

**MINISTÈRE DE L'ALIMENTATION DE L'AGRICULTURE ET DE LA PÊCHE
MONTPELLIER SUPAGRO**

THÈSE

présentée à Montpellier SupAgro pour obtenir le diplôme de Doctorat

Formation doctorale : Évolution, Écologie, Ressources génétiques, Paléontologie
École doctorale : Systèmes Intégrés en Biologie, Agronomie, Géosciences, Hydrosciences, Environnement

Laboratoire d'accueil : Unité Mixte de Recherche
Centre de Biologie pour la Gestion des Populations
INRA / IRD / CIRAD / Montpellier SupAgro
Campus International de Baillarguet, CS 30016
34988 Montferrier-sur-Lez cedex, France

**Etudes taxonomiques de deux genres d'acariens prédateurs de la
famille des Phytoseiidae (Acari : Mesostigmata) :
Phytoseiulus Evans et *Neoseiulella* Muma**

Présentée et soutenue publiquement par

MOHAMAD KANOUEH

le 14 Décembre 2010

JURY

Serge KREITER	Montpellier SupAgro	Co-directeur de thèse
Mark JUDSON	Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris	Examineur
Jean-Pierre LUMARET	Université de Montpellier III	Examineur
André NEL	Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris	Rapporteur
Jean-Loup NOTTEGHEM	Montpellier SupAgro	Examineur
Salvatore RAGUSA	Università degli Studi di Palermo, Italie	Rapporteur
Marie-Stéphane TIXIER	Montpellier SupAgro	Co-directrice de thèse

RÉSUMÉ

La classification actuelle de la famille des Phytoseiidae n'est pas basée sur de réelles études phylogénétiques et par conséquent, de nombreuses questions se posent sur la validité des taxa supra-spécifiques mais également vis-à-vis des taxa spécifiques. Ce travail de thèse avait donc pour objectif de répondre à de telles questions pour deux genres : *Phytoseiulus* et *Neoseiulella*, en utilisant pour la première fois des approches phylogénétiques moléculaires et morphologiques. Ces études phylogénétiques ont été également associées à des études biogéographiques. Les résultats obtenus par ces deux approches sont congruents et semblent montrer que ces deux genres ne sont pas monophylétiques : le genre *Phytoseiulus* semble au mieux paraphylétique, tandis que le genre *Neoseiulella* serait polyphylétique. Ces résultats sont différents de ceux développés dans les diverses révisions successives de ces deux taxa. Ce travail de thèse a permis de répondre également à des questionnements sur cinq synonymies au sein du genre *Neoseiulella*. L'étude de pratiquement tous les types des espèces du genre *Neoseiulella* nous a permis de redéfinir le genre, en excluant trois espèces et en discutant certaines synonymies. Une clé d'identification des espèces valides du genre *Neoseiulella* basée sur les adultes femelles a également été proposée. Des études complémentaires, notamment des analyses moléculaires, seront nécessaires afin de conclure plus définitivement sur les relations évolutives entre les taxa étudiés.

MOTS CLEF : Phytoseiidae, *Phytoseiulus*, *Neoseiulella*, phylogénie, biogéographie

ABSTRACT

The systematic of the family Phytoseiidae is not presently based on solid phylogenetic studies and therefore, many taxonomic questions still arise, concerning the validity of supra-specific and specific taxa identified to-date. This thesis thus aimed to answer such questions for two genera, *Phytoseiulus* and *Neoseiulella*, using for the first time molecular and morphological phylogenetic analyses. Biogeographic analyses have been also carried out. Results obtained by both morphological and molecular approaches are congruent and seem to show that both genera are not monophyletic: *Phytoseiulus* seems paraphyletic whereas *Neoseiulella* seems polyphyletic. These results are different from those encountered in previous revisions of these two taxa. Furthermore, this study allowed to conclude on five synonymies within the genus *Neoseiulella*. The observation of nearly the totality of the type materials of the genus *Neoseiulella* permitted to redefine this genus, excluding three species and discussing some synonymies. Lastly, an identification key to the valid species of the genus *Neoseiulella* based on adults females was proposed. Further experiments, including molecular investigations, are however still required in order to obtain more reliable conclusions on the evolutionary relationships of the studied taxa.

KEY WORDS: Phytoseiidae, *Phytoseiulus*, *Neoseiulella*, phylogeny, biogeography

REMERCIEMENTS

Un grand MERCI à tous celles et ceux à qui ont partagé avec moi leurs connaissances, qui ont investi de leur temps et de leur énergie pour que ce projet aboutisse:

Je voudrais tout d'abord exprimer mes remerciements à mes encadrants de thèse : **Madame Marie-Stéphane Tixier Lopes** et **Monsieur Serge Kreiter**, pour m'avoir accueilli dans leur laboratoire, pour avoir dirigé mon travail depuis le Master II; pour leur soutien constant tout au long de ces études, pour leur gentillesse et leur confiance pendant ces années de travail.

Je souhaite exprimer toute ma gratitude envers les membres du jury, **M. André NEL**, **M Mark JUDSON**, **M. Jean-Loup NOTTEGHEM**, **M. Jean-Pierre LUMARET**, et **M. Salvatore RAGUSA** d'avoir accepté de juger ce travail présent.

Mes remerciements à mon gouvernement **syrien** de m'avoir donné la chance d'être parmi vous ce jour là, et d'avoir financé ce travail de thèse, et également à ceux qui m'ont facilité ce long chemin, **M. Majd Jamal** et **M. Mohammed Adel Ftaeyh**.

Je souhaite exprimer mes remerciements à **Gaël Kergoat** et **Jean François Martin** pour leurs aides et leurs conseils précieux dans la démarche phylogénétique.

Merci à **Brigitte Cheval**, **Sabine Guichou**, **Philippe Auger** et **Martial Douin** pour leurs aides, leur sympathie et leur amitié. Merci également à **Mireille Okassa** et **Maxime Ferrero** de m'avoir accompagné durant ces années de thèse, pour leur amitié. Merci à toutes les personnes à **SupAgro** et au **CBGP** avec qui j'ai partagé de bons moments.

Je dédie ce travail à mes parents, sans qui je ne serais pas où j'en suis aujourd'hui ; Merci à tout membre de ma famille, qui m'ont toujours soutenu.

**Finalement, je ne trouve pas les mots qu'il faut pour exprimer mes remerciements du fond du mon cœur à mon épouse Feryal et à mes deux "anges" Hamza et Ammar ...
MERCI !**

PUBLICATIONS INCLUSES DANS LA THÈSE

- A1 – KANOUEH M, TIXIER M-S, OKASSA M, KREITER S, 2010.** Phylogenetic and Biogeographic analysis of the genus *Phytoseiulus* (Acari : Phytoseiidae). *Zoologica Scripta*, 39 (5), 450-461.
- A2 – KANOUEH M, TIXIER M-S, GUICHOU S, CHEVAL B, KREITER S, 2010.** Two synonymy cases within the genus *Neoseiulella* (Acari : Phytoseiidae): is the molecular evidence so evident? *Biological Journal of Linnean Society*, 101, 323-344.
- A3 – KANOUEH M, KREITER S, TIXIER M-S, 2010.** Revision of the genus *Neoseiulella* Muma (Acari : Phytoseiidae) with synonymies assessment and additional morphological data. A soumettre à *International Journal of Acarology* avant janvier 2011.

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1** - Répartition géographique détaillée des espèces du genre *Phytoseiulus*.
- Annexe 2** - Les 47 espèces du genre *Neoseiulella* figurant dans les révisions successives.
- Annexe 3** - Répartition géographique détaillée des espèces du genre *Neoseiulella*.
- Annexe 4** - Les différentes familles botaniques des espèces de plantes supports sur lesquelles les espèces du genre *Neoseiulella* ont été signalées.
- Annexe 5** - Moyennes des 32 caractères morphologiques continus des espèces du genre *Neoseiulella* utilisés pour réaliser l'Analyse en Composantes Principales (ACP).
- Annexe 6** - Etat de caractères des 25 caractères morphologiques discrets des espèces du genre *Neoseiulella* utilisés pour réaliser l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC).
- Annexe 7** - Les 12 groupes d'espèces constitués au sein du genre *Neoseiulella*, représentant les différents états de 21 caractères morphologiques discrets utilisés pour réaliser des analyses phylogénétiques au sein de la sous-famille des Typhlodrominae.

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Position systématique de la famille des Phytoseiidae (d'après Lindquist <i>et al.</i> , 2009)	5
Figure 2. Morphologie et dentition des chélicères des adultes (a) femelle et (b) mâle des Phytoseiidae.....	6
Figure 3. Face dorsale théorique d'une femelle de Phytoseiidae montrant la chaetotaxie dorsale et les différentes paires de solénostomes (gd).....	8
Figure 4. Face ventrale des adultes (a) femelle et (b) mâle de Phytoseiidae.....	10
Figure 5. Caractéristiques de la spermathèque des femelles de Phytoseiidae : (a), détails de la spermathèque; (b), différentes formes de spermathèques chez les Phytoseiidae ..	11
Figure 6. Cycle de développement des Phytoseiidae à 27 °C et 70 % d'humidité relative (d'après Yaninek <i>et al.</i> , 1989).....	12
Figure 7. Détails des caractères morphologiques d'une femelle adulte type (a-d) du genre <i>Phytoseiulus</i> : a, face dorsale; b, face ventrale; c, chélicère; d, spermathèque; et le spermathodactyle d'un mâle adulte (e).....	21
Figure 8. Détails des caractères morphologiques d'une femelle de <i>Afroseiulus robertsi</i> (Baker) : a, face dorsale; b, face ventrale; c, spermathèque; d, chélicère; e, patte IV	23
Figure 9. Femelle de <i>Phytoseiulus persimilis</i> attaquant (a) une femelle et (b) un œuf de <i>Tetranychus urticae</i>	25
Figure 10. Femelle de <i>Neoseiulella aceri</i> en train de se nourrir d'une femelle de <i>Tetranychus urticae</i>	52
Figure 11. Phénogramme de la famille des Phytoseiidae, montrant les relations entre les genres et tribus de deux sous-familles des Phytoseiinae et Typhlodrominae	54
Figure 12. Cladogramme obtenu par la PAE montrant les relations entre les régions biogéographiques en fonction de la distribution des espèces de <i>Neoseiulella</i>	220
Figure 13. Représentation des espèces du genre <i>Neoseiulella</i> sur les deux premiers axes de l'analyse factorielle (AFC) réalisée à partir de 25 caractères morphologiques discrets.....	223

Figure 14. Représentation des espèces du genre <i>Neoseiulella</i> sur les deux premiers axes de l'analyse factorielle (ACP) réalisée à partir de 32 caractères morphologiques continus	224
Figure 15. Schéma des deux hypothèses émises pour expliquer la répartition disjointe des espèces du genre <i>Neoseiulella</i> : (a), vicariance et dispersion; (b), convergence évolutive	225
Figure 16. Arbre de consensus majoritaire à 50 % obtenu (a) pour l'analyse en parcimonie et (b) pour l'analyse bayésienne, à partir des 23 caractères morphologiques discrets des espèces du genre <i>Neoseiulella</i> , de 3 espèces de la tribu des Typhlodromini (« groupes internes ») et 2 espèces (« groupes externes »)	231
Figure 17. Arbre de consensus majoritaire à 50 % obtenu (a) pour l'analyse en parcimonie et (b) pour l'analyse bayésienne, à partir des 21 caractères morphologiques discrets des espèces de <i>Neoseiulella</i> et de 34 espèces des Typhlodrominae (« groupe interne ») et d'une espèce, <i>Neoseiulus barkeri</i> (Amblyseiinae) (« groupe externe »).....	236
Figure 18. Arbre de consensus majoritaire à 50 % obtenu (a) pour l'analyse en parcimonie et (b) pour l'analyse bayésienne, construit par la combinaison des données des deux gènes 12S rRNA et ITS, des différentes populations des espèces collectées du genre <i>Neoseiulella</i> et avec les autres genres de la sous-famille des Typhlodrominae («groupe interne») et une espèce (<i>Neoseiulus californicus</i>) (sous-famille des Amblyseiinae) («groupe externe»)	243

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I. Caractéristiques morphologiques discrètes discriminant les espèces étudiées des genres <i>Phytoseiulus</i> et <i>Afroseiulus</i>	23
Tableau II. Nombre de signalements des 36 espèces du genre <i>Neoseiulella</i> dans les différentes régions biogéographiques.....	219
Tableau III. Indices de similarité (Jaccard) entre les régions biogéographiques dans lesquelles le genre <i>Neoseiulella</i> est signalé.....	220
Tableau IV. Moyennes (écarts-types) des caractères morphologiques significativement différents entre les espèces ouest-paléarctiques et australasiennes du genre <i>Neoseiulella</i> et résultats de l'analyse de la variance (ANOVA).	222
Tableau V. Matrice de 23 caractères morphologiques discrets de 36 espèces du genre <i>Neoseiulella</i> , de 3 espèces de la tribu des Typhlodromini ("groupe interne") et des 2 espèces de la sous-famille des Typhlodrominae ("groupes externes"), utilisés pour réaliser l'analyse phylogénétique de <i>Neoseiulella</i>	229
Tableau VI. Matrice des 21 caractères morphologiques discrets des espèces du genre <i>Neoseiulella</i> , de 34 espèces de la sous-famille des Typhlodrominae ("groupe interne"), et d'une autre espèce du genre <i>Neoseiulus</i> (Amblyseiinae) ("groupe externe"), utilisés pour réaliser les analyses phylogénétiques.....	234
Tableau VII. Origine des différentes populations des espèces des genres <i>Neoseiulella</i> , <i>Typhloseiulus</i> , <i>Typhlodromus</i> (<i>Typhlodromus</i>), <i>Typhlodromus</i> (<i>Anthoseius</i>), <i>Paraseiulus</i> , <i>Galendromus</i> (<i>Galendromus</i>) et <i>Neoseiulus</i> , utilisées pour réaliser l'étude moléculaire.	241

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	I
ABSTRACT	I
REMERCIEMENT	II
PUBLICATIONS INCLUSES DANS LA THÈSE	III
LISTE DES ANNEXES	III
LISTE DES FIGURES	IV
LISTE DES TABLEAUX	V
TABLE DES MATIÈRES	VII

INTRODUCTION GENERALE	1
-----------------------------	---

CHAPITRE I – LES PHYTOSEIIDAE : QUI SONT-ILS ? POURQUOI S'INTÉRESSE-T-ON A CETTE FAMILLE D'ACARIENS ? QUELS SONT LES QUESTIONNEMENTS TAXONOMIQUES ?	4
---	---

I.1. Position systématique	4
----------------------------------	---

I.2. Caractéristiques morphologiques.....	4
---	---

I.2.1. Gnathosoma	4
-------------------------	---

I.2.2. Idiosoma.....	6
----------------------	---

I.3. Caractéristiques biologiques.....	11
--	----

I.3.1. Cycle de développement	11
-------------------------------------	----

I.3.2. Accouplement et reproduction	12
---	----

I.3.3. Régime alimentaire	13
---------------------------------	----

I.4. Distribution biogéographique et plantes supports.....	14
--	----

I.5. Systématique des Phytoseiidae	15
--	----

I.5.1. L'histoire de la systématique des Phytoseiidae	15
---	----

I.5.2. Les caractères morphologiques utilisés dans la classification des Phytoseiidae	16
--	----

I.5.3 La distinction des trois sous-familles : Amblyseiinae, Typhlodrominae et Phytoseiinae	17
---	----

CHAPITRE II – LE GENRE <i>PHYTOSEIULUS</i> EVANS EST-IL MONOPHYLETIQUE ?	19
--	----

II.1. Caractéristiques taxonomiques et questionnements associés.....	19
--	----

II.2. Caractéristiques morphologiques	20
---	----

II.2.1. Les Phytoseiulini, tribu du genre <i>Phytoseiulus</i>	20
---	----

II.2.2. Les Afroseiulini, tribu du genre <i>Afroseiulus</i>	22
---	----

II.3. Caractéristiques biologiques des espèces considérées.....	24
---	----

II.3.1. Le développement.....	24
-------------------------------	----

II.3.2. La reproduction.....	25
II.3.3. La longévité	25
II.4. Distribution géographique.....	26
II.5. Article A1 : Phylogenetic and Biogeographic analysis of the genus <i>Phytoseiulus</i> (Acari: Phytoseiidae).....	26
II.6. Conclusion.....	51
 CHAPITRE III – ETUDES TAXONOMIQUES DU GENRE <i>NEOSEIULELLA</i> MUMA	 52
III.A. Article A2 : Est-ce que les synonymies présumées au sein du genre <i>Neoseiulella</i> sont valides ?	55
III. B. Article A3 : Révision taxonomique du genre <i>Neoseiulella</i>	84
III.C. Etude phylogénétique du genre <i>Neoseiulella</i> associée à une analyse biogéographique	217
III. C.1. Etude biogéographique des espèces du genre <i>Neoseiulella</i>	217
III. C1.1. Matériel et méthodes	217
III.C.1.2. Résultats.....	218
III.C.2. Distribution géographique et différences morphologiques ?.....	221
III.C.2.1. Matériel et méthodes	221
III.C.2.2. Résultats.....	222
III.C.2.3. Discussion et conclusion	224
III.C.3. Etudes phylogénétiques des espèces du genre <i>Neoseiulella</i>	226
III.C.3.1. Matériel et méthodes	226
III.C.3.2. Comment se situent les espèces du genre <i>Neoseiulella</i> au sein de la tribu des Typhlodromini ?	227
III.C.3.3. Comment se situent les espèces du genre <i>Neoseiulella</i> au sein de la sous-famille des Typhlodrominae ?	232
III.C.3.3.1. Analyses phylogénétiques avec des caractères morphologiques.....	233
III.C.3.3.2. Analyses phylogénétiques avec des caractères moléculaires	240
 CHAPITRE IV. CONCLUSIONS GENERALES ET PERSPECTIVES.....	 244
IV.1. Bref rappel des objectifs.....	244
IV.2. Principaux résultats et conclusions des travaux	244
IV.3. Perspectives	246
IV.4. Conclusion générale	251

INTRODUCTION GENERALE

Ce travail de thèse porte sur la famille des Phytoseiidae Berlese, laquelle appartient à la sous-classe des Acari et à l'ordre des Mesostigmata. Cette famille comprend des espèces prédatrices notamment utilisées pour contrôler des acariens ravageurs de cultures.

La famille des Phytoseiidae est composée aujourd'hui d'environ 2280 espèces, réparties dans trois sous-familles, 15 tribus et 84 genres (Chant & McMurtry, 2007). La définition des genres est essentiellement basée sur les patterns chaetotaxiques (nombre, répartition, taille, forme des soies) de l'idiosoma. Il n'existe cependant pas de réelles études phylogénétiques de la famille et de nombreuses questions se posent, s'agissant de la validité des taxa définis jusqu'à aujourd'hui. De plus, de nombreuses espèces ont été décrites plus d'une fois, car mal identifiées et environ 224 espèces sont considérées comme des synonymes (Chant & McMurtry, 1994; Moraes *et al.*, 2004; Chant & McMurtry, 2007). De telles incertitudes concernant les différents niveaux taxonomiques, supraspécifiques et spécifiques, sont particulièrement importantes à résoudre notamment pour permettre le succès des programmes de lutte biologique. Des connaissances le plus complètes possible concernant la taxonomie de ce groupe de prédateurs sont en effet nécessaires pour mieux appréhender leurs réponses fonctionnelles lors de leur introduction (en fonction de l'espèce de proie, le stade de proie, le substrat végétal et les conditions climatiques), et leurs comportements alimentaires et donc l'efficacité de tel agent de lutte biologique (Gerson *et al.*, 2003).

Ce travail de thèse a pour objectif de répondre à plusieurs questions taxonomiques concernant deux genres de la famille des Phytoseiidae: le genre *Phytoseiulus* Evans (tribu des Phytoseiulini, sous-famille des Amblyseiinae) et le genre *Neoseiulella* Muma (tribu des Typhlodromini, sous-famille des Typhlodrominae). La validité de certaines espèces et les synonymies avancées dans la bibliographie ont été étudiées. La fiabilité de certains caractères morphologiques, utilisés précédemment pour la différenciation des espèces (caractères diagnostics) au sein de cette famille, a été discutée. De plus, les questions de la monophylie de ces deux genres et sur les relations phylogénétiques entre les espèces les composant ont été abordées.

Le genre *Phytoseiulus*

Ce genre comporte aujourd'hui quatre espèces : *Phytoseiulus macropilis* (Banks), *P. persimilis* Athias-Henriot, *P. longipes* Evans et *P. fragariae* Denmark et Schicha. Ces espèces

présentent un intérêt particulier en protection des plantes, notamment *P. persimilis*. Cette dernière espèce est en effet largement utilisée en lutte biologique dans le monde entier. Elle a fait l'objet de très nombreuses publications, tant sur les aspects biologiques, faunistiques, écologiques que sur son utilisation en lutte biologique et les aspects connexes (effets non intentionnels des pesticides, par exemple) (i.e. Takahashi & Chant, 1992; Kostianen & Hoy, 1996; McMurtry & Croft, 1997). Les espèces de ce genre sont qualifiées de prédateurs spécifiques des acariens phytophages du genre *Tetranychus* (famille des Tetranychidae), elles sont fortement liées à leurs proies et ne peuvent pas se développer sans (McMurtry & Croft, 1997).

La systématique du genre *Phytoseiulus* a été peu étudiée. De plus, des désaccords entre différents auteurs concernant les caractères qui définissent les espèces incluses dans ce genre sont reportés dans la littérature. En effet, le genre *Phytoseiulus* comprenait en 2004 cinq espèces : les quatre citées précédemment et *P. robertsi* (Baker) (Moraes *et al.*, 2004). Par ailleurs, précédemment certains auteurs (Gonzalez & Schuster, 1962; Van der Merwe, 1968; Muma *et al.*, 1970; Schultz, 1974; Denmark & Schicha, 1983; Baker, 1990) ont séparé ces cinq espèces dans deux genres différents, *Phytoseiulus* (comprenant *P. fragariae*, *P. persimilis* et *P. macropilis*) et *Mesoseiulus* Gonzalez (comprenant *P. longipes* et *P. robertsi*). Cependant en 2007 dans la dernière révision de la famille, *P. robertsi* a été placée dans un nouveau genre monotypique, *Afroseiulus* et une autre tribu (tribu des Afroseiulini) (Chant & McMurtry, 2006a, b, 2007) et le genre *Meseosiulus* n'existait plus.

Takahashi et Chant (1992, 1993 et 1994) ont réalisé une série d'articles sur les aspects biologiques, géographiques et taxonomiques du genre *Phytoseiulus*. Ces auteurs ont effectué une analyse cladistique (basée sur la parcimonie) pour caractériser les relations phylogénétiques des quatre espèces du genre *Phytoseiulus*. Les méthodologies phylogénétiques qu'ils ont utilisées sont toutefois très anciennes et peu adaptées à ce genre de travail. Ces auteurs n'ont pas pris en considération des groupes externes dans leur analyse phylogénétique, ni l'espèce *A. robertsi*, et aucune analyse pour définir le soutien des arbres proposés (analyse des « bootstraps » par exemple) n'a été fournie.

Le premier objectif de ce travail a donc été d'étudier les relations phylogénétiques, sur la base de caractères morphologiques et moléculaires; afin de tester la monophylie du genre *Phytoseiulus* et de déterminer les relations évolutives entre les quatre espèces et avec *A. robertsi*. Cette étude phylogénétique est associée à une étude biogéographique. En effet, la distribution biogéographique peut aider à comprendre l'histoire évolutive des taxa et leurs relations phylogénétiques (Brown & Lomolino, 1998; Humphries & Parenti, 1999).

Le genre *Neoseiulella*

Moraes *et al.* (2004) proposent 43 espèces dans le genre *Neoseiulella* dans le dernier catalogue de la famille des Phytoseiidae (dont 35 sont considérées comme valides). Quatre nouvelles espèces de *Neoseiulella* ont été décrites depuis : *N. neoviniferae* Basha, Mahrous et Mostafa, *N. longiseta* Moraza, Pena-Estévez et Ferragut, *N. arinoi* Moraza, Pena-Estévez et Ferragut, et *N. ferraguti* Moraza et Pena-Estévez. Quarante-six espèces ont par ailleurs été listées dans le genre *Neoseiulella* dans la dernière révision des Phytoseiidae réalisée par Chant et McMurtry (2007). Aujourd'hui, le genre *Neoseiulella* contiendrait donc 47 espèces. Cependant, des doutes sur la validité de certaines espèces existent encore. En effet, dans les diverses révisions successives, les auteurs ne s'entendent pas sur certains cas de synonymies (Denmark & Rather, 1984; Chant & Yoshida-Shaul, 1989; Denmark & Rather, 1996; Moraes *et al.* 2004; Kolodochka, 2009). Ce travail a donc pour objectifs d'apporter des éléments de réponses sur les synonymies présumées, et de proposer à terme une révision taxonomique homogène de ce genre.

De plus, certaines questions se posent s'agissant de la monophylie du genre *Neoseiulella*. En effet, la moitié des espèces est uniquement rencontrée dans la partie Australasienne du globe alors que les autres espèces sont majoritairement observées dans la partie Ouest-Paléarctique. Cette distribution disjointe pourrait être liée à différents événements, dont la dispersion, l'effet de la vicariance ou encore des convergences évolutives.

Le présent travail a donc également pour objectif de tester ces différentes hypothèses et *scenarii*, en étudiant d'une part les relations phylogénétiques entre les espèces du genre *Neoseiulella* et, d'autre part, entre les espèces de ce genre et les autres genres supposés phylogénétiquement proches. Ces analyses phylogénétiques sont accompagnées d'études biogéographiques (distribution, endémisme, PAE, plantes supports) afin de commenter les hypothèses phylogénétiques et évolutives établies.

CHAPITRE I – LES PHYTOSEIIDAE : QUI SONT-ILS ? POURQUOI S'INTÉRESSE-T-ON A CETTE FAMILLE D'ACARIENS ? QUELS SONT LES QUESTIONNEMENTS TAXONOMIQUES ?

Les acariens prédateurs appartiennent à de nombreuses familles, la majorité faisant partie des Mesostigmata (Gamasida) et Prostigmata (Actinedida) (Kreiter *et al.*, 1993; Tixier *et al.*, 1998). Cependant, les plus étudiés dans un contexte appliqué de lutte biologique sont ceux appartenant à la famille des Phytoseiidae. Les Phytoseiidae sont des acariens planticoles, libres, présents dans le monde entier. Ils constituent de plus la principale et quasi unique famille de prédateurs planticoles parmi les mésostigmates (Evans *et al.*, 1985; Overmeer, 1985; Kreiter *et al.*, 1991; Edland & Evans, 1998).

I.1. Position systématique

La position systématique actuelle de la famille des Phytoseiidae (Acari : Mésostigmata) est exposée sur la figure 1 (d'après Lindquist *et al.*, 2009 *in* Krantz & Walter, 2009).

I.2. Caractéristiques morphologiques

Comme tous les acariens, les Phytoseiidae ne possèdent ni antennes, ni mandibules et ils n'ont pas d'ailes. Leur corps ne présente pas de métamérie apparente (il n'est jamais divisé en trois régions distinctes) et il porte quatre paires de pattes (sauf pour les larves qui n'en ont que trois) (Chant & McMurtry, 1994; Kreiter *et al.*, 2003; Chant & McMurtry, 2007).

Les Phytoseiidae ont une taille microscopique (200-600 μm de long) (Chant & McMurtry, 2007), une majorité des Phytoseiidae ayant une longueur moyenne de 300 μm (Kreiter *et al.*, 2003). Leur corps est globuleux (ou piriforme), sclérotinisé et leur couleur varie de blanc-jaunâtre à rougeâtre, selon les espèces ou selon leur nourriture (Krantz, 1978). Ce corps est divisé en deux régions principales : le gnathosoma et l'idiosoma (Chant, 1985b; Kreiter *et al.*, 1991, 1993; Swirski *et al.*, 1998).

I.2.1. Gnathosoma

Le gnathosoma (ou partie antérieure) a une double fonction d'organe sensoriel (grâce à une paire de palpes (ou pédipalpes), qui permettent la détection de la nourriture et du



Figure 1. Position systématique de la famille des Phytoseiidae (d'après Lindquist *et al.*, 2009 in Krantz & Walter, 2009)

partenaire sexuel) et d'appareil de capture et d'ingestion de proies (une paire de chélicères pour saisir et un stylophore pour percer les téguments). La bouche est cachée par les chélicères et les pédipalpes (Schicha, 1987; Kreiter, 1994; Swirski *et al.*, 1998) :

- **Chaque chélicère** (figure 2) est composée de deux mors (fixe et mobile). Les deux mors possèdent des dents en nombre variable. La dentition des chélicères a une valeur taxonomique importante pour la différenciation des espèces (Denmark & Kolodochka, 1990; Chant & McMurtry, 1994; Beard, 1999; Tixier *et al.*, 2006a; Chant & McMurtry, 2007). Le mors fixe peut ou non porter un *pilus dentilis* et les dents qu'il porte sont quasiment toujours postérieures au *pilus dentilis* (Swirski *et al.*, 1998). Le mors mobile peut être dépourvu de dents pour certaines espèces.
- Les pédipalpes comportent six segments (coxa, trochanter, fémur, genou, tibia et tarse) (Swirski *et al.*, 1998; Kreiter *et al.*, 2003).

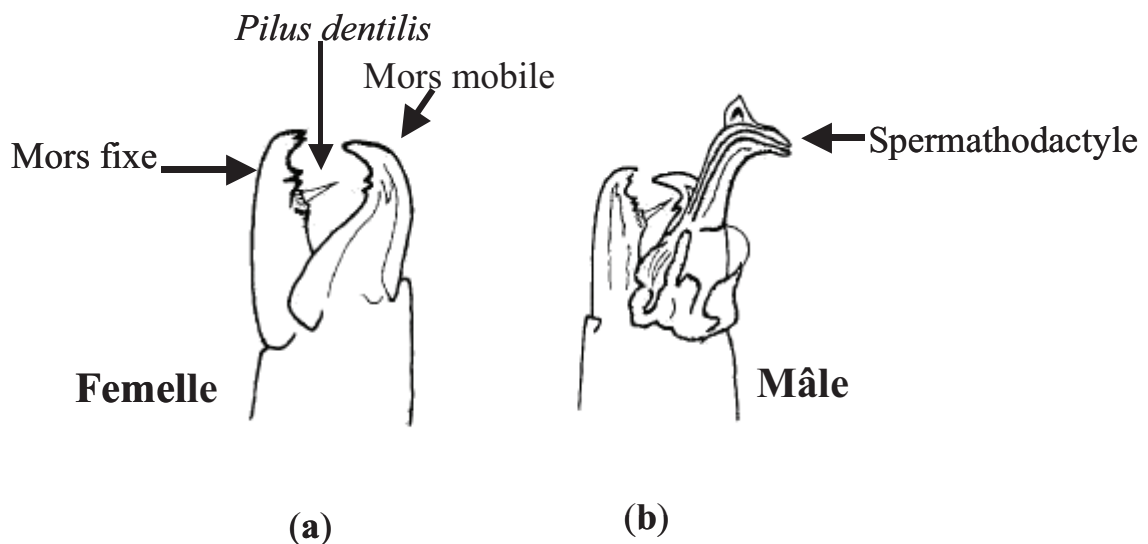


Figure 2. Morphologie et dentition des chélicères des adultes (a) femelle et (b) mâle des Phytoseiidae (d'après Swirski *et al.*, 1998)

I.2.2. Idiosoma

L'idiosoma, (ou partie postérieure) sur lequel s'attachent les quatre paires de pattes, comporte un podosoma (partie antérieure) et un opisthosoma (partie postérieure). Le tégument est protégé par des boucliers dorsaux et ventraux, de taille, forme et ornementation différentes, sur lesquelles se trouvent des soies, des glandes cuticulaires (solénostomes) et des organes sensoriels (poroïdes), en nombre, taille, forme et disposition variables (figure 3)

(Athias-Henriot, 1975; Schicha, 1978; Chant & Yoshida-Shaul, 1989, 1992b; Swirski *et al.*, 1998; Kreiter *et al.*, 2003).

La nomenclature de soies, utilisée dans cette thèse est celle proposée par Lindquist et Evans (1965) et Lindquist (1994), adaptée par Rowell *et al.* (1978) pour les Phytoseiidae. La nomenclature des solénostomes dorsaux et ventraux est celle proposée par Athias-Henriot (1975).

(a). Le bouclier dorsal (figure 3) : il recouvre et protège l'idiosoma. Il peut être plus ou moins sclérotinisé, lisse ou sculpté par différents types d'ornementation (réticulation) et peut comporter des sigilles (traces d'insertions musculaires) (Swirski *et al.*, 1998). Ce bouclier peut porter de 12 à 23 paires de soies maximum (Chant & McMurtry, 2007) :

1 paire de soies verticales (j1 toujours présente); 10 paires de soies dorso-latérales (j3, z2, z4, s4 & Z5 toujours présentes; z3, s6, S2, S4 & S5 présentes / absentes); 6 paires de soies médianes (z5 & Z4 toujours présentes; z6, Z1, Z2 & Z3 présentes / absentes); 7 paires de soies dorso-centrales (j4 & j6 toujours présentes; j5, J1, J2, J3 & J4 présentes / absentes); 1 paire de soies clunales (J5 toujours présente); 3 paires de soies sub-latérales (r3 toujours présente; r5 & R1 présentes / absentes). Ces dernières soies sub-latérales se situent généralement sur la membrane inter-tégumentaire, mais elles sont parfois insérées sur le bouclier dorsal (Chant & McMurtry, 1994; Swirski *et al.*, 1998; Chant & McMurtry, 2007).

La chaetotaxie des soies dorsales (présence, distribution, position), leurs caractéristiques (lisse ou dentelée; simple ou épaisse) et leurs dimensions représentent l'un des éléments essentiels pris en compte dans la taxonomie de la famille des Phytoseiidae (Chant & McMurtry, 1994, 2007).

