

Optimisation de la Lutte Biologique contre *Chilo sacchariphagus* Bojer par la mise en place d'une quiescence induite chez *Trichogramma chilonis* Ishii

DO THI KHANH H.¹, COLOMBEL E.¹, GOEBEL R.²,
ROUX E.³, & TABONE E.¹

¹NRA, Unité de lutte biologique, Centre de Sophia Antipolis, 06560 Valbonne, France.
tabone@sophia.inra.fr, hong.do@sophia.inra.fr

²CIRAD, Unité de Recherche Systèmes cultures annuels., 34398 Montpellier cedex 5,
France

³FDGDON – Réunion, Département de Mise au Point des Méthodes de Lutte, 97460 Saint-Paul, La Réunion, France

RESUME

Afin de pouvoir développer à grande échelle une lutte biologique par *Trichogramma chilonis* contre le foreur de la canne à sucre, il est nécessaire d'en diminuer les coûts. Savoir stocker les auxiliaires avant leur utilisation sur le terrain représente un avantage indispensable, tant au niveau de la biofabrique que des professionnels sur le terrain. A cet effet, un nouveau programme de recherche, financée par le Ministère Français de l'Agriculture et de la Pêche, est en cours. L'objectif est de déterminer les conditions optimales (T°, HR, photopériode, stade de développement) pour mettre en place un arrêt de développement (quiescence ou diapause). Les premiers résultats obtenus montrent déjà la possibilité de stocker au froid pendant 2 mois, sous forme de quiescence, les *Trichogramma* produits.

Mots clés : *Trichogramma chilonis*, *Chilo sacchariphagus*, diapause, quiescence, stockage

INTRODUCTION

Pourquoi la canne à sucre ?

La production de la canne à sucre est en plein développement pour répondre aux demandes croissantes du marché. Au niveau mondial, les prévisions de la production de sucre en 2007-2008 étaient d'environ 169 millions de tonnes, dont 133,5 millions de tonnes du sucre de canne. L'Organisation Internationale du Sucre (ISO) annonce pour 2009 un déficit avec une offre en repli et une demande en hausse. Pour principale cause de ce déficit, la hausse des demandes indienne et chinoise, ainsi que des diminutions de production. On constate également que la demande sociétale en produits naturels et/ou biologiques est de plus en plus importante : bioplastiques, bioéthanol, sucre biologique, commerce équitable, etc. Actuellement la production de bioéthanol est dominée par les États-Unis (18,5 milliards de litres), le Brésil (17,4 milliards de litres), la Chine (3,4 milliards de litres) et l'Union Européenne (3,1 milliards de litres), loin derrière. Le sucre de

canne européenne est produit dans les DOM (Réunion, Martinique, Guadeloupe). La canne à sucre est une production agricole majeure pour l'île de La Réunion (26 000 ha avec 200 000 tonnes de sucre produit), qui dispose d'atouts indéniables sur le plan social, économique, environnemental et pour le développement de l'écotourisme. Développer une lutte biologique pour améliorer la production de la canne à sucre est donc nécessaire.

Le foreur ponctué *Chilo sacchariphagus* (Lepidoptera, Crambidae)

La canne à sucre est la cible d'attaques régulières de ravageurs, dont les plus connus sont le ver blanc *Hoplochelus marginalis* Fairmaire (Coleoptera, Scarabaeidae) et le foreur ponctué *Chilo sacchariphagus* Bojer (Lepidoptera, Crambidae). Si le ver blanc est aujourd'hui maîtrisé grâce à l'application généralisée d'un traitement biologique à base de champignon (*Beauveria brongniartii*), le second ne l'est pas encore. En raison du développement d'une variété productive mais sensible à *C. sacchariphagus*, la R 579, les attaques sont en pleine recrudescence.

