultats sont en conformité avec ceux de PATEL *et al.* (2014) qui ont montré que les doses de 90 et 105 g/ha de cyantraniliprole ont induit une augmentation de rendement coton graine de plus de 50% par rapport au témoin non traité. Aussi, BIDHAN and KRISHI, (2012) ont rapporté que le

cyantraniliprole aux doses de 90 et 105 g de matière active/ha a augmenté le rendement des tomates commercialisables. Bien que la dose retenue dans nos expérimentations soit plus faible que celles utilisées dans les études des auteurs ci-dessus cités, elle aura permis aux producteurs de coton de réaliser des marges brutes plus profitables par rapport à l'utilisation du profenofos.

Conclusion

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'efficacité de cyantraniliprole sur les populations de lépidoptères et d'homoptères ravageurs en culture cotonnière au Burkina Faso. Les résultats de cette étude ont montré une bonne efficacité de cette molécule de la famille des Diamides Anthraniliques sur le contrôle des larves de lépidoptères carpophages et phyllophages ainsi que des homoptères piqueurs suceurs de sève du cotonnier. Cela a procuré des rendements en coton graine et des revenus profitables pour les producteurs.

Ces données serviront à mettre en place des programmes de contrôle des ravageurs du cotonnier en intégrant le cyantraniliprole dans le cadre de la prévention et de la gestion de la résistance des ravageurs aux familles chimiques déjà utilisées au Burkina Faso. Dans un positionnement en troisième fenêtre (5^{ème} et 6^{ème} traitements insecticides réalisés respectivement 86^{ème} et au 100^{ème} jour après la levée du cotonnier), puisqu'il permet de lutter contre les larves de lépidoptères et homoptères piqueurs suceurs, le cyantraniliprole pourrait être utilisé sur le cotonnier conventionnel et le cotonnier transgénique.

Références bibliographiques

- ADDINSOFT, 2007. XLSTAT version 9.8.0001.
- AICB, 2008. Note d'information sur la filière coton du Burkina, *Bulletin*, 10 p.
- ANONYMOUS, 2012. DuPont cyazypyrTM insect control. Tech. Bull. E. I., Du Pont de Nemours and Company. p.4.
- ANONYMOUS, 2013. United States, Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service, Cotton area, yield and production. <http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdHome.aspx>.
- BIDHAN C. and KRISHI V., 2012. Bio-efficacy of Cyazypyr 10% OD, a new anthranilic diamide insecticide, against the insect pests of tomato and its impact on natural enemies and crop health. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, vol 47, pp 233-249.
- BRUMFIELD R.G., RIMAL A. and REINERS S., 2000. Comparative cost analyses of conventional, integrated crop management, and organic methods. *HortTechnology* 10(1): 785-793.
- BRUN-BARALEA., HEMAS.A.O., MARTINT., SURAPORN S., AUDANT P., SEZUTSU H. and FEYEREISEN R., 2010. Multiple P450 gene overexpressed in deltamethrin-resistant strains of *Helicoverpa armigera*. *Pesticide Management Science* 66: 900-909.
- CARSON W., KUND G. and TRUMBLE J., 2011. Effect of insecticides on tomato insects, 2010. *Arthropod Management Tests* 36:E83.
- EFSA, 2014. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance cyantraniliprole. *EFSA Journal* 2014;12(9):3814.
- GNANKINE O., 2005. *Etude de la bioécologie de Bemisia*