Le bouclier dorsal porte également plusieurs paires de solénostomes (figure 3) : **gd1** (postéro-latéral à j3), **gd2** (postéro-médian à z4), **gd3** (inséré sur la plaque pérित्रémale), **gd4** (postéro-latéral à s4), **gd5** (postéro-médian à z5), **gd6** (antéro-médian à Z1), **gd8** (antérieur à Z4), **gd9** (antérieur à S5). La paire de solénostomes **gd7** est absente chez les Phytoseiidae. La présence / absence de ces solénostomes, leur taille et forme (circulaire, semi-circulaire ou punctiforme) présentent également un intérêt taxonomique pour la différenciation des espèces (Athias-Henriot, 1977; Ragusa & Athias-Henriot, 1983; Chant & Yoshida-Shaul, 1987, 1992a; Ragusa & Tsolakis, 1994; Edland & Evans, 1998; Tixier *et al.*, 2006a, b).

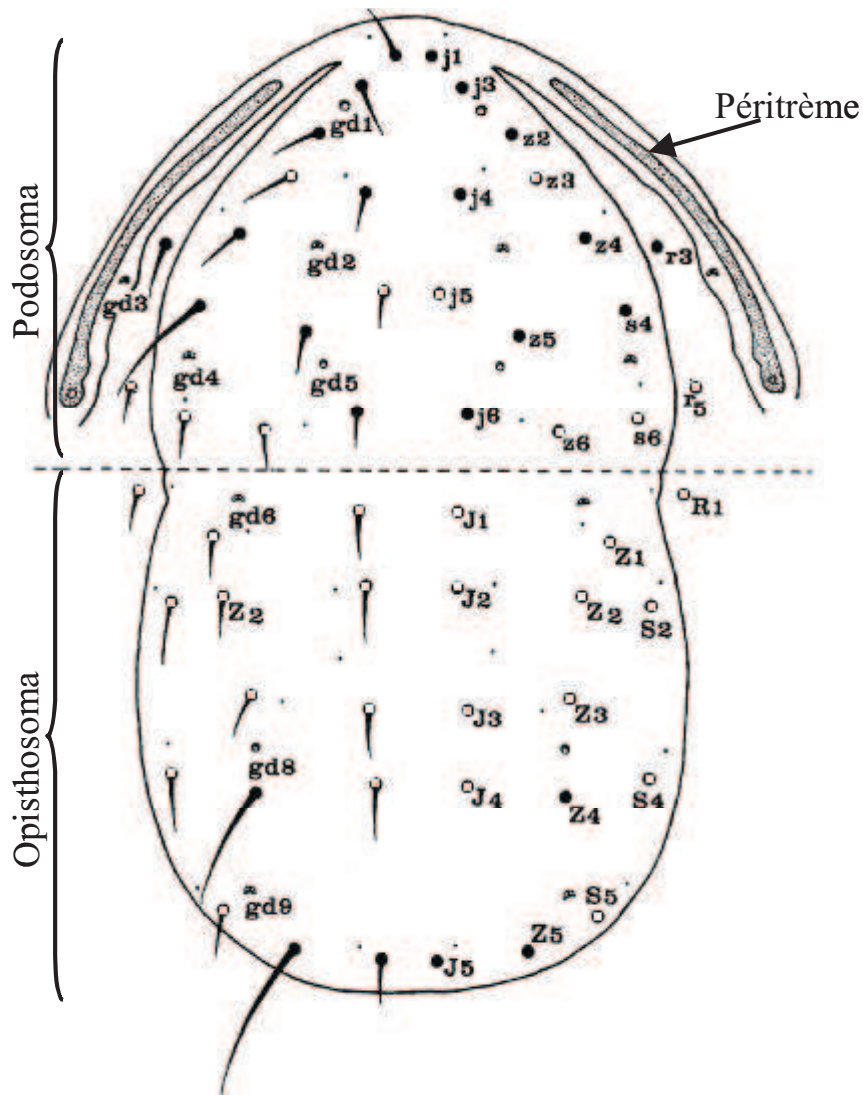


Figure 3. Face dorsale théorique d'une femelle de Phytoseiidae montrant la chaetotaxie dorsale (●, soies stables; ○, soies variables) et les différentes paires de solénostomes (gd) (d'après Swirski *et al.*, 1998; Chant & McMurtry, 2007)

Les stigmates respiratoires et le pérित्रème sont associés à la plaque pérित्रémale, qui s'étend sur les bords latéraux de l'idiosoma, depuis la patte IV jusqu'à la limite antérieure de la plaque ventrianale (Swirski *et al.*, 1998; Kreiter *et al.*, 2003). La plaque pérित्रémale peut être ou non fusionnée antérieurement avec le bouclier dorsal. La surface du pérित्रème est généralement ponctuée mais elle peut être également striée. La longueur du pérित्रème (niveau d'extension) peut être grande (s'étendant jusqu'à j1) ou courte (s'étendant jusqu'à z4). Les caractéristiques du pérित्रème présentent une valeur taxonomique pour la différenciation des espèces (Athias-Henriot, 1977; Chant & Yoshida-Shaul, 1983; Chant & McMurtry, 1994; Ragusa & Tsolakis, 1998; Swirski *et al.*, 1998; Chant & McMurtry, 2007).

(b). Les plaques ventrales (figure 4) : La face ventrale de l'idiosoma des femelles est caractérisée par la présence de trois boucliers :

- Le bouclier sternal, qui peut être fragmenté ou entier, lisse ou ornementé, porte deux ou trois paires de soies (ST1, ST2 et ST3) et deux paires de solénostomes. ST3 peut également être insérée sur une petite plaque métasternale (hors de la plaque sternale) ou se trouver libre sur le tégument. Une quatrième paire de soies (ST4) est présente sur une plaque métasternale, accompagnée par une paire de solénostomes (Chant, 1985b; Swirski *et al.*, 1998; Kreiter *et al.*, 2003). Plusieurs auteurs (Denmark & Rather, 1996; Denmark & Welbourn, 2002; Chant & McMurtry, 2003a) considèrent la position de ST3 (sur / hors de la plaque sternale) comme un caractère important pour la différenciation des espèces ou des sous-genres.
- Le bouclier génital, qui peut être lisse ou réticulé, porte une paire de soies (ST5).
- Le bouclier ventrianal, qui peut être entier ou fragmenté, lisse ou réticulé, porte une paire de soies para-anales, une seule soie post-anale et plusieurs paires de soies pré-anales en nombre et distribution variables (ZV2, JV1, JV2, JV3). Des soies caudo-ventrales (ZV1, ZV3, JV4, JV5), en nombre variable, sont situées sur la membrane tégumentaire autour du bouclier ventrianal. Une paire de solénostomes, de forme, taille et position variable, peut ou non être présente sur le bouclier ventrianal. Les caractéristiques du bouclier ventrianal (chaetotaxie, forme, adénotaxie) sont utilisées dans la taxonomie de la famille des Phytoseiidae (Schicha, 1987; Chant & Yoshida-Shaul, 1992a, b; Chant & McMurtry, 1994; Kolodochka & Denmark, 1996; Swirski *et al.*, 1998; Chant & McMurtry, 2007).
- Les plaques métapodales : la membrane tégumentaire ventrale porte également deux paires de plaques métapodales (primaires et secondaires).

Les Phytoseiidae montrent un dimorphisme sexuel important, les mâles étant nettement plus petits que les femelles. De plus, il n'existe que deux boucliers ventraux chez les mâles (sternogénital et ventrianal) (Chant, 1985a; Swirski *et al.*, 1998; Kreiter *et al.*, 2003) (figure 4) au lieu de trois pour les femelles. Parallèlement, les mâles présentent un spermatodactyle sur le mors mobile des chélicères (figure 2), qui permet le transfert du spermatophore du mâle vers les voies génitales de la femelle (Amano & Chant, 1978; Evans, 1992). Les femelles présentent quant à elles une paire de spermathèques ou appareil d'insémination (figure 5). La forme de ces organes et notamment de la spermathèque est importante pour la différenciation

des espèces (Athias-Henriot, 1960; Denmark & Kolodochka, 1993; Chant & McMurtry, 1994; Aponte & McMurtry, 1995; Swirski *et al.*, 1998; Chant & McMurtry, 2007).

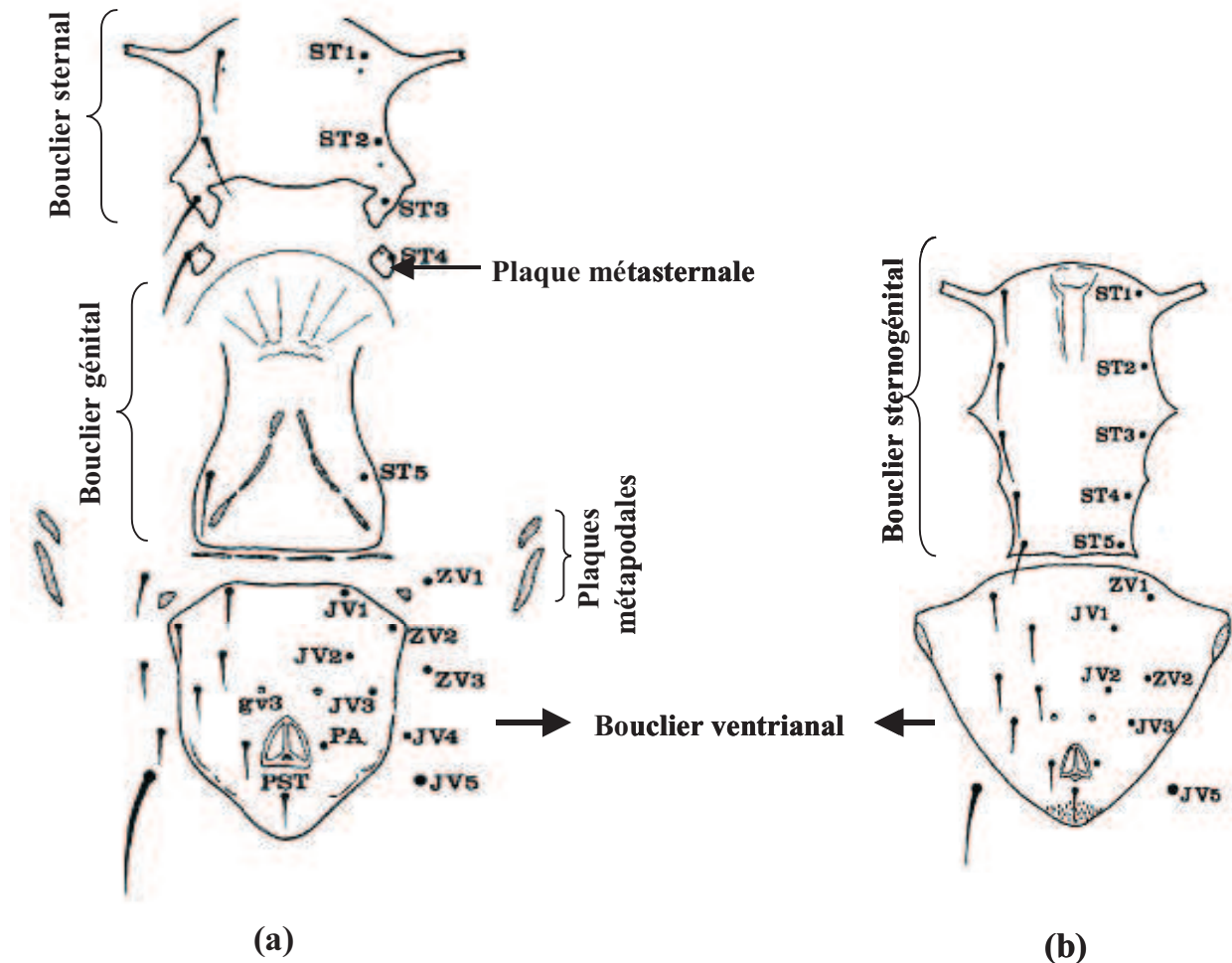


Figure 4. Face ventrale des adultes (a) femelle et (b) mâle de Phytoseiidae (d'après Swirski *et al.*, 1998)

(c). Les pattes : Les Phytoseiidae ont quatre paires de pattes (sauf les larves qui n'en possèdent que trois) qui comptent chacune six segments : coxa, trochanter, fémur, genou, tibia et tarse. La chaetotaxie de genou II et III et la présence / absence des macrosoies essentiellement sur la quatrième patte sont utilisés pour la différenciation des espèces (Denmark & Rather, 1984; Chant & Yoshida-Shaul, 1989; Chant & McMurtry, 1994; Denmark & Rather, 1996; Swirski *et al.*, 1998; Kreiter *et al.*, 2003; Chant & McMurtry, 2007).

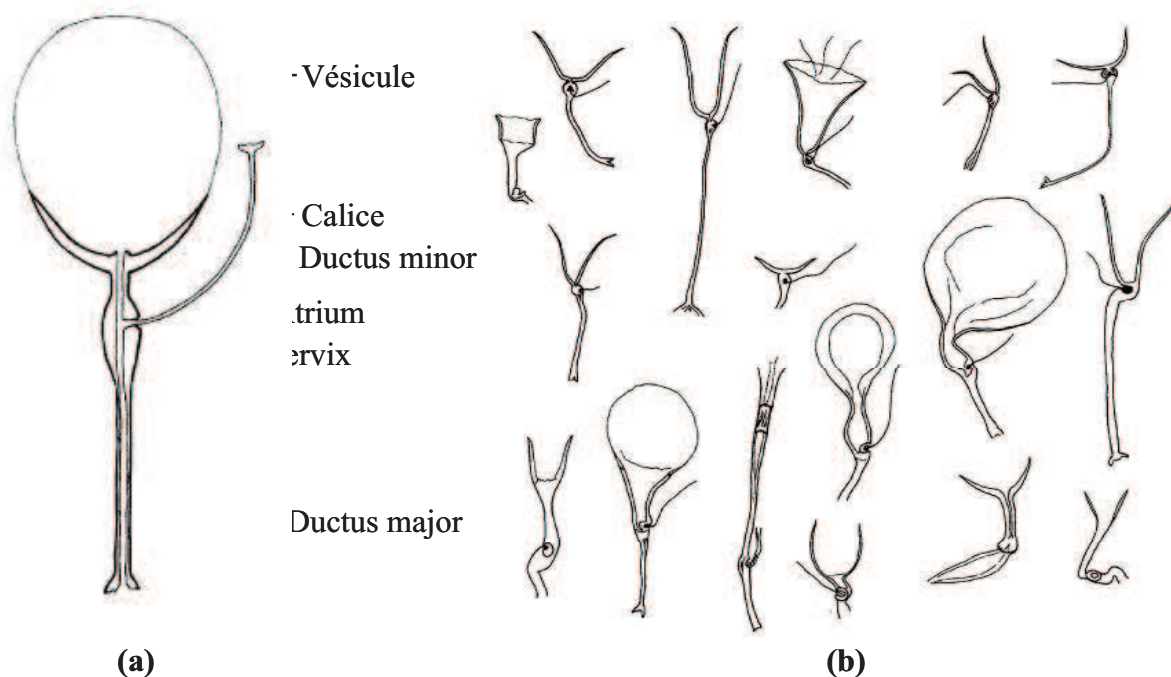


Figure 5. Caractéristiques de la spermathèque des femelles de Phytoseiidae : (a), détails de la spermathèque; (b), différentes formes de spermathèques chez les Phytoseiidae (d'après Swirski *et al.*, 1998)

I.3. Caractéristiques biologiques

I.3.1. Cycle de développement

Pour toutes les espèces de Phytoseiidae connues en climat tempéré, les femelles fécondées passent l'hiver sous l'écorce, sous les feuilles mortes ou à l'aisselle des bourgeons. La sortie de diapause se fait sous l'action de l'augmentation de la photopériode et de la température (Kreiter *et al.*, 2003).

Les Phytoseiidae présentent quatre stades de développement avant le stade adulte (figure 6) : l'oeuf, la larve hexapode, deux stades octopodes mobiles (protonymphe et deutonymphe). Grâce à une substance adhésive les oeufs ovales sont fixés à leur substrat, leur coloration vire rapidement du translucide au jaune ou à l'orangé. Quelques jours plus tard, l'oeuf éclôt. La larve hexapode s'extrait du chorion en 2 à 15 minutes et peut ne pas s'alimenter en fonction des espèces. Après une mue d'environ 30 minutes, la larve se transforme en protonymphe octopode, puis après une deuxième mue, apparaît une deutonymphe octopode, distinguée de la précédente par la taille et la coloration du tégument (Sabelis, 1985a; Yaninek *et al.*, 1989; Kreiter *et al.*, 2003).

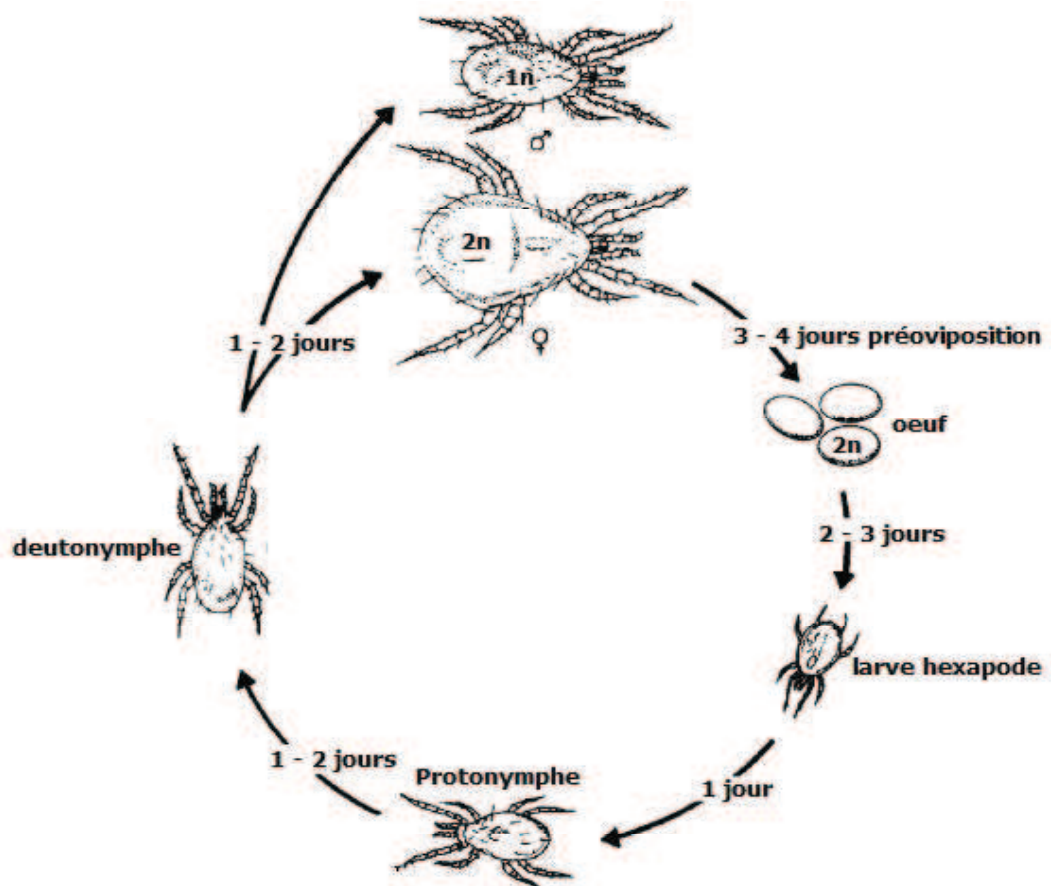


Figure 6. Cycle de développement des Phytoseiidae à 27 °C et 70 % d'humidité relative (d'après Yaninek *et al.*, 1989)

De nombreux facteurs influencent la durée de développement : la température (l'optimum se situe vers 25 °C), l'hygrométrie (> 80 %) et le type d'alimentation (quantité et qualité) (Sabelis, 1985a). Le temps moyen de développement chez les Phytoseiidae est généralement de 6 à 7 jours (McMurtry *et al.*, 1970). Cependant, cette période peut varier de 3 jours (en conditions très favorables) à 4 semaines (en conditions nettement défavorables).

Certains travaux ont démontré que de nombreuses espèces des Phytoseiidae se développent généralement plus vite que les tétranyques (à une même température) (Kreiter *et al.*, 2003).

1.3.2. Accouplement et reproduction

L'accouplement est nécessaire pour assurer une descendance. Il est précédé par plusieurs parades nuptiales. Il a lieu face ventrale contre face ventrale, les mâles étant sous les femelles. L'émission de phéromones sexuelles par les deutonymphes et les femelles a été mise en évidence (Schulten, 1985a). Le mâle utilise son spermatodactyle pour transférer les

spermatophores dans les spermathèques de sa partenaire (Chant, 1955). La phase de pré-oviposition dure souvent entre 3 et 4 jours et la ponte s'étale ensuite durant 15 à 30 jours. Le taux quotidien de ponte d'une femelle varie, selon les espèces et les conditions climatiques et trophiques, de 0,1 à 4,5 oeufs. La fécondité totale est variable et est comprise généralement entre 50 et 90 oeufs par femelle (Kreiter *et al.*, 1991). La sex-ratio est également variable au cours du temps, suivant les espèces et les conditions de développement, en laboratoire ou en plein champ. Cependant, elle est majoritairement biaisée en faveur des femelles (Sabelis, 1985a).

Les Phytoseiidae présentent la particularité de se reproduire par pseudo-arrhénotoquie. Les mâles haploïdes et les femelles diploïdes sont issus d'un oeuf fécondé (Nelson-Rees *et al.*, 1980). Il semblerait que le génome paternel soit inactivé par hétérochromatinisation lors des premières phases de l'évolution embryonnaire de l'oeuf mâle (24 – 48 h), après une brève association avec les chromosomes maternels, pour aboutir à la formation d'un mâle haploïde (Schulten, 1985b).

I.3.3. Régime alimentaire

Les Phytoseiidae figurent parmi les prédateurs les plus communément trouvés dans les agrosystèmes (McMurtry & Croft, 1997; Gerson *et al.*, 2003) et présentent un grand intérêt pour la lutte biologique (et intégrée) des ravageurs. La majorité des Phytoseiidae présente un régime alimentaire polyphage. Ils peuvent se nourrir de différentes proies arthropodes comme : des tétranyques (Nesbitt, 1951; Collyer, 1958, 1964; McMurtry *et al.*, 1970; Cochereau, 1976; Kreiter & Brian, 1987; Schicha, 1987; Berry *et al.*, 1991; Wilson *et al.*, 1991; De Leon & Corpuz, 2005), des ténuipalpides (Oomen, 1982), des ériophyides (Collyer, 1956; Chant, 1959a; Putman, 1962; Tsolakis *et al.*, 2000; Ozman-Sullivan, 2006), des tarsonémides (Fan & Pettitt, 1994; Weintraub *et al.*, 2003; Messelink & van Holstein-Saj, 2006; van Maanen *et al.*, 2010), des tydéides (Flaherty & Hoy, 1971), des cochenilles (McMurtry, 1963; Flaherty & Huffaker, 1970; Childers *et al.*, 2001), des aleurodes (El-Badry, 1967, 1968; Muma, 1975; Meyerdirk & Coudriet, 1985; Lopes-A Vila, 1986; Momen & El-Saway, 1993; Nomikou *et al.*, 2001, 2003, 2004, 2005; Naher & Haque, 2007) et des thrips (Ramakers, 1980; Tanigoshi *et al.*, 1983). Ils peuvent aussi d'alimenter et se développer à partir de substances d'origine végétale (pollen, nectar, exsudats divers) et de champignons microscopiques (Jeppson *et al.*, 1975; McMurtry, 1992; Kreiter & Sentenac, 1995; McMurtry & Croft, 1997; Zemek & Prenerova, 1997; Nomikou *et al.*, 2002; Gerson *et al.*, 2003; Zemek, 2005; Pozzebon & Duso, 2008; Pozzebon *et al.*, 2009). Cependant, certaines espèces, qui font

figure d'exception au sein de la famille, notamment *P. persimilis*, sont mono- ou oligophages et très dépendantes de la présence de leur proie (Overmeer, 1985; McMurtry & Croft, 1997; Walzer & Schausberger, 1999; Rahmani *et al.*, 2009). En effet, les Phytoseiidae sont divisés en quatre classes selon leur régime alimentaire (McMurtry & Croft, 1997) : Type I, prédateurs spécifiques du genre *Tetranychus* sp. (les espèces du genre *Phytoseiulus*); Type II, prédateurs sélectifs de Tetranychidae (i.e. certaines espèces du genre *Galendromus*, *Neoseiulus* et *Typhlodromus*); Type III, prédateurs généralistes polyphages (la majorité des espèces de Phytoseiidae); Type IV, prédateurs généralistes / spécifiques de pollen (les espèces du genre *Euseius*). Les Phytoseiidae sont par ailleurs utilisés dans les programmes de lutte biologique dans une grande variété productions agricoles (McMurtry, 1982; Helle & Sabelis, 1985; Croft *et al.*, 1990), comme par exemple le pommier (Croft & MacRae, 1992; Steinberg & Cohen, 1992; Croft & Slone, 1997), la vigne (Kinn & Douth, 1972; Duso, 1992; Duso & Pasqualetto, 1993), les agrumes (Grafton-Cardwell *et al.*, 1997), les fraisiers (Croft & Coop, 1998) et beaucoup de plantations sous serre (Morris *et al.*, 1999; Strong & Croft, 1995)

Les stades immatures et notamment les oeufs constituent les proies préférentielles, car ils nécessitent moins d'énergie à dépenser pour la capture. Les femelles adultes peuvent cependant consommer tous les stades si le nombre de proies est limité (Croft & McMurtry, 1972; Takafuji & Chant, 1976; Sabelis, 1985b; Croft *et al.*, 1996; Schausberger & Croft, 1999; Blackwood *et al.*, 2001; Naher & Haque, 2007). Les quantités consommées varient beaucoup suivant l'âge du prédateur et suivant les espèces prédatrices et les conditions climatiques (Zhang *et al.*, 1998, 1999; El-Banhawy *et al.*, 2001; Kreiter *et al.*, 2003; Kazak, 2008). Des phénomènes de cannibalisme ont été également observés (Overmeer, 1985; Schausberger & Croft, 2000; Schausberger & Walzer, 2001; Luczynski *et al.*, 2008) et peuvent être dans certains cas très importants (Schausberger, 2003). Les femelles de Phytoseiidae peuvent consommer des oeufs et des larves de leur propre espèce en période de pénurie alimentaire, mais parfois aussi en cas de sur-population.

I.4. Distribution biogéographique et plantes supports

Excepté sur le continent Antarctique, la famille des Phytoseiidae est présente partout dans le monde (Chant *et al.*, 1978; Chant, 1985a; Moraes *et al.*, 1986; Chant & McMurtry, 1994; Moraes *et al.*, 2004). Les espèces sont citées des sept régions biogéographiques définies par Wallace (1876) (Tixier *et al.*, 2008). Le nombre d'espèces le plus élevé est signalé dans

les régions Néotropique, Orientale et Ouest-Paléarctique. Ces trois régions présentent également les niveaux d'endémisme les plus élevés (Tixier *et al.*, 2008).

Les espèces de cette famille sont par ailleurs mentionnées sur une grande diversité de plantes supports (Chant *et al.*, 1978; Krantz, 1978; Chant, 1985a; Moraes *et al.*, 1986) : arbres fruitiers, arbres forestiers, arbustes, cultures annuelles, mousses, essences ornementales et sur des plantes herbacées. Des interactions chimiques et physiques (pilosité, domaties, nervures, glandes) étroites entre Phytoseiidae et plantes supports ont été très souvent mises en évidence (Barret & Kreiter, 1992; McMurtry, 1992; Walter 1992; Walter & O'Dowd 1992; Barret, 1994; Barret & Kreiter, 1995; Karban *et al.*, 1995; Walter, 1996; Sabelis 1999; Seelmann *et al.*, 2007; Ferreira *et al.*, 2008). La structure des feuilles constituent en effet des facteurs influençant le développement des Phytoseiidae (conditions microclimatiques favorables notamment dans les domaties), la compétition intra et interspécifiques et la disponibilité en nourriture notamment en pollen (Kreiter *et al.*, 2002). Par ailleurs, Tixier *et al.* (2010) ont récemment mentionné une spécialisation possible de certaines populations de *P. longipes* vis-à-vis des plantes supports.

I.5. Systématique des Phytoseiidae

I.5.1. L'histoire de la systématique des Phytoseiidae

Plusieurs systèmes de classification de Phytoseiidae, basés sur des approches morphologiques, ont en effet été proposés (Nesbitt, 1951; Womersley, 1954; Athias-Henriot, 1957, 1958; Evans, 1957; Chant, 1959b; Chant *et al.*, 1959; Athias-Henriot, 1960; Muma, 1961; Wainstein, 1962; Muma, 1963a, b; Muma *et al.*, 1970; Chaudhri, 1975; Chant & Yoshida-Shaul, 1986a, b; Chant & McMurtry, 1994; Denmark & Edland, 2002; Denmark & Welbourn, 2002; Chant & McMurtry, 2007).

Berlese en 1913 a proposé la tribu des Phytoseiinae dans la famille des Laelaptidae. Cette tribu a ensuite été considérée comme l'une des 13 sous-familles des Laelaptidae (Vitzthum, 1941). Baker et Wharton (1952) ont proposé la famille des Phytoseiidae, en incluant deux sous-familles (Phytoseiinae et Podocininae). Les Phytoseiidae ont été ensuite considérées comme une famille différente des Podocininae (Chant, 1957; Evans, 1957). En 1959, Chant a divisé la famille Phytoseiidae en deux sous-familles (Phytoseiinae et Macroseiinae). Hirschmann (1957, 1962) a proposé une classification des Parasitiformes (dont les Phytoseiidae) sur la base des caractéristiques morphologiques des stades immatures. Mais, du fait d'homoplasies importantes dans les caractères utilisés (Muma, 1963a), cette dernière classification n'a pas été retenue par les autres auteurs. Karg (1960) a proposé la

famille des Typhlodromidae pour les Phytoseiidae. Les Phytoseiidae ont ensuite été considérés comme incluant quatre sous-familles (Phytoseiinae, Amblyseiinae, Macroseiinae, Aceodrominae) (Muma, 1961). Ultérieurement, les Aceodrominae ont été séparés des Phytoseiidae (Lindquist & Chant, 1964) et la sous-famille des Macroseiinae (proposée par Chant, 1959) a été considérée comme un genre à l'intérieur des Phytoseiinae (Chant, 1965). Chaudhri (1975) a ajouté une sous-famille, les Gnoriminae. Cependant, cette dernière sous-famille a été ensuite transférée dans la famille des Ascidae (Chant & McMurtry, 1994, Walter & Lindquist, 1997). Chant et McMurtry (1994, 2007) considèrent que la famille des Phytoseiidae inclut trois sous-familles (Amblyseiinae, Phytoseiinae, Typhlodrominae). Cette classification est actuellement celle admise par le plus grand nombre des taxonomistes et la plus utilisée. Cependant, il est important de souligner qu'elle n'a pas été établie sur la base d'analyses cladistiques, et des questions sur la monophylie de ces trois sous-familles et les taxa qu'elles incluent persistent.

1.5.2. Les caractères morphologiques utilisés dans la classification des Phytoseiidae

La classification des Phytoseiidae est principalement basée sur la chaetotaxie de l'idiosoma des femelles adultes (Athias-Henriot, 1960; Muma, 1961; Wainstein, 1962; Chant & Yoshida-Shaul, 1992b; Chant & McMurtry, 1994, 2007). Cependant, d'autres caractères morphologiques présentent une valeur taxonomique pour la différenciation des espèces :

- (a). La morphologie et la dentition des chélicères (Denmark & Kolodochka, 1990; Chant & McMurtry, 1994, 2007; Beard, 1999; Tixier *et al.*, 2006a).
- (b). La forme et la chaetotaxie du bouclier ventrianal (suppression et distribution des soies pré-anales et caudoventrales), et la présence / absence des solénostomes pré-anaux et leurs caractéristiques (Athias-Henriot, 1960; Schicha, 1987; Chant & Yoshida-Shaul, 1992a, b; Chant & McMurtry, 1994; Kolodochka & Denmark, 1996; Swirski *et al.*, 1998; Denmark & Welbourn, 2002; Chant & McMurtry, 2007).
- (c). Les caractéristiques du pérित्रème (Athias-Henriot, 1977; Chant & Yoshida-Shaul, 1983; Chant & McMurtry, 1994; Ragusa & Tsolakis, 1998; Swirski *et al.*, 1998; Chant & McMurtry, 2007).
- (d). La présence / absence des différentes paires de solénostomes dorsaux, leur taille et forme (Athias-Henriot, 1977; Ragusa & Athias-Henriot, 1983; Chant & Yoshida-Shaul, 1987, 1992a; Ragusa & Tsolakis, 1994; Edland & Evans, 1998; Tixier *et al.*, 2006a, b).

- (e). Le nombre de soies sur le bouclier sternal (Muma, 1961; Denmark & Rather, 1996; Denmark & Welbourn, 2002; Chant & McMurtry, 2003a) considérant la position de ST3 (sur / hors du bouclier sternal).
- (f). La chaetotaxie des pattes I-III et la présence / absence des macrosoies sur les pattes III-IV (Muma, 1961; Chant & Yoshida-Shaul, 1989; Chant & McMurtry, 1994; Denmark & Rather, 1996; Swirski *et al.*, 1998; Kreiter *et al.*, 2003; Chant & McMurtry, 2007).
- (g). La présence / absence des soies sub-latérales et leurs insertions (Chant & Yoshida-Shaul, 1989, 1992b; Chant & McMurtry, 1994, 2007).
- (h). La forme de la « spermathèque » (Athias-Henriot, 1960; Denmark & Kolodochka, 1993; Chant & McMurtry, 1994; Aponte & McMurtry, 1995; Swirski *et al.*, 1998; Denmark & Edland, 2002; Chant & McMurtry, 2003a, b, 2004).