Les chenilles du foreur ponctué font des galeries dans les tiges et sont responsables d'importantes pertes de productivité (30 % en cas d'attaques sévères, Goebel *et al.*, 1999). Alors que les traitements chimiques ne sont ni efficaces, ni autorisés, la lutte biologique offre des possibilités intéressantes et une meilleure prise en compte de l'environnement.

Pourquoi une lutte biologique à l'aide de trichogrammes ?

Parmi les hyménoptères parasitoïdes du foreur ponctué à La Réunion, les trichogrammes sont bien représentés. Les trichogrammes (Hymenoptera, Chalcidoidea, Trichogrammatidae) sont des parasitoïdes oophages de très petite taille (moins d'un millimètre). Ils sont caractérisés par les tarsi trimères, dont les ailes sont pourvues de soies disposées en lignes rayonnantes (du grec tricho = soies et gramma = ligne). Ils sont utilisés en lutte biologique principalement contre les lépidoptères. Un inventaire sur plusieurs années a montré qu'une espèce était majoritairement présente dans les champs de canne à La Réunion : *Trichogramma chilonis* Ishii. Mais cet auxiliaire est naturellement en trop faible densité pour contrôler le foreur (Goebel, 1999; Rochat *et al.*, 2001).

L'intérêt des auxiliaires oophages est évident en lutte biologique car ils attaquent les ravageurs au stade œuf avant l'apparition des dégâts. Nous avons en France un bon exemple de l'efficacité de *Trichogramma brassicae* Bezdenko contre la pyrale du maïs *Ostrinia nubilalis* (Hübner) (Lepidoptera, Pyralidae) sur environ 20 % des surfaces occupées par cette culture (plus de 100 000 hectares, société BIOTOP ; Frandon et Kabiri, 1999). De plus, de part leur faible coût d'élevage, les trichogrammes intéressent les biofabriques pour une production industrielle en grande quantité.

Dans le cadre d'une collaboration INRA/CIRAD/FDGDON (cofinancement Europe / Région, programme FEOGA, pour la période 2000 - 2004) un programme

de lutte biologique a été développé contre le foreur de la canne à sucre à l'aide de *T. chilonis* à La Réunion. L'objectif était d'effectuer des lâchers inondatifs dans les champs de canne, en début de cycle de la plante qui correspond à la période optimale de ponte du foreur et où la plante est la plus attractive et sensible aux attaques (Tabone *et al.*, 2002 ; Tabone et Goebel, 2005).

Les premiers résultats obtenus en parcelles expérimentales montrent que la lutte biologique augmente le rendement de la canne de l'ordre de 15 à 20 % suivant les sites et des gains financiers de 600 à 1 400 euros / ha, dans des conditions encore non optimales de lâchers (Soula *et al.*, 2003 ; Barreault *et al.*, 2005 ; Goebel *et al.*, 2005 ; Reay-Jones *et al.*, 2006).

Pourquoi un projet de recherche sur le stockage au froid ?

Cette technique de lutte biologique pourra assurer actuellement la protection d'environ 10 000 ha attaqués à La Réunion et bénéficiera à l'ensemble de la filière. Toutefois, pour que cette lutte soit transférable aux planteurs, il est nécessaire d'en diminuer le coût (prix des parasitoïdes et temps de main d'œuvre au champ). Il est plus particulièrement nécessaire d'améliorer la stratégie des lâchers pour un ajustement des périodes et des doses (Tabone et Goebel, 2005 ; Marquier *et al.*, 2008) et surtout d'optimiser le nombre de déplacements au champ. Pour cela, nous allons rechercher, chez *T. chilonis*, l'existence d'un arrêt de développement (diapause ou quiescence) à basse température. Les conséquences de cet arrêt sur la physiologie globale des auxiliaires seront également étudiées.