- tabaci(*Gennadius*) (*Homoptera* : *Aleyrodidae*) et de son ennemi naturel, *Encarsia* sp. (*Hymenoptera* : *Aphelinidae*) en culture cotonnière dans l'Ouest du Burkina Faso. Thèse de Doctorat, Université de Ouagadougou, 133p.
- GONZALES-COLOMA A., GUTIERREZ C., HÜBNER H., ACHENBACH H., TERRERO D. and FRAGA B. M., 1999. Selective insect anti-feedant and toxic action of ryanoid diterpenes. *J. Agric. Food Chem.* 47: 4419-4424.
- HEMA S.A.O., KONATE G., TRAORE O. and MENOZZI P., 2009a. Biochemical Characterization of the Cotton Bollworm *Helicoverpa armigera* Resistance to Pyrethroids in Burkina Faso. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 12: 964-969.
- HEMA S.A. O., SOME N.H., TRAORE O., GREENPLATE J. and ABDENNADHER M., 2009b. Efficacy of transgenic cotton plant containing the Cry1Ac and Cry2Ab genes of *Bacillus thuringiensis* against *Helicoverpa armigera* and *Sylepte derogata* in cotton cultivation in Burkina Faso. *Crop Protection* 28: 205-214.
- IRAC, 2012. IRAC Mode of Action Classification Scheme, Insecticide Resistance Action Committee, April, Version 7.2. (<http://www.iraconline.org/document/moa-classification/?ext=pdf>). pp. 1-23.
- JACOBSON H. and KENNEDY G., 2012. Residual suppression of tomato fruitworm damage to fresh market tomato by early season application of Cyazypyr. *Arthropod Management Tests* 37:E71.
- KUHAR T., DOUGHTY H., WILMER A. and JENRETTE J., 2012. Evaluation of foliar insecticides for the control of foliar insects in spring tomatoes in Virginia. *Arthropod Management Tests* 37:E73.
- LAHM G.P., SELBY T.P., FREUDENBERGER J.H., STEVENSON T.M., MYERS B.J., SEBURYAMO G., SMITH B.K., FLEXNER L., CLARK C.E. and CORDOVA D., 2005. Insecticidal Anthranilic Diamides: a new class of potent ryanodine receptor activators. *Bioorganic & Med. Chem. Letters* 15:4898-4906.
- LAHM G.P., STEVENSON T.M., SELBY T.P., FREUDENBERGER J.H., CORDOVA D., FLEXNER L., CLARK C.E., BELLIN C.A., and HOLLINGSHAUS J.G., 2007. Rynaxypyr®: a new insecticidal Anthranilic Diamide that acts as a potent and selective ryanodine receptor activator. *Bioorganic & Med. Chem. Letters* 17:6274-6279.
- LARRAÍN P., ESCUDERO C., MORRE J. and RODRÍGUEZ J., 2014. Insecticide effect of cyantraniliprole on tomato moth *Tuta absoluta* Meyrick (*Lepidoptera*: *Gelechiidae*) larvae in field trials. *Chilean J. Agric. Res.* vol.74 no.2 Chillán abr. 2014, ISSN 0718-5839, <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392014000200008>.
- LIU X., WANG H-Y., XIA X-M., QIAO K. and WANG K-Y., 2014. Effects of cyantraniliprole on biological characteristics and the related enzyme activities in *Plutella xylostella* (*Lepidoptera*: *Plutellidae*) (*In English*)[J]. *ACTA ENTOMOLOGICA SINICA*, 2014, 57(7): 815-823.
- MANDAL S.K., 2012. Bio-efficacy of Cyazypyr 10% OD, a new Anthranilic Diamide insecticide, against the insect pests of tomato and its impact on natural enemies and crop health. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 47:233-249.
- MASA, 2014. Résultats définitifs de la campagne agricole et de la situation alimentaire et nutritionnelle 2013/2014. Rapport de mars 2014, 77 p.
- PARRY G., 1982. Le cotonnier et ses produits. Technique agricole et productions tropicales. Maisonneuve et Larose, Paris, France, 502 p.
- PATEL R. D., BHARPODA T. M., PATEL N. B. and BORAD P. K., 2014. Bio-Efficacy Of Cyantraniliprole 10% OD-Ananthranilic Diamide Insecticide Against Sucking Pests Of Cotton. *The Bioscan*, 9(1): 89-92.
- PRADO J. R., SEGERS G., VOELKER T., CARSON D., DOBERT R., PHILLIPS J., COOK K., CORNEJO C., MONKEN J., GRAPES L., REYNOLDS T., and MARTINO-CATT S., 2014. Genetically Engineered Crops: From Idea to Product. *Annual Review of Plant Biology*, 65: 769-790 doi: 10.1146/annurev-arplant-050213-040039.
- RATTAN R., PUROHIT H., PATEL C., SUVAGIA P., SINGH V., PORTILLO H., ANNAN I. and ALVAREZ J., 2015. Effect of Cyantraniliprole on Feeding Cessation of Q Biotype *Bemisia tabaci* (*Gennadius*) (*Hemiptera*: *Aleyrodidae*). *Advances in Entomology*, 3, 56-64. doi: [10.4236/ae.2015.32007](https://doi.org/10.4236/ae.2015.32007).
- SATTELLE D. B., CORDOVA D. and CHEEK T. R. 2008. Insect ryanodine receptors: molecular targets for novel control chemicals. *Invert. Neurosci.* 8: 107-119
- STANSLY P. and KOSTYK C., 2012. Control of diamondback moth on cauliflower. *Arthropod Management Tests* 37:E21.
- TEMPLE J.H., POMMIREDDY P.L., COOK D.R., MARCON P. and LEONARD B.R., 2009. Susceptibility of selected lepidopteran pests to Rynaxypyr®, a novel insecticide. *Journal of Cotton Science* 13:23-31.
- WILES J. A., PASQUINI S., GIMMILLARO M. and MANGIAPAN S., 2012. Cyantraniliprole (DuPont TM Cyazypyr TM), a new cross spectrum insecticide: general features and efficacy on whiteflies *Trialeurodes vaporariorum* and *Bemisia tabaci*. *Giornale Fitopatologica* 2012, Milano Marittima (RA), 13-16 marzo 2012. 2012 pp. 89-98, Atti, Volume 1, ISBN, 978-88-491-3636-4.