

Compte-rendu d'action

Année 2018

Protect'Agrumes

Date : 27 Mars 2019

Note avant-propos

Le projet a officiellement débuté le 1^{er} Juillet 2018 mais les recrutements des personnels impliqués (gestionnaire de projet : Bastien Quaglietti et technicienne : Frédérique Ollitraul) n'ont pu être fait qu'en Octobre 2018.

Contexte de l'action

La protection des cultures est amenée à évoluer vers des stratégies innovantes visant à diminuer l'utilisation d'intrants chimiques de synthèse. En effet, l'importance de la contamination des milieux et des productions, les incidences sur la santé humaine et des écosystèmes génèrent une attente sociétale forte pour un nouveau mode de gestion des ravageurs, des agents pathogènes et des plantes adventices. L'ambition du projet Protect'Agrumes est la mise au point de systèmes de production à bas intrants, en favorisant des stratégies de biocontrôle. Il associe les acteurs publics et privés de la recherche (UMR « Institut Sophia Agrobiotech », Université de Corse, UCPP), de la recherche appliquée (AREFLEC) et du développement agricole (INTERBIO Corse, IBC) ainsi que des partenaires professionnels (agriculteurs et entreprises). Ce projet mobilise des compétences provenant de disciplines complémentaires telles que la chimie du vivant et de l'environnement, la biologie végétale, des organismes et des populations, la biochimie et microbiologie et l'agriculture biologique. Par le lien amont-aval, il garantit le transfert des innovations et la création de valeur ajoutée pour une agriculture corse durable et compétitive.

Objectifs de l'année 2018 :

L'implication principal de l'AREFLEC dans le projet réside dans 2 actions principales :

- La première et principale action est le développement de pilotes d'élevages d'auxiliaires de lutte biologique pour proposer des alternatives locales et de bonne qualité aux bioindustries dont les produits souffrent souvent des conditions d'importation sur l'île. Dans ce but, l'AREFLEC dispose d'un parc de pièces climatiques dont l'utilisation optimale était dépendante de certaines améliorations à apporter à la structure.
- La seconde réside dans la mise au point et la réalisation de protocoles de tests des différentes substances naturelles biocides ou biostimulantes produites par les partenaires (UCPP, InterBio Corse).

Le projet ayant débuté tardivement, les objectifs fixés pour l'année 2018 visaient à assurer le bon démarrage des actions scientifiques et techniques pour l'année 2019. Deux indicateurs de résultats étaient fixés :

- La réalisation d'une expertise du parc de pièces climatiques suivi de la réalisation des solutions techniques proposées pour leur amélioration.
- La rédaction d'une synthèse bibliographique permettant d'acquérir les connaissances nécessaires à la réalisation des élevages d'auxiliaires et leur maintien dans le temps.

Au-delà de ces deux indicateurs, le matériel nécessaire à la mise en place des deux actions devait être acquis et/ou confectionné.

Résumé des activités engagées

A) Expertise et amélioration du parc de pièces climatiques

Une expertise a été réalisée par plusieurs parties (Nicolas Ris et Nicolas Borowiec (INRA de Sophia-Antipolis), Bastien Quaglietti (Gestionnaire du projet), Rémi Roghe (Expert judiciaire auprès du TGI de Bastia)) ayant une expérience dans la conception et/ou l'utilisation de ce genre d'infrastructures. Toutes les parties ont fait le même diagnostic et ont ciblé 2 chantiers à mettre en œuvre pour assurer le bon fonctionnement nécessaire à la réalisation du projet :

- Assurer un meilleur contrôle des conditions climatiques (Température et hygrométrie) au sein de chaque pièce.
- Eviter les pertes d'énergie et les fluctuations des conditions climatiques.

Les solutions techniques proposées et mise en œuvre pour atteindre ses objectifs sont détaillées en Annexe 1. Des devis ont été réalisés et des accords passés avec plusieurs entreprises. Les travaux nécessaires seront réalisés fin courant Avril 2019.

B) Rédaction d'une synthèse bibliographique

Cette synthèse résume les connaissances nécessaires à la réalisation et au maintien dans le temps des élevages d'auxiliaires pour la lutte biologique. Cette synthèse se trouve en Annexe 2.