La capacité des Trichogrammes d'hiverner dans leurs hôtes à l'état de vie ralentie est connue depuis longtemps (Zorin, 1927). Puis, de nombreux auteurs l'ont confirmée chez différentes espèces de Trichogramme : *Trichogramma evanescens* (Westwood) (Zaslavskiy and Umarova, 1981), *Trichogramma brassicae* (Hübner) (Voegelé *et al.*, 1986); *Trichogramma cordubensis* Vargas et Cabello (Ventura Garcia *et al.*, 2002), *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Özder, 2004), *Trichogramma ostrinae* Pang et Chen (Pitcher *et al.*, 2002); *Trichogramma carverae* Oatman et Pinto (Rundle *et al.*, 2004). Plus précisément, Jalali et Singh (1992) ont comparé l'impact de la diapause sur plusieurs espèces de trichogrammes dont *T. chilonis*. Par ailleurs, Laing et Corrigan (1995) ont montré l'importance de l'espèce hôte dans l'induction de la diapause chez *Trichogramma minutum* Riley. Tandis que pour la quiescence, d'autres auteurs ont montré qu'elle pouvait avoir lieu à différents stades (Rossi, 1993 ; Ventura Garcia *et al.*, 2002). La durée de conservation des trichogrammes est très variable selon les auteurs, les conditions climatiques (température et photopériode) et l'espèce hôte. Globalement, il y a très peu d'études sur les possibilités de diapause chez *T. chilonis*, d'où l'intérêt de ce travail.

L'extension des méthodes de lutte biologique contre différents ravageurs à de vastes surfaces fait toujours apparaître des problèmes de production de masse des entomophages. Le stockage au froid du parasitoïde *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera, Aphelinidae), auxiliaire utilisé contre les aleurodes des cultures, a

également été étudié. Ainsi, il a été mis en évidence une variation du potentiel biotique en fonction du stockage au froid, du point de vue du taux d'émergence (Ganteaume *et al.*, 1995a), de la fécondité journalière et de la longévité (Ganteaume *et al.*, 1995b).

MATERIEL ET METHODES

La souche de *T. chilonis* en provenance de l'Île de La Réunion utilisée dans nos expérimentations est élevée à l'INRA Sophia Antipolis depuis 2004 sur les œufs de la pyrale de la farine *Ephestia kuehniella* Zeller, un hôte de substitution. Avant d'être utilisés, les œufs d'*E. kuehniella* sont irradiés aux rayons ultraviolets afin d'inhiber l'éclosion des chenilles qui détruiraient les œufs parasités. Dans nos conditions de maintien des souches, les *T. chilonis* sont élevés à 18°C, 70 - 80% RH, 16h L : 8h D.

Pour la recherche d'un arrêt de développement chez *T. chilonis* (diapause ou quiescence) à basse température, il s'agit de faire varier au cours de son développement différents paramètres tels que la température, la photopériode, l'humidité relative, le stade de développement, la période d'induction, etc. Dans nos expérimentations, les parents sont élevés à 23°C, 70 - 80% RH, 16h L : 8h D. Leurs descendants (F₁) sont expérimentalement stockés au froid à des températures inférieure ou égale à 15°C. Le stockage se fera à différents stades de développement avec des durées variables de 3 à 6 semaines. Après stockage, la qualité de la génération F₁ sera étudiée à travers ses caractéristiques biologiques, à 25°C, 70 - 80% RH, 16h L : 8h D (taux d'émergence, sex-ratio, fécondité et survie sur une période de 7 jours). La période de 7 jours représente le temps d'une génération à 30°C, température habituelle des parcelles expérimentales à l'Île de La Réunion. De plus, Shirazi (2006) a montré que la fécondité obtenue durant les 7 premiers jours reflétait significativement la fécondité totale des femelles chez *T. chilonis*.

Pour l'étude de la fécondité des femelles F₁, seuls les œufs noirs sont comptabilisés (les œufs ayant réussi leur développement jusqu'à un stade assez avancé). Les femelles qui n'ont donné aucun œuf noir sont considérées comme ayant une fécondité nulle. La comparaison avec une population témoin est réalisée à 25°C pour chaque expérience. Le taux d'émergence de la F₂ est également étudié. Pour obtenir une humidité relative entre 70 et 80 %, nos expérimentations sont effectuées dans des boîtes à sel avec la présence permanente d'une solution de NaCl saturée.