La taxonomie des Phytoseiidae est basée sur les caractéristiques morphologiques des femelles. En effet, selon Chant et McMurtry (1994, 2007), la forme du spermatodactyle et la chaetotaxie du bouclier ventrianal des mâles seraient fortement homoplasiques. Par ailleurs, étant donné la sex-ratio des Phytoseiidae, le mâle de nombreuses espèces de Phytoseiidae est inconnu.

1.5.3 La distinction des trois sous-familles : Amblyseiinae, Typhlodrominae et Phytoseiinae

Car le podosoma présente une chaetotaxie plus stable que celle de l'opisthosoma (Chant, 1993), la présence / absence des soies portées par cette partie du corps a été utilisée pour la sub-division en sous-familles par Chant & McMurtry (1994, 2007) :

- (i) L'absence des deux soies dorsales (z3 et s6) est une caractéristique des **Amblyseiinae** : il s'agit de la plus grande sous-famille des Phytoseiidae, avec 1478 espèces (dont 134 synonymies présumées), réparties dans 9 tribus et 61 genres (Moraes *et al.*, 2004; Chant & McMurtry, 2007).
- (ii) La présence de z3 et / ou s6 et l'absence de l'ensemble des soies latérales de l'opisthosoma (Z1, S2, S4 et S5) est une caractéristique des **Phytoseiinae** : elle comprend environ 192 espèces (dont 16 synonymies présumées), réparties dans trois genres (Chant & McMurtry, 1994; Moraes *et al.*, 2004; Chant & McMurtry, 2007).
- (iii) La présence de z3 et / ou s6 et la présence d'au moins l'une des soies latérales de l'opisthosoma (Z1, S2, S4 et S5) est une caractéristique des

Typhlodrominae : elle comprend environ 619 espèces (dont 74 synonymies présumées), réparties dans 6 tribus et 20 genres (Chant & McMurtry, 1994; Moraes *et al.*, 2004; Chant & McMurtry, 2007).

La classification de Phytoseiidae proposée jusqu'à aujourd'hui est basée uniquement sur des caractères morphologiques; la définition des taxa supra-spécifiques (sous-genres, genres, sous-tribus, tribus et sous-familles) n'est pas de plus basée sur des analyses cladistiques. Ce travail de thèse a donc pour objectif de développer des approches phylogénétiques, ceci dans le cadre de l'étude de deux genres particuliers (*Phytoseiulus* et *Neoseiulella*) afin de tester leur monophylie et de caractériser les relations phylogénétiques des espèces les composant.

CHAPITRE II – LE GENRE *PHYTOSEIULUS* EVANS EST-IL MONOPHYLETIQUE ?

II.1. Caractéristiques taxonomiques et questionnements associés

Le genre *Phytoseiulus* appartient à la sous-famille des Amblyseiinae. Il est actuellement le seul genre de la tribu des Phytoseiulini (Chant & McMurtry, 2006a, b, 2007). Cette tribu se distingue par différents caractères : les soies dorsales J2 et S2 sont absentes; quelques soies dorsales (j6, s4, Z1, Z4, Z5) sont particulièrement longues; le bouclier ventrianal des femelles adultes est réduit et présente 0-1 paire de soies pré-anales (Chant & McMurtry, 2006a, b, 2007).

Evans (1952) a créé le genre monotypique *Phytoseiulus* lors de la description de l'espèce *P. speyeri* (senior synonyme de *P. macropilis*). Il lui a attribué les caractères suivants : le bouclier dorsal porte 14 paires de soies, plusieurs soies dorsales étant beaucoup plus longues que d'autres; le bouclier sternal porte trois paires de soies; le bouclier ventrianal est réduit avec une seule paire de soies pré-anales. Sur la base de ces caractéristiques, Cunliffe et Baker (1953) ont transféré *Hypoaspis macropilis* (Banks, 1904) dans ce genre. *Phytoseiulus persimilis*, *P. longipes* et *P. fragariae* ont ensuite été respectivement décrites dans ce genre par Athias-Henriot (1957), Evans (1958), Denmark et Schicha (1983). Du fait de la présence de 12 paires de soies dorsales, j5 et S5 étant absentes, *P. longipes* a été ultérieurement déplacée dans un nouveau genre monotypique, *Mesoseiulus*, par Gonzalez et Schuster (1962). En 1965, Chant a considéré que les deux genres *Phytoseiulus* et *Mesoseiulus* sont synonymes. Cependant, *Phytoseiulus* et *Mesoseiulus* ont été ultérieurement considérés comme deux sous-genres du genre *Amblyseius* par van der Merwe (1968) et *P. longipes* a été replacée dans le sous-genre *Mesoseiulus*. Baker (1990) a décrit *Mesoseiulus robertsi* et l'a distingué de *Mesoseiulus longipes* par l'absence de Z1 et la présence de S2. Takahashi et Chant (1993b, c) ont étudié la taxonomie du genre *Phytoseiulus*, en prenant en considération seulement quatre espèces (*P. robertsi* n'a pas été prise en compte dans leur définition du genre). Moraes *et al.* (2004) ont en revanche considéré que le genre *Phytoseiulus* possédait cinq espèces (*P. macropilis*, *P. persimilis*, *P. longipes*, *P. fragariae* et *P. robertsi*). Enfin, Chant et McMurtry (2006a, b, 2007) ont proposé que la tribu des Phytoseiulini et donc le genre *Phytoseiulus* comportait quatre espèces (*P. macropilis*, *P. persimilis*, *P. longipes* et *P. fragariae*) et ont placé *P. robertsi* dans un nouveau genre, *Afroseiulus* et une nouvelle tribu ne comportant que ce genre.

L'énoncé de cet historique, soulève des questionnements sur la monophylie du genre *Phytoseiulus*. Ce présent travail a donc pour objectif de répondre à ces interrogations et de déterminer les relations phylogénétiques entre les 5 espèces : *P. longipes*, *P. persimilis*, *P. fragariae*, *P. macropilis* et *A. robertsi*. Dans un premier temps, nous allons décrire les caractéristiques morphologiques des genres *Phytoseiulus* et *Afroseiulus* puis présenter quelques données biologiques sur les espèces de ces genres. Nous présenterons ensuite les résultats obtenus sous la forme d'une publication parue dans *Zoologica Scripta*.

II.2. Caractéristiques morphologiques

Car la monophylie des deux tribus monotypiques (*Phytoseiulini* et *Afroseiulini*) est un sujet de questionnement, nous présentons tout d'abord la définition de ces deux tribus proposée par Chant et McMurtry (2006a, b, 2007). D'après ces auteurs, les *Phytoseiulini* diffèrent des *Afroseiulini* par les caractères suivants (Tableau I) : Z1 (présente chez les *Phytoseiulini*, absente chez les *Afroseiulini*); S2 (absente chez les *Phytoseiulini*, présente chez les *Afroseiulini*); ZV1 (présente chez les *Phytoseiulini*, absente chez les *Afroseiulini*).

II.2.1. Les *Phytoseiulini*, tribu du genre *Phytoseiulus* (d'après Chant & McMurtry (2006a, b, 2007)

Le bouclier dorsal (figure 7a) : le bouclier dorsal, réticulé, comporte 12-14 paires de soies (j1, j3, j4, j6, J5, z2, z4, z5, Z1, Z4, Z5, s4 toujours présentes; j5 et S5 présente / absente) et deux soies sub-latérales (r3 et R1 toujours présentes); les soies dorsales J1, J2, J3, J4, z6, Z2, Z3, S2, S4 et S5 sont absentes. Plusieurs soies dorsales (j6, s4, Z1, Z4, Z5) sont beaucoup plus longues que les autres soies. La plaque pérित्रémale, étroite, est fusionnée antérieurement avec le bouclier dorsal; le pérित्रème est court et s'étend z2-j3 et j3.

Les boucliers ventraux (figure 7b) : le bouclier sternal, lisse ou réticulé, plus large que long, porte 2-3 paires de soies; ST3 peut être insérée sur le bouclier sternal ou sur une petite plaque métasternale; ST4 est insérée sur une plaque métasternale, accompagnée par une paire de solénostomes. Le bouclier génital, réticulé (légèrement ou fortement), porte une paire de soies (ST5). Le bouclier ventrianal, lisse ou réticulé, est réduit avec 0-1 paire de soies pré-anales, la paire des soies para-anales et la soie postanale et une paire de solénostomes; les soies pré-anales JV1, JV2, ZV1 et ZV2 sont toujours présentes, JV3 est absente, JV2 peut ou non être insérée sur le bouclier ventrianal; les soies caudo-ventrales : ZV3 est absente, JV4 présente / absente, JV5 est toujours présente. La membrane tégumentaire ventrale porte également deux paires de plaques métapodales (primaires et secondaires).

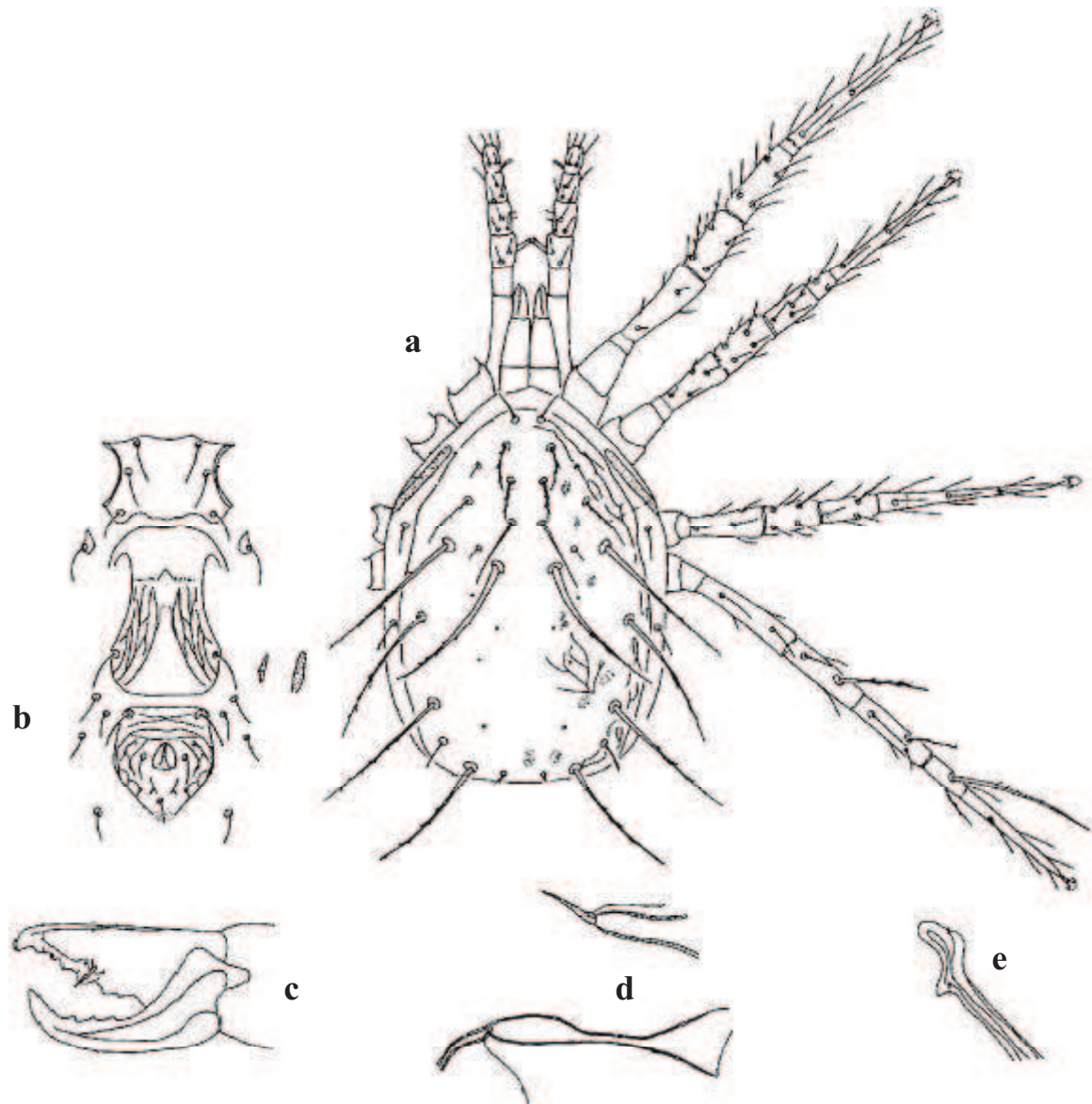


Figure 7. Détails des caractères morphologiques d'une femelle adulte type (a-d) du genre *Phytoseiulus* : a, face dorsale; b, face ventrale; c, chélicère; d, spermathèque; et le spermathectyle d'un mâle adulte (e) (d'après Denmark & Schicha, 1983)

Les chélicères (figure 7c) : le mors fixe, de 20 à 30 μm , est pourvu de dents en nombre variable (de 3 à 9) et un *pilus dentilis*. Le mors mobile, de 20 à 30 μm également, est pourvu de trois dents.

La spermathèque (figure 7d) : le calyx de la spermathèque, de 20 à 30 μm , est étranglé (légèrement ou distinctement) à mi-chemin puis s'élargit vers la vésicule.

Les pattes (figure 7a) : la chaetotaxie des fémur, genou et tibia des pattes I-IV est comme suit : [patte I : fémur, 2-5/ 3-2; genou, 2-2/ 1, 2/ 1-2; tibia, 2-2/ 2, 2/ 1-2];

[patte II : fémur, 2-5/ 2-1; genou, 2-2/ 1, 2/ 0-1; tibia, 1-1/ 1, 2/ 1-1]; [patte III : fémur, 1-3/ 1-1; genou, 1-2/ 1, 2/0-1; tibia, 1-1/ 1, 2/ 1-1]; [patte IV : fémur, 1-3/ 1-1; genou, 1- 2/ 1, 2/ 0-1; tibia, 1-1/ 1, 2/ 0-1]. Il n'existe pas de macrosoies sur les pattes I-III; la patte IV porte 1-3 macrosoies (lisse ou dentelées), sur le genou, le tibia et le basitarse.

Les mâles adultes sont plus petits que les femelles; ils ne présentent que deux patterns de l'idiosoma : 10A : 6E; JV-3, 4; ZV-1, 3 / 9A : 5D; JV-3, 4; ZV-1, 3. ZV1 est absente chez les mâles (toujours présente chez les femelles). Le spermatodactyle est de type coudé-lobé (L-shaped) (figure 7e).

II.2.2. Les Afroseiulini, tribu du genre *Afroseiulus* (d'après Chant & McMurtry (2006a, b, 2007))

Le bouclier dorsal (figure 8a) : le bouclier dorsal, réticulé, comporte 12 paires de soies (j1, j3, j4, j6, J5, z2, z4, z5, Z4, Z5, s4 et S2 présentes; j5, Z1 et S5 absentes) et deux soies sub-latérales (r3 et R1); les soies dorsales J1, J2, J3, J4, z6, Z2, Z3, S2, S4 et S5 sont absentes. Plusieurs soies dorsales (s4, S2, z4, Z4, Z5) sont beaucoup plus longues que les autres soies. Le pérित्रème s'étend jusqu'à j3.

Les boucliers ventraux (figure 8b) : le bouclier sternal, lisse, porte trois paires de soies; ST4 est insérée sur une plaque métasternale, accompagnée par une paire de solénostomes. Le bouclier génital, lisse, porte une paire de soies (ST5). Le bouclier ventrianal, réticulé, est réduit avec une paire de soies pré-anales, la paire des soies para-anales et la soie postanale et une paire de solénostomes; JV1, JV2, ZV2 et JV5 sont présentes, ZV1, ZV3, JV3 et JV4 sont absentes.

Les chélicères (figure 8d) : le mors fixe, est pourvu de 3 à 4 dents et un *pilus dentilis*. Le mors mobile est dépourvu de dents.

La spermathèque (figure 8c) : elle a la forme d'un conduit long et sinueux ouvert latéralement au niveau de la coxa IV.

Les pattes : la chaetotaxie des fémur, genou et tibia des pattes I-IV est similaire de celle des *Phytoseiulini*, exceptée pour le tibia I, 2-2/ 1, 2/ 1-2; genou II, 2-2/ 0, 2/ 0-2; fémur III, 1-3/ 1-0. Il n'existe pas de macrosoies sur les pattes I-III; la patte IV porte une macrosoies sur le genou (figure 8e) .

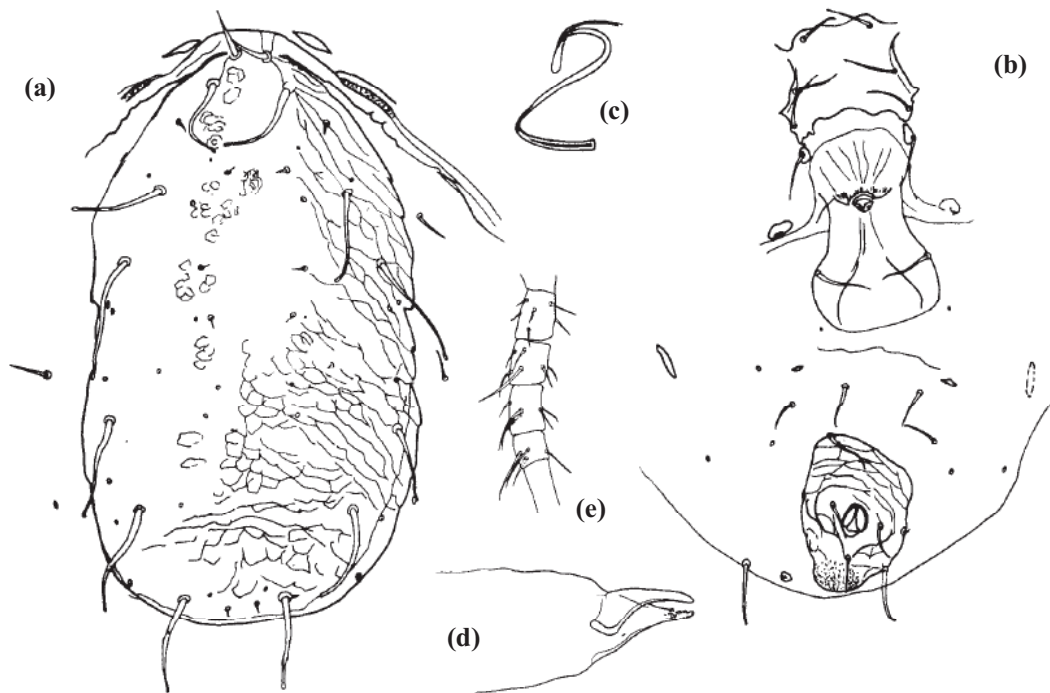


Figure 8. Détails des caractères morphologiques d'une femelle de *Afroseiulus robertsi* (Baker) : a, face dorsale; b, face ventrale; c, spermathèque; d, chélicère; e, patte IV (d'après Chant & McMurtry, 2006a)

Tableau I. Caractéristiques morphologiques discrètes discriminant les espèces étudiées des genres *Phytoseiulus* et *Afroseiulus* (d'après Baker, 1990; Takahashi & Chant, 1993b; Chant & McMurtry, 2006a, b, 2007).

Caractères	<i>P. macropilis</i>	<i>P. persimilis</i>	<i>P. fragariae</i>	<i>P. longipes</i>	<i>A. robertsi</i>
Présence de j5	présente	présente	présente	absente	absente
Présence de S5	présente	présente	présente	absente	absente
Présence de Z1	présente	présente	présente	présente	absente
Présence de S2	absente	absente	absente	absente	présente
Présence de ZV1	présente	présente	présente	présente	absente
Position de JV2 (hors / sur le bouclier ventrianal)	sur le bouclier	hors du bouclier	sur le bouclier	hors du bouclier	sur le bouclier
Présence de JV4	absente	absente	présente	présente	absente
Nombre de dents sur le mors mobile	3	3	3	3	0
Nombre de dents sur le mors fixe	7-8	7-8	7-9	3	4
Position de ST3 (hors/ sur le bouclier sternal)	sur le bouclier	sur le bouclier	sur le bouclier	hors du bouclier	sur le bouclier
Présence de macrosoies sur le ge. IV	Présente	Présente	Présente	absente	Présente
Présence de macrosoies sur le ti. IV	Présente	Présente	Présente	absente	absente
Présence de macrosoies sur le basi. IV	Présente	Présente	Présente	Présente	absente

II.3. Caractéristiques biologiques des espèces considérées

Les espèces de *Phytoseiulus* sont très importantes dans le cadre de la lutte biologique, de par leur spécificité et leur voracité vis-à-vis des proies du genre *Tetranychus* (figure 9), et par conséquent elles sont largement étudiées. En revanche, aucune étude ne concerne l'espèce *A. robertsi*. Cette espèce en effet a été observée qu'une seule fois, lorsqu'elle a été décrite du Cameroun (Baker, 1990; Moraes *et al.*, 2004). *Afroseiulus robertsi* a par ailleurs été collectée de *Bactothrips* sp. (Thripidae) trouvée sur *Mangifera* sp. (Baker 1990).

De nombreux travaux portent sur les caractéristiques biologiques de *P. persimilis* (Bravenboer & Dosse, 1962; Kennett & Caltagirone, 1968; Takafuji & Chant, 1976; Amano & Chant, 1977; Fernando & Hassell, 1980; Sabelis & Van der Meer, 1986; Galazzi & Nicoli, 1996; Praslicka & Uhlik, 1999; Skirvin & Williams, 1999; Toyoshima & Amano, 1999; Santi & Maccagnani, 2000; Landeros *et al.*, 2001; Raworth & Bjornson, 2002; Skirvin & Fenlon, 2003; De Courcy *et al.*, 2004; Escudero & Ferragut, 2005; Popov & Kondryakov, 2008; Davies *et al.*, 2009; Tello *et al.*, 2009; Xiao & Fadamiro, 2010) et dans une moindre mesure sur celles de *P. macropilis* (Prasad, 1967; Shih *et al.*, 1979; Ball, 1980; Ali, 1998; Da Silva *et al.*, 2005; Rodriguez & Ramos, 2006; Khalk & Momen, 2007; Oliveira *et al.*, 2007; Fadini *et al.*, 2010) et de *P. longipes* (Badii & McMurtry, 1983, 1984, 1988a, b; Badii *et al.*, 1999; Ferrero *et al.*, 2007; Saeed *et al.*, 2008; Ferrero *et al.*, 2010); en revanche très peu de travaux concernent *P. fragariae* (Fraga, 1996; Toledo, 2007; Nascimento *et al.*, 2008).

II.3.1. Le développement

Comme tous les Phytoseiidae, le cycle de développement du genre *Phytoseiulus* compte quatre stades immatures avant le stade adulte. La larve hexapode ne s'alimente pas (Takahashi & Chant, 1992; Badii *et al.*, 1999; Furtado *et al.*, 2007).

En conditions favorables, les mâles des espèces de *Phytoseiulus* semblent se développer relativement plus vite que les femelles (Badii & McMurtry, 1984; Takahashi & Chant, 1992). Par ailleurs, *P. longipes* semble présente la durée du cycle de développement la plus courte parmi les espèces de ce genre (contrairement à *P. fragariae* qui a la durée de développement la plus longue) (Bravenboer & Dosse, 1962; Badii & McMurtry, 1984; Takahashi & Chant, 1992; Escudero & Ferragut, 2005; Da Silva *et al.*, 2005; Furtado *et al.*, 2007; Vasconcelos *et al.*, 2008). La durée embryonnaire chez les quatre espèces de *Phytoseiulus* est nettement supérieure à celles des autres stades (Badii & McMurtry, 1984; Takahashi & Chant, 1992; Ferrero *et al.*, 2007). Le stade larvaire se développe par ailleurs

plus vite que les autres stades pour les deux sexes (Badii & McMurtry, 1984; Takahashi & Chant, 1992; Ferrero *et al.*, 2007). La durée totale de développement est cependant variable en fonction de différents paramètres (de l'espèce de proie et les conditions climatiques).

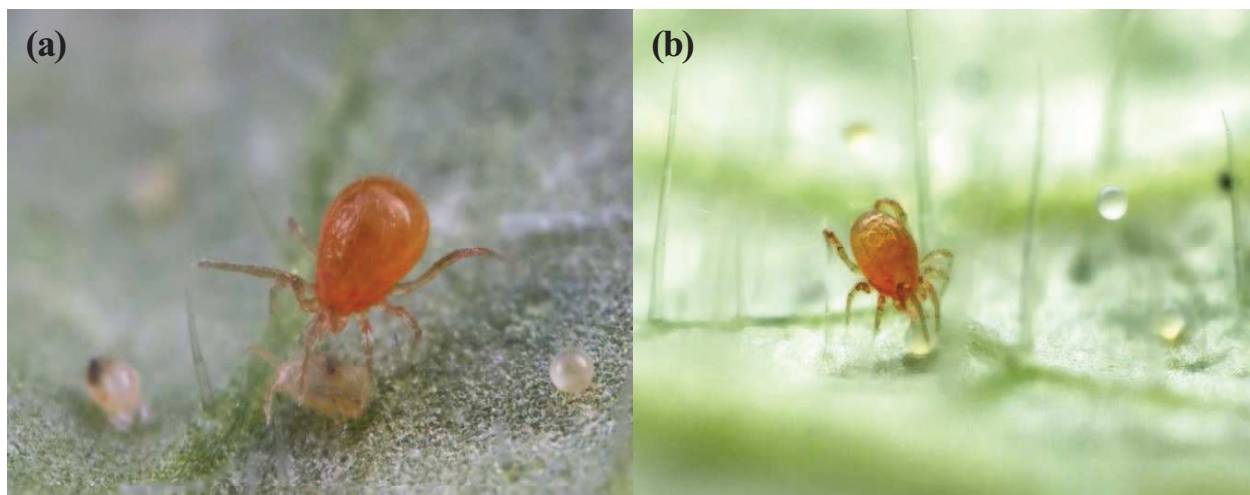


Figure 9. Femelle de *Phytoseiulus persimilis* attaquant (a) une femelle et (b) un œuf de *Tetranychus urticae*. Source : http://photo.net/photodb/photo?photo_id=5255858 (consulté en octobre 2010)

II.3.2. La reproduction

Comme tous les Phytoseiidae, l'accouplement est nécessaire pour que la ponte débute. La période de pré-oviposition est plus courte pour *P. longipes* que pour les autres espèces (Takahashi & Chant, 1994). La *sex ratio* chez les espèces de *Phytoseiulus* (variable en fonction de différents paramètres biotiques et abiotiques) est toujours fortement biaisée en faveur des femelles, notamment pour *P. longipes* (Badii & McMurtry, 1984; Takahashi & Chant, 1994).

II.3.3. La longévité

La longévité (variable en fonction de l'espèce de proie, de la plante support, et des conditions climatiques) des mâles est plus importante que celle des femelles, notamment pour *P. longipes* (Takahashi & Chant, 1994). Par ailleurs, si la longévité des femelles est la plus longue pour *P. persimilis*, elle est la plus courte pour *P. fragariae* (Badii & McMurtry, 1984; Takahashi & Chant, 1994; Escudero & Ferragut, 2005; Da Silva *et al.*, 2005; Furtado *et al.*, 2007; Vasconcelos *et al.*, 2008).

II.4. Distribution géographique

La première collecte du genre *Phytoseiulus* suivie d'une identification fut réalisée en Floride (Etats-Unis) par Banks (1904) pour *P. macropilis*. La connaissance de la répartition géographique des espèces de *Phytoseiulus* s'est considérablement accrue du fait de leur importance en tant qu'agents de lutte biologique contre les tétranyques (Chant & McMurtry, 2007). En effet, *P. persimilis* présente l'espèce de Phytoseiidae la plus commercialisée au monde dans de nombreuses cultures (Gerson *et al.*, 2003). Et par conséquent, ce genre a quasiment une distribution mondiale (Chant & McMurtry, 2007), il est connu des régions tropicales et sous-tropicales (Denmark & Schicha, 1983 ; Takahashi & Chant, 1993a).

Afin de répondre aux interrogations concernant la monophylie du genre *Phytoseiulus*, et de caractériser les relations phylogénétiques entre les quatre espèces incluses actuellement dans ce genre d'une part et, d'autre part, avec *A. robertsi*, nous avons effectué des analyses phylogénétiques (en parcimonie et en inférence bayésienne), basées sur des aspects morphologiques et moléculaires, associées à une étude biogéographique sur la répartition de ces espèces et leurs plantes supports (voir Annexe 1). Les résultats de ces travaux figurent dans l'article A1 qui fait suite à cette partie.

II.5. Article A1 : Phylogenetic and Biogeographic analysis of the genus *Phytoseiulus* (Acari: Phytoseiidae)

ARTICLE A1

Publié dans *Zoologica Scripta* 39(5): 450-461 (2010)

doi :10.1111/j.1463-6409.2010.00439.x

Phylogenetic and Biogeographic analysis of the genus *Phytoseiulus* (Acari: Phytoseiidae)

MOHAMAD KANOUEH, MARIE-STÉPHANE TIXIER, MIREILLE OKASSA & SERGE KREITER

Abstract: The taxonomy of the genus *Phytoseiulus* (sub-family Amblyseiinae), has a tumultuous and confused history. This genus currently contains four species, but in previous revisions it contained five, sometimes grouped in two genera. There are no thorough phylogenetic analyses available for the group, analyses against which taxonomic and evolutionary hypotheses could be tested. The present study aims to apply morphological and molecular data to determine phylogenetic relationships among the four species presently included in this genus plus *Afroseiulus robertsi*, which was previously included in this genus. The new analyses show that the species of the genus *Phytoseiulus* do not constitute a monophyletic group. A delineation between (i) *P. macropilis*, *P. persimilis*, *P. fragariae* and (ii) *P. longipes* and *A. robertsi* is observed. Biogeographic data sets showed that the Neotropical and Afrotropical regions contain the highest diversity of species of *Phytoseiulus* and of their host plants. Consequently, the western part of Gondwana is hypothesized to be the probable center of origin for this taxon.

Corresponding authors: Mohamad Kanouh, Marie-Stéphane Tixier, Mireille Okassa & Serge Kreiter, Montpellier SupAgro, Unité Mixte de Recherche n°1062 CBGP INRA / IRD / CIRAD / SupAgro, Campus International de Baillarguet, CS 30016, 34988 Montferrier sur Lez cedex, France. E-mails: kanouh@supagro.inra.fr, tixier@supagro.inra.fr, okassa@supagro.inra.fr, kreiter@supagro.inra.fr

Introduction

Several species of the family Phytoseiidae Berlese are well known as natural enemies of pest mites and are commonly used in biological control programs all over the world (Kostiainen & Hoy 1996; McMurtry & Croft 1997). Phytoseiidae contains three sub-families and 84 genera, defined essentially according to their idiosomal chaetotactic pattern (Moraes *et al.* 2004; Chant & McMurtry 2007). The systematics of this family has a tumultuous and confused history caused by a notable lack of agreement among major authors on the characters that defined genera (Chant & McMurtry 2007). Moreover, cladistic analyses, often used to resolve such issues, have not been rigorously applied to this family. Only one study (Takahashi & Chant 1993b), dealing with the genus *Phytoseiulus* Evans (sub-family Amblyseiinae, tribe Phytoseiulini, after Chant & McMurtry 2007), reports a parsimony analysis. However, no out-group was considered and no bootstrap analysis was provided. The present study aims to

apply cladistic analyses on the genus *Phytoseiulus* to resolve the controversies over the taxonomy of this group that have arisen over the last 40 years.

Takahashi & Chant (1993b) and Chant & McMurtry (2006a, 2007) state that the genus *Phytoseiulus* is the only genus in the tribe Phytoseiulini and contains four species [*Phytoseiulus macropilis* (Banks), *P. persimilis* Athias-Henriot, *P. longipes* Evans, *P. fragariae* Denmark & Schicha]. However, in the world catalogue of the family Phytoseiidae, Moraes et al. (2004) included in it one more species: *Phytoseiulus robertsi* (Baker). In 2006, this latter species was removed in a new monotypic genus: *Afroseiulus* (the single species of the tribe Afroseiulini) (Chant & McMurtry 2006a, 2007). Because *A. robertsi* and the species of the genus *Phytoseiulus* are the only known Phytoseiidae having 4–5 denticles in the rows in the deutosternal groove, Chant & McMurtry (2006a, 2007) considered the tribes Phytoseiulini and Afroseiulini as sister groups. These latter authors proposed that the genus *Phytoseiulus* (with four species) is monophyletic because of some singular morphological characteristics, as large body size, particularly long setae on the dorsal shield (j3, j6, s4, Z1, Z4 and Z5), ventrianal shield reduced, sternal, genital and caudoventral setae unusually elongate and specific chaetotactic formulae of the tibia I (av1 / av2); whereas they separated *A. robertsi* from the species of *Phytoseiulus* because of the absence of setae Z1, the presence of setae S2, the setal formula of tibia I and the length of setae j6 (Chant & McMurtry 2006a, 2007). However, the idiosomal pattern of *A. robertsi*, unique among the family Phytoseiidae (setae j5, J2, Z1, S4, S5, ZV1, ZV3, JV4 absent), is closer to that of *P. longipes* than from all the other species of the family. For this, some authors (Gonzalez & Schuster 1962; Van der Merwe 1968; Muma et al. 1970; Schultz 1974; Denmark & Schicha 1983; Baker 1990) placed these two species in a same genus named *Mesoseiulus* Gonzalez. This latter genus has been considered as a synonym of the genus *Phytoseiulus* in the last world revision of the family (Chant & McMurtry 2007). Finally, the differences between the chaetotactic pattern of *P. longipes* (with setae j5, J2, S2, S4 and S5 absent) and that of the three other species of *Phytoseiulus* (with setae J2, S2 and S4 absent, j5 and S5 present) correspond to differences currently supporting genus delineation within the family Phytoseiidae (Chant & McMurtry 2007). The monophyly of the genus *Phytoseiulus* is thus be still debatable. The present study aims to apply morphological and molecular phylogenetic analyses to test the monophyly of this genus. Inferring phylogenetic hypotheses based solely on morphological characters is actually very difficult, because of convergent evolution. Molecular systematics can clearly make a relevant contribution in this area and molecular markers for resolving taxonomic questions are more and more available in Acarology (i.e. Navajas & Fenton 2000; Navajas et

al. 2001; Cruickshank 2002; Dabert 2006; Tixier *et al.* 2006a, b, 2008; Klompen *et al.* 2007; Niogret *et al.* 2007; Tselila *et al.* 2007; Hurtado *et al.* 2008; Klimov & O'Connor 2008; Niogret & Nicot 2008; Okassa *et al.* 2009).