C) Matériel

Compte-tenu du démarrage tardif du projet, l'ensemble des dépenses nécessaires à la commande et à la confection du matériel n'ont pu être engagées sur l'année 2018. Néanmoins, ces dépenses ont pu être reportées sur la demande d'aide de l'année 2019 avec l'accord de M. Daniel Sainte-Beuve de l'ODARC. Malgré ce retard, le matériel sera prêt dans les temps pour débiter des activités à l'AREFLEC.

-- Annexe 1 --

Note technique sur les enceintes climatiques de Corsic'Agropôle (CASG)

Une définition classique pour définir une enceinte climatique est :

Le terme "climatique" évoque généralement l'association de la température et de l'humidité. Contrairement aux enceintes destinées exclusivement à effectuer des essais de températures (essais thermiques), les enceintes climatiques règlent en plus la reproductibilité de l'humidité (essais climatiques).

Enceinte climatique (chaud froid humide) de simulation de l'environnement. Elle permet de reproduire les différentes saisons et zones climatiques terrestres, notamment pour les essais de stabilité à long terme et accélérés. Les enceintes climatiques doivent posséder un système d'humidification pour maintenir l'ambiance à la température du point de rosée, la production et le contrôle de l'humidité relative repose sur un système de mesure psychrométrique de l'air humide présent dans le volume. En outre, un système d'humidification et de déshumidification sans aérosol a pour but de maintenir les constantes d'humidité.

Description technologique des salles climatiques dans divers secteurs :

Les enceintes climatiques sont réalisées en panneaux sandwich clipsés ou collés pour en assurer une parfaite étanchéité tant à la température qu'à l'humidité, assurant ainsi un pilotage précis et une consommation énergétique moindre.

De plus les systèmes de climatisation (T°C) et surtout de maintien de l'humidité (HR%) sont individualisés à chaque pièce et conduit de manière précise par un système informatique déporté.

Remarque sur les salles climatiques existantes à CASG :

Tout d'abord les salles sont construites en matériaux classiques de construction d'habitation (placoplâtre et isolant classique), ensuite le maintien des températures et humidité sont effectués par le même système de type pompe à chaleur, avec une injection d'humidité centralisée.

La seule individualisation est le système de déshydratation.

Le fait que ces matériaux n'assurent pas une réelle paroi d'isolation thermique et de transfert d'humidité, entraîne déjà une grande difficulté de conduite des cellules.

De plus les portes ne sont pas vraiment étanches qui induit encore des fuites de calories et donc d'humidité.

De plus la gestion par une seule source tant de la température que de l'humidification entraîne les dysfonctionnements actuels.

Note d'amélioration des installations existantes :

- 1/ doublage des parois avec des panneaux sandwich de 20-25 mm collés et plinthes rondes PVC
- 2/ mise en place de système d'humidification individualisés
- 3/ vérification des capacités de déshumidification des matériels en place.
- 4/ réglage des huisseries existantes pour les rendre hermétiques

-- Annexe 2 --

Synthèse bibliographique pour la mise en place des élevages et leur maintien dans le temps.

Le projet Protect'Agrumes vise notamment à développer trois pilotes d'élevages pour proposer des solutions « locales » de lutte biologique. Ainsi quatre systèmes auxiliaire/ravageur seront développés :

- *Leptomastix dactylopii* (Hymenoptera : Encyrtidae) auxiliaire parasitoïde contre la cochenille farineuse *Planococcus citri* (Hemiptera : Pseudococcidae).
- *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera : Coccinaelidae), auxiliaire prédateur contre la cochenille farineuse *Pseudococcus viburni* (Hemiptera : Pseudococcidae).
- *Psytalia concolor* (Hymenoptera : Braconidae) auxiliaire parasitoïde contre la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitis capitata* (Diptera : Tephritidae), et la mouche de l'olive *Bactrocera oleae* (Diptera : Tephritidae).
- *Coccobius fulvus* (Hymenoptera : Aphelinidae) auxiliaire parasitoïde contre la cochenille asiatique *Unaspis yanonensis* (Hemiptera : Diaspididae).