RESULTATS

Performance après stockage au froid (3 semaines, 6 semaines et 9 semaines)

Taux d'émergence F₁

Pour la majorité des combinaisons testées, le taux d'émergence des individus F₁ après stockage varie entre 84 à 95 %, non significativement différent

du témoin (95%, test Chi-2 vs. témoin, $P > 0,05$). Cependant, au bout de 9 semaines de stockage pour trois combinaisons, une diminution significative du taux d'émergence a été observée selon les températures de stockage (49 %, 52 % et 75 % ; test Chi-2 vs. témoin, $P < 0,05$).

Sex-ratio

Les résultats obtenus pour la F_1 ont montré une sex-ratio biaisée en faveur des femelles pour toutes les combinaisons testées (variable entre 70 et 82 % de femelles). Aucune différence significative n'a été observée entre la sex-ratio des différentes combinaisons, ni vis-à-vis de la population témoin (ANOVA, $P > 0,05$).

Fécondité durant 7 jours

Seuls les lots ayant donné les meilleurs résultats pour les paramètres précédents ont été retenus. Ces lots ne montrent pas de différence significative entre la fécondité des femelles après 6 ou 9 semaines de stockage à 3°C par rapport au témoin (figure 3, test t de Student, $P > 0,05$). Il est à noter qu'une meilleure fécondité a été observée après 3 semaines de stockage comparativement au témoin (test t de Student, $P < 0,001$).

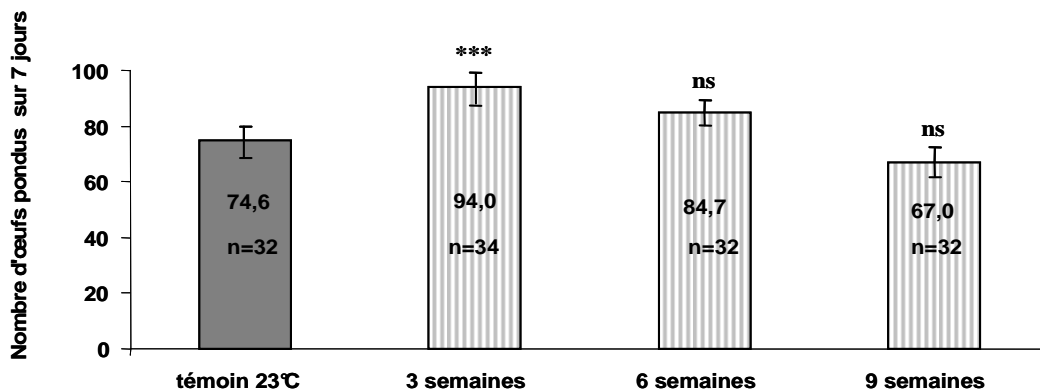


Figure 1: Fécondité moyenne obtenue sur 7 jours de ponte chez *T. chilonis* après différentes durées de stockage à 3°C et 70 - 80% RH.

Survie au bout de 7 jours

Les résultats de nos expérimentations n'ont pas montré de différence significative pour la survie des femelles F_1 après 7 jours de ponte, tant entre les différentes combinaisons que par rapport au témoin (ANOVA, $P > 0,05$). Entre 90 et 95 % de femelles restaient vivantes, quelle que soit la combinaison testée.

Proportion de femelles ayant une fécondité nulle

Le pourcentage de femelles n'ayant donné aucun œuf noir varie entre 0 et 30 % selon les modalités testées. Lorsque ce chiffre atteint 10 %, la différence devient significative vis-à-vis de la population témoin (test Chi-2 vs. témoin, $P < 0,05$).