In addition to the phylogenetic analysis, a biogeographic analysis was performed to provide a context for the phylogenetic and evolutionary scenarios (Brown & Lomolino 1998; Humphries & Parenti 1999).

Material and methods

Species considered

The four species presently included in the genus *Phytoseiulus* by Chant & McMurtry (2006a, b, 2007) and *A. robertsi* were considered. This latter species was however only taken into account for the morphological analysis, as it was impossible to retrieve live specimens or alcohol preserved ones to obtain molecular data. *Afroseiulus robertsi* is rare as it was reported only once when it was described in Cameroon on *Bactothrips* sp. on mango trees in 1990 (Baker 1990; Moraes *et al.* 2004).

The origins of specimens included in molecular analyses are presented in the Table 1. *Phytoseiulus macropilis* and *P. fragariae* were collected in Argentina. Three populations of *P. persimilis* were considered: one was collected in Montpellier (Hérault, south of France), one in Valencia (Spain) and the last one was a mass-reared commercialized population (Syngenta Bioline). Similarly, three populations of *P. longipes* were considered: one from Uruguaiana (Rio Grande do Sul, Brazil), one from Valparaíso (Chile) and the last one was a mass-reared population initially collected in Cape province (South Africa).

To assess the monophyly of the genus *Phytoseiulus*, two other genera of the sub-family Amblyseiinae belonging to two different tribes were included: *Kampimodromus aberrans* (Oudemans) (tribe Kampimodromini), which has the setae S4 absent like the species of the genera *Phytoseiulus* and *Afroseiulus*; and *Neoseiulus californicus* (McGregor) belonging to the most plesiomorphic tribe within the Amblyseiinae (Neoseiulini) (Chant & McMurtry 2003a, b, 2007). The specimens used for molecular analysis were collected in Italy on woodland strawberry (*Fragaria vesca* L.) for *N. californicus* and on hazelnut tree (*Corylus avellana* L.) for *K. aberrans* (Table 1).

A species of the sub-family Typhlodrominae, *Typhlodromus* (*Typhlodromus*) *pyri* Scheuten, was used as an outgroup. It was collected in Valleraugues (Gard, South of France) on Blackberry (*Rubus fruticosus* L.) (Table 1).

All the mites were collected directly from leaves, and immediately put in plastic vials filled with alcohol (100%). When dealing with such small mites (less than 500 µm in length), it was not possible to do DNA extractions based on part of a single specimen, using the remainder as a voucher. Instead, specimens designated as vouchers are drawn from the same series of specimens (same population, same locality, same date of collect) that were extracted. These specimens were mounted on slides, identified and conserved in the mite collection of Montpellier SupAgro / INRA.

Morphological analysis

The characters considered. Twenty-six morphological characters were taken into account (Appendix 1). They were observed directly on specimens available in the mite collection of the laboratory of acarology (SupAgro – Montpellier, France), and compared with the original descriptions, re-descriptions and drawings: for the four species of *Phytoseiulus* (Takahashi & Chant 1993c), for *A. robertsi* (Baker 1990), for *K. aberrans* (Swirski & Amitai 1965; Athias-Henriot 1966; Yoshida-Shaul & Chant 1983, 1995a), for *N. californicus* (McGregor 1954; Athias-Henriot 1977; McMurtry 1977), for *T. (T.) pyri* (Athias-Henriot 1960; Kolodochka 1974, 1978; Chant & Yoshida-Shaul 1987; Congdon 2002).

Most of the characters presently considered were different from those taken into account by Takahashi & Chant (1993c). These authors mainly used nature and lengths of idiosomal setae, whereas we used the presence / absence of dorsal and ventrianal setae, macroseta on leg IV, and the chelicera dentition. Among the 26 characters employed, 19 were discrete and seven were quantitative ones. Quantitative characters are usually considered as unsuitable for cladistic analysis and discrete ones are preferred, essentially because of difficulty in coding and analysing them (Thiele 1993). However, *a priori* assertions as to the utility of some data for phylogenetic analysis over other data are unfounded (Thiele 1993). Thus, we also explored the possibility of using quantitative characters by running an ANOVA (StatSoft. 2008). Only the characters that differed significantly in mean length among the four species of *Phytoseiulus* and *A. robertsi* were included. Seven quantitative characters, corresponding to idiosomal seta lengths, were retained. For coding these morphometric data, the ranking of taxa provided by the Newman and Keuls mean comparison tests was used (simple gap coding) (Thiele 1993) (Appendix 1). The discrete characters were encoded as 0 - 1. The character states considered and the data matrix are shown in Appendix 1 and Table 2.

Data analysis. Data were analysed using both parsimony and Bayesian approaches. Each approach has its drawbacks, parsimony analyses is sensitive to long-branch attraction (Alfaro *et al.* 2003; Simmons *et al.* 2004), whereas Bayesian methods may produce bias in clade support because of the standard use of flat topological priors (Pickett & Randle 2005), and often overestimate confidence levels for especially short nodes (Suzuki *et al.* 2002; Alfaro *et al.* 2003). As these sensitivities are not (fully) overlapping, we consider congruent results for the two methods as increasing confidence in our results.

Table 1. Origins of the populations of the species of genera *Phytoseiulus*, *Kampimodromus*, *Neoseiulus* (sub-family Amblyseinae) and *T. (Typhlodromus) pyri* (sub-family Typhlodrominae), considered for molecular experiments and accession numbers in Genbank

Species	Country	Locality	Host plant	Accession nos 12S	Accession nos CYTB	Accession nos ITS
<i>P. macropilis</i>	Argentina	Santo Tome	<i>Solanum americanum</i> and	FJ985129	FJ985091	GU591659
			<i>S. mauritanium</i>	FJ985130	FJ985092	GU591660
				FJ985131	FJ985093	GU591661
<i>P. fragariae</i>	Argentina	Pas de Los Libres	<i>Sida sp.</i> and <i>S. americanum</i>	FJ985124	FJ985086	GU591662
				FJ985125	FJ985087	GU591663
				FJ985126	FJ985088	GU591664
				FJ985127	FJ985089	GU591665
				FJ985128	FJ985090	GU591666
<i>P. persimilis</i>	France	Montpellier (Hérault)	<i>Phaseolus vulgaris</i>	FJ985106	FJ985069	GU591667
<i>P. persimilis</i>	Spain	Valencia	Unknown host plant	FJ985107	FJ985070	GU591668
				FJ985096	FJ985076	GU591669
				FJ985097	FJ985077	GU591670
<i>P. persimilis</i>	United Kingdom	–	Rearing units	FJ985098	FJ985078	GU591671
				FJ985114	FJ985081	GU591672
				FJ985115	FJ985082	GU591673
<i>P. longipes</i>	Brazil	Uruguaiana (Rio Grande do Sul)	<i>Lycopersicon esculentum</i> ,	FJ952516	GU591685	GU591674
			<i>S. americanum</i> and	FJ952517	GU591686	GU591675
			<i>Salpichro organifolia</i>	FJ952518	GU591687	GU591676
<i>P. longipes</i>	Chile	Los Andes (Valparaíso)	Unknown host plant	FJ952525	GU591688	GU591677
<i>P. longipes</i>	South Africa	Mass-reared initially collected in Citrusdal (Cape province)	Unknown host plant	FJ952526	GU591689	GU591678
				FJ952523	GU591690	GU591679
<i>N. californicus</i>	Italy	Sicily	(mass-reared) <i>Fragaria vesca</i>	GU591696	GU591691	GU591680
<i>K. aberrans</i>	Italy	–	–	GU591697	GU591692	GU591681
				GU591698	GU591693	GU591682
				GU591699	GU591694	GU591683
<i>T. (T.) pyri</i>	France	Valleraugues (Gard)	<i>Rubus fruticosus</i>	GU591700	GU591695	GU591684

Parsimony analysis. A phylogenetic parsimony analysis based on morphological characters was carried out using PAUP* 4.0b10 (Swofford 2002). A heuristic search procedure repeated 1000 times was applied, with randomized taxon additions and branch-swapping algorithm (TBR). To reduce misleading effects of homoplasious characters, a posteriori re-weighting

was applied according to the rescaled consistency index (RC) after each tree search, until the number of trees stabilized (Farris 1969, 1989). The tree topologies obtained with and without re-weighted characters were similar, only the bootstrap values and thus the relevant phylogenetic support of the nodes were changed. Support for branches was estimated by bootstrap analysis.

Bayesian analysis. We performed a Bayesian analysis (Jordal & Hewitt 2004; Nylander *et al.* 2004). In accordance with Lewis (2001), we applied the Mk model to our data set, which assumes that a character can change its state at any time with equal probability for all instantaneous time intervals along the branch (the data-type was set as ‘standard’, which allows for a variable number of character states as it is necessary for morphological data). We ran 100 000 generations (four chains, two independent runs) with a tree sampled every 100 generations. Stabilization of model parameters (burn-in) occurred around 250 generations. The results were presented in the form of a majority- rule (50%) consensus tree and the support for the nodes of this tree was given by posterior probability estimates for each clade.

Table 2. Data matrix including the 26 morphological characters used for the morphological phylogenetic analysis of the genus *Phytoseiulus*

Character no.*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
<i>P. macropilis</i>	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	2	2	2	1
<i>P. persimilis</i>	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	2	3	5	1	2	3	1
<i>P. fragariae</i>	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	3	1
<i>P. longipes</i>	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3	2	3	2	4	2	2
<i>A. robertsi</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	3	1	1	1	3	1	1
<i>K. aberrans</i>	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	2	1	2	1	1	1
<i>N. californicus</i>	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	2	1	2	1	1	1
<i>T. (T.) pyri</i>	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	2	2	2	1	1	1

*See Appendix 1.

Molecular analysis

DNA mite extraction. Total genomic DNA was individually extracted from several females per species, using a Qiagen DNeasy tissue kit (Qiagen, Hilden, Germany), according to the DNA extraction protocol « Purification of Total DNA from Animal Blood or Cells » (Spin-Column Protocol) adapted for extracting total DNA from mites. To a tube containing a single mite, we added lysis buffer (90 µL phosphate-buffered saline), 10 µL proteinase K and 100 µL buffer AL (Qiagen). After tubes were centrifuged for 5 min (15 000 g) and incubated at 70 °C for 1 h 30 min, 100 µL of alcohol (100 %) was added. Following a centrifugation during 1 min (6000 g), this mix was deposited on a Dneasy column and centrifugated for 1 min (6000 g). The collection tube and its contents were thrown away and the column was kept. The

DNA on the column was then washed with 250 µL of buffer AW1 (Qiagen) which was removed by centrifuging for 1 min at 6000 g. After that, the collection tube was thrown away and a second wash was performed with 250 µL of buffer AW2 (Qiagen) followed by two centrifugations of 3 min each (15 000 g). Then, the DNA was eluted from the column using 50 µL of ultrapure water. After two centrifugations (1 min; 6000 g each), the DNA extract was obtained.

Markers used. A nuclear ribosomal DNA marker (ITS) and two mitochondrial DNA markers (12S rRNA and Cytochrome b mtDNA) were used. Primers for the amplification of the DNA fragments were as follows: ITS, 5'–3' AGAGGAAGTAAAAGTCGTAACAAG and 3'–5' ATATGCTTAAATTCAGGGGG (Navajas *et al.* 1999); 12S rRNA, 5'–3' TACTATGTTACGACTTAT and 3'–5' AAAGTAGGATTAGATACCC (Jeyaprakash & Hoy 2002); Cytb mtDNA, 5'–3' TAWRAARTATCAYTCDGGTTKRATATG and 3'–5' CCWTGAGG ACAAATAWSWTT YTGAGG. The PCR reactions were performed in 25 µL volume, containing 4 µL of mite DNA, 2.5 µL (1mM) of buffer 10x, 1 µL (1.5 mM) of MgCl₂, 0.5 µL (0.05 mM for each) dNTPs, 0.175 µL (0.7 µM) for each primer, 0.125 µL (0.625 U) of Taq Qiagen and 16.525 µL of water. Thermal cycling conditions were as follows, for the ITS marker: 92 °C for 2 min, followed by 35 cycles of 92 °C for 15 s, 50 °C for 45 s and 72 °C for 1 min, and 72 °C for 7 min; for the 12S rRNA marker: 95 °C for 1 min, followed by 35 cycles of 94 °C for 30 s, 40 °C for 30 s and 72 °C for 1 min, and 72 °C for 5 min; for the Cytb mtDNA marker: 94 °C for 3 min, followed by 35 cycles of 92 °C for 20 s, 53 °C for 1 min and 72 °C for 1 min, and an additional 5 min at 72 °C. Electrophoresis was carried out on a 1.5% agarose gel in 0.5x TBE buffer during 30 min at 100 volts.

DNA sequencing. PCR products were sequenced using Dynamic ET Terminator Cycle Sequencing kit, and purified using ExoSAP-IT (Amersham biosciences, GE Healthcare, Piscataway, NJ, USA). The sequencer used was the Megabase 1,000 apparatus. DNA fragments were sequenced along both strands. Sequences were aligned and analysed with MEGA 4.1 (Tamura *et al.* 2007).

Data analysis. As for morphological data, molecular data were analysed using both parsimony and Bayesian approaches.

Parsimony analysis. Separate analyses were conducted for each data set (three loci) using parsimony in PAUP* 4.0b10 (Swofford 2002). Incongruence length difference (ILD) (Mickey & Farris 1981) was calculated to examine possible conflicting signals among the three components of the data set. An heuristic search procedure repeated 100 times was applied, with randomized taxon additions and branch-swapping algorithm (TBR). Node support was determined using 1000 bootstrap replicates.

Bayesian analysis. We performed a Bayesian analysis (Jordal & Hewitt 2004; Nylander *et al.* 2004) on the combined DNA data set. The best-fit substitution model was determined by MODELTEST 3.06 (Posada & Crandall 1998) for each defined partition (one partition per gene sequenced) through hierarchical likelihood-ratio tests (LRTs). The model of evolution GTR was selected by the LRTs with a proportion of invariable sites and a gamma distribution. The GTR model was implemented in MRBAYES 3.1 (Ronquist & Huelsenbeck 2003). The number of categories used to approximate the gamma distribution was set at 4, and four Markov chains were run for 100 000 generations. Stabilization of model parameters (burn-in) occurred around 250 generations. The results were presented in the form of a 50% majority-rule consensus tree.

Comparison of morphological and molecular data

To compare tree topologies obtained with molecular and morphological data sets, the Shimodaira–Hasegawa test (Shimodaira & Hasegawa 1999) and Wilcoxon’s signedrank test (Templeton 1983) were applied at the 5% level. These tests could only be applied on files containing *P. persimilis*, *P. macropilis*, *P. longipes*, *P. fragariae* but not to *A. robertsi*, as for this latter species only morphological data were available.

Biogeographic analysis

Data on the geographic distribution of the four species of *Phytoseiulus* were obtained from the two world catalogues of the family Phytoseiidae (Moraes *et al.* 1986, 2004) and from Takahashi & Chant (1993a). These data constitute an exhaustive compilation of all available information concerning the geographical distribution of *Phytoseiulus* species and their plant supports. The seven zoogeographic areas used in this analysis are those defined by Wallace (1876): Nearctic (North America without Florida), Neotropical (South and Central America, Caribbean islands and Florida), West Palaearctic (West Europe extending to Ural, northern India and North Africa), East Palaearctic (from Ural to Japan, without the South of China and

Okinawa, Japan), Oriental (Hong Kong, India, Indonesia, Japan, Malaysia, Okinawa, Philippines, South of China, South Korea, Taiwan, Thailand,)), Australasian (Australia, New Caledonia, New Zealand, Pacific islands, Papua New Guinea), and Afrotropical (Africa including Madagascar but not North Africa). The Wallace Line was used to separate the Oriental and Australasian regions.

Results

Morphological phylogenetic analysis

Results of parsimony and Bayesian analyses are shown in Fig. 1. The topologies for the two consensus trees are largely compatible. Some morphological characters are observed on different branches of the cladogram, suggesting convergent evolution. Among the 26 characters considered, 14 provide relevant phylogenetic information. All of them, but two (z2 and Z5 length), are discrete characters. The species of the genus *Phytoseiulus* and *A. robertsi* are included in a same clade supported by a high bootstrap value. This clade is sustained by the following apomorphies: reduced ventrianal shield, absence of ZV3 and J2, all of these characters having a consistency index (CI) value of 1. This clade is divided in two well-sustained sub-clades supported by the characters: absence / presence of j5, of S5, of macrosetae on tibia IV and length of z4. Two of these characters (absence / presence of macrosetae on tibia IV and of j5) have a CI value of 1. The first sub-clade contains *P. longipes* and *A. robertsi*, as both have j5, S5, StiIV absent and a long seta z4. The second sub-clade includes *P. macropilis*, *P. persimilis* and *P. fragariae*. *Phytoseiulus macropilis* and *P. persimilis*, the two most closely related species, differ from *P. fragariae* by the presence / absence of JV4 and the lengths of setae j3, j4 and j6. However, all these characters have low CI values.

Molecular phylogenetic analysis

Fragments of 689, 475 and 391 base pairs (bp) were amplified for the nuclear DNA gene (ITS), 12S rRNA and Cytb mtDNA, respectively. DNA analysis showed quite similar and constant rates of nucleotide substitutions for all the populations and species studied. Among these amplified fragments, 468, 359 and 360 bp were aligned for the ITS, 12S rRNA and Cytb mtDNA, respectively.

Character interaction. **ILD** values (Mickeyevich & Farris 1981) were calculated to check the level of conflict between data sets. The interactions of all loci against each other were examined (ILD = 0.1). This value suggests that the various data sets are quite compatible.

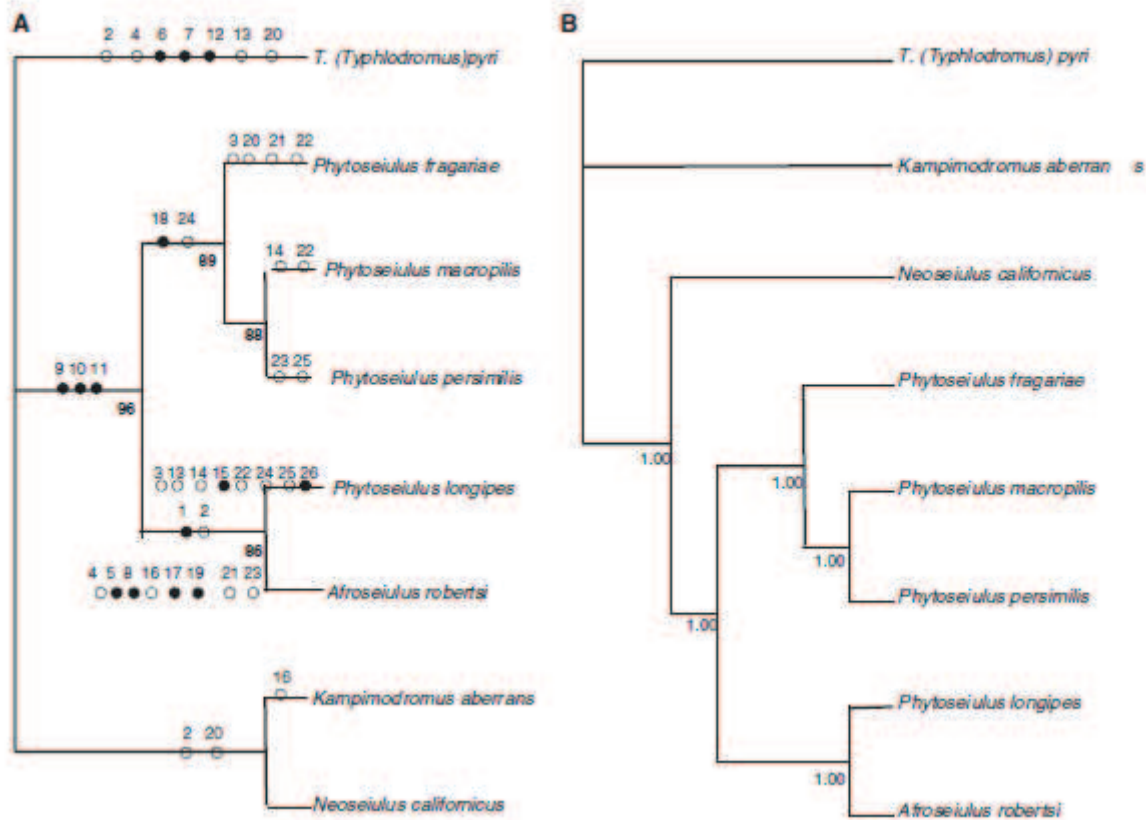


Fig. 1 Majority-rule consensus trees obtained after parsimony analysis (A) [Length = 26.33; CI = 0.94; RI = 0.92] and Bayesian analysis (B), carried out on 26 morphological characters; including four species of the genus *Phytoseiulus*, three other species of the sub-family Amblyseiinae and one species of the sub-family Typhlodrominae: *T. (Typhlodromus) pyri* as an out-group. Apomorphy (●) and plesiomorphy (○) are indicated. Numbers at the nodes correspond to bootstrap values (A) and posterior probabilities (B).

Phylogenetic analyses. The three parsimony analyses (ITS, 12S rRNA, Cytb mtDNA) yielded 100 equally most parsimonious trees (ITS: length = 391.43; CI = 0.97; RI = 0.96; 12S rRNA: length = 396.26; CI = 0.93; RI = 0.97; Cytb mtDNA: length = 309.23; CI = 0.85; RI = 0.95). Combining the three molecular data sets yielded 27 equally most parsimonious trees (length = 1046; CI = 0.93; RI = 0.95) (Fig. 2A). The same topology is observed for the three separated analyses and the combined one. Results of the parsimony and Bayesian analyses on the combined data are congruent (Fig. 2B).

The species of the genus *Phytoseiulus* are included within the same well-supported clade. *Phytoseiulus persimilis* and *P. macropilis* are phylogenetically the most closely related species. They are included in the same clade with *P. fragariae*. However, just like for the

morphological phylogenetic analysis, *P. macropilis*, *P. persimilis* and *P. fragariae* are clearly separated from *P. longipes* (Fig. 2A,B).

Comparison of morphological and molecular data

The Shimodaira–Hasewaga and the Wilcoxon’s signedrank tests showed that the tree topologies obtained with molecular and morphological data sets were not significantly different ($P > 0.05$).

Biogeographic analysis

The species of *Phytoseiulus* are reported from all the biogeographic areas, except from the East Palaearctic region (Fig. 3). This taxa is also very poorly present in the Oriental and Australasian areas, whereas the highest number of reports was observed in the Neotropical region (Table 3). *Phytoseiulus macropilis* and *P. persimilis* are the two most frequent species and the most widely distributed ones (Table 3), whereas *P. longipes* and *P. fragariae* are rarely reported. They have been only recorded in Afrotropical and Neotropical regions for *P. longipes* and in the Neotropical region for *P. fragariae* (Table 3). Endemism levels in each area are quite low (Table 3). Even though Phytoseiidae mites are predators, they are known to exhibit narrow relationships with the plants, due both to chemical and physical interactions (Walter 1992, 1996; Walter & O’Dowd 1992; Karban *et al.* 1995; Sabelis 1999; Seelmann *et al.* 2007; Ferreira *et al.* 2008). Tixier *et al.* (2010) recently documented a possible case of specialization to plant support in the species *P. longipes*. Thus, we also noted the plants on which the species of *Phytoseiulus* have been reported, to evaluate if specialization exists. Species of the genus *Phytoseiulus* were found on a high diversity of host plants (Table 4): 203 plant species belonging to 57 families ranging from annual grasses, flowers and ornamentals to perennial shrubs and trees (fruit and forest). Rosaceae, Solanaceae and Fabaceae were the most frequent families on which the four species of *Phytoseiulus* were found (Table 4). *Phytoseiulus macropilis* is the species reported from the highest number of plants (130 species belonging to 50 families). No close relationships between plant species and species of *Phytoseiulus* is apparent. The highest diversity of host plants of *Phytoseiulus* was found in the Neotropical area (80 species belonging to 30 families).

Table 3. Number of records of the four species of genus *Phytoseiulus* in the seven biogeographic regions and endemism levels

	Neotropical area	Afrotropical area	Australasian area	Oriental area	East Palaearctic area	West Palaearctic area	Nearctic area	Total records
<i>P. macropilis</i>	82	1	16	0	0	8	13	120
<i>P. persimilis</i>	18	4	7	2	0	36	1	68
<i>P. fragariae</i>	19	0	0	0	0	0	0	19
<i>P. longipes</i>	7	7	0	0	0	0	0	14
Total no. records per area	126	12	23	2	0	44	14	–
Total no. species per area	4	3	2	1	0	2	2	–
No. endemic species per area	1	0	0	0	0	0	0	–

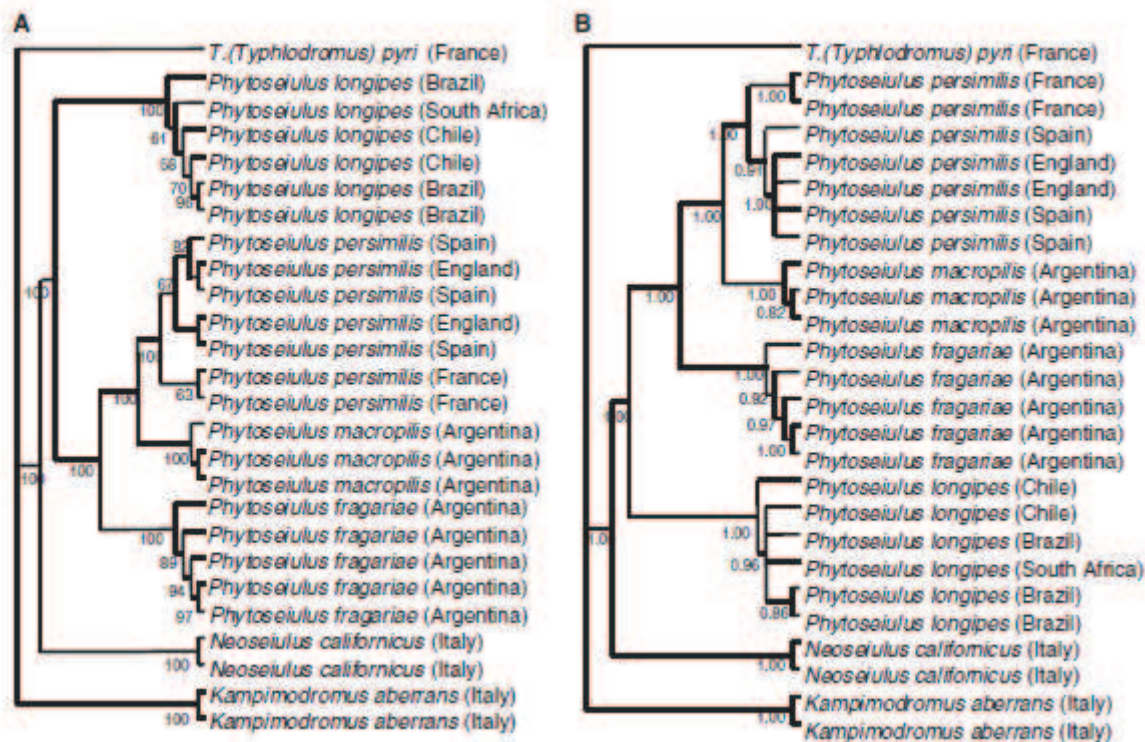


Fig. 2 Majority-rule consensus trees obtained after parsimony analysis (A) and Bayesian analysis (B) carried out on combined molecular datasets, including the four species of the genus *Phytoseiulus*, three other species of the subfamily Amblyseinae, and one species “outgroup” of the sub-family Typhlodrominae: *T. (Typhlodromus) pyri*.



Fig. 3 Bioeographic distribution of the four species of genus *Phytoseiulus* and *Afroseiulus robertsi* (after Moraes et al. 1986, 2004; Takahashi & Chant 1993a). M: *Phytoseiulus macropilis*, P: *Phytoseiulus persimilis*, F: *Phytoseiulus fragariae*, L: *Phytoseiulus longipes*, Ar: *Afroseiulus robertsi*.

Discussion

Monophyly of the genus Phytoseiulus

The morphological and molecular phylogenies obtained are congruent, as both show that *P. macropilis* and *P. persimilis* are closely related to each other and then directly grouped in the same clade with *P. fragariae*. In both analyses, *P. longipes* has a basal position, and is separated from this latter clade. In the morphological analysis, *P. longipes* is grouped in a same clade with *A. robertsi*. These results are different from those obtained by Takahashi & Chant (1993c). Morphological and molecular analyses both support that the species of the genus *Phytoseiulus* form one clade. However, the morphological analysis suggests that this clade also includes *A. robertsi*. The genus *Phytoseiulus* seems thus paraphyletic, including all the species of *Phytoseiulus* but also *A. robertsi*. Unfortunately, this result has not been confirmed by molecular analysis, as it has been impossible to retrieve live material of *A. robertsi*. This clade (*Phytoseiulus* and *Afroseiulus*) is supported by the following characters: reduced ventrianal shield, the absence of ZV3 and J2. Both molecular and morphological analyses show a delineation between (i) *P. macropilis*, *P. persimilis*, *P. fragariae* and (ii) *P. longipes*. The morphological analysis further emphasizes the proximity between *P. longipes* and *A. robertsi*. Chant & McMurtry (2006a) also pointed out the similarities between *P. longipes* and *A. robertsi* but suggested that the differences between these two species did not

justify their inclusion in a same genus. Gonzalez & Schuster (1962) removed *P. longipes* from the genus *Phytoseiulus* and placed it in a new monotypic one named *Mesoseiulus*. Other authors later accepted this concept (Van der Merwe 1968; Muma *et al.* 1970; Schultz 1974; Denmark & Schicha 1983). When Baker (1990) described *A. robertsi*, he placed it in this genus with *P. longipes*. Takahashi & Chant (1993c) considered that the removal of *P. longipes* from the genus *Phytoseiulus* would make this genus paraphyletic, as the parsimony analysis that they carried out showed higher proximity between *P. macropilis*, *P. persimilis* and *P. longipes* than with *P. fragariae*.

By separating *P. longipes* and *A. robertsi*, from *P. macropilis*, *P. persimilis* and *P. fragariae*, the present results seem to support Gonzalez & Schuster (1962)'s hypothesis. The genus *Phytoseiulus* could be thus divided into two sub-genera, one including *P. longipes* and *A. robertsi* and the other including *P. macropilis*, *P. persimilis* and *P. fragariae*. The morphological characters that would sustain such delineation are presence / absence of j5, S5, macrosetae on tibia IV and length of the dorsal setae z4.

Phylogenetic relationships, biogeography and evolutive hypothesis

All the species of the genus *Phytoseiulus* have been reported only from Afrotropical and Neotropical regions. As also stated out by Takahashi & Chant (1993a), this biogeographic distribution suggests a western Gondwanian origin (Afrotropical and Neotropical regions) of this genus. This hypothesis agrees with the phylogenetic results, as *P. longipes*, presenting the most basal position (ancestral characters) was reported from both Afrotropical and Neotropical regions. *Afroseiulus robertsi* closely related to *P. longipes*, was reported in the Afrotropical area but only one time. This species has been described from insects (Thripidae), which is unusual within the Phytoseiidae. This species could thus also occur in South America, but has never been found until now, as it could be assumed that collecting mites from insects is certainly more difficult and unusual than from plants.

Phytoseiulus fragariae, only reported from the Neotropical region, could have appeared in this latter area after the break between the Afrotropical and the Neotropical regions. *Phytoseiulus macropilis* and *P. persimilis* are phylogenetically very close. Very weak interspecific distances suggest a recent speciation. However, because these species are nowadays spread out all around the world, because of biological control releases, it is very difficult to determine their biogeographic origin. To get around this, we can consider only information on the biogeographic distribution from before 1970, before the many releases for biological control (Takahashi & Chant 1993a). Among the 14 world records of *P. persimilis*

before 1970, 10 were reported in the West Palaearctic area (Algeria, Israel, Italy, Lebanon, Libya) and four in the Neotropical region (Chile). This suggests that *P. persimilis* was present in the West Palaearctic area before its massive introduction for biological control purposes. The distribution pattern of *P. macropilis* is totally different. Before 1970, this species was reported only from the Neotropical and Nearctic regions, and from Hawaii. Because both species were found in the Neotropical area before their massive introductions all over the world, and because these two species share a common ancestor with *P. fragariae* (assumed to appear in the Neotropical region), they could have originated in the Neotropics. Then dispersal through North Atlantic land bridge that linked North America and Europe by way of Greenland before the rifting and divergence could explain the early occurrence of *P. persimilis* in the West Palaearctic region. However, the hypothesis of a more recent introduction in the West Palaearctic region cannot yet be rejected.

Conclusion

This study is the first one performing both a morphological and molecular phylogenetic analyses within the family Phytoseiidae. The use of molecular systematics increases the number of characters taken into account and minimizes the influence of convergent characters. The present analyses thus offer new insights for resolving phylogenetic questions within the family Phytoseiidae and to determining the reliability of the classifications commonly accepted by specialists but not sustained by cladistic analyses.