Chaque système implique (1) la production d'un support sur lequel sera élevé la proie ou l'hôte, (2) un cycle d'élevage de la proie ou de l'hôte et (3) un cycle d'élevage de l'auxiliaire. L'objet de cette synthèse est de rassembler les informations relatives (1) à la production des supports d'élevage (végétaux, diète artificielle), des proies/hôtes, et des auxiliaires, (2) à la collecte du matériel biologique sur le terrain (3) aux conditions, et (4) aux méthodes d'initiation et de maintien des élevages.

I. Système *Leptomastix dactylopii* / *Planococcus citri*

P. citri est une des cochenilles farineuses pour lesquelles diverses méthodes d'élevage sont maîtrisées. Par souci d'optimisation (faisabilité pratique et coût financier) l'élevage de cochenille se fait majoritairement sur germes de pommes de terre (Zaviezo, Cadena, Flores, & Bergmann, 2010).

1. Production du support végétal

La variété « *Monalisa* » sera utilisée comme support d'élevage. C'est une pomme de terre à chair blanche qui développe des germes charnus et suffisamment souple pour permettre aux cochenilles de se fixer et se développer. Pour optimiser la germination des pommes de terre, le cycle de production est constitué de trois étapes (Coddeville, 2012). Une étape de stockage à froid ($4^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\% \pm 10\%$, 24h obscurité), une étape de déclenchement de la germination à $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $80\% \pm 10\%$ HR et 24h obscurité **pendant 2 semaines**, et enfin une étape à $24^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\% \pm 10\%$ HR et 24h obscurité **pendant 3 semaines minimum** pour permettre le développement (longueur et diamètre) des germes.

2. Collecte, mise en élevage et maintien de l'hôte

Présente dès les mois de Mars-Avril sur le terrain (observations personnelles), du matériel végétal infesté sera récupéré sur le terrain. Des femelles seront isolées sur pommes de terre germées pour permettre la ponte. Une fois la quantité de progénitures importante, la femelle sera placée en alcool à 90% et envoyé à l'INRA de Sophia-Antipolis pour identification via analyse moléculaire. Les

progénitures des femelles formellement identifiées comme *Pl. citri* seront rassemblées pour initier l'élevage.

L'élevage sera maintenu 25°C, 70% d'hygrométrie relative et une photopériode 16h : 8h (lumière : obscurité). D'après, Goldasteh et al. (2009), ces conditions permettent d'obtenir un accroissement de population optimal. Dans ces conditions, le développement de la ponte à l'adulte s'effectue en environ 19 jours (Goldasteh et al., 2009).

Les femelles adultes produisent des ovisacs (boule de soie sécrétée par la femelle et contenant les œufs). Ces ovisacs seront prélevés chaque semaine et utilisés pour réinfester des pommes de terre germées saines et permettre le renouvellement du cycle.

3. Collecte et production de l'auxiliaire

L. dactylopii est présent dès les mois de Mai-Juin sur le terrain en Corse (observations personnelles). Des *Pl. citri* seront prélevées et placées en éclosir. Les parasitoïdes émergents seront identifiés morphologiquement dans un premier temps. Les individus identifiés comme *L. dactylopii* seront rassemblés pour accouplement et ensuite chaque femelle sera mis en contact avec des cochenilles pour permettre l'oviposition. A leur mort, les femelles seront placées dans des tubes contenant de l'alcool 90% et envoyées à l'INRA de Sophia-Antipolis pour confirmation de l'identification spécifique par analyse moléculaire. Les progénitures des femelles formellement identifiées comme *L. dactylopii* seront rassemblées pour initier l'élevage.

La température a un effet important sur le temps de développement, la fécondité et la longévité chez *L. dactylopii*. Tingle & Copland (1988) ont pu montrer une durée de vie et une production de descendant optimales à 26°C. A cette température, le développement de la ponte de l'œuf jusqu'à l'adulte dure 18 jours. D'après de Jong & van Alphen (1989), la fécondité est maximum pour des femelles de 3 à 6 jours mises au contact de cochenilles de 4^{ème} stade larvaire et des femelles adultes. En outre, la proportion de femelles produites est supérieure lorsque *L. dactylopii* est mis au contact d'hôtes de grande taille (Su & Li, 1993).