Taux d'émergence F₂

Les taux d'émergence de la F₂ varient de 66 au 89 % selon les combinaisons testées. Les lots stockés pendant 9 semaines donnent des résultats significativement différents selon les températures de stockage (ANOVA, $P < 0,05$).

Possibilité de stockage après 9 semaines

Parmi les multiples modalités testées, nous avons remarqué que la performance des individus F₁ après 9 semaines de stockage à 3°C (taux d'émergence F₁ et fécondité F₁) n'est pas significativement différente de celle du témoin (tableau 1).

Tableau 1 : Études des caractéristiques biologiques des individus après 9 semaines de stockage à 3°C

Caractères mesurés	Données obtenues	Test statistique vs. témoin
Fécondité	67 ± 5 œufs	ns
% émergence F1	87 %	ns
Sex-ratio (% de femelles)	80 %	ns
% mortalité à 7 jours	6 %	ns
% émergence F2	82 %	ns

DISCUSSION

Parmi différentes caractéristiques biologiques étudiées pour mettre en évidence la qualité des individus stockés (taux d'émergence, sex-ratio, fécondité, longévité) nos résultats ont montré que les paramètres les plus significatifs étaient le taux d'émergence et la fécondité de la F₁, ainsi que la proportion de femelles ayant une fécondité nulle. Chez *T. evanescens* (Voegelé *et al.*, 1986) et *T. cacaoeciae* (Özder, 2004), un bon taux d'émergence a été obtenu à partir des œufs exposés au froid durant une longue période. Il en est de même pour *T. cordubensis* (Ventura Garcia *et al.*, 2002). A l'inverse, Farid *et al.* (2001) ont montré une diminution de plus de 30 % d'émergence chez *T. chilonis* seulement après 3 semaines de stockage entre 5 et 8 °C. Toujours chez *T. chilonis*, d'autres auteurs ont obtenu un taux d'émergence supérieur à 70 % après 42 jours de stockage à 4 ± 2°C (SuChiung et ShengChih, 2005). Dans nos expérimentations, nous avons observé chez *T. chilonis* un taux d'émergence d'environ 87 % après 9 semaines de stockage à 3°C. Quant à la fécondité des femelles F₁ après stockage, Jalali et Singh (1992) et Özder (2004)

ont montré une diminution importante chez différentes espèces de trichogrammes. Chez *T. ostrinae*, Pitcher *et al.* (2002) ont également observé une baisse significative de la fécondité après 6 ou 8 semaines de stockage. Nos résultats chez *T. chilonis* après 9 semaines de stockage montrent une fécondité des femelles F₁ non significativement différente de celle du témoin. Après stockage des trichogrammes, une proportion importante de femelles ayant une fécondité nulle pourrait compromettre le succès d'une lutte biologique. Ce critère nous sert également dans le choix de sélectionner ou d'éliminer des combinaisons testées. Il est à noter qu'après 3 semaines de stockage à 3°C, la fécondité des femelles F₁ est significativement meilleure que celle des témoins pour le même taux d'émergence. Ces résultats suggèrent qu'une période de froid assez brève pourrait stimuler la reproduction des femelles.

CONCLUSION

Comprendre les mécanismes d'induction de la quiescence et/ou de la diapause dans les conditions de laboratoire chez *T. chilonis* nous donnera la possibilité de les stocker à long terme, ce qui représente plusieurs avantages.

D'une part au niveau de la biofabrique, c'est une réduction des coûts de production des trichogrammes grâce à une meilleure organisation de la production et une plus grande capacité de production. La possibilité de stockage des trichogrammes permet également une meilleure gestion du personnel et des locaux, ainsi qu'une réduction du nombre de générations au cours des élevages, donc une réduction des risques de dérive génétique. Une réduction du nombre de générations d'insectes élevés sur un hôte de substitution peut aussi faciliter l'acceptation de l'hôte naturel par le parasitoïde.