The present study is an example of conflicts between classical taxonomy and phylogenetic analysis. The results obtained with both molecular and morphological phylogenetic analyses are similar, but different from the hypotheses developed by Chant & McMurtry (2006a, b, 2007). According to our analyses, the genus *Phytoseiulus* is not a monophyletic group. It seems to include two sub-clades differentiated by the presence / absence of the setae S5 and macrosetae on the tibia IV. This phylogenetic separation was also sustained by biogeographical distribution. However, more data are required to confirm this, particularly molecular data from the rare species *A. robertsi*, which has not been found since its description in 1990. Furthermore, more genera would have to be included in the analysis especially other taxa of Amblyseinae (like species of the genus *Phytoscutus* Muma and *Flagaroseius euflagellatus* Karg) which as *A. robertsi* and *P. longipes* do not bear the setae j5. As the absence of this seta is a rare feature among the family Phytoseiidae, it would be interesting to determine if these taxa are sister groups of the clade including *P. longipes* and

A. robertsi, or if the absence of this seta could be due to convergent evolution. Biogeographic analysis, including also these taxa, would also be required.

Acknowledgements

We thank Maxime Ferrero for the collection of mites in Argentina and Salvatore Ragusa (University of Palermo, Italy), Markus Knapp (ICIPE, Kenya), Gilberto de Moraes (ESALQ, Brazil) for sending mites. We are also very grateful to Ruth A. Hufbauer (Associate Professor, Colorado State University) for English improvements.

Appendix I. List of characters and their encodage for morphological analysis

- (1) Presence of dorsal seta j5; 0: j5 absent, 1: j5 present
- (2) Presence of dorsal seta S5; 0: S5 absent, 1: S5 present
- (3) Presence of caudoventral seta JV4; 0: JV4 absent, 1: JV4 present
- (4) Presence of dorsal seta Z1; 0: Z1 absent, 1: Z1 present.
- (5) Presence of dorsal seta S2; 0: S2 absent, 1: S2 present
- (6) Presence of dorsal seta z3; 0: z3 absent, 1: z3 present
- (7) Presence of dorsal seta s6; 0: s6 absent, 1: s6 present
- (8) Presence of caudoventral seta ZV1; 0: ZV1 absent, 1: ZV1 present
- (9) Position of caudoventral seta ZV2; 0: ZV2 outside ventrianal shield; 1: ZV2 on ventrianal shield
- (10) Presence of caudoventral seta ZV3; 0: ZV3 absent, 1: ZV3 present
- (11) Presence of dorsal seta J2; 0: J2 absent, 1: J2 present
- (12) Presence of caudoventral seta JV3; 0: JV3 absent, 1: JV3 present
- (13) Position of sternal seta ST3; 0: ST3 outside metasternal shield, 1: ST3 on sternal shield
- (14) Position of caudoventral seta JV2; 0: JV2 outside ventrianal shield, 1: JV2 on ventrianal shield
- (15) Number of teeth on fix digit of chelicera; 0: fixed digit with little number of teeth (<5), 1: multidentate fixed digit with at least 5 teeth
- (16) Number of teeth on movable digit of chelicera; 0: edentate movable digit, 1: movable digit with at least one tooth
- (17) Presence of macrosetae on genu IV; 0: genu IV without macroseta, 1: genu IV with one macroseta
- (18) Presence of macrosetae on tibia IV; 0: tibia IV without macroseta, 1: tibia IV with one macroseta

- (19) Presence of macrosetae on basitarsus IV; 0: basitarsus IV without macroseta, 1: basitarsus IV with one macroseta
- (20) Length of dorsal seta j3; 1: 20–40 μm , 2: 40–50 μm , 3: 70–100 μm
- (21) Length of dorsal seta j4; 1: 5–10 μm , 2: 13–25 μm , 3: 40–60 μm
- (22) Length of dorsal seta j6; 1: 5–30 μm , 2: 60–90 μm , 3: 90–110 μm , 4: 120–140 μm , 5: 140–160 μm
- (23) Length of dorsal seta z2; 1: 5–15 μm , 2: 20–30 μm
- (24) Length of dorsal seta z4; 1: 25–40 μm , 2: 45–70 μm , 3: 72–85 μm , 4: 90–110 μm
- (25) Length of dorsal seta Z5; 1: 50–80 μm , 2: 100–120 μm , 3: 120–140 μm
- (26) Length of dorsal seta R1; 1: 20–40 μm , 2: 70–80 μm

References

- Alfaro, M. E., Zoller, S. & Lutzoni, F. (2003). Bayes or bootstrap? A simulation study comparing the performance of Bayesian Markov Chain Monte Carlo sampling and bootstrapping in assessing phylogenetic confidence. *Molecular Biology and Evolution*, 20, 255–266.
- Athias-Henriot, C. (1960). Phytoseiidae et Aceosejidae (Acarina: Gamasina) d'Algérie. IV. Genre *Typhlodromus* Scheuten, 1857. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, 51, 62–107.
- Athias-Henriot, C. (1966). Contribution à l'étude des *Amblyseius* paléarctiques (Acariens Anactinotriches, Phytoseiidae). *Bulletin Scientifique de Bourgogne*, 24, 181–230.
- Athias-Henriot, C. (1977). Nouvelles notes sur les Amblyseiini. III. Sur le genre *Cydnodromus*: Redéfinition, composition (Parasitiformes, Phytoseiidae). *Entomophaga*, 22, 61–73.
- Baker, A. S. (1990). A new species of the mite genus *Mesoseiulus* (Parasitiformes: Phytoseiidae) associated with thrips (Insecta: Thysanoptera). *Journal of Zoology*, 222, 617–622.
- Brown, J. H. & Lomolino, M. V. (1998). *Biogeography*, 2nd Edn (p. 560). Sunderland, MA: Sinauer Associates.
- Chant, D. A. & McMurtry, J. A. (2003a). A review of the subfamily Amblyseiinae Muma (Acari: Phytoseiidae): Part 1. Neoseiulini new tribe. *International Journal of Acarology*, 29(1), 3–46.
- Chant, D. A. & McMurtry, J. A. (2003b). A review of the subfamily Amblyseiinae Muma (Acari: Phytoseiidae). Part II. The tribe Kampimodromini Kolodochka. *International Journal*

of Acarology, 29(3), 179–224.

Chant, D. A. & McMurtry, J. A. (2006a). A review of the subfamily Amblyseinae Muma (Acari: Phytoseiidae): part VIII. The tribes Macroseiini Chant, Denmark and Baker, Phytoseiulini n. tribe, Africoseiulini n. tribe and Indoseiulini Ehara and Amano. International Journal of Acarology, 32, 13–25.

Chant, D. A. & McMurtry, J. A. (2007). Illustrated Keys and Diagnoses for the Genera and Subgenera of the Phytoseiidae of the World (Acari: Mesostigmata) (p. 220). Michigan: Indira Publishing House.

Chant, D. A. & Yoshida-Shaul, E. (1987). A world review of the pyri species group in the genus *Typhlodromus* Scheuten (Acari: Phytoseiidae). Canadian Journal of Zoology, 65(7), 1770–1804.

Congdon, B. D. (2002). The family Phytoseiidae (Acari) in western Washington State with descriptions of three new species. International Journal of Acarology, 28(1), 3–27.

Cruickshank, R. H. (2002). Molecular markers for the phylogenetics of mites and ticks. Systematic and Applied Acarology, 7, 3–14.

Dabert, M. (2006). DNA markers in the phylogenetics of the Acari. Biological Letters, 43(2), 97–107.

Denmark, H. A. & Schicha, E. (1983). Revision of the genus *Phytoseiulus* Evans (Acarina: Phytoseiidae). International Journal of Acarology, 9, 27–35.

Farris, J. S. (1969). A successive approximations approach to character weighting. Systematic Zoology, 18, 374–385.

Farris, J. S. (1989). The retention index and the rescaled consistency index. Cladistics, 5, 417–419.

Ferreira, J., Eshuis, B. & Janssen, A. (2008). Domatia reduce larval cannibalism in predatory mites. Ecological Entomology, 33, 374–379.

Gonzalez, R. H. & Schuster, R. O. (1962). Especies de la Familia Phytoseiidae on Chile. I. (Acarina: Mesostigmata). Boletim Tecnico. Estacion Experimental Agronomica. Universidad de Chile, Facultad de Agronomia, 16, 1–35.

Humphries, C. J. & Parenti, L. R. (1999). Cladistic biogeography. In A. Hallam, B. R. Rosen & T. C. Whitmore (Eds) Interpreting Patterns of Plant and Animal Distribution, 2nd Ed. (p. 187). Oxford Biogeography Series. New York: Oxford University Press.

Hurtado, M. A., Ansaloni, T., Cros-Arteil, S., Jacas, J. A. & Navajas, M. (2008). Sequence analysis of the ribosomal internal transcribed spacers region in spider mites (Prostigmata:

- Tetranychidae) occurring in citrus orchards in Eastern Spain: use for species discrimination. *Annals of Applied Biology*, 153(2), 167–174.
- Jeyaprakash, A. & Hoy, M. A. (2002). Mitochondrial 12S rDNA sequence used to design a molecular ladder assay to identify six commercially available phytoseiids (Acari: Phytoseiidae). *Biological Control*, 25(2), 136–142.
- Jordal, B. H. & Hewitt, G. M. (2004). The origin and radiation of macaronesian beetles breeding in *Euphorbia*: The relative importance of multiple data partitions and population sampling. *Systematic Biology*, 53, 711–734.
- Karban, R., Loeb, G. E., Walker, M. A. & Thaler, J. (1995). Abundance of phytoseiid mites on *Vitis* species: effects of leaf hairs, domatia, prey abundance plant phylogeny. *Experimental and Applied Acarology*, 19, 189–197.
- Klimov, P. B. & O'Connor, B. M. (2008). Origin and higher-level relationships of psoroptidian mites (Acari: Astigmata: Psoroptidia): evidence from three nuclear genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 47(3), 1135–1156.
- Klompen, H., Lekveishvili, M. & Black, W. C., IV (2007). Phylogeny of Parasitiform mites (Acari) based on rRNA. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 43, 936–951.
- Kolodochka, L. A. (1974). The predaceous phytoseiid mites (Parasitiformes: Phytoseiidae) from the forest steppe of the Ukrainian SSR. Part II. Species of the genera *Kampimodromus*, *Paraseiulus*, *Typhlodromus*, *Typhloctonus*, *Anthoseius*, *Phytoseius* [in Russian]. *Vestnik Zoologii*, 1, 25–29.
- Kolodochka, L. A. (1978). Manual for the Identification of Plant- Inhabiting Phytoseiid Mites [in Russian] (p. 79). Naukova Dumka: Akademii Nauk Ukrainian SSR, Instituta Zoologii.
- Kostiainen, T. S. & Hoy, M. A. (1996). The Phytoseiidae as Biological Control Agents of Pest Mites and Insects. A Bibliography (p. 355). Monograph 17, Gainesville: University of Florida, Agricultural Experiment Station, Institute of Food and Agricultural Sciences.
- Lewis, P. O. (2001). A likelihood approach to estimating phylogeny from discrete morphological character data. *Systematic Biology*, 50(6), 913–925.
- McGregor, E. A. (1954). Two new mites in the genus *Typhlodromus* (Acarina: Phytoseiidae). *Bulletin of the Southern California Academy of Science*, 53, 89–92.
- McMurtry, J. A. (1977). Some predaceous mites (Phytoseiidae) on citrus in the Mediterranean region. *Entomophaga*, 22, 19–30.
- McMurtry, J. A. & Croft, B. A. (1997). Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annual Review of Entomology*, 42, 291–321.

- Mickevich, M. F. & Farris, S. J. (1981). The implications of congruence in Menidia. *Systematic Zoology*, 30, 351–370.
- Moraes, G. J. de, McMurtry, J. A. & Denmark, H. A. (1986). A Catalog of the Mite Family Phytoseiidae. References to Taxonomy, Synonymy, Distribution and Habitat (p. 353). EMBRAPA – DDT.
- Moraes, G. J. de, McMurtry, J. A., Denmark, H. A. & Campos, C. B. (2004). A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. *Zootaxa*, 434, 1–494.
- Muma, M. H., Denmark, H. A. & De Leon, D. (1970). Phytoseiidae of Florida. *Arthropods of Florida and Neighboring Land Areas*, 6 (p. 150). Florida: Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry.
- Navajas, M. & Fenton, B. (2000). The application of molecular markers in the study of diversity in acarology: a review. *Experimental and Applied Acarology*, 24, 751–774.
- Navajas, M., Lagnel, J., Fauvel, G. & Moraes, G. J. de (1999). Sequence variation of Ribosomal Internal Transcribed Spacer (ITS) in commercially important Phytoseiidae mites. *Experimental and Applied Acarology*, 23, 851–859.
- Navajas, M., Thistlewood, H., Lagnel, J., Marshall, D., Tsagkarakou, A. & Pasteur, N. (2001). Releases of the predatory mite *Neoseiulus fallacis* (Acari: Phytoseiidae) in Canada: the fate of introductions assessed by pyrethroid resistance and allozyme markers. *Biology Control*, 20, 191–198.
- Niogret, J. & Nicot, A. (2008). Combined approach using morphology and ITS-sequences for description of three new species of *Macrocheles* (Acari: Macrochelidae). *Zootaxa*, 1873, 39–49.
- Niogret, J., Nicot, A., De Stordeur, E. & Bertrand, M. (2007). Combination of morphological characters and ITS-sequence to characterize a new *Macrocheles* species (Acari: Mesostigmata). *Zootaxa*, 1386, 19–29.
- Nylander, J. A. A., Ronquist, F., Huelsenbeck, J. P. & Nieves-Aldrey, J. L. (2004). Bayesian phylogenetic analysis of combined data. *Systematic Biology*, 53, 47–67.
- Okassa, M., Tixier, M. S., Cheval, B. & Kreiter, S. (2009). Molecular and morphological evidence for a new species status within the genus *Euseius* (Acari: Phytoseiidae): consequences for taxonomy. *Canadian Journal of Zoology*, 87, 689–698.
- Pickett, K. M. & Randle, C. P. (2005). Strange bayes indeed: uniform topological prior imply non-uniform clade priors. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 34, 203–211.
- Posada, D. & Crandall, K. A. (1998). Modeltest: testing the model of DNA substitution. *Bioinformatics*, 14, 817–818.
- Ronquist, F. & Huelsenbeck, J. P. (2003). MrBayes 3: Bayesian

- phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics* (Oxford), 19, 1572–1574.
- Sabelis, M. W. (1999). Evolution of plant–predator mutualisms: an introduction to the symposium. In G. R. Needham, R. Mitchell, D. J. Horn & W. C. Welbourn (Eds) *Acarology IX Symposia* Ohio Biological Survey. pp. 205–213. Columbus, Ohio: Ohio Biological Survey.
- Schultz, F. W. (1974). Some aspects of the ecology of *Amblyseius* (*Amblyseius*) *teke* Prichard and Baker and *A.* (*Mesoseiulus*) *longipes* (Evans) (Acarina: Phytoseiidae). *Phytophylactica*, 6, 1–10.
- Seelmann, L., Auer, A., Hoffmann, D. & Schausberger, P. (2007). Leaf pubescence mediates intraguild predation between predatory mites. *Oikos*, 116, 807–817.
- Shimodaira, H. & Hasegawa, M. (1999). Multiple comparisons of log-likelihoods with applications to phylogenetic inference. *Molecular Biology and Evolution*, 16, 1114–1116.
- Simmons, M. P., Pickett, K. M. & Miya, M. (2004). How meaningful are Bayesian support values? *Molecular Biology and Evolution*, 21, 188–199.
- StatSoft. 2008. STATISTICA – (logiciel de l’analyse de données), Version 8.1 [computer program]. France: StatSoft.
- Suzuki, Y., Glazko, G. V. & Nei, M. (2002). Overcredibility of molecular phylogenies obtained by Bayesian phylogenetics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99, 16138–16143.
- Swirski, E. & Amitai, S. (1965). Further phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae) of Israel, with a description of one new species. *The Israel Journal of Agricultural Research*, 15, 123–138.
- Swofford, D. L. 2002. PAUP – Phylogenetic Analysis Using Parsimony (*and Other Methods), Ver. 4. 0. Beta [computer software]. Sunderland, MA: Sinauer Associates.
- Takahashi, F. & Chant, D. A. (1993a). Phylogenetic relationships in the genus *Phytoseiulus* Evans (Acari: Phytoseiidae). I. Geographic distribution. *International Journal of Acarology*, 19, 15–22.
- Takahashi, F. & Chant, D. A. (1993b). Phylogenetic relationships in the genus *Phytoseiulus* Evans (Acari: Phytoseiidae). II. Taxonomic review. *International Journal of Acarology*, 19, 23–37.
- Takahashi, F. & Chant, D. A. (1993c). Phylogenetic relationships in the genus *Phytoseiulus* Evans (Acari: Phytoseiidae). II. Cladistic analysis. *International Journal of Acarology*, 19, 233–241.

- Tamura, K., Dudley, J., Nei, M. & Kumar, S. (2007). MEGA4: Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) software version 4.0. *Molecular Biology and Evolution*, 24, 1596–1599.
- Templeton, A. R. (1983). Phylogenetic inference from restriction endonuclease cleavage site maps with particular reference to the evolution of humans and the apes. *Evolution*, 37, 221–244.
- Thiele, K. (1993). The Holy Grail of the perfect character: The cladistic treatment of morphometric data. *Cladistics*, 9, 275–304.
- Tixier, M. S., Kreiter, S., Barbar, Z., Ragusa, S. & Cheval, B. (2006a). The status of two cryptic species: *Typhlodromus exhilaratus* Ragusa and *Typhlodromus phialatus* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae): consequences for taxonomy. *Zoologica Scripta*, 35(2), 115–122.
- Tixier, M. S., Kreiter, S., Ferragut, F. & Cheval, B. (2006b). The suspected synonymy of *Kampimodromus hmiminai* and *Kampimodromus adrianae* (Acari: Phytoseiidae): morphological and molecular investigations. *Canadian Journal of Zoology*, 84(8), 1216–1222.
- Tixier, M. S., Kreiter, S., Croft, B. A. & Cheval, B. (2008). *Kampimodromus aberrans* (Acari: Phytoseiidae) from USA: morphological and molecular assessment of its density. *Bulletin of Entomological Research*, 98, 125–134.
- Tixier, M. S., Ferrero, M., Okassa, M., Guichou, S. & Kreiter, S. (2010). Morphological and molecular analyses of four populations of *Phytoseiulus longipes* (Mesostigmata: Phytoseiidae) in accordance with their feeding behaviour. *Bulletin of Entomological Research*, E-pub. ahead of print. doi: 10.1017/ S0007485309990617.
- Tselila, B. D., Melamed, S., Gerson, U. & Morin, S. (2007). ITS2 sequences as barcodes for identifying and analyzing spider mites (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 41, 169–181.
- Van der Merwe, G. G. (1968). A taxonomic study of the family Phytoseiidae (Acari) in South Africa with contributions to the biology of two species. *Entomology Memoirs, South Africa Department of Agricultural Technical Services*, 18, 1–198.
- Wallace, A. R. (1876). *The Geographical Distribution of Animals*. Washington: Smithsonian Institution Press.
- Walter, D. E. (1992). Leaf surface structure and the distribution of *Phytoseius* mites (Acarina: Phytoseiidae) in South-eastern Australian forests. *Australian Journal of Zoology*, 40, 593–603.

- Walter, D. E. (1996). Living on leaves: mites, tomenta, and leaf domatia. *Annual Review of Entomology*, 41, 101–114.
- Walter, D. E. & O'Dowd, D. J. (1992). Leaf morphology and predators: effect of leaf domatia on the abundance of predatory mites (Acari: Phytoseiidae). *Environmental Entomology*, 21(3), 478–484.
- Yoshida-Shaul, E. & Chant, D. A. (1983). Ontogenetic development of setae in two species groups in the genus *Typhlodromus* Scheuten (Acarina: Phytoseiidae). *International Journal of Acarology*, 9, 81–89.
- Yoshida-Shaul, E. & Chant, D. A. (1995a). A review of the species of Phytoseiidae (Acari: Gamasina) described by A. C. Oudemans. *Acarologia*, 36(1), 3–19.

II.6. Conclusion

Le travail présenté dans ce chapitre constitue la première étude phylogénétique sur la famille des Phytoseiidae basée sur des aspects à la fois morphologiques et moléculaires. Les résultats obtenus avec les deux approches (morphologiques et moléculaires) se sont avérés congruents et diffèrent des hypothèses développées par Takahashi et Chant (1993c) et Chant et McMurtry (2006a, b, 2007). Le genre *Phytoseiulus* défini par Chant et McMurtry (2007) semble au mieux paraphylétique et semble inclure deux sous-clades : (i) *P. macropilis*, *P. persimilis*, *P. fragariae* et (ii) *P. longipes* et *A. robertsi*. Cette séparation phylogénétique est également en cohérence avec la distribution biogéographique.

Des questions subsistent cependant sur la nature de ces sous-clades : constituent-ils des genres à part entière ou des sous-genres ? Faut-il rétablir le genre *Mesoseiulus* et banir le genre *Afroseiulus* ? . Il semble clair que les tribus *Afroseiulini* et *Phytoseiulini* n'ont plus lieu d'être et qu'une re-définition des genres ou sous-genres *Phytoseiulus* et *Afroseiulus* (ou *Mesoseiulus*) sont à réaliser. De plus, les interrogations sur la nature des clades mis en évidence pourraient par exemple être levées en étudiant les relations des espèces considérées avec les autres genres de la sous-famille des Amblyseiinae.

Enfin de façon plus globale cette étude, en remettant en question les classifications actuelles, montrent l'intérêt de développer de telles approches phylogénétiques basées à la fois sur des marqueurs moléculaires et morphologiques. La poursuite et l'extension de tels travaux à d'autres taxa au sein des Phytoseiidae entraînera certainement des modifications de l'actuelle classification. Nous avons donc poursuivi un tel travail en nous intéressant dans les prochains chapitres à un autre genre de la famille des Phytoseiidae : le genre *Neoseiulella*.

CHAPITRE III – ETUDES TAXONOMIQUES DU GENRE *NEOSEIULELLA* MUMA

Le genre *Neoseiulella* appartient à la sous-famille des Typhlodrominae, et à la tribu des Typhlodromini. Les espèces de ce genre, notamment *N. aceri* et *N. tiliarum*, présentent un certain intérêt pour lutter contre des acariens phytophages de la famille des Tetranychidae (figure 10) (Karg, 1972, 1975; Villaronga & Garcia-Marie, 1988, 1992; Cobanoglu, 1996, 2000; Michalska, 2003; Arnault *et al.*, 2008).

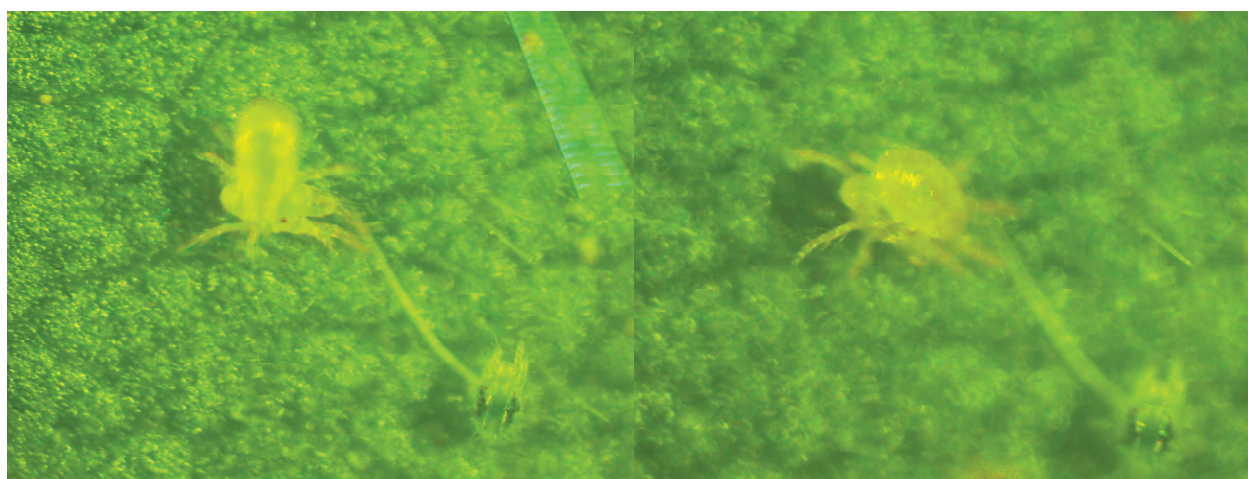


Figure 10. Femelle de *Neoseiulella aceri* en train de se nourrir d'une femelle de *Tetranychus urticae* (photo : Kanouh M.)

La définition du genre *Neoseiulella* a évolué au cours du temps et les espèces constituant actuellement ce genre ont été placées parfois dans des genres et sous-genres différents (Muma, 1961; Pritchard & Baker, 1962; Wainstein, 1962; Ehara, 1966; Arutunjan, 1970; Chaudhri *et al.* 1974; Tseng, 1975; Wainstein, 1977; Athias-Henriot & Fauvel, 1981; Beglyarov, 1981; Lehman, 1982; Karg, 1983; Denmark & Rather, 1984; Chant & Yoshida-Shaul, 1989; Chant & McMurtry, 1994; Denmark & Rather, 1996; Moraes *et al.*, 2004; Chant & McMurtry, 2007; Kolodochka, 2009). Les six tribus incluses dans la sous-famille des Typhlodrominae (Chant & McMurtry, 1994) (figure 11) sont principalement établies à partir de la présence / absence de certaines soies dorsales et pré-anales (s6, z3, z6, S4 et JV4). Deux genres (*Typhloseiulus* Chant et McMurtry et *Typhlodromus* Scheuten) forment, avec le genre *Neoseiulella*, la tribu des Typhlodromini. Cette tribu est celle qui comprend le plus d'espèces (430) au sein de la sous-famille des Typhlodrominae (Chant & McMurtry, 2007). Elle se caractérise par la présence de z3, s6, J2, S2, R1, JV2 et ZV3; la présence de S4 et JV4 pour la

plupart des espèces et par l'absence de z6 et Z3 (Chant & McMurtry, 1994, 2007). Le genre *Neoseiulella* avec 47 espèces listées dans la bibliographie (Annexe 2) possède un ensemble de caractères morphologiques particuliers (figurées dans l'article A3) qui permet de le distinguer des autres genres et sous-genres appartenant à la tribu des Typhlodromini. Il se distingue du sous-genre *Typhlodromus* (*Anthoseius*) De Leon par la présence de la soie dorsale Z1 (absente chez *Typhlodromus* (*Anthoseius*)), du sous-genre *Typhlodromus* (*Typhlodromus*) Scheuten par la présence des soies dorsales Z1 et S5 (absentes chez *Typhlodromus* (*Typhlodromus*)). Les espèces du genre *Neoseiulella* sont morphologiquement proches des espèces du genre *Typhloseiulus*. Cependant, elles se distinguent de ces dernières par (i) la nature des soies dorsales (très épaisses, « thorn-like » chez *Typhloseiulus*; simples chez *Neoseiulella*); (ii) la forme du bouclier ventrianal des femelles (réduite chez *Typhloseiulus*; non-réduite chez *Neoseiulella*); (iii) la nature du péritrème (strié chez *Typhloseiulus*; pointillé chez *Neoseiulella* (excepté pour *N. elongata*)).

Ce travail de thèse a porté sur plusieurs aspects de la taxonomie de ce genre :

** Dans un premier temps, nous nous sommes intéressés au niveau spécifique. En effet, certains doutes concernant la validité des espèces incluses actuellement dans ce genre et sur les synonymies avancées existent. Les espèces de ce genre présentent en effet une certaine homogénéité morphologique et sont donc très difficiles à discriminer entre elles. Nous nous sommes donc attachés dans un premier temps à essayer de lever les ambiguïtés concernant la validité des espèces incluses dans ce genre en étudiant notamment les différents cas de synonymies présumés dans les diverses révisions successives.

** Dans un deuxième temps, nous nous sommes intéressés au niveau supra-spécifiques et aux relations phylogénétiques entre les espèces incluses dans ce genre. En effet, l'analyse de la distribution géographique des espèces du genre *Neoseiulella* montre qu'il existe deux groupes majeurs (Chant & McMurtry, 1994; Walter, 1997; Chant & McMurtry, 2007). Le premier, appelé '*tiliarum*', est majoritairement signalé de la région Ouest-Paléarctique; le deuxième groupe, appelé '*cottieri*', est principalement connu de la région Australasienne. Cette distribution disjointe pourrait être liée à différents événements, dont la dispersion, l'effet de la vicariance ou encore des convergences évolutives. Le deuxième objectif de ce travail de thèse a donc été de déterminer si le genre *Neoseiulella* est réellement monophylique malgré cette distribution disjointe et d'étudier les différentes hypothèses et scénarii évolutifs qui auraient

pu conduire à une telle distribution. Pour ceci, nous avons mené des analyses phylogénétiques afin d'étudier les relations évolutives d'une part entre les espèces du genre *Neoseiulella* et d'autre part avec des espèces appartenant à des genres actuellement considérés d'après la littérature comme taxonomiquement proches du genre *Neoseiulella*.



Figure 11. Phénogramme de la famille des Phytoseiidae, montrant les relations entre les genres et tribus de deux sous-familles des Phytoseiinae et Typhlodrominae (d'après Chant & McMurtry, 1994).

III.A. Article A2 : Est-ce que les synonymies présumées au sein du genre *Neoseiulella* sont valides ?

Six cas de synonymies ont été présumés dans les révisions successives du genre *Neoseiulella* (Danemark & Rather, 1984; Chant & Yoshida-Shaul, 1989; Danemark & Rather, 1996; Moraes *et al.*, 2004; Kolodochka, 2009) :

- (i) *Neoseiulella tiliarum* (Oudemans) et *N. formosa* (Wainstein).
- (ii) *Neoseiulella aceri* (Collyer), *N. squamiger* (Wainstein) et *N. aceris* (Lehman).
- (iii). *Neoseiulella tuberculata* (Wainstein), *N. sexapori* (Karg and Edland) et *N. arutunjani* (Kuznetsov).
- (iv) *Neoseiulella vollsella* (Chaudhri, Akbar and Rasool), *N. transitans* (Gupta) et *N. prunus* (Denmark and Rather).
- (v) *Neoseiulella manukae* (Collyer) et *N. glenfieldensis* (Schicha).
- (vi) *Neoseiulella compta* (Corpuz-raros) et *N. multispinosa* (Tseng).

Le présent travail de thèse ne concerne que cinq de ces six cas, étant donné qu'il a été impossible d'emprunter et donc d'examiner les types de *N. compta* et *N. multispinosa*, malgré des demandes répétées. De plus, du fait des problèmes d'échantillonnages rencontrés, seuls les deux premiers cas de synonymies ont été considérés dans les analyses moléculaires (Article A2). Pour les trois autres cas, des études morphologiques basées sur l'observation des matériels typiques ont été réalisées. Les résultats de cette dernière étude figurent dans l'article A3.

Two synonymy cases within the genus *Neoseiulella* (Acari: Phytoseiidae): is the molecular evidence so evident?

MOHAMAD KANOUEH, MARIE-STÉPHANE TIXIER*, SABINE GUICHOU, CHEVAL BRIGITTE and SERGE KREITER

Montpellier SupAgro, Unité Mixte de Recherche n°1062 Centre de Biologie et de Gestion des Populations INRA/IRD/CIRAD/Montpellier SupAgro, Campus International de Baillarguet, CS 30016, 34988 Montferrier sur Lez cedex, France. *Corresponding author e-mail: tixier@supagro.inra.fr

Abstract. Synonymy is considered as a great problem for diversity characterization and further applications, especially for biological control success in regards to natural enemies' accurate identification. This study focuses on two synonymy cases of natural enemies, belonging to the family Phytoseiidae, the genus *Neoseiulella* and concerning five species of this genus: *Neoseiulella tiliarum*, *N. formosa*; *N. aceri*, *N. squamiger*, and *N. aceris*. Morphological and molecular analyses (12S rRNA, CytB mtDNA, ITS DNA) were applied. First, the present results support the synonymy of *N. tiliarum* and *N. formosa*. Secondly, because morphological differences (solenostomes occurrence) were observed for the first time between the type material of *N. aceris* and *N. squamiger*, this study does not provide enough evidence to synonymize these two species and further analyses are required. Lastly, we assume that *N. squamiger* and *N. aceri* are synonyms. However, three groups of specimens, including *N. aceri* and *N. squamiger*, were identified by two mitochondrial DNA genes (12S rRNA and Cytb mtDNA). Therefore this study highlights problems encountered using only mitochondrial genes to diagnose species. The great mtDNA variations observed seem to reflect population differentiation (linked to plant support). It is the first time that such high intraspecific differentiation would be observed within the family Phytoseiidae. Further experiments, such as cross-breedings and micro-satellites DNA markers analyses, are planned to characterize gene flow and reproductive isolation levels within this species.

ADDITIONAL KEYWORDS: Bayesian analyses – markers – *N. aceri* – *N. aceris* – *N. formosa* – *N. squamiger* – *N. tiliarum*.

Introduction

Species identification is essential, as species are the precondition of global biodiversity assessments. Yet, the main reason for imprecision in this task is that a large number of species have been described more than once (Gaston *et al.*, 1995). A great challenge is thus to determine how these synonymies are reliable and consequently to determine how much variability of one or more characters should be expected within a single species (Wiens & Servedio, 2000). The present study focuses on the family Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata), that comprises the most common predators of phytophagous mites used in biological control programs in the world (Helle & Sabelis, 1985; Kostianen & Hoy, 1996; McMurtry & Croft, 1997; Edland & Evans, 1998). The number of nominal phytoseiid species has increased exponentially from 34 in 1950 to more than 2280 in 2007 (Chant & McMurtry, 2007) and considerable synonymy cases are assumed (Moraes *et al.*, 2004; Chant & McMurtry, 2007), hampering biological control success due to species misidentifications. This paper deals with two cases of synonymies within a genus of the family Phytoseiidae, *Neoseiulella* Muma.