Pour assurer une production optimale, l'élevage de *L. dactylopii* sera réalisé à 26°C, une hygrométrie relative de 70% et une photopériode 16h : 8h (lumière : obscurité). Dès l'émergence, les adultes seront mis en contact pour un temps illimité avec des cochenilles du 4^e stade larvaire ou plus âgées. Ce stade correspond à des cochenilles dont les ovisacs auront été déposées sur pomme de terre saines 3 à 4 semaines au préalable.

II. Système *Cryptolaemus montrouzieri* / *Pseudococcus viburni*

Ps. viburni étant une des cochenilles farineuses, le pilote d'élevage de ce système sera similaire à celui impliquant *L. dactylopii* et *Pl. citri*. *C. montrouzieri* se développe et s'élève très bien sur *Pl. citri*. Mais les récentes études montrent que l'élevage de la coccinelle sur *Ps. viburni* montre un meilleur rendement (fécondité plus élevée, temps de génération inférieur) (Abdollahi Ahi et al., 2015). Par ailleurs, il semblerait que *C. montrouzieri* élevée sur *Pl. citri* ait moins tendance à prédateur *P. viburni* une fois dans l'environnement (observations personnelles). Ainsi, il apparaît nécessaire de mettre en place un élevage de *Ps. Viburni*.

1. Production du support végétal

Similaire à paragraphe I.1.

2. Collecte, mise en élevage et maintien de l'hôte

Ps. Viburni étant présente à partir de fin Avril-début Mai en Corse (observations personnelles) du matériel végétal infesté sera récupéré à cette période sur le terrain. La même procédure que pour la mise en place de l'élevage de *Pl. citri* sera employée (isolation des femelles pour la ponte, identification moléculaire, rassemblement des cochenilles dont l'espèce est formellement identifiée comme *Ps. Viburni*) (**paragraphe I.2.**). L'élevage sera réalisé dans les conditions telles que retrouvée majoritairement dans la littérature (26°C, 80% HR, 16h : 8h (lumière : obscurité)) (Abdollahi Ahi et al., 2015; Karamaouna & Copland, 2009).

3. Collecte et production de l'auxiliaire

En Corse, les coccinelles sont présentes en quantité sur le terrain dès fin Juin-début Juillet (observations personnelles). Des larves et des adultes seront récupérés sur le terrain et isolés sur des pommes de terre infestées par *Ps. Viburni*. De couleurs blanche et filamenteuse, les larves ressemblent fortement à leurs proies cependant leur taille peut atteindre 13mm et sont d'une nature plus mobile que les cochenilles. L'adulte possède un abdomen noir, un thorax et une tête rouge brique, d'une taille d'environ 3 à 4mm de long.

La phase juvénile de *C. montrouzieri* comprend 4 stades larvaires, un stade pré-pupe et un stade puppe (Abdollahi Ahi et al., 2015). Un accroissement optimal des populations est obtenu à une température constante de 26°C (Saeedi, Damavandian, & Moghanloo, 2015). A cette température, le développement de la ponte de l'œuf jusqu'à l'adulte dure environ 26 jours lorsqu'elle est nourrie sur *Ps. citri* (Ramesh Babu & Azam, 1987) mais cette valeur est susceptible de diminuer si elle est nourrie sur *PS. Viburni* (Abdollahi Ahi et al., 2015).

L'élevage sera réalisé en conditions contrôlées (26°C, 75% RH, 16h : 8h (lumière : obscurité)). Des cochenilles de grande taille seront fournies régulièrement à tous les stades de développement de la coccinelle pour assurer la pérennité du cycle.

III. Système *Psytalia concolor* / *Ceratitis capitata*

Pour les deux espèces de ravageur, la femelle va pondre ses œufs à travers la peau des fruits, à l'intérieur desquels les larves vont effectuer leur développement. L'élevage de ces ravageurs nécessitent donc le développement d'un support artificiel. L'élevage de l'auxiliaire sera donc réalisé sur *C. capitata* dont la méthode d'élevage sur diète artificielle est maîtrisée (Shoukry & Hafez, 1979; Thaon, Blanchet, & Ris, 2009; Vargas, Miyashita, & Nishida, 1984).

1. Composition de la diète artificielle

La diète artificielle sera produite selon la composition proposée par Thaon et al. (2009).