D'autre part, au niveau des lâchers le stockage au froid des trichogrammes facilite l'approvisionnement et améliore la disponibilité des auxiliaires produits. De plus, grâce aux émergences étalées dans le temps, on peut réduire le nombre de lâchers au champ, ce qui est économiquement indispensable pour faire diminuer le coût de la main d'œuvre.

Les premiers résultats obtenus nous permettent déjà de pouvoir stocker *T. chilonis*, souche Réunionnaise, pendant 2 mois, tout en gardant de bonnes performances biologiques en laboratoire. Afin de vérifier si le stockage au froid pourrait affecter l'efficacité des trichogrammes stockés sur le terrain, il sera nécessaire de vérifier leur performance dans les conditions naturelles de culture de la canne à sucre. Cette étape est prévue à la fin de notre projet CASDAR, avec la participation active de la FDGDON La Réunion.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BARREAULT G., TABONE E., GOEBEL F.R., BERLING M., KARIMJEE H., CAPLONG P. (2005). Lutte biologique contre le foreur ponctué de la canne à sucre à la Réunion: optimisation de la technique pour une utilisation à grande échelle. AFPP, 7^e Conférence internationale sur les ravageurs en agriculture, Montpellier. France.

- FARID A., ULLAH T., KHAN A., KHATTAK, ALAMZEB S.U. (2001). Effect of storage at low temperature on adult eclosion and longevity of adults of *Trichogramma chilonis*. Pakistan Journal of Zoology 33(3): 205-207.
- FRANDON J., KABIRI F. (1999). La lutte biologique contre la Pyrale du maïs avec les trichogrammes: Une très belle réussite grâce à l'évolution de la technique. Dossier de l'environnement de l'INRA, 19, 107-111.
- GANTEAUME A., TABONE E. ET POINSOT-BALAGUER N. (1995a). Variation du potentiel biotique de l'auxiliaire parasite *Encarsia formosa* G. (Hymenoptera, Aphelinidae) en fonction du stockage au froid : I. Du point de vue du taux d'émergence. J. Appl. Ent. 119 : 419-422.
- GANTEAUME A., TABONE E. ET POINSOT-BALAGUER N. (1995b). Variation du potentiel biotique de l'auxiliaire parasite *Encarsia formosa* G. (Hymenoptera, Aphelinidae) en fonction du stockage au froid: II. Du point de vue de la fécondité journalière et de la longévité. J. Appl. Ent. 119: 547-551.
- GOEBEL R. (1999). Caractéristiques biotiques du foreur de la canne à sucre *Chilo sacchariphagus* (Bojer, 1856). (Lepidoptera: Pyralidae) à l'île de la Réunion. Facteurs de régulation de ses populations et conséquence pour la lutte contre le ravageur. Université Paul Sabatier, Toulouse, PhD, 229 pp.
- GOEBEL R., FERNANDEZ E., TIBERE R., ALAUZET C. (1999). Dégâts et pertes de rendement sur la canne à sucre dus au foreur *Chilo sacchariphagus* (Bojer) à l'île de la Réunion (Lepidoptera: Pyralidae). Annales de la Société entomologique de France, 35 (suppl.), 476-481.
- GOEBEL R., TABONE E., KARIMJEE H., CAPLONG P. (2005). Mise au point réussie d'une lutte biologique contre le foreur de la canne à sucre *Chilo sacchariphagus* (Lepidoptera, Crambidae), à la Réunion. 7ème Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture, Montpellier.?
- JALALI S.K. AND SINGH S.P. (1992). Differential response of four *Trichogramma* species to low temperatures for short term storage. Entomophaga 37(1), 159-165.
- LAING J.E. AND CORRIGAN J.E. (1995). Diapause induction and post-diapause emergence in *Trichogramma minutum* Riley: the role of host species, temperature and photoperiod. The Canadian Entomologist 127, 103-110.
- MARQUIER M, ROUX E., TABONE E. ET GOEBEL R. (2008). Lutte biologique contre le foreur ponctué de la canne à sucre: réduction de la densité et de la fréquence des lâchers du parasitoïde *Trichogramma chilonis* Ishii. AFPP - 8e Conférence internationale sur les ravageurs en agriculture, Montpellier.
- ÖZDER N. (2004). Effect of different cold storage periods on parasitization performance of *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera, Trichogrammatidae) on eggs of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera, Pyralidae). Biocontrol Science and Technology 14, 441-447.
- PITCHER S.A., HOFFMANN M.P., GARDNER J., WRIGHT M.G. AND KUHAR T.P. (2002). Cold storage of *Trichogramma ostriniae* reared on *Sitotroga cerealella* eggs. BioControl 47, 525-535.
- REAY-JONES F.P.F., ROCHAT J., GOEBEL R., TABONE E. (2006). Functional response of *Trichogramma chilonis* to *Galleria mellonella* and *Chilo sacchariphagus* eggs. Entomologia Experimentalis et Applicata 118, 3, 229-236.