Neoseiulella tiliarum (Oudemans, 1930) and *N. formosa* (Wainstein, 1958): the differences between these two species is based on the number of pairs of setae on the sternal shield (two pairs for *N. tiliarum*, three for *N. formosa*). Chant (1959) first suggested their synonymy. Then, in 1962 Hirschmann considered these two species as valid. Denmark & Rather (1984) mentioned in their revision of the genus *Typhloctonus* the species *N. tiliarum* but not *N. formosa*, as they only considered species with two setae on the sternal shield. Kolodochka (1986, 2009), Chant & Yoshida-Shaul (1989) and Denmark & rather (1996) concluded that *N. formosa* is a junior synonym of *N. tiliarum*.

Neoseiulella aceri (Collyer, 1957), *N. squamiger* (Wainstein, 1960) and *N. aceris* (Lehman, 1982): *Neoseiulella aceri* differs from *N. squamiger* and *N. aceris* by the position of the sub-lateral setae R1 (on the dorsal shield for *N. squamiger* and *N. aceris*, and off the dorsal shield for *N. aceri*). First, Livshitz and Kuznetsov (1972) and then Kolodochka (1986, 2009) suggested *N. squamiger* as a junior synonym of *N. aceri*. However, because of the difference in the insertion of R1, Denmark and Rather (1984, 1996) considered that *N. squamiger* is a different species from *N. aceri*.

Lehman (1982) proposed a new genus (*Heteroseiulus*) whose type species was *Heteroseiulus aceris*. This description was vague and poorly documented. In 1984, after type material comparison, Denmark & Rather considered this latter species a junior synonym of *N. squamiger* as both have the setae R1 inserted on the dorsal shield. They also synonymised the

two genera *Heteroseiulus* and *Typhloctonus* (now *Neoseiulella*). Then in 1989, Chant & Yoshida-Shaul confirmed this synonymy, and proposed *N. squamiger* and *N. aceris* to be junior synonyms of *N. aceri*.

As mentioned before, opinions on synonymies differ, according to the specialists and to the importance they confer to some characters and not to others. Actually, the five species cited above were considered different specific entities in the last world revision of the family (Chant & McMurtry, 2007). The present study aims to determine the reliability of the two cases of synonymies previously presented, based on the examination of type material and on molecular experiments, as molecular approaches have recently performed well to help in mite species discrimination (i.e. Navajas & Fenton, 2000; Cruickshank, 2002; Dabert, 2006; Tixier *et al.*, 2006a,b; Niogret *et al.*, 2007; Tselila *et al.*, 2007; Hurtado *et al.*, 2008; Klimov & O'Connor, 2008; Niogret & Nicot, 2008; Tixier *et al.*, 2008; Okassa *et al.*, 2009).

Material and methods

Species considered

Type material of the five species was observed and molecular analyses were performed for all the species except for *N. aceris*. This species was never retrieved again after its description. The origin of specimens considered for molecular analyses and their accession numbers in Genbank are presented in the table 1. We tried to collect as many populations as possible for each species studied, in order to better characterize the molecular and morphological intraspecific variation (on different plant supports and places). Furthermore, populations were collected in localities as close as possible as to the type locality, when it was possible. It was the case for *N. squamiger* and *N. formosa*, that we collected in Ukraine with the help of Dr L. Kolodochka. However, for the other species, as very little information is available on the type locality, it has been impossible to collect mite accurately in these specific localities. Lastly, up to now, when a species is described, type specimens are deposited in institutions, but no molecular data nor alcohol preserved specimens are available. An ideal situation would be that when taxonomists describe a new species, they also deposit, in a same time, DNA sequences of this material. Furthermore, we have not found the way yet to extract DNA from mites mounted on slides. Differentiation between *N. tiliarum* and *N. formosa* was based on the presence of two or three pairs of setae on the sternal shield. *Neoseiulella squamiger* and *N. aceri* specimens were separated according to the position of the setae R1. As *N. aceris* and *N. squamiger* have both R1 on the dorsal shield, we observe difference in type material of these

two species. *Neoseiulella squamiger* bear five solenostomes on the dorsal shield (gd1, gd2, gd6, gd8 and gd9), whereas on the holotype of *N. aceris* observed, only one pair of solenostomes (gd9) was visible. The number of solenostomes on dorsal shield is currently used for species diagnostic (Chant & Yoshida-Shaul, 1987; Ragusa & Tsolakis, 1994; Tixier *et al.*, 2006a,b). As all the specimens collected bear five solenostomes on the dorsal shield, we thus consider that none of these specimens belong to *N. aceris*. For molecular experiments, specimens of *Neoseiulella litoralis* (Swirski & Amitai, 1984) were analysed as a control in order to assess interspecific genetic distances (Table 1). At last, specimens of *Typhlodromus* (*Typhlodromus*) *pyri* Scheuten (sub-family Typhlodrominae), were used as an outgroup for phylogenetic analyses.

All the mites were collected directly from leaves, and immediately put in plastic vials filed with absolute alcohol (100 %).

Morphological studies

Setal nomenclature used in this paper follows Lindquist & Evans (1965) as adapted by Rowell *et al.* (1978) for the Phytoseiidae, with modifications for the caudal region as given by Lindquist (1994). Idiosomal gland nomenclature follows Athias-Henriot (1975) and Swirski *et al.* (1998). The observations were performed with a phase and differential interference contrasts microscope (Leica DMLB, Leica Microsystemes SAS, Nanterre, France) (40x magnification). The type material examined are as follow: the female holotype of *N. tiliarum* (deposited in the Rijksmuseum van Natuurlijke Historie, Leiden, the Netherlands); a female lectotype of *N. formosa* and the female holotype of *N. squamiger* (deposited in the ASU, the Institute of Zoology, Academy of Sciences of the Ukraine SSR, Kiev, Ukraine); four syntypes of *N. aceri* (deposited in the BMNH, the British Museum of Natural History, Cromwell Road, London, England); the female holotype of *N. aceris* (deposited in the collection of the Florida Department of Agriculture and Consumer Services, USA).

Furthermore, as intraspecific variations are underestimated using only type material observations, several females of *N. tiliarum*, *N. formosa*, *N. aceri* and *N. squamiger* collected in France, Ukraine, Hungary and Croatia (Table 1), were mounted on slides in Hoyer's medium and also measured.

The morphological characters taken into account were: position of sub-lateral setae R1, and sternal setae ST3 (on / off sternal shield), the level of the peritreme; spermatheca shape, number of teeth on chelicerae, the presence / absence of solenostomes on dorsal and ventral shields, the lengths of 21 pairs of idiosomal setae (j1, j3, j4, j5, j6, J2, J5, z2, z3, z4, z5, Z1,

Table 1. Origins of the populations of the studied species of the genus *Neoseiulella* Muma (sub-family Typhlodrominae), considered for molecular experiments and Genbank accession numbers (specimens collected from Hungary by Dr Ripka, from Croatia by Vrina Klaric, from Ukraine by Mohamad Kanouh).

Species	Country	Locality	Host plant	GPS		No. of females measured	Genbank accession n°		
				coordinates			12S	CytB	ITS
<i>Neoseiulella tiliarum</i>	France	Valleraugue (Gard)	<i>Tilia cordata</i>	44° 5' 28" E; 3° 38' 10" N		10	GU938086 GU938087 GU938088		GU938146
<i>Neoseiulella tiliarum</i>	France	Ceyrat (Puy de Dôme)	<i>T. cordata</i>	45° 43' 38" E; 3° 3' 32" N		10	GU938089 GU938090 GU938091		GU938147 GU938148
<i>Neoseiulella tiliarum</i>	France	Ceyrat (Puy de Dôme)	<i>Corylus avellana</i>	45° 43' 38" E; 3° 3' 32" N		-	GU938092		GU938149
<i>Neoseiulella formosa</i>	Ukraine	Kiev	<i>T. cordata</i>	50° 27' 22" E; 30° 31' 32" N		10	GU938093 GU938094		GU938150 GU938151
<i>Neoseiulella aceri</i>	France	Valleraugue (Gard)	<i>Acer monspessulanum</i>	44° 5' 28" E; 3° 38' 10" N		5	GU938095 GU938096	GU938128 GU938129	GU938152 GU938153
<i>Neoseiulella aceri</i>	France	Ganges (Hérault)	<i>A. monspessulanum</i>	43° 56' 19" E; 3° 41' 24" N		5	GU938097 GU938098 GU938099	GU938130	GU938155 GU938156 GU938157 GU938158
<i>Neoseiulella aceri</i>	France	Les Angles (Pyrénées Orientales)	<i>Acer</i> sp.	42° 34' 15" E; 2° 4' 15" N		5	GU938107 GU938108 GU938109	GU938131	GU938163 GU938164 GU938165
<i>Neoseiulella aceri</i>	France	Romagnat (Puy de Dôme)	<i>Acer platanoides</i>	45° 43' 19" E; 3° 6' 36" N		5	GU938100 GU938101 GU938102 GU938103 GU938104 GU938105 GU938106	GU938132	GU938159 GU938160 GU938161 GU938162
<i>Neoseiulella aceri</i>	France	Mas de Londres (Hérault)	<i>Acer campestre</i>	43° 46' 51" E; 3° 45' 12" N		5	GU938110 GU938111 GU938112	GU938133 GU938134	GU938166 GU938167 GU938168 GU938169
<i>Neoseiulella squamiger</i>	Croatia	Rijeka	<i>Acer</i> sp.	45° 19' 48" E; 14° 26' 40" N		5	GU938113 GU938114	GU938138	GU938170 GU938171 GU938172 GU938173
<i>Neoseiulella squamiger</i>	Ukraine	Kiev	<i>A. platanoides</i>	50° 27' 22" E; 30° 31' 32" N		5	GU938115 GU938116 GU938117 GU938118 GU938119	GU938137	GU938174 GU938175 GU938176 GU938177 GU938178 GU938179 GU938180 GU938181
<i>Neoseiulella squamiger</i>	Hungary	Budapest	<i>A. campestre</i>	47° 42' 48" E; 18° 56' 15" N		5	GU938120 GU938121	GU938135 GU938136	GU938182 GU938183 GU938184
<i>Neoseiulella litoralis</i>	France	Villeneuve-lès-Maguelone (Hérault)	<i>Salicornia rubra</i>	43° 31' 6" E; 3° 53' 3" N		-	GU938124 GU938125 GU938126	GU938139 GU938140 GU938141	GU938187
<i>Neoseiulella litoralis</i>	France	Villeneuve-lès-Maguelone (Hérault)	<i>Halimione portulacoides</i>	43° 31' 6" E; 3° 53' 3" N		-	GU938122 GU938123	GU938142 GU938143 GU938144	GU938185 GU938186
<i>Typhlodromus (Typhlodromus) pyri</i>	France	Valleraugue (Gard)	<i>Rubus fruticosus</i>	44° 5' 28" E; 3° 38' 10" N		-	GU938127	GU938145	GU938188

Z4, Z5, s4, s6, S2, S4, S5, r3 and R1), the dimensions (length and width) of dorsal, ventral shields and macrosetae on leg IV.

Student t-tests (Statsoft, 2008) were performed to determine differences in measurements between (i) *N. tiliarum* and *N. formosa*, (ii) *N. aceri* and *N. squamiger*, based on the additional specimens collected and measured.

Molecular studies

DNA mite extraction

DNA was individually extracted from several females per strain, using a Qiagen DNeasy tissue kit (Qiagen, Hilden, Germany), according to the DNA extraction protocol adapted for extracting total DNA from mites.

Markers used

Three DNA markers, ITS (nuclear ribosomal DNA marker), 12S rRNA and Cytochrome b mtDNA (mitochondrial DNA markers) were used. The Cytb mtDNA was only considered for the differentiation between *N. aceri* and *N. squamiger* as ambiguous results were obtained with the two other markers. The primers used to amplify the ITS fragments were those proposed by Navajas *et al.* (1999): 5'-3' AGAGGAAGTAAAAGTCGTAACAAG and 3'-5' ATATGCTTAAATTCAGGGGG. The primers used to amplify the mitochondrial DNA fragments were as follows: 12S rRNA, 5'-3' TACTATGTTACGACTTAT and 3'-5' AAAC TAGGATTAGATACCC (Jeyaprakash & Hoy, 2002); Cytochrome b mtDNA, 5'-3' TAWRAARTATCAYTC DGGTTKRATATG and 3'-5' CCWTGAGG ACAAATAWSWTT YTGAGG.

Polymerase chain reaction (PCR) and sequencing

A total volume of 25 µl was used for PCR reaction: 4 µl of mite DNA, 2.5 µl (1 mM) of buffer 10X, 1 µl (1.5 mM) of MgCl₂, 0.5 µl (0.05 mM for each) dNTP, 0.175 µl (0.7 µM) for each primer, 0.125 µl (0.625 U) of Taq Qiagen and 16.525 µl of water. Thermal cycling conditions were as follows, for the ITS marker: 92 °C for 2 min, followed by 35 cycles of 92 °C for 15 s, 50 °C for 45 s and 72 °C for 1 min, and 72 °C for 7 min; for the 12S rRNA marker: 95 °C for 1 min, followed by 35 cycles of 94 °C for 30 s, 40 °C for 30 s and 72 °C for 1 min, and 72 °C for 5 min; for the Cytb mtDNA marker: 94 °C for 3 min, followed by 35 cycles of 92 °C for 20 s, 53 °C for 1 min and 72 °C for 1 min, and an additional 5 min at 72 °C. Electrophoresis was carried out on a 1.5 % agarose gel in 0.5 X TBE buffer for 30 min at 100 volts. Dynamic ET Terminator Cycle Sequencing kit was used for PCR products sequencing. The purification of PCR products was performed using ExoSAP-IT (Amersham).

Table 2. Morphological characters of the type material specimens of five species of the genus *Neoseiulella*.

	<i>N. tiliarum</i> Holotype (n = 1)	<i>N. formosa</i> Lectotype (n = 1)	<i>N. aceri</i> Syntype (n = 4)	<i>N. squamiger</i> Holotype (n = 1)	<i>N. aceris</i> Holotype (n = 1)
Dorsal Shield length	350	336	318 (312-326)	342	318
Dorsal Shield width (at s4)	164	163	170 (166-174)	184	180
Dorsal Shield width (at Z1)	182	180	201 (198-207)	210	210
Dorsal Shield reticulation	reticulate	reticulate	reticulate	reticulate	Reticulate
J1 length	20	19	16 (15-17)	14	17
J3 length	30	30	26 (25-26)	20	25
J4 length	19	19	18 (17-18)	17	18
J5 length	21	20	18 (17-18)	16	18
J6 length	20	18	24 (23-25)	21	23
J2 length	26	26	31 (30-31)	29	36
J5 length	7	11	14 (13-14)	13	13
Z2 length	25	22	21 (20-22)	20	19
Z3 length	31	28	26	25	25
Z4 length	32	31	27	28	29
Z5 length	20	17	16 (15-16)	15	18
Z1 length	26	33	30 (28-31)	28	32
Z4 length	38	38	35	35	35
Z5 length	44	44	38 (37-39)	42	41
S4 length	34	34	31	29	32
S6 length	36	34	31 (30-31)	30	33
S2 length	40	39	31	34	35
S4 length	35	35	26 (25-26)	27	28
S5 length	18	19	14 (13-15)	17	17
R3 length	29	28	21 (20-21)	20	21
R1 length	21	21	20	20	23
R3 on/off Dorsal Shield	off	off	off	off	off
R1 on/off Dorsal Shield	off	off	off	on	on
gd1 presence	present	present	present	present	Absent
gd2 presence	present	present	present	present	Absent
gd4 presence	absent	absent	absent	absent	Absent
gd5 presence	absent	absent	absent	absent	Absent
gd6 presence	present	present	present	present	not visible
gd8 presence	present	present	present	present	not visible
gd9 presence	present	present	present	present	present
Sternal Shield length	82	66	37 (34-40)	37	40
Sternal Shield width (at ST2)	84	65	53 (51-58)	53	61
ST3 on Sternal Shield	0	1	1	1	1
Sternal Shield reticulation	smooth	smooth	Smooth	smooth	smooth
Genital Shield width	62	62	60 (58-61)	60	54
Genital Shield reticulation	smooth	smooth	Smooth	smooth	smooth
Ventrianal Shield length	103	102	99 (96-101)	103	97
Ventrianal Shield width (at ZV2)	60	66	83 (82-86)	86	82
Ventrianal Shield reticulation	reticulate	reticulate	Reticulate	reticulate	reticulate
JV3 presence	present	present	Present	present	present
gv3 presence	absent	absent	Present	present	present
JV5 length	26	24	14	17	15
Primary metapodal plate length	28	31	30 (29-30)	30	33
Numbers of teeth on the fixed digit	1	1	2	2	2
Numbers of teeth of movable digit	1	1	0	0	0
Movable digit length	27	26	21 (20-23)	25	27
Macrosetae on genu IV	absent	absent	absent	absent	absent
Macrosetae on tibia I	absent	absent	absent	absent	absent
Macrosetae on basitarsus IV	absent	absent	absent	absent	absent
Peritreme level	z4	z4	j3	j3	j3

Measurements values are expressed in micrometers μm

The sequencer used was the Megabase 1,000 apparatus. DNA fragments were sequenced along both strands. Sequences were aligned and analysed with Mega 4.1 (Tamura *et al.* 2007).

Data analysis

The distance matrices were constructed using the Kimura two-parameter model. A Neighbour Joining (NJ) tree was constructed. Support was determined using 1,000 bootstrap replicates. Even if the NJ algorithm is relatively fast and performs well when the divergence between sequences is low, multiple substitutions at the same site (i.e., homoplasy) can obscure the true distance and make sequences seem artificially close to each other (Holder & Lewis, 2003). For this reason, a Bayesian analysis was also performed (Jordal & Hewitt, 2004; Nylander *et al.*, 2004). The best-fit substitution model was determined by Modeltest 3.06 (Posada & Crandall, 1998) through hierarchical likelihood-ratio tests (LRTs). The GTR model of evolution was selected by the LRTs with a proportion of invariable sites and a gamma distribution. The GTR model was implemented in MrBayes 3.1 (Ronquist & Huelsenbeck, 2003). The number of categories used to approximate the gamma distribution was set at 4, and four Markov chains were run for 1,000,000 generations. Stabilization of model parameters (burn-in) occurred at around 250,000 generations. The results are presented in the form of a 50 % majority-rule consensus tree (in which trees corresponding to the burn-in period are discarded) and the support for the nodes of this tree is given by posterior probability estimates for each clade.

Results and discussion

Measurements (expressed in micrometers, μm) and drawings of the type material for the five species considered are presented in the table 2 and on figures 1 to 5. Comparison of the characters between the type specimens of *N. tiliarum*, *N. formosa*, *N. aceri* and *N. squamiger* and the specimens collected, measured and identified as belonging to the same species (Tables 2, 3), revealed great similarities which leaves no doubt on their identity.

Fragments of 642, 464 and 426 base pairs (bp) were amplified for the ITS gene, 12S rRNA and Cytb mtDNA, respectively. DNA analyses showed quite similar and constant rates of nucleotide substitutions for all the populations and species studied. Among these amplified fragments, 571, 425 and 422 bp were aligned for the ITS, 12S and Cytb genes, respectively. A BLAST search of the Genbank database showed that the sequences aligned with other 12S rRNA, Cytb mtDNA and ITS sequences of Phytoseiidae.

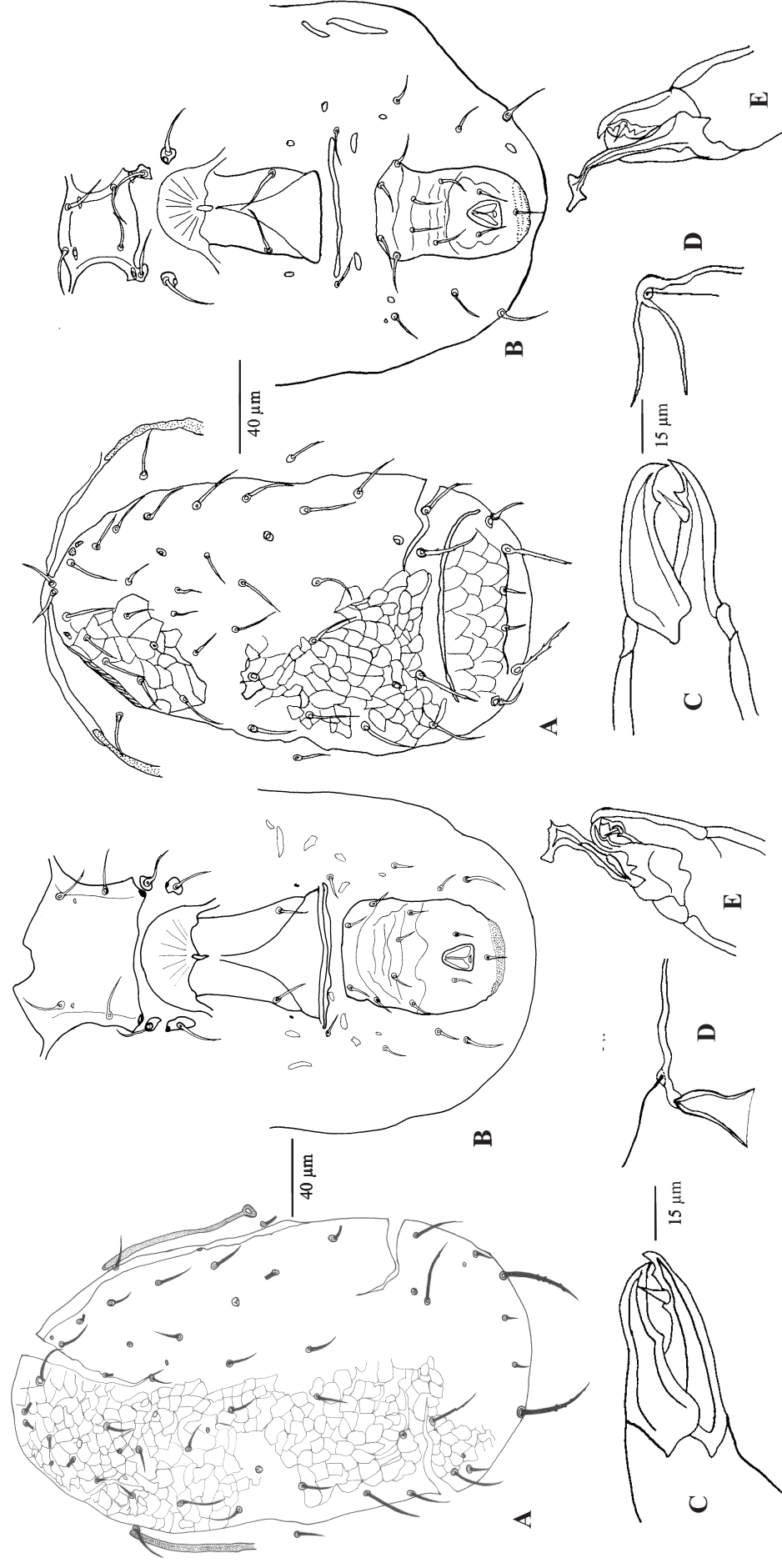


Figure 1 (left). Female holotype of *Neoseiulella tiliarum* (Oudemans). A, dorsal shield; B, ventral shields; C, chelicera; D, spermatheca; E, male spermatodactyl (collection).

Figure 2 (right). Female lectotype of *Neoseiulella formosa* (Wainstein). A, dorsal shield; B, ventral shields; C, chelicera; D, spermatheca; E, male spermatodactyl (lectotype).

NEOSEIULELLA TILIARUM* AND *N. FORMOSA

Except for the position of sternal seta (ST3), all the characters considered are identical on the type material of these two species (Table 2; Figures 1 & 2). Furthermore, even if some differences were noted between specimens identified as *N. formosa* and *N. tiliarum* for ten characters, these differences were very small and would not support specific diagnostic (Table 3). NJ trees and bayesian analyses for both DNA fragments show that the specimens identified as *N. formosa* and *N. tiliarum* are included in the same clade, but in two sister subclades not well supported (Figures 6 & 7). The mean genetic distances between these species are very low (12S: 0.4 % [min: 0.3 %; max: 0.6 %]; ITS: 0 %) and overlaps between intra- and interspecific genetic distances were observed for both DNA fragments (Table 4). For comparison, mean genetic distances between *N. formosa* or *N. tiliarum* and other species of *Neoseiulella* here considered ranged between 5.9 % and 6.5 % and between 17.7 % and 42.3 %, with the ITS and 12S DNA markers, respectively (Table 4). In other studies carried out with the 12S rRNA fragment, Okassa *et al.* (2009) and Tixier *et al.* (2010) showed that genetic distances varied from 0 to 3 % within a same species of Phytoseiidae. Tixier *et al.* (2006), using the ITS DNA fragment, observed a mean genetic distance of 0.9 % within a species of Phytoseiidae (*Typhlodromus* [*Typhlodromus*] *exhilaratus* Ragusa) and of 3% between this latter and the closely related one (*Typhlodromus* [*Typhlodromus*] *phialatus* Athias-Henriot). Thus, the weak genetic distances presently observed between specimens identified as *N. formosa* and *N. tiliarum* seem to show that these specimens all belong to the same species. The position of sternal seta ST3 does not thus seem to be a reliable diagnostic character in this case, supporting Kolodochka (1986, 2009) and Chant & Yoshida-Shaul (1989)'s conclusions.

NEOSEIULELLA ACERI*, *N. SQUAMIGER*, AND *N. ACERIS

Both *N. squamiger* and *N. aceris* have setae R1 inserted on the dorsal shield. No difference between type material of *N. aceris* and *N. squamiger* was observed, except for the number of solenostomes of the dorsal shield (Table 2; Figures 4 & 5). Only one pair of solenostomes (gd9) was observed for *N. aceris* (specimens in poor conditions) (Figure 5), whereas five (gd1, gd2, gd6, gd8 and gd9) were observed on *N. squamiger* (Figure 4) (Table 2). Lehman (1982) did not mention solenostomes in the original description of *N. aceris*, but he draw three solenostomes (gd2, gd6 and gd8), that we did not observe. In the other redescrptions of this species, Chant & Yoshida-Shaul (1989), Denmark & Rather (1984, 1996) did not mention the occurrence of solenostomes and did not draw this species. As some authors have shown

the importance of such characters for species differentiation (Chant & Yoshida-Shaul, 1987; Ragusa & Tsolakis, 1994; Tixier *et al.*, 2006a,b), the synonymy between *N. squamiger* and *N. aceris* still needs further investigation. Molecular analyses or cross breedings would be useful to answer this question; however the difficulty will be to obtain live material of *N. aceris*. Except for the position of sub-lateral seta R1, the type materials of *N. aceri* and *N. squamiger* were identical (Figures 3 & 4; Tables 2 & 3). Molecular analyses showed that all these specimens are included in a same clade (Figures 6 & 7). However, this clade is divided in three well-supported sub-clades for the 12S mtRNA analysis (Figure 6) and in four for the ITS DNA bayesian analysis (Figure 7b). Moreover, no sub-clade was observed for the ITS DNA NJ tree (Figure 7a). Because of these divergent results, another DNA marker (CytB mtDNA) was applied. The results were congruent with those obtained with the 12S rRNA fragment (Figure 9a, b). We therefore wonder whether these sub-clades represent three cryptic species or three populations in the same species. As specimens identified as *N. aceri* and *N. squamiger* (based on the position of R1) are present in the three clades, the position of R1 would not be a reliable criteria to distinguish between these species or populations. For both mitochondrial DNA fragments (12S, Cytb), mean genetic distances within a same sub-clade were very small (12S [0 - 0.2 %]; Cytb [0.6 - 1.2 %]) (Figure 8b,c; Table 4). These values are similar to intraspecific genetic distances already observed for other phytoseiid mite species with the same mtDNA fragments (Okassa *et al.*, 2009; Tixier *et al.*, 2010; Okassa *et al.*, 2010). Furthermore, like in these previous studies, the intra-group distances were much smaller than inter-group ones and no overlap between them was observed (Table 4, Figure 8b, c).

Mean genetic distances of the other species of *Neoseiulella* considered ranged between 17 % and 39.4 % for the 12S rRNA fragment and is of about 51 %for the CytB DNA one. Inter-group genetic distances, even if smaller than these interspecific ones, were similar to interspecific distances already observed within this same family. Okassa *et al.* (2009) observed for the fragment 12S a mean genetic distance of 14 % between two closely related species of the genus *Euseius*. Tixier *et al.* (2010) and Okassa *et al.* (2010) observed with this same DNA fragment mean genetic distances of 11 % and 3 % between *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot and *P. longipes* Evans, and *P. persimilis* and *Phytoseiulus macropilis* (Banks), respectively. Okassa *et al.* (2010) observed genetic distance of 14 % between *P. persimilis* and *P. macropilis* with the CytB DNA fragment. Therefore, the results obtained here with the two mt fragments (12S and CytB DNA markers) are convergent; dividing *N. aceri* and *N. squamiger* into three different species.

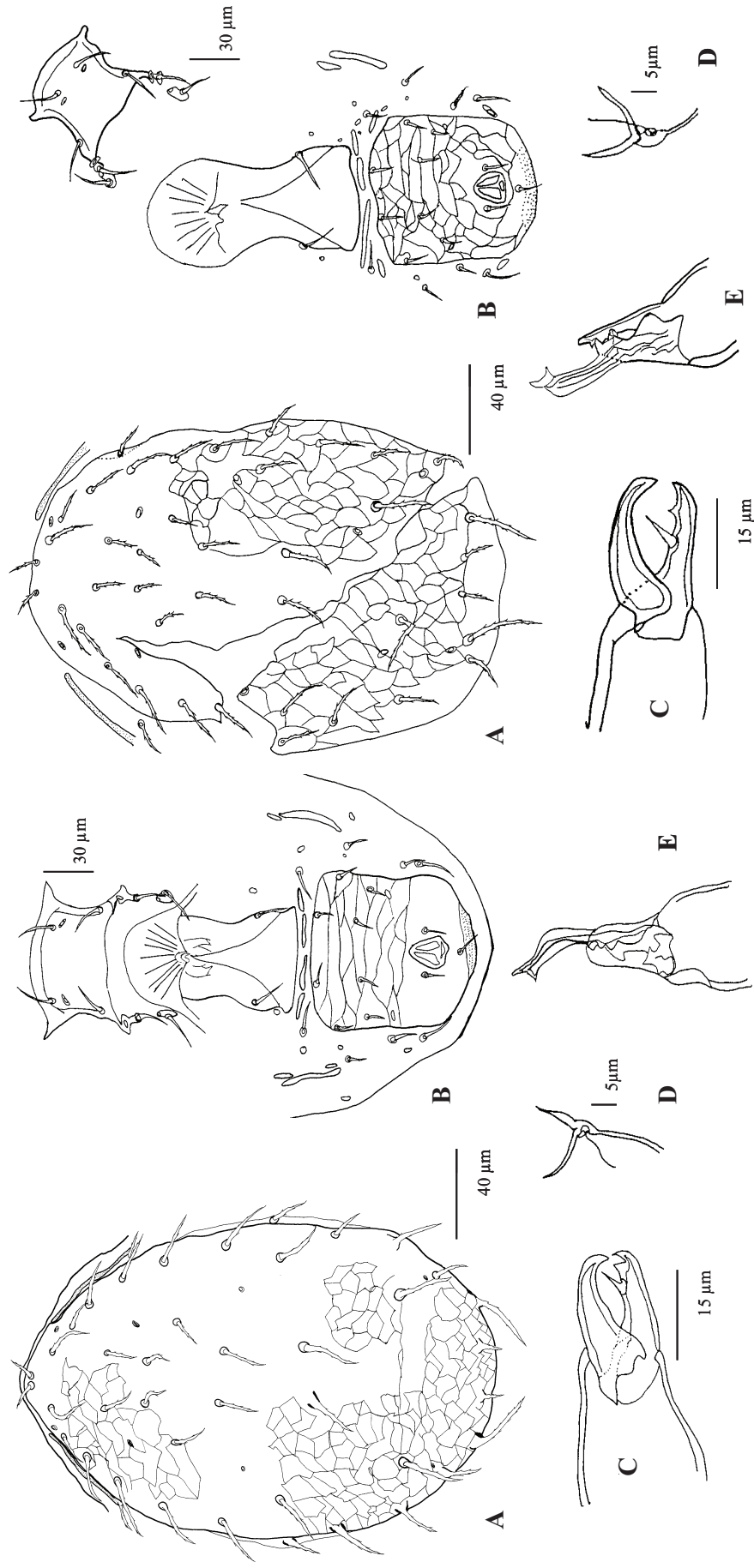


Figure 3 (left) . Female syntype of *Neoseiulella aceri* (Collyer). A, dorsal shield; B, ventral shields; C, chelicera; D, spermatheca; E, male spermatodactyl (syntype).

Figure 4 (right). Female holotype of *Neoseiulella squamiger* (Wainstein). A, dorsal shield; B, ventral shields; C, chelicera; D, spermatheca; E, male spermatodactyl (collection).