Encadré

Recettes de milieu nutritif pour larves et adultes de *Ceratitis capitata*

Milieu pour larves

1- mélanger :

1,8 g de nipagine

1,8 g de Sodium Benzoate à 2°/∞

40 c³ d'acide chlorhydrique à 16,5°/∞

900c³ d'eau

2 - mélanger

104 g de levure de bière

112 g de poudre de carotte

180 g de flocons de pommes de terre

3 - mélanger 1+2, puis couler rapidement dans un récipient

Milieu pour adultes

40 g de Sucrose

15 g d'hydrolysate de levure

3,3 g d'œuf séché en poudre

2. Collecte et production de l'hôte

En Corse, *C. capitata* s'attaquant à la fois aux Agrumes et fruits d'été, les populations restent à des niveaux non-négligeables même durant l'hiver, période pendant laquelle des adultes peuvent rester actifs. Des mouches adultes seront collectées sur le terrain à la fin de l'été et mis en élevage à l'AREFLEC. La méthode d'élevage est la même que celle employée par Thaon et al. (2009) et décrites dans la littérature (A. Loni, 1997; Augusto Loni, 2003; Raspi & Loni, 1994). Des individus seront prélevés sur le terrain durant cette période et placés dans des cylindres en plexiglas fermés avec de la toile « insectproof ». Les femelles pondent à travers la toile et les œufs seront récupérés dans un bac d'eau. Les œufs seront ensuite placés dans une boîte contenant la diète artificielle pour permettre le développement des larves. Entre la ponte et l'émergence de l'adulte, le cycle de développement va durer 18 jours à 25°C et 29 jours à 20°C (Duyck & Quilici, 2002; Shoukry & Hafez, 1979). De plus, le taux de survie de chaque phase immature est le plus important lorsque les individus sont élevés à 25°C (Duyck & Quilici, 2002). Pour optimiser la production, l'élevage sera donc réalisé en conditions contrôlées à 25°C, 60% d'hygrométrie relative et une photopériode 16h : 8h (lumière : obscurité).

3. Collecte et production de l'auxiliaire

P. concolor est majoritairement présent à partir de la fin de la période estivale en Corse. Des olives parasitées par *B. oleae* seront collectées sur le terrain et mises en éclosier. Les parasitoïdes émergents seront ensuite identifiés et mis en élevage. Puisqu'il a été suggéré que l'élevage sur *C. capitata* pouvait progressivement diminuer les capacités de *P. concolor* à contrôler efficacement la mouche de l'olive (Canale & Benelli, 2012; Kimani-Njogu, Trostle, Wharton, Woolley, & Raspi, 2001), nous procéderons à des injections annuelles de matériel biologique provenant de mouche de l'olive issues du terrain comme suggéré par Canale & Benelli (2012).

Le développement de la ponte à l'émergence de l'adulte dure environ 18 jours à 25°C (A. Loni, 1997). Que ce soit chez *B. oleae* ou *C. capitata*, le développement de *P. concolor* semblent favorisé

dans les hôtes de plus grande taille (3ème stade larvaire et plus) (Canale & Loni, 2006; Yokoyama, Rendón, & Sivinski, 2008).

La méthode d'élevage qui sera employée est inspirée de celles décrites dans la littérature pour *P. lounsburyi* (Thaon et al., 2009) et *P. concolor* (Sime, Daane, Messing, & Johnson, 2006). L'élevage de l'auxiliaire sera également réalisé dans des cylindres de plexiglas en conditions contrôlées à 22°C, 55% d'hygrométrie relative et une photopériode 16h : 8h (lumière : obscurité). Les adultes seront mis au contact de larves du 3ème stade de *C. capitata* issues de l'élevage.

IV. Système *Coccobius fulvus* / *Unaspis yanonensis*

Pour assurer une production d'auxiliaire importante, il faut garantir une production de cochenilles asiatiques importante. Or, compte tenu de la rapide dessiccation des végétaux très infestés, l'élevage d'*U. yanonensis* va pouvoir s'avérer difficile à mettre en œuvre. Ainsi, nous allons utiliser des plants de citronnier *Volkameriana* âgés de 2 à 3 ans pour maximiser leur résistance à l'infestation.