- ROCHAT J., GOEBEL R., TABONE E., BEGUE M., FERNANDEZ E., TIBERE R., GAUVIN J.C., VERCAMBRE B. (2001). Integrated control of the spotted stalk borer *Chilo sacchariphagus* Bojer (Lepidoptera, Pyralidae) in Reunion Island. SASTA Congress, Mount Edgecombe, South Africa.
- ROSSI M.M. (1993). Etude bioécologique des parasitoïdes oophages *Trichogramma cacoeciae* Marchal et *T. evanescens* West. (Hym., Trichogrammatidae) et du parasitoïde nymphal *Dibrachys affinis* Masi (Hym., Pteromalidae) associés à *Lobesia botrana* Den. And Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae). PhD Thesis. Université de Rennes I, U.F.R. Sciences et Philosophie, 109pp.
- RUNDLE B.J., THOMSON J. AND HOFFMANN A.A., (2004). Effects of cold storage on field and laboratory performance of *Trichogramma carverae* and the response of three *Trichogramma* sp. to cold. Biological and Microbial control. Entomological Society of America 97(2), 213-221.
- SHIRAZI J. (2006). Effect of Temperature and Photoperiod on the Biological Characters of *Trichogramma chilonis* Ishii (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Pakistan Journal of Biological Sciences 9(5): 820-824.
- SOULA B., KARIMJEE H., GOEBEL R., CAPLONG P., TABONE E., (2003). Lutte biologique contre le foreur de la canne à sucre à l'aide de trichogrammes : Résultats d'essais au champ à la Réunion. Phytoma 562, 32-35.
- SUCHIUNG C., SHENGCHIH O.-Y. (2005). Host preference and cold storage studies of the *Trichogramma chilonis* Ishii. Annual of the National Taiwan Museum.
- TABONE E., GOEBEL R., LEZCANO N., FERNANDEZ E. (2002). Le foreur de la canne à sucre, Mise en place d'une Lutte Biologique à l'aide de trichogrammes à la Réunion. Phytoma octobre 2002, 32-35.
- VENTURA GARCIA P., WAJNBERG E., PIZZOL J. AND OLIVEIRA M.L.M., (2002). Diapause in the egg parasitoid *Trichogramma cordubensis*: role of temperature. Journal of Insect Physiology 48, 349-355.
- VOEGELE J., PIZZOL J., RAYNAUD B. ET HAWLITZKY N., (1986). La diapause chez les Trichogrammes et ses avantages pour la production de masse et la lutte biologique. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent, 51/3a.
- ZASLAVSKIY V.A. AND UMAROVA T. YA., (1981). Photoperiodic and temperature control of diapause in *Trichogramma evanescens* Westw. (Hymenoptera, Trichogrammatidae). Entomological review, 60(4), 1-12.
- ZORIN P.V., (1927). A method of rearing *Trichogramma evanescens* Westwood. Défense des plantes Leningrad 4, 316-319.