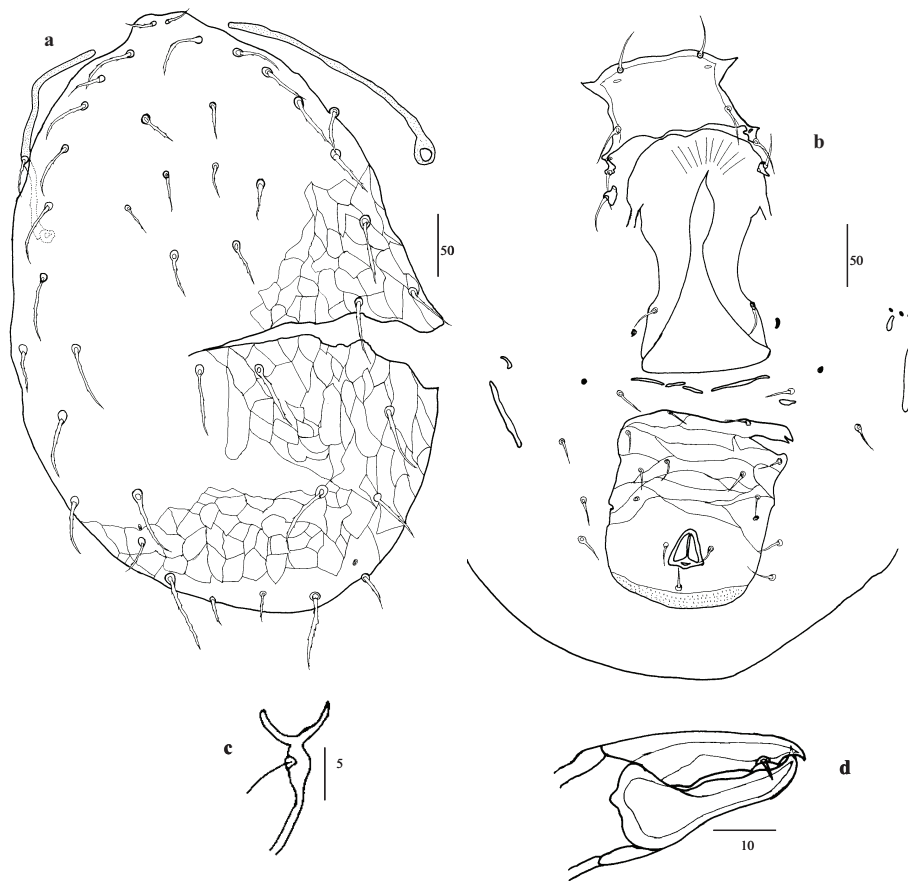


Figure 5. Female holotype of *Neoseiulella aceris* (Lehman). A, dorsal shield; B, ventral shields; C, chelicera; D, spermatheca (collection).

ANOVA and multifactorial analyses were carried out to determine if morphological differences exist between these three groups of specimens. Significant differences are observed in some measurements between the three species groups; however these differences were very insignificant (Table 3). Furthermore, no species groups were observed on the multifactorial analysis (Figure 10). Lastly, also observations of the male spermatodactyl and the female spermatheca did not show any differences. With nuclear marker ITS, mean genetic distances between the three groups previously emphasized ranged from 0 to 1 % and overlaps between intra- and inter-group distances were observed (Figure 8a, Table 4). Genetic distances with other species of *Neoseiulella* considered varied from 5.9 and 7.2 %. Tixier *et al.* (2006b) observed mean genetic distances of 0.9 % within a same species and of 3 % between two related ones using this same nuclear marker. In contrast to what we found with the two mitochondrial markers (12S rRNA and CytB mtDNA), the results obtained with the nuclear ITS fragment and morphological observations seem to show that the three groups

would belong to the same species. Several authors have already showed divergent results between mtDNA and nuclear DNA analyses. For instance, Rubinoff *et al.* (2006) discussed the problems with mitochondrial data for species diagnostic (barcoding of life). MtDNA is more sensitive than nuclear genes to population bottlenecks and isolation at all time-scales; this may be a major source of discordance with nuclear gene phylogenies (Funk & Omland, 2003). The general absence of recombination in mtDNA could lead to the persistence of population structure long after the barriers which created that structure are removed and gene flow restored. mtDNA's more rapid lineage sorting can provide information about population-level relationships but not to species level pattern. *Wolbachia* sweeps due to cytoplasmic incompatibility (Wade, 2001) have been demonstrated to cause the rapid fixation of the mitochondrial haplotype in which the sweep arose. Yet, *Wolbachia* infects more than 76 % of arthropods (Jeyaprakash & Hoy, 2000) and has been already observed in Phytoseiidae mites (Breeuwer & Jacobs, 1996; Johanowicz & Hoy, 1996, 1999; Hoy & Jeyaprakash, 2005; Bjørnson, 2008).

For all these reasons and because of the lack of differentiation with the nuclear marker between the specimens tested, we assume that the three groups observed with the mt markers reflect intraspecific variations. Tixier *et al.* (2010) have already observed small genetic differences among populations of *P. longipes* according to plant support and / or the prey consumed also with mt markers; however the intraspecific variations presently observed are much greater. No relationship between genetic and geographical distances were observed, suggesting that geographical distances do not affect the population structure observed. On the other hand, the plant supports on which specimens, belonging to the three groups were found, are different, suggesting a possible effect of plant support on population structure. The specimens belonging to the first group were collected on *A. monspessulanum*; those of the second group on *A. campestre* and on *Acer* sp.; and those of the third group on *A. platanoides* and on *Acer* sp. Plant support is known to affect biological features and development of phytoseiid mites (Walter, 1992; Walter & O'Dowd, 1992; Karban *et al.*, 1995; Walter, 1996; Sabelis *et al.*, 1999; Seelmann *et al.*, 2007; Ferreira *et al.*, 2008). However, as it would be the first time that such a great differentiation linked to plant support would be highlighted in the family Phytoseiidae, more investigations are needed to confirm this hypothesis, sampling more populations of *N. aceri* / *N. squamiger* all over the distribution area and on more plant species.

Table 3. Mean, minimum, maximum (in μm) and standard errors (SE) of morphological characters for four species of *Neoseiulella*, and of specimens of *N. aceri* and *N. squamiger* included into three groups, and statistical results (t-student and Anova tests)

	<i>N. tiliarum</i> (n = 20)					<i>N. formosa</i> (n = 10)					<i>N. aceri</i> (n = 25)					<i>N. squamiger</i> (n = 15)					Group 1 (n = 10)					Group 2 (n = 15)					Group 3 (n = 15)				
	Mean	SE	Min.	Max.		Mean	SE	Min.	Max.	<i>P</i>	Mean	SE	Min.	Max.	<i>P</i>	Mean	SE	Min.	Max.	<i>P</i>	Mean	SE	Min.	Max.	Mean	SE	Min.	Max.	<i>P</i>	Mean	SE	Min.	Max.	<i>P</i>	
DS length	350	4.6	338	356		349	3.1	344	354	0.4	315	15.2	288	354		322	12.7	300	354	0.5	303	7.2	288	310	329	15	311	354	317	6.9	300	324	0.03		
DS width at s4	164	4	158	170		164	2.2	160	167	0.07	181	14.2	150	209		181	14.1	160	209	0.1	168	10	150	178	193	9.8	182	209	178	9.6	160	188	0.94		
DS width at Z1	180	3.3	174	184		179	3.5	174	184	0.59	209	15.2	160	231		204	18.9	157	228	0.6	195	13	160	204	219	9	205	231	203	17	157	225	0.45		
j1 length	20	1.5	18	22		19	0.8	18	21	0.007	17	1.9	12	19		17	1.9	11	19	0.2	15	1.4	12	17	18	0.8	17	19	17	1.8	11	18	0.57		
j3 length	30	1.6	28	33		30	1.5	28	33	1	28	2.6	22	31		28	3.5	17	31	0.8	25	1.7	22	27	30	1.2	27	31	27	3.4	17	30	0.14		
j4 length	19	1.8	17	23		19	0.9	18	21	0.011	18	1.2	16	20		17	0.9	15	18	0.42	17	0.8	16	18	19	0.8	18	20	17	1	19	18	0.81		
j5 length	21	1.7	19	24		21	1.8	18	23	0.52	16	2	12	19		15	1.6	12	19	0.51	14	1.3	12	15	17	1.4	15	19	15	1.5	12	18	0.96		
j6 length	20	0.9	19	21		19	0.8	18	20	0.36	23	2.1	18	27		23	1.7	18	25	0.21	21	1.5	18	23	25	1.1	23	27	23	1.8	18	25	0.72		
J2 length	26	2	22	29		26	1.1	24	27	0.06	32	2.9	26	36		33	1.8	28	36	0.2	29	1.9	26	31	34	1.5	31	36	33	1.6	28	34	0.32		
J5 length	7	1.6	5	9		8	2.1	5	11	0.03	14	1.6	10	17		15	1.4	12	17	0.9	13	1.1	10	14	16	1.2	14	17	14	0.9	12	15	0.21		
z2 length	24	1.3	21	25		23	1.1	22	25	0.71	21	1.8	17	24		20	3.6	10	24	0.05	19	1.2	17	20	22	1.4	20	24	20	3.4	10	22	0.05		
z3 length	31	1.7	27	31		29	2.3	25	33	0.02	26	2.1	22	31		27	2.9	20	31	0.28	24	1.3	22	26	28	1.8	26	31	26	2.3	20	28	0.42		
z4 length	32	2	29	34		31	0.9	30	32	0.004	29	2.3	24	33		28	3.54	21	33	0.06	27	1.4	24	28	31	1.5	28	33	28	3.1	21	31	0.01		
z5 length	20	1.3	17	22		19	1.7	17	21	0.03	16	1.4	14	19		16	1.4	14	19	0.76	15	0.4	14	15	17	1.5	15	19	16	0.9	14	17	0.01		
Z1 length	31	3.1	25	36		30	4	26	37	0.34	31	3	25	36		32	2	27	35	0.1	28	2.3	25	31	34	1.5	31	36	32	1.7	27	33	0.08		
Z4 length	38	3.4	33	43		38	3.3	35	44	0.9	37	2.7	31	42		39	3.4	32	44	0.43	34	2	31	37	40	2.5	37	44	37	2.2	32	40	0.6		
Z5 length	44	1.7	42	47		44	0.8	43	45	0.11	40	3.3	34	47		42	4	34	51	0.43	37	1.8	34	39	44	3.2	40	51	40	2.2	34	43	0.1		
s4 length	34	1.9	31	37		34	1.9	32	36	0.82	32	2.3	29	38		32	2.6	28	36	0.29	30	0.7	29	31	34	2.2	31	38	31	1.8	28	33	0.01		
s6 length	34	1.6	32	36		34	0.8	33	35	0.001	32	2.4	26	36		32	2.4	28	36	0.54	30	2	26	32	34	1.6	32	36	32	1.9	34	34	0.67		
S2 length	40	1.5	38	43		40	1.5	38	42	0.93	33	3	24	36		33	3.5	26	38	0.36	30	3	24	32	35	1.6	33	38	33	2.9	26	35	0.06		
S4 length	35	1.8	32	37		33	0.9	32	34	0.09	29	2.8	21	32		30	3.4	21	34	0.78	26	2.7	21	29	31	1.5	29	34	29	2.8	21	31	0.28		
S5 length	18	1.3	16	21		19	0.5	18	19	0.02	16	1.9	12	20		17	2.2	12	20	0.57	15	2	12	17	18	1.1	17	20	16	1.8	12	18	0.12		
r3 length	28	1.2	26	30		28	0.4	28	29	0.04	22	2.6	13	25		22	3.2	15	26	0.38	19	2.6	13	22	24	1.1	22	26	22	2.9	15	24	0.05		
R1 length	21	1.2	19	23		21	0.4	20	21	0.9	22	2.9	15	26		22	3	15	26	0.94	19	2.6	15	22	24	1.4	22	26	22	2.5	15	24	0.08		
STS length	80	4.4	69	84		78	1.5	76	80	0.08	37	2.5	33	45		36	3.1	30	44	0.76	36	1	33	36	39	2.9	36	45	36	2.5	30	39	0.04		
STS width	78	3.6	69	82		80	1.1	78	81	0.03	68	4.1	63	84		66	2.5	60	69	0.42	65	1.5	63	67	70	4.4	67	84	66	2.8	60	70	0.22		
GS. width	62	2.5	57	67		62	0.6	61	63	0.06	57	4.3	53	75		56	3.2	52	65	0.71	54	0.8	53	55	60	4.9	56	75	56	2.3	52	60	0.08		
VAS length	103	2.1	100	106		104	1.5	102	106	0.08	102	2.8	95	112		101	2	96	104	0.3	97	2.4	95	102	105	3	101	112	102	3.1	96	106	0.69		
VAS width	65	2.6	63	69		63	2.8	60	68	0.35	89	5.9	75	101		89	6	79	101	0.7	84	4	75	87	94	4.6	87	101	88	4.8	79	95	0.57		
JV5 length	24	1.2	22	26		24	0.8	23	25	0.1	15	1.5	12	18		16	1.2	14	18	0.6	14	1	12	15	17	1.2	15	18	16	0.9	14	17	0.28		

DS, dorsal shield; STS, sternal shield; GS, genital shield; VAS, ventrianal shield.

DS, dorsal shield; STS, sternal shield; GS, genital shield; VAS, ventrianal shield.

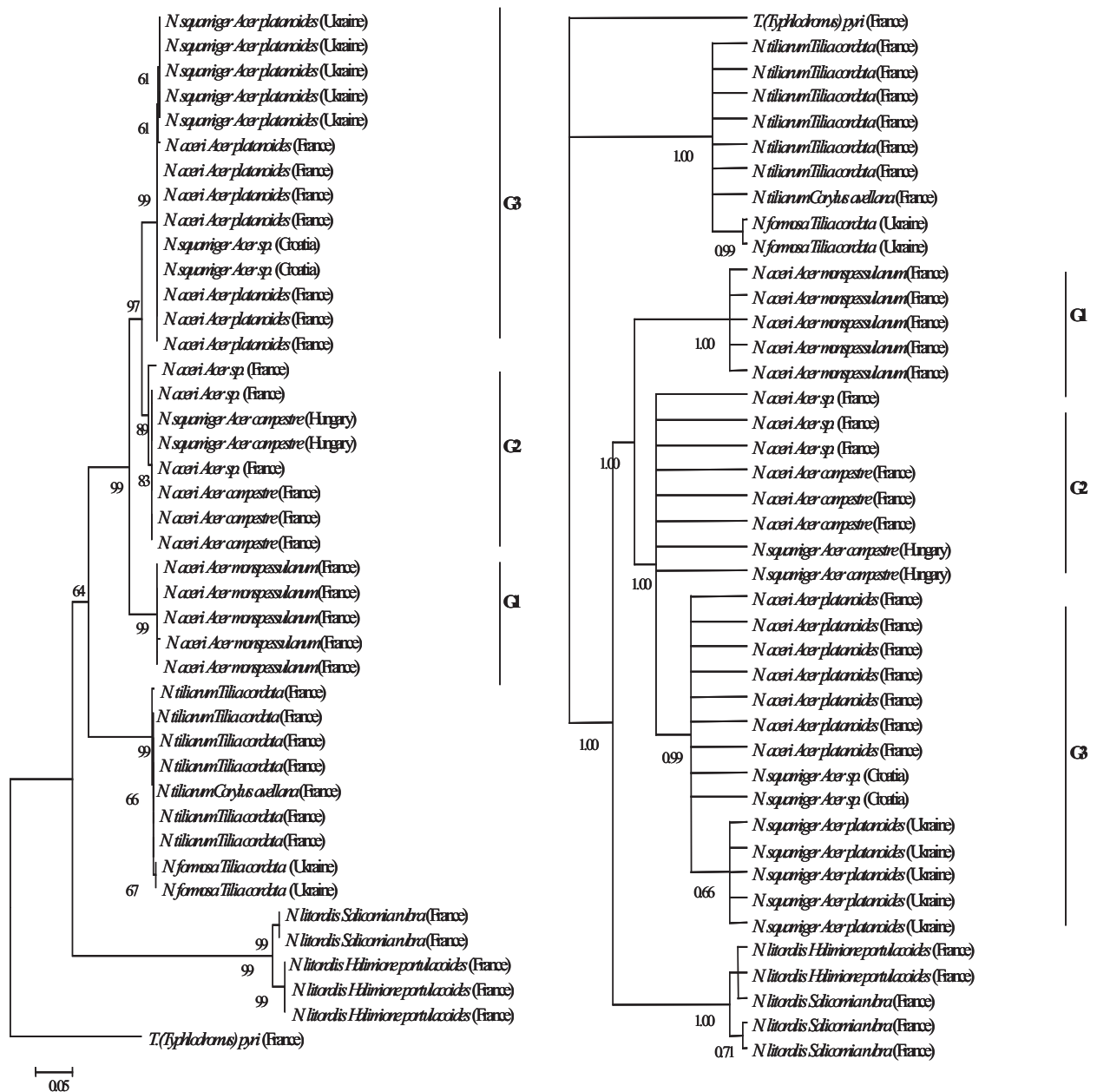


Figure 6. Neighbour-joining (A) and Bayesian (majority-rule consensus) (B) trees based on 12S rRNA datasets of species of the genus *Neoseiulella* collected in France, Ukraine, Croatia, and Hungary. Numbers at the nodes correspond to bootstrap values (1000 replicates) (A) and posterior probabilities (B).

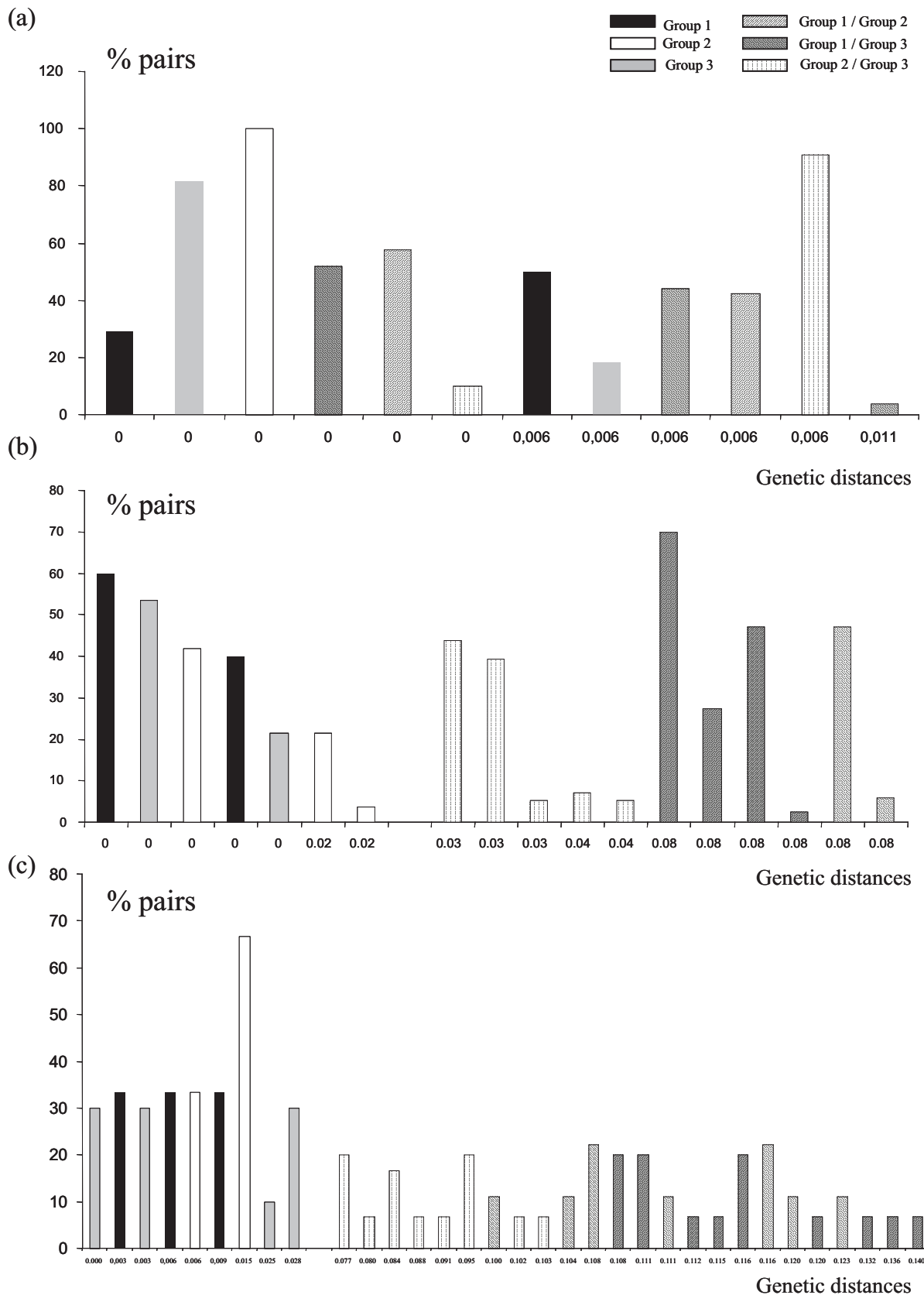


Figure 8. Intra- and inter-groups K2p genetic distances obtained for specimens of *Neoseiulella aceri* and *Neoseiulella squamiger* included in three sub-clades, with (A) internal transcribed spacer, (B) 12S rRNA and (C) cytochrome *b* mitochondrial DNA genes.

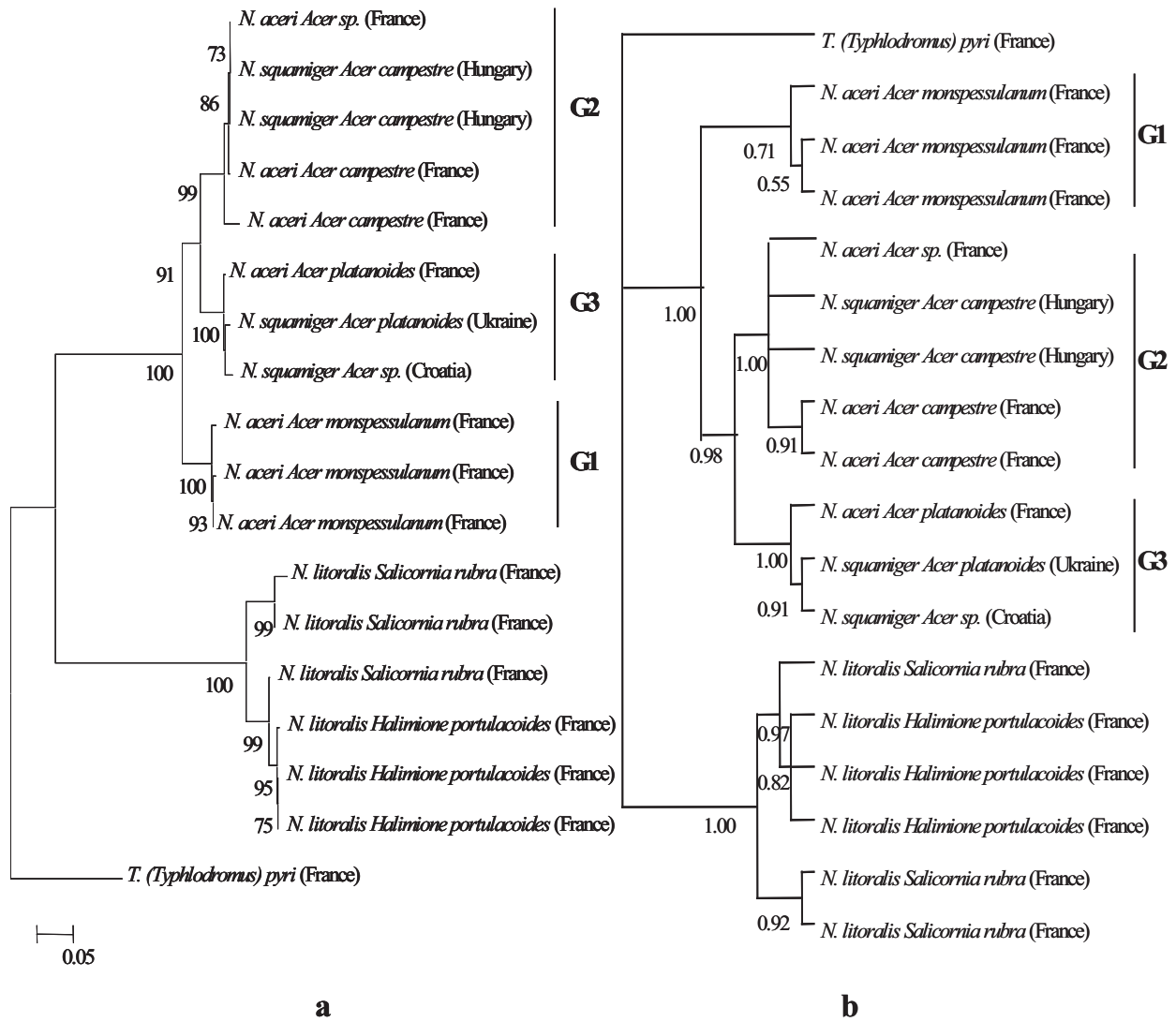


Figure 9. Neighbour-joining (A) and Bayesian (majority-rule consensus) (B) trees based on cytochrome *b* mitochondrial DNA datasets of species of the genus *Neoseiulella* collected in France, Ukraine, Croatia, and Hungary. Numbers at the nodes correspond to bootstrap values (1000 replicates) (A) and posterior probabilities (B).

Table 4. Mean (minimum – maximum) genetic distances (%) for different populations and species of the genus *Neoseiulella*, obtained by the K2p model with three molecular markers, ITS, 12S rRNA and Cytb mtDNA.

	<i>Neoseiulella aceri</i> and <i>N. squamiger</i> (group 1)			<i>Neoseiulella aceri</i> and <i>N. squamiger</i> (group 2)			<i>Neoseiulella aceri</i> and <i>N. squamiger</i> (group 3)		
	ITS	12S	Cytb	ITS	12S	Cytb	ITS	12S	Cytb
<i>Neoseiulella aceri</i> and <i>N. squamiger</i> (group 1)	0.4 (0 - 1)	0.1 (0 - 0.3)	0.6 (0.3 - 0.9)						
<i>Neoseiulella aceri</i> and <i>N. squamiger</i> (group 2)	0.3 (0 - 1)	7 (6.9 - 7.3)	11.3 (10 - 13)	0.1 (0 - 0.6)	0	1.2 (0 - 3)			
<i>Neoseiulella aceri</i> and <i>N. squamiger</i> (group 3)	0.2 (0 - 1)	7.5 (7.3 - 8)	10.8 (10 - 12)	0.1 (0 - 0.6)	3.4 (3.2 - 3.6)	8.8 (7 - 10)	0	0.2 (0 - 0.3)	1.2 (0.6 - 1.5)
<i>Neoseiulella tiliarum</i>	6.2 (5.9 - 6.5)	18.9 (18 - 19)	-	6 (5.9 - 6.5)	17	-	5.9	17.9 (17.7 - 19)	-
<i>Neoseiulella formosa</i>	6.2 (5.9 - 6.5)	19.3	-	6 (5.9 - 6.5)	17.6	-	5.9	18.2 (18 - 18.5)	-
<i>Neoseiulella litoralis</i>	6.8 (6.5 - 7.2)	37.6 (37 - 38)	51.4 (47 - 55)	6.6 (6.5 - 7.2)	39.4 (39 - 41)	51.5 (49 - 54)	6.6 (6 - 7)	39.4 (38.8 - 40)	50 (48 - 51)
	<i>Neoseiulella tiliarum</i>			<i>Neoseiulella formosa</i>			<i>Neoseiulella litoralis</i>		
	ITS	12S	Cytb	ITS	12S	Cytb	ITS	12S	Cytb
<i>Neoseiulella aceri</i> and <i>N. squamiger</i> (group 1)									
<i>Neoseiulella aceri</i> and <i>N. squamiger</i> (group 2)									
<i>Neoseiulella aceri</i> and <i>N. squamiger</i> (group 3)									
<i>Neoseiulella tiliarum</i>	0	0.1 (0 - 0.3)	-						
<i>Neoseiulella formosa</i>	0	0.4 (0.3 - 0.6)	-	0	0	-			
<i>Neoseiulella litoralis</i>	5.9	41.8 (41 - 42.3)	-	5.9	41.9 (41 - 42.3)	-	0.8 (0 - 1)	1.5 (0 - 2.6)	5

Conclusion

The present study supports the synonymy between *N. tiliarum* and *N. formosa* and consequently, the low reliability of the position of the setae ST3 (on or off the sternal shield) to differentiate these two species. Despite a general agreement in literature on the synonymy between *N. squamiger* and *N. aceris*, the present study does not confirm it, because of differences in numbers of dorsal solenostomes, never considered before. To confirm the synonymy between these two species, further experiments including cross-breedings and / or molecular analyses would thus be required. The present study supports that *N. squamiger* and *N. aceri* belong to the same species and consequently that the position of the setae R1 (on or off the dorsal shield) is not a reliable diagnostic character. However, an unexpected population structure, seemingly linked to the different host plants / trees, was revealed with the two mitochondrial markers. Further experiments, especially cross-breedings and microsatellites DNA marker analyses are planned to establish gene flow and reproductive isolation levels between the three groups of specimens emphasized.

Lastly, the high intraspecific variation presently observed questions the reliability of mtDNA for differentiating Phytoseiidae mite species using a same cutting threshold for all the family, as recommended by Hebert *et al.* (2003, 2004) in barcoding concept. The two mitochondrial markers separate the species of *Neoseiulella* presently considered but the intra and interspecific distances are much higher than those previously observed. This study confirms thus the importance of an integrative approach for species discrimination (Will & Rubinoff, 2004; Will *et al.*, 2005). The species studied until now all belong to the sub-family Amblyseiinae, whereas the specimens presently studied belong to the sub-family Typhlodrominae. Different evolutive history (Tixier *et al.*, 2008), speciation rates, biological and dispersal characteristics could explain the difference obtained in genetic distances values between species within each sub-family. More investigations, taking into account more species and specimens from both sub-families are planned to confirm the unexpected differences presently emphasized.

Acknowledgements

We wish to extend our appreciation to the following acarologists, museums and institutions for their assistance in loaning us the type material and / or sending mites required for this study: Dr. Leonid A. Kolodochka (Institute of Zoology, Ukraine), Dr. Danuta K. Knihinicki (Orange Agricultural Institute, NSW, Australia), Dr. Géza Ripka (Pest Management

Department, Hungary), Dr. Calvin W. Welbourn (Florida Department of Agriculture and Consumer Services, USA), the Rijksmuseum van Natuurlijke Histoire (Netherlands), and the British Museum of Natural History (England).

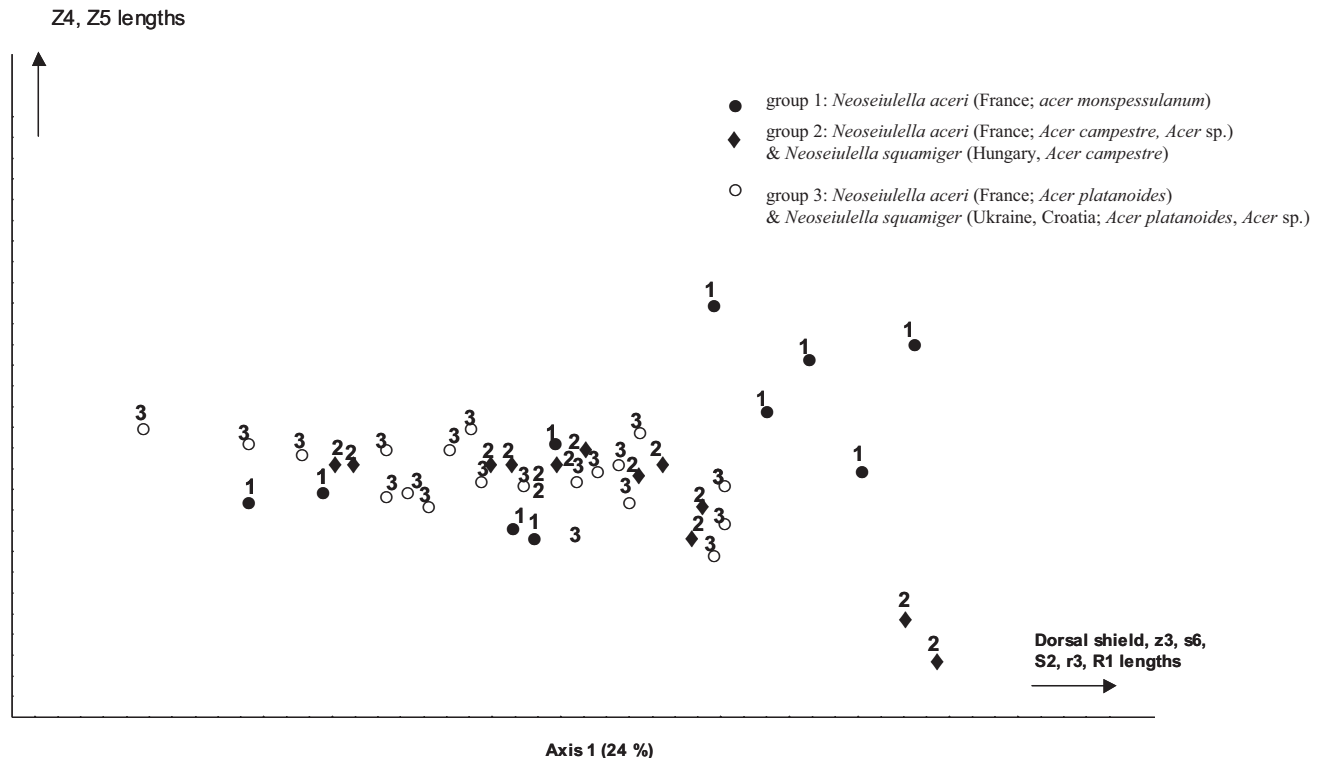


Figure 10. Multifactorial analysis (ACP) based on the dimensions (length and width) of dorsal and ventral shields, and idiosomal seta lengths of the specimens of *Neoseiulella aceri* and *Neoseiulella squamiger* included in the three sub-clades.

References

- Athias-Henriot C. 1975. Nouvelles notes sur les Amblyseiini. II. Le relevé organotaxique de la face dorsal adulte (Gamasides, Protoadéniques, Phytoseiidae). *Acarologia* 27: 20-29.
- Bjørnson S. 2008. Natural enemies of mass-reared predatory mites (family Phytoseiidae) used for biological pest control. *Experimental and Applied Acarology* 46: 299-306.
- Breeuwer JA, Jacobs G. 1996. *Wolbachia*: intracellular manipulators of mite reproduction. *Experimental and Applied Acarology* 20(8): 421-434.
- Chant DA. 1959. Phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae). Part II. A taxonomic review of the family Phytoseiidae, with descriptions of 38 new species. *The Canadian Entomologist* 91 (Supplement 12): 45-164.