1. Production du support végétal de l'hôte

Les citronniers sont produits en routine par l'AREFLEC. En cas de besoin supérieur à la capacité de production, une commande sera effectuée auprès d'un pépiniériste de Corse.

2. Collecte et production de la proie

Sur le terrain, l'infestation de *U. yanonensis* est bimodal (Adachi & Korenaga, 1991; D. S. Kim, Seo, & Choi, 2007; Murakami, 1970) et notamment en Corse (Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles, 2013). Le premier pic a lieu entre début Juin et fin Juillet et un second pic entre fin Aout et fin Septembre (Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles, 2013). Du matériel végétal infesté sera récupéré à cette période sur le terrain et mis au contact d'arbres sains à l'AREFLEC. Les femelles totalement développées possèdent un bouclier et sont de couleur brun sombre avec des bords délavés, et mesurent de 2,5 à 3,6 mm de long. Les larves des mâles mesurent de 1,3 à 1,6 mm de long et ont un aspect blanc feutré (Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles, 2008b).

Le cycle biologique de la femelle d'*U. yanonensis* comprend 2 stades juvéniles et 2 stades adultes (le premier stade adulte ne possède pas encore de bouclier) (Seo, Kim, Park, Choi, & Kim, 2008). En conditions contrôlées à 24°C, 4 cycles de ponte par an peuvent avoir lieu (Kim et al. 2008) avec une fécondité optimale (S. bin Kim & Kim, 2013).

Pour des raisons logistiques, l'élevage aura lieu sous serre, ainsi les conditions ne pourront être pleinement contrôlées. Une partie des arbres infestés seront utilisés pour assurer la pérennité de l'élevage (des arbres sains seront régulièrement infestés par du matériel végétal porteur d'*U. yanonensis*). Les arbres restants seront utilisés pour l'élevage de l'auxiliaire.

3. Collecte et production de l'auxiliaire

De la ponte de l'œuf dans l'hôte à l'émergence de l'adulte, le cycle de développement de *C. fulvus* se

déroulent en 25 à 27 jours à 25°C (Furuhashi & Nishino, 1983; Ogata, 1987). Les observations Furuhashi & Nishino, (1983) montrent un nombre de 4 à 5 générations annuelles. La femelle cible uniquement des hôtes au stade adulte (mature et immature), le développement n'a pas lieu au sein d'un hôte juvénile (Takagi, 1991). A 25°C, une femelle peut survivre environ 20 jours et pondre environ 60 œufs (Takagi & Ogata, 1990).

Malgré les lâchers effectués par la FREDON Corse en 2007 à Ajaccio et Talasani, l'établissement sur le territoire de *C. fulvus* n'est pas avéré (Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles, 2008). Du matériel végétal infesté par *U. yanonensis* sera récupéré au point de lâchers de 2007. Les cochenilles seront mises en éclosoir et les parasitoïdes émergents seront identifiés morphologiquement. La femelle adulte est fine et ambrée, et mesure entre 0.8 et 1.2 mm de long. Le mâle est de couleur noir et mesure de 0.8 à 1 mm de long (Furuhashi & Nishino, 1983). Un élevage sera initié avec les individus identifiés comme *C. fulvus*. Des arbres infestés par *U. yanonensis* seront régulièrement mis au contact des parasitoïdes pour pérenniser l'élevage.

Si aucun *C. fulvus* n'est récupéré en Corse, la même opération sera réalisée dans les Alpes-Maritimes, où les organismes avaient été collectés en 2007 pour les premiers lâchers.

V. Bibliographie

- Abdollahi Ahi, G. A., Afshari, A., Baniameri, V., Dadpour, H., Yazdani, M., & Golizadeh, A. (2015). Laboratory survey on biological and demographic parameters of *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) fed on two mealybug species. *Journal of Crop Protection*, 4(3), 267–276.
- Adachi, I., & Korenaga, R. (1991). Fertility schedules of *Unaspis yanonensis* (Hemiptera: Diaspididae) in relation to daily temperature. *Researches on Population Ecology*, 33, 57–68.
- Canale, A., & Benelli, G. (2012). Impact of mass-rearing on the host seeking behaviour and parasitism by the fruit fly parasitoid *Psytalia concolor* (Szépligeti) (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Pest Science*, 85(1), 65–74. <https://doi.org/10.1007/s10340-011-0382-1>
- Canale, A., & Loni, A. (2006). Host location and acceptance in *Psytalia concolor*: Role of host instar. *Bulletin of Insectology*, 59(1), 7–10.
- Coddeville, A. (2012). *Etude technico-économique d'un élevage de parasitoïdes de Pseudococcus comstocki*.
- de Jong, P. W., & van Alphen, J. J. M. (1989). Host size selection and sex allocation in *Leptomastix dactylopii*, a parasitoid of *Planococcus citri*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 50, 161–169.
- Duyck, P. F., & Quilici, S. (2002). Survival and development of different life stages of three *Ceratitis* spp. (Diptera: Tephritidae) reared at five constant temperatures. *Bulletin of Entomological Research*, 92(06), 461–469. <https://doi.org/10.1079/ber2002188>
- Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles. (2008a). *Compte-rendu 2008 des actions sur Unaspis yanonensis*.
- Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles. (2008b). La cochenille asiatique des Agrumes.

- Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles. (2013). Cycle biologique d'*Unaspis yanonensis* en Corse.
- Furuhashi, K., & Nishino, M. (1983). Biological control of arrowhead scale *Unaspis yanonesis*, by parasitic wasps introduced from the people's republic of China. *Entomophaga*, 28(3), 277–286.
- Goldasteh, S., Asghar Talebi, A., Fathipour, Y., Ostovan, H., Zamani, A., & Shoushtari, R. V. (2009). Effect of temperature on life history and population growth parameters of *Planococcus citri* (Homoptera : Pseudococcidae) on *Coleus* (*Solenostemon scutellarioides* (L.) codd.). *Archive of Biol.Ogical Science, Belgrade*, 61(2), 329–336. <https://doi.org/10.2298/ABS0901329G>
- Karamaouna, F., & Copland, M. J. (2009). Fitness and life history parameters of *Leptomastix epona* and *Pseudaphycus flavidulus*, two parasitoids of the obscure mealybug *Pseudococcus viburni*. *BioControl*, 54(1), 65–76. <https://doi.org/10.1007/s10526-008-9169-6>
- Kim, S. bin, & Kim, D. S. (2013). Temperature-dependent fecundity of overwintered *Unaspis yanonensis* (Hemiptera: Diaspididae) and use of degree-days for the prediction of first crawler. *Crop Protection*, 43, 60–64. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2012.08.017>
- Kim, D. S., Seo, Y. D., & Choi, K. S. (2007). Seasonal Development and Population Fluctuations of Arrowhead Scale, *Unaspis yanonensis* (Homoptera: Diaspididae), in Citrus orchards in Jeju, Korea. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 10(4), 363–367. [https://doi.org/10.1016/S1226-8615\(08\)60377-5](https://doi.org/10.1016/S1226-8615(08)60377-5)
- Kimani-Njogu, S. W., Trostle, M. K., Wharton, R. A., Woolley, J. B., & Raspi, A. (2001). Biosystematics of the *Psytalia concolor* species complex (Hymenoptera: Braconidae: Opiinae): The identity of populations attacking *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) in coffee in Kenya. *Biological Control*, 20(2), 167–174. <https://doi.org/10.1006/bcon.2000.0889>
- Loni, A. (1997). Developmental rate of *Opius concolor* (Hym.: Braconidae) at various constant temperatures. *Entomophaga*, 42(3), 359–366.
- Loni, A. (2003). Impact of host exposure time on mass-rearing of *Psytalia concolor* (Hymenoptera Braconidae) on *Ceratitidis capitata* (Diptera Tephritidae). *Bulletin of Insectology*, 56(2), 277–282.
- Murakami, Y. (1970). A review of biology and ecology of Diaspine scales in Japan (Homoptera: Coccoidea). *Mushi* 43: 65-114. *Japanese with English Summary*.
- Ogata, T. (1987). Effect of temperature on the development of *Coccobius fulvus* (Compere et Annecke)(Hymenoptera: Aphelinidae), an introduced parasitoid of the arrowhead scale, *Unaspis yanonensis* (Kuwana)(Homoptera: Diaspididae). *Jpn J Appl Entomol Zool*, 31, 168–169.
- Ramesh Babu, T., & Azam, K. M. (1987). Biology of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coccinellidae : Coleoptera) in relation with temperature. *Entomophaga*, 32(4), 381–386.
- Raspi, A., & Loni, A. (1994). Alcune note sull'allevamento di *Opius concolor* Szépl. (Hymenoptera Braconidae) e su recenti tentativi d'introduzione della specie in Toscana e Liguria. *Frustula Entomologica*, 133–145.
- Saeedi, N., Damavandian, M. R., & Moghanloo, H. D. (2015). Effects of temperature on population growth parameters of *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera : Coccinellidae) reared on *Planococcus citri* (Homoptera : Pseudococcidae). *Arthropods*, 4(3), 78–89.
- Seo, Y. D., Kim, S. C., Park, S. L., Choi, K. S., & Kim, D. S. (2008). Morphological and behavioral comparison between males and females of arrowhead scale, *Unaspis yanonensis* (Homoptera: Diaspididae) on citrus leaves. *J. Subtropical Agri. Biotech*, 24, 43–47.
- Shoukry, A., & Hafez, M. (1979). Studies on the biology of the Mediterranean fruit fly *Ceratitidis*

capitata. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 26, 33–39.

- Sime, K. R., Daane, K. M., Messing, R. H., & Johnson, M. W. (2006). Comparison of two laboratory cultures of *Psytalia concolor* (Hymenoptera: Braconidae), as a parasitoid of the olive fruit fly. *Biological Control*, 39(2), 248–255. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2006.06.007>
- Su, T., & Li, C. (1993). Factors affecting the sex ratio of *Leptomastix dactylopii* Howard, a parasitoid of *Planococcus citri* (Risso). *Chinese Journal of Entomology*, 13(4), 319–329.
- Takagi, M. (1991). Host stage selection in *Aphytis yanonensis* (Debach et Rosen) and *Coccobius fulvus* (Compere et Annecke) (Hymenoptera: Aphelinidae), introduced parasitoids of *Unaspis yanonensis* (Kuwana) (Homoptera: Diaspididae). *Applied Entomology and Zoology*, 26(4), 505–513. Retrieved from <http://www.mendeley.com/research/geology-volcanic-history-eruptive-style-yakedake-volcano-group-central-japan/>
- Takagi, M., & Ogata, T. (1990). Reproductive potential of *Aphytis yanonensis* Debach et Rosen and *Coccobius fulvus* (Compere et Annecke)(Hymenoptera: Aphelinidae), parasitoids of *Unaspis yanonensis* (Kuwana)(Homoptera: Diaspididae). *Applied Entomology and Zoology*, 25(3), 407–408. Retrieved from <http://www.mendeley.com/research/geology-volcanic-history-eruptive-style-yakedake-volcano-group-central-japan/>
- Thaon, M., Blanchet, A., & Ris, N. (2009). Contribution à l'optimisation de l'élevage du parasitoïde *Psytalia lounsburyi*. *Cahier Technique de l'INRA*, 66, 21–31.
- Tingle, C. C. D., & Copland, M. J. W. (1988). Predicting development of the mealybug parasitoids *Anagyrus pseudococci*, *Leptomastix dactylopii* and *Leptomastix abnormis* under glasshouse conditions. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 46(1), 19–28. <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1988.tb02263.x>
- Vargas, R. I., Miyashita, D., & Nishida, T. (1984). Life History and Demographic Parameters of Three Laboratory-reared Tephritids (Diptera: Tephritidae)1. *Annals of the Entomological Society of America*, 77(6), 651–656. <https://doi.org/10.1093/aesa/77.6.651>
- Yokoyama, V. Y., Rendón, P. A., & Sivinski, J. (2008). *Psytalia* cf. *concolor* (Hymenoptera: Braconidae) for biological control of olive fruit fly (Diptera: Tephritidae) in California. *Environmental Entomology*, 37(3), 764–773. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18559183>
- Zaviezo, T., Cadena, E., Flores, M. F., & Bergmann, J. (2010). Influence of different plants substrates on development and reproduction for laboratory rearing of *Pseudococcus calceolariae* (Maskell) (Hemiptera: Pseudococcidae). *Ciencia e Investigación Agraria*, 37(3), 31–37. <https://doi.org/10.4067/s0718-16202010000300002>