- Chant DA, McMurtry JA. 2007. *Illustrated keys and diagnoses for the genera and subgenera of the Phytoseiidae of the world (Acari: Mesostigmata)*. Indira Publishing House, 220 pp.
- Chant DA, Yoshida-Shaul E. 1987. A world review of the *pyri* species group in the genus *Typhlodromus* Scheuten (Acari: Phytoseiidae). *Canadian Journal of Zoology* 65: 1770-1804.
- Chant DA, Yoshida-Shaul E. 1989. A world review of the *tiliarum* species group in the genus *Typhlodromus* Scheuten (Acari: Phytoseiidae). *Canadian Journal of Zoology* 67(4): 1006-1046.
- Collyer E. 1957. Two new species of the genus *Typhlodromus* Scheuten, 1857 (Acarina: Phytoseiidae). *Annual Magazine of Natural History* 12: 199-203.
- Cruickshank RH. 2002. Molecular markers for the phylogenetics of mites and ticks. *Systematic and Applied Acarology* 7: 3-14.
- Dabert M. 2006. DNA markers in the phylogenetics of the Acari. *Biological Letters* 43(2): 97-107.
- Denmark HA, Rather AQ. 1984. Revision of the genus *Typhloctonus* Muma, 1961 (Acarina: Mesostigmata). *International Journal of Acarology* 10: 163-177.
- Denmark HA, Rather AQ. 1996. Revision of the genus *Neoseiulella* Muma (Acari: Phytoseiidae). *International Journal of Acarology* 22(1): 43-77.
- Edland T, Evans GO. 1998. The genus *Typhlodromus* (Acari: Mesostigmata) in Norway. *European Journal of Entomology* 95: 275-295.
- Ferreira J, Eshuis B, Janssen A. 2008. Domatia reduce larval cannibalism in predatory mites. *Ecological Entomology* 33: 374-379.
- Funk DJ, Omland KE. 2003. Species-level paraphyly and polyphyly: frequency, causes, and consequences, with insights from animal mitochondrial DNA. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 34: 397-423.
- Gaston KJ, Scoble MJ, Crock A. 1995. Patterns in species description: a case study using the Geometridae (Lepidoptera). *Biological Journal of the Linnean Society* 55: 225-237.
- Hebert PDN, Cywinska A, Ball SL, de Waard JR. 2003. Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society of Biological Sciences* 270: 313-321.
- Hebert PDN, Stoeckle MY, Zemlak TS, Francis CM. 2004. Identification of birds through DNA barcodes. *PLoS Biology* 2(10): e312, 1657-1663.
- Helle W, Sabelis MW. 1985. *Spider Mites: Their Biology, Natural Enemies and Control*, vol. 1B. Elsevier, Amsterdam.

- Hirschmann W. 1962. Acarologie. Gangsystematik der Parasitiformes. Teil 5. Gamasiden-Schriftenreihe Vergleichende Milbenkunde. *Fürth/ Bayem Folge* 5: 1-56.
- Holder M, Lewis PO. 2003. Phylogeny estimation: traditional and Bayesian approaches. *Nature Reviews Genetics* 4(4): 275-84.
- Hoy MA, Jeyaprakash A. 2005. Microbial diversity in the predatory mite *Metaseiulus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae) and its prey, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Biological Control* 32: 427-441.
- Hurtado MA, Ansaloni T, Cros-Arteil S, Jacas JA, Navajas M. 2008. Sequence analysis of the ribosomal internal transcribed spacers region in spider mites (Prostigmata : Tetranychidae) occurring in citrus orchards in Eastern Spain : use for species discrimination. *Annals Applied Biology* 153: 167-174.
- Jeyaprakash A, Hoy MA. 2000. Long PCR improves *Wolbachia* DNA amplifications: wsp sequences found in 76 % of sixty three arthropod species. *Insect Molecular Biology* 9: 393-405.
- Jeyaprakash A, Hoy MA. 2002. Mitochondrial 12S rDNA sequence used to design a molecular ladder assay to identify six commercially available phytoseiids (Acari: Phytoseiidae). *Biological Control* 25(2): 136-142.
- Johanowicz DL, Hoy MA. 1996. *Wolbachia* in a Predator-Prey System: 16S Ribosomal DNA Analysis of Two Phytoseiids (Acari: Phytoseiidae) and Their Prey (Acari: Tetranychidae). *Annals of the Entomological Society of America* 89(3): 435-441.
- Johanowicz DL, Hoy MA. 1999. *Wolbachia* infection dynamics in experimental laboratory populations of *Metaseiulus occidentalis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 93(3): 259-268.
- Jordal BH, Hewitt GM. 2004. The origin and radiation of macaronesian beetles breeding in *Euphorbia*: The relative importance of multiple data partitions and population sampling. *Systematic Biology* 53: 711-734.
- Karban R, Loeb GE, Walker MA, Thaler J. 1995. Abundance of phytoseiid mites on *Vitis* species: effects of leaf hairs, domatia, prey abundance plant phylogeny. *Experimental and Applied Acarology* 19: 189-197.
- Klimov PB, O'Connor BM. 2008. Origin and higher-level relationships of psoroptidian mites (Acari: Astigmata: Psoroptidia): Evidence from three nuclear genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 47(3): 1135-1156.
- Kolodochka LA. 1986. On taxonomic status of two *Typhloctonus* species (Parasitiformes, Phytoseiidae) [in Russian]. *Vestnik Zoologii* 2: 26-34.

- Kolodochka LA. 2009. A review of predaceous mites of the genus *Typhloctonus* Muma (Parasitiformes, Phytoseiidae) in Ukraine with the description of unknown male of *T. tuberculatus*. *Vestnik Zoologii* 43(6): 481-494.
- Kostiainen TS, Hoy MA. 1996. *The Phytoseiidae as biological control agents of pest mites and insects. A bibliography*. Monograph 17, Gainesville. University of Florida, Agricultural Experiment Station, Institute of Food and Agricultural Sciences, 355 pp.
- Lehman RD. 1982. Mites (Acari) of Pennsylvania conifers. *Transactions of the American Entomological Society* 108: 181-286.
- Lindquist EE. 1994. Some observations on the chaetotaxy of the caudal body region of Gamasine mites (Acari: Mesostigmata), with a modified notation for some ventrocaudal body setae. *Acarologia* 35 (4): 323-326.
- Lindquist EE, Evans GO. 1965. Taxonomic concepts in the Ascidae, with a modified setal nomenclature for the Idiosoma of the Gamasina (Acarina: Mesostigmata). *Memoirs of the Entomological Society of Canada* 47: 1-64.
- Livshitz IZ, Kuznetsov NN. 1972. Phytoseiid mites from Crimea (Parasitiformes: Phytoseiidae) [in Russian]. In: Pests and diseases of fruit and ornamental plants. Proceedings of The All-Union V. I. Lenin Academy of Agricultural Science, The State Nikita Botanical Gardens 61: 13-64.
- McMurtry JA, Croft BA. 1997. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annual Review of Entomology* 42: 291-321.
- Moraes GJ de, McMurtry JA, Denmark HA, Campos CB. 2004. A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. *Zootaxa* 434: 1-494.
- Navajas M, Fenton B. 2000. The application of molecular markers in the study of diversity in acarology: a review. *Experimental and Applied Acarology* 24: 751-774.
- Navajas M, Lagnel J, Fauvel G, Moraes GJ de. 1999. Sequence variation of Ribosomal Internal Transcribed Spacer (ITS) in commercially important Phytoseiidae mites. *Experimental and Applied Acarology* 23: 851-859.
- Niogret J, Nicot A. 2008. Combined approach using morphology and ITS-sequence for description of three new species of *Macrocheles* (Acari: Macrochelidae). *Zootaxa* 1873: 39-49.
- Niogret J, Nicot A, Stordeur E de, Bertrand M. 2007. Combination of morphological characters and ITS-sequence to characterize a new species of *Macrocheles* (Acari: Macrochelidae). *Zootaxa* 1386: 19-29.

- Nylander JAA, Ronquist F, Huelsenbeck JP, Nieves-Aldrey JL. 2004. Bayesian phylogenetic analysis of combined data. *Systematic Biology* 53: 47-67.
- Okassa M, Tixier MS, Cheval B, Kreiter S. 2009. Molecular and morphological evidence for a new species status within the genus *Euseius* (Acari: Phytoseiidae): consequences for taxonomy. *Canadian Journal of Zoology* 87: 689-698.
- Okassa M, Tixier MS, Kreiter S. 2010. The use of two mitochondrial DNA fragments (12S rRNA and Cytb mtDNA) for assessing the diagnosis of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot and *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology* in press.
- Oudemans AC. 1930. Acarologische Aanteekeningen. CI. *Entomologische Berichten* 8: 48-53.
- Posada D, Crandall KA. 1998. Modeltest: testing the model of DNA substitution. *Bioinformatics* 14: 817-818.
- Ragusa S, Tsolakis H. 1994. Revision of the genus *Kampimodromus* Nesbitt, 1951 (Parasitiformes, Phytoseiidae) with a description of a new species. *Acarologia* 35: 305-322.
- Ronquist F, Huelsenbeck JP. 2003. MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics (Oxford)* 19: 1572-1574.
- Rowell HJ, Chant DA, Hansell RIC. 1978. The determination of setal homologies and setal patterns on the dorsal shield in the family Phytoseiidae (Acarina: Mesostigmata). *The Canadian Entomologist* 110: 859-876.
- Rubinoff D, Cameron S, Will K. 2006. A Genomic Perspective on the Shortcomings of Mitochondrial DNA for “Barcoding” Identification. *Journal of Heredity* 97(6): 581-594.
- Sabelis MW. 1999. Evolution of plant-predator mutualisms: an introduction to the symposium. In: Needham G. R., Mitchell R., Horn D. J., Welbourn W. C., 1999, *Acarology IX Symposia* Ohio Biological Survey, Ohio: 205-213.
- Seelmann L, Auer A, Hoffmann D, Schausberger P. 2007. Leaf pubescence mediates intraguild predation between predatory mites. *Oikos* 116: 807-817.
- StatSoft France. 2008. STATISTICA - (logiciel de l'analyse de données). Version 8.1 [computer program].
- Swirski E, Amitai S. 1984. Notes on phytoseiid mites (Mesostigmata: Phytoseiidae) from the Mediterranean littoral zone of Israel, with a description of a new species of *Typhloctonus*. *Israel Journal of Entomology* 18: 71-82.

- Swirski E, Ragusa S, Tsolakis H. 1998. Keys to the phytoseiid mites (Parasitiformes: Phytoseiidae) of Israel. *Phytophaga* 8: 85-154.
- Tamura K, Dudley J, Nei M, Kumar S. 2007. MEGA4: Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) software version 4.0. *Molecular Biology and Evolution* 24: 1596-1599.
- Tixier MS, Kreiter S, Barbar Z, Ragusa S, Cheval B. 2006b. The status of two cryptic species: *Typhlodromus exhilaratus* Ragusa and *Typhlodromus phialatus* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae): consequences for taxonomy. *Zoologica Scripta* 35(2): 115-122.
- Tixier MS, Kreiter S, Ferragut F, Cheval B. 2006a. The suspected synonymy of *Kampimodromus hmiminai* and *Kampimodromus adrianae* (Acari: Phytoseiidae): morphological and molecular investigations. *Canadian Journal of Zoology* 84(8): 1216-1222.
- Tixier MS, Ferrero M, Okassa M, Guichou S, Kreiter S. 2010. On the specific identity of specimens of *Phytoseiulus longipes* Evans (Mesostigmata: Phytoseiidae) showing different feeding behaviours: morphological and molecular analyses. *Bulletin of Entomological Research* In press. doi:10.1017/S0007485309990617.
- Tixier MS, Kreiter S, Moraes GJ de. 2008. Biogeographic distribution of the mites of the family Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata). *Biological Journal of the Linnean Society* 93: 845-856.
- Tselila BD, Melamed S, Gerson S, Morin S. 2007. ITS2 sequences as barcodes for identifying and analysing spider mites (Acari: Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology* 41: 169-181.
- Wade MJ. 2001. Infectious speciation. *Nature* 409: 675-676.
- Wainstein BA. 1958. New species of mites of the genus *Typhlodromus* (Parasitiformes: Phytoseiidae) from Georgia [in Russian]. *Soobshcheniya Akademii Nauk Gruzinskoy SSR* 21(2): 201-207.
- Wainstein BA. 1960. New species and subspecies of the genus *Typhlodromus* Scheuten (Parasitiformes, Phytoseiidae) of the USSR fauna [in Russian]. *Zoologicheskii Zhurnal* 39: 683-690.
- Walter DE. 1992. Leaf surface structure and the distribution of Phytoseius mites (Acarina: Phytoseiidae) in South-eastern Australian forests. *Australian Journal of Zoology* 40: 593-603.
- Walter DE. 1996. Living on leaves: mites, tomenta, and leaf domatia. *Annual Review of Entomology* 41: 101-114.

- Walter DE, O'Dowd DJ. 1992. Leaf morphology and predators: effect of leaf domatia on the abundance of predatory mites (Acari: Phytoseiidae). *Environmental Entomology* 21(3): 478-484.
- Wiens JJ, Servedio MR. 2000. Species delimitation in systematics: Inferring "Fixed" diagnostic differences between species. *Proceedings of the Royal Society of London Series B* 267(1444): 631-636.
- Will KW, Mishler BD, Wheeler QD. 2005. The perils of DNA barcoding and the need for integrative taxonomy. *Systematic Biology* 54: 844–851.
- Will KW, Rubinoff D. 2004. Myth of the molecule: DNA barcodes for species cannot replace morphology for identification and classification. *Cladistics* 20: 47–55.

III. B. Article A3 : Révision taxonomique du genre *Neoseiulella*

Comme nous l'avons souligné précédemment, la valeur taxonomique d'un caractère peut varier d'un auteur à l'autre. Les auteurs ne s'entendent pas sur la validité des espèces incluses dans le genre *Neoseiulella* dans les diverses révisions successives (Denmark & Rather, 1984; Chant & Yoshida-Shaul, 1989; Denmark & Rather, 1996). La dernière révision de ce genre est celle effectuée par Denmark et Rather (1996) comprenant 26 espèces valides. Or selon la révision mondiale des Phytoseiidae réalisée en 2007 par Chant et McMurtry, ce genre comporterait 46 espèces. L'étude présentée dans ce travail de thèse vise à fournir une révision taxonomique homogène du genre *Neoseiulella* (Article A3) incluant toutes les espèces listées dans la bibliographie dans ce genre.

Afin de réaliser cette révision, un ré-examen du matériel typique des différentes espèces du genre *Neoseiulella* a été entrepris. Les matériaux typiques de quasiment toutes les espèces réellement présentes dans le genre *Neoseiulella* ont été obtenus (excepté pour *N. celtis* (Denmark & Rather), *N. compta*, *N. multispinosa* et *N. vollsella*; étant donné qu'il a été impossible d'emprunter les types de ces dernières espèces, malgré des efforts et des demandes répétés). Après avoir observé les types obtenus, nous avons pu étudier cinq des six cas de synonymies au sein du genre *Neoseiulella*; et un nouveau cas a été proposé et discuté (Article A3). Nous avons également pu compléter et vérifier les états de caractères morphologiques de toutes les espèces du genre, qui seront utilisés pour réaliser des analyses phylogénétiques (Chapitre III : partie C). Les espèces du genre *Neoseiulella* ont par ailleurs été dessinées et re-décrites d'une façon homogène (Article A3). Dans cette révision, un ensemble de données biogéographiques (répartition, plante support) de toutes ces espèces a d'autre part été fourni. Ces données seront utilisées pour réaliser une étude biogéographique du genre *Neoseiulella* (Chapitre III : partie C), qu'elle sera associée à l'étude phylogénétique dans le but de tester les différentes hypothèses et *scenarii* évolutifs des espèces de ce genre.

ARTICLE A3

To be submitted to *International Journal of Acarology*

Revision of the genus *Neoseiulella* Muma (Acari: Phytoseiidae), with synonymies assessment and additional morphological data

Mohamad Kanouh, Serge Kreiter* and Marie-Stéphane Tixier

Montpellier SupAgro, Unité Mixte de Recherche Centre de Biologie pour la Gestion des Populations CIRAD / INRA / IRD / SupAgro, CS 30 016, 34 988 Montferrier-sur-Lez cedex, France. * Corresponding author's e-mail: kreiter@supagro.inra.fr

Abstract. Species identification of mites family Phytoseiidae is of first importance for biological control program successes. Considerable disagreements between authors are observed concerning the synonymies and the placement of species in the genera within the family Phytoseiidae. Moreover, considering the small number of available morphological characters and the poor knowledge on their reliability for species diagnostic, the validity of several species could thus be questioned. This study aims to provide a taxonomic revision of a genus belonging to the sub-family Typhlodrominae: *Neoseiulella* Muma. This genus has a complex history: species of this genus have been sometimes included in different genera (or sub-genera). The last revision of this genus (carried out in 1996) included 26 valid species and nowadays *Neoseiulella* is assumed to include 47 species. Type material analyses have shown that three species, *Neoseiulella eiko*, *N. eleglidus* and *N. schusteri*, could be excluded from this genus, as their attributes do not match the morphological characters which define the genus *Neoseiulella*. We also think that another species placed in the genus *Typhlodromus* (*Anthoseius*): *T. (A.) elisae* is probably also included in the genus *Neoseiulella*. Five cases of synonymy have been additionally studied: *N. aceri* is synonymised with *N. squamiger* and provisionally with *N. aceris*, *N. tiliarum* with *N. formosa*, *N. transitans* with *N. prunus* and provisionally with *N. vollsella*, *N. manukae* with *N. glenfieldensis*. *Neoseiulella tuberculata*, *N. sexapori* and *N. arutunjani* are contrarily considered as separate specific entities. A new synonymy is proposed: *Neoseiulella nesbitti* is proposed as a senior synonym of *N. armidalensis*. A standardised redescription of all the species of the genus are proposed and a key to the species for the adult females is provided. This study also provides an exhaustive

compilation of all available information concerning the geographical distribution of species of *Neoseiulella* and their plant supports.

Introduction

Over the past fifty years, mites of the family Phytoseiidae Berlese (Acari: Mesostigmata) have been widely studied for their ability to control phytophagous mites and small insect pests in various crops in the world (Kostiainen and Hoy, 1996; McMurtry and Croft, 1997). Taxonomy studies are thus of first importance to ensure biological control program successes. Furthermore, knowledge of Phytoseiidae diversity can open new insights for the control of new pests. Chant and McMurtry (1994, 2007) recognized 2,280 Phytoseiidae species included in three sub-families (Amblyseiinae, Phytoseiinae, Typhlodrominae) and 84 genera. Species identification is mainly based on the morphological characters of females, as dorsal chaetotaxy, the shape and the setation of the ventrianal shield, the spermatheca shape, the setation of legs and the morphology and dentition of the chelicerae (Chant and McMurtry, 2007). Identification of species is difficult, essentially because of the small number of available visible characters and of the poor knowledge on their reliability for species diagnostic. Thus, species validity (synonymy) is often questioned and disagreements between authors are noted in the literature. Furthermore, as new taxa are discovered, as phylogenetic analyses are developed (Kanouh *et al.*, 2010a), genus description and attributes could be modified, as well as the number of species belonging to them.

The present study aims to provide an updated and complete revision of one genus belonging to the sub-family Typhlodrominae, tribe Typhlodromini: *Neoseiulella* Muma. The last revision of this genus carried out by Denmark and Rather in 1996 included 26 valid species, whereas in 2004, in the last world catalogue of the family Phytoseiidae, Moraes *et al.* reported 43 species, 35 being considered as valid. In 2007, Chant and McMurtry in their world revision of the family, have included 46 species and did not considered the previous synonymy cases. Furthermore, these latter authors did not take into account one additional species described in 2006. Nowadays, the genus *Neoseiulella* is thus assumed to include 47 species. However, some doubts on some synonymies still exist as in the different revisions, authors did not agree (Denmark and Rather, 1984; Chant and Yoshida-Shaul, 1989; Denmark and Rather, 1996; Kolodochka, 2009). The revision presently proposed is based on the examination of type material and includes all the species reported in the genus *Neoseiulella*. Complete morphological descriptions are provided as well as discussions on several synonymies

emphasized in the literature. Furthermore, a new synonymy is proposed. The sexual dimorphism is also described for some species for the first time. Moreover, this paper presents an exhaustive compilation of all available information concerning the geographical distribution of species of the genus *Neoseiulella* and their plant supports. The present data set constitutes thus not only a taxonomic revision but also an actualised catalogue of the genus *Neoseiulella*.

The first part of this paper focuses on an historical review of the genus *Neoseiulella*. The morphological characters defining the genus *Neoseiulella*, and validity of species presently included in this genus are consequently analysed. Five cases of synonymy within this genus are then studied and discussed. At last, redescrptions of the species, that we consider as valid, and a key of the adult female are provided.

Historical review of the genus *Neoseiulella*

A summary of the complex history of the genus *Neoseiulella* is given in the Table 1.

Neoseiulella tiliarum (Oudemans, 1930) was the first species described within this genus, initially included in the genus *Typhlodromus* Scheuten. Two other species were described later and also assigned to this same genus: *Neoseiulella nesbitti* (Womersley, 1954) and *Neoseiulella aceri* (Collyer, 1957). In 1959, Chant proposed the *tiliarum* species group in the genus *Typhlodromus* and included in it these three species. This latter species group was characterized by the presence of 11 pairs of lateral setae on the dorsal shield, and by three or four pairs of preanal setae on the ventrianal shield. In 1961, Muma proposed two new genera, *Neoseiulella* including *N. nesbitti*, and *Typhloctonus* including *N. aceri* and *N. tiliarum*. These two genera differed by the number of setae on the sternal shield, and by the occurrence of the preanal seta JV3 and macrosetae on the leg IV. In 1962, Wainstein proposed a new sub-genus, *Typhlodromus* (*Nesbitteius*), and divided it into two sections according to the number of preanal setae: "*Nesbitteius*" including *N. nesbitti* and "*Kallistoseius*" including *N. aceri* and *N. tiliarum*. At the same time, Pritchard and Baker (1962) included these three species in the genus *Typhlodromus* (*Seiulus*) Berlese. In 1966, Ehara also used the sub-genus *Typhlodromus* (*Seiulus*) for the *tiliarum* species group. In 1972, Abbasova placed *N. tiliarum* and *N. aceri* in the genus *Seiulus*. In 1975, Tseng proposed a monotypic genus, *Shiehia*, for *Neoseiulella multispinosa* (Tseng). Wainstein (1977) adopted the genus *Typhloctonus* proposed by Muma (1961) and divided it into three sub-genera: *Typhloctonus* (*Typhloctonus*), *T. (Neoseiulellus)* and *T. (Tasmanidromus)*. Arutunjan (1977) and Kolodochka (1978) used the genus

Typhloctonus for *Neoseiulella squamiger* (Wainstein), *N. formosa* (Wainstein) and *N. tuberculata* (Wainstein). In 1981, Beglyarov used *Typhloctonus* as a sub-genus in the genus *Seiulus*. Athias-Henriot and Fauvel (1981) proposed a new genus, *Pegodromus*, including in it *Neoseiulella crassipilis* (Athias-Henriot and Fauvel) and *N. squamiger*.

Table 1. A summary of the complex history of the genus *Neoseiulella* Muma.

Year	Combination of genera proposed by authors	Considered species of the genus <i>Neoseiulella</i>	Author
1930	<i>Typhlodromus</i>	<i>tiliarum</i>	Oudemans
1954	<i>Typhlodromus</i>	<i>nesbitti</i>	Womersley
1957	<i>Typhlodromus</i>	<i>Aceri</i>	Collyer
1959	<i>tiliarum</i> group in the genus <i>Typhlodromus</i>	<i>nesbitti</i> , <i>aceri</i> , <i>tiliarum</i>	Chant
1961	I. <i>Neoseiulella</i> II. <i>Typhloctonus</i>	I. <i>nesbitti</i> II. <i>tiliarum</i> , <i>aceri</i>	Muma
1962	I. <i>Typhlodromus</i> (<i>Nesbitteius</i>) section <i>nesbitteius</i> II. <i>Typhlodromus</i> (<i>Nesbitteius</i>) section <i>Kallistoseius</i>	I. <i>nesbitti</i> II. <i>aceri</i> , <i>tiliarum</i>	Wainstein
1962	<i>Typhlodromus</i> (<i>Seiulus</i>)	<i>nesbitti</i> , <i>aceri</i> , <i>tiliarum</i>	Pritchard and Baker
1966	<i>Typhlodromus</i> (<i>Seiulus</i>)	<i>nesbitti</i> , <i>formosa</i> , <i>tuberculata</i>	Ehara
1972	<i>Seiulus</i>	<i>aceri</i> , <i>tiliarum</i>	Abbasova
1974	<i>Typhloctonus</i>	<i>vollsellae</i>	Chaudhri, Akbar and Rassol
1975	<i>Shiehia</i>	<i>multispinosa</i>	Tseng
1977	I. <i>Typhloctonus</i> (<i>Typhloctonus</i>) II. <i>Typhloctonus</i> (<i>Neoseiulellus</i>) III. <i>Typhloctonus</i> (<i>Tasmanidromus</i>)	I. <i>aceri</i> , <i>tiliarum</i> II. <i>nesbitti</i> III. <i>cottieri</i>	Wainstein
1977	<i>Typhloctonus</i>	<i>formosa</i> , <i>tuberculata</i> , <i>squamiger</i>	Arutunjan
1978	<i>Typhloctonus</i>	<i>formosa</i> , <i>squamiger</i>	Kolodochka
1981	<i>Seiulus</i> (<i>Typhloctonus</i>)	<i>aceri</i> , <i>arutunjani</i> , <i>tiliarum</i> , <i>tuberculata</i>	Beglyarov
1981	<i>Pegodromus</i>	<i>crassipilis</i> , <i>squamiger</i>	Athias-Henriot and Fauvel
1982	<i>Heteroseiulus</i>	<i>aceris</i>	Lehman
1984	<i>Heteroseiulus</i> = <i>Typhloctonus</i> ; <i>Typhloctonus</i> ≠ <i>Neoseiulellus</i> ≠ <i>Tasmanidromus</i>	<i>aceri</i> = <i>aceris</i>	Denmark and Rather
1989	<i>Neoseiulella</i> , <i>Typhloctonus</i> , <i>Shiehia</i> , <i>Pegodromus</i> and <i>Heteroseiulus</i> = <i>Typhlodromus</i>	26 species in the <i>tiliarum</i> species group	Chant and Yoshida-Shaul
1994	<i>Neoseiulella</i>	<i>tiliarum</i> species group, <i>cottieri</i> species group	Chant and McMurtry
1996	I. <i>Neoseiulella</i> (<i>Neoseiulella</i>) II. <i>Neoseiulella</i> (<i>Typhloctona</i>) (<i>Pegodromus</i> ≠ <i>Neoseiulella</i>)	I. 9 species II. 17 species	Denmark and Rather
2004	<i>Neoseiulella</i>	43 species (35 valid)	Moraes et al.
2007	<i>Neoseiulella</i>	46 species	Chant and McMurtry
2009	<i>Typhloctonus</i>	<i>tiliarum</i> (type species)	Kolodochka

Then, Lehman (1982) proposed a new monotypic genus, *Heteroseiulus* for *Neoseiulella aceris* (Lehman). In 1984, Denmark and Rather considered as valid genera the three sub-genera within the genus *Typhloctonus* proposed by Wainstein (1977), *Typhloctonus*, *Neoseiulellus* and *Tasmanidromus*. They also synonymised *Heteroseiulus* (Lehman) and *Typhloctonus*. In

1989, in their revision of the *tiliarum* group within the genus *Typhlodromus*, Chant and Yoshida-Shaul included 26 species in this group. These authors synonymised the genera, *Neoseiulella*, *Typhloctonus*, *Shiehia*, *Pegodromus*, and *Heteroseiulus*. Then in 1994, in their revision of the sub-families Phytoseiinae and Typhlodrominae, Chant and McMurtry divided the genus *Neoseiulella* in two species groups: the *tiliarum* species group (JV3 present) and the *cottieri* species group (JV3 absent). In 1996, Denmark and Rather revised the genus *Neoseiulella* and also divided it into two sub-genera: *N. (Neoseiulella)*, with 3 pairs of preanal setae; and *N. (Typhloctona)*, with 4 pairs of preanal setae. Then, Kolodochka (2009) used the genus *Typhloctonus* for the species of the genus *Neoseiulella* occurring in Ukraine.

Still today, the definition of the genus *Neoseiulella* is not thus very clear, and species of the genus *Neoseiulella* could be included in other genera or in different sub-genera according to the different authors. As Chant and McMurtry (1994, 2007), we considered the genera, *Typhloctonus*, *Heteroseiulus*, *Pegodromus*, and *Shiehia* as junior synonyms of the genus *Neoseiulella*.

Definition of the genus *Neoseiulella* Muma

Neoseiulella Muma, 1961: 295; Denmark and Rather, 1996: 44; Chant and McMurtry, 1994: 247; Moraes *et al.*, 2004: 290; Chant and McMurtry, 2007: 145.

Typhloctonus Muma, 1961: 299; Chaudhri *et al.*, 1974: 231; Denmark and Rather, 1984: 163; Kolodochka, 2009: 484; Omeri, 2009: 9 (Type species: *Typhlodromus tiliarum* Oudemans, 1930a: 51).

Typhlodromus (Nesbitteius) section *Nesbitteius* Wainstein, 1962: 23 (Type species: *Typhlodromus nesbitti* Womersley, 1954: 179).

Typhlodromus (Nesbitteius) section *Kallistoseius* Wainstein, 1962: 23 (Type species: *Typhlodromus tiliarum* Oudemans, 1930: 51).

Typhlodromus (Nesbitteius) (Wainstein) Arutunjan, 1970: 19.

Typhlodromus (Seiulus) Berlese, Pritchard and Baker, 1962: 212-213; Ehara, 1966: 16.

Shiehia Tseng, 1975: 48 (Type species: *Shiehia multispinosa* Tseng, 1975: 48).

Typhloctonus (Neoseiulellus) Muma, Wainstein, 1977: 1416.

Typhloctonus (Typhloctonus) Muma, Wainstein, 1977: 1416.

Typhloctonus (Tasmanidromus) Wainstein, 1977: 1416. (Type species: *Typhlodromus cottieri* Collyer, 1964: 640).

Seiulus (Typhloctonus) Muma, Beglyarov, 1981: 19; Karg, 1983: 322.

Pegodromus Athias-Henriot and Fauvel, 1981: 71. (Type species: *Pegodromus crassipilis* Athias-Henriot and Fauvel, 1981: 73).

Heteroseiulus Lehman, 1982: 236 (Type species: *Heteroseiulus aceris* Lehman, 1982: 236).

Neoseiulella (*Neoseiulella*) Denmark and Rather, 1996: 44.

Neoseiulella (*Typhloctona*) Denmark and Rather, 1996: 44.

Type species: *Typhlodromus nesbitti* Womersley, 1954: 179, by original designation.

Three genera are included in the tribe Typhlodromini within the sub-family Typhlodrominae: *Neoseiulla*, *Typhlodromus* and *Typhloseiulus*. The genus *Neoseiulella* differs from the genus *Typhlodromus* by having both Z1 and S5 present. The genus *Neoseiulella* differs from the genus *Typhloseiulus* by the ventrianal shield, which is reduced (only one seta, JV2, inserted on this shield) in *Typhloseiulus* (Chant and McMurtry, 1994, 2007).

In the present study, we consider the species of the genus *Neoseiulella* to have the following attributes:

- Adult female with moderate to large body dimensions: dorsal shield varying from 260 to 480 µm in length, and (160 to 310 µm) in width (at level of s4), and (140 to 260 µm) (at level of Z1).
- Dorsal shield: absence of z6 together with the presence of z3, s6, Z1 and S5 (Chant and McMurtry, 1994, 2007). In some species, both or one of the sub-lateral setae r3 and R1 are inserted on the dorsal shield, but usually they are situated on the interscutal membrane. The dorsal shield bears usually 19 pairs of setae: **j1, j3, j4, j5, j6, J2, J5, z2, z3, z4, z5, Z1, Z4, Z5, s4, s6, S2, S4, S5**; dorsal setal pattern 12A: 9B (Chant and McMurtry, 1994). Setae J1 is present on tree species (*N. aceris*, *N. montforti*, *N. myopori*); Chant and Yoshida-Shaul (1989) considered its presence as an “aberration” that does not affect the placement of such species. Usually, dorsal setae are smooth and Z4 and Z5 slightly serrated; but in some species all dorsal and sub-lateral setae are serrated. Dorsal shield bears one to seven pairs of solenostomes: gd1 (posterolateral to j3), gd2 (posteromedial to j4-z4), gd4 (posterolateral to s4), gd5 (posteromedial to z5), gd6 (anteromedial to Z1), gd8 (anterior to Z4), gd9 (anterior to S5). The peritreme, in some species, is short (extending to level of z4, z2 or between z2 - j3), but is usually long (extending to level of j1, j3, or between j1-j3). The peritreme has a stippled surface, except for *N. elongata* (Ferragut and Pena-Estevez), that has a peritreme with an anterior surface striate. This latter characteristic is also found in the species of the genus *Typhloseiulus* but *N. elongata* differs from these species by the shape of the ventrianal shield

(reduced in *Typhloseiulus*, not reduced in *N. elongata*) and the nature of dorsal setae (thorn-like in *Typhloseiulus*, simple in *N. elongata*).

- Ventral shields: the female caudoventral pattern is JV: ZV; JV-3/ ZV; JV-3, 4/ ZV (Chant and McMurtry, 1994). Sternal shield (35 to 95 µm long; 50 to 100 µm wide, at level of ST2), is smooth with two or three pairs of setae (ST1, ST2, ST3) and two pairs of solenostomes. A pair of metasternal setae (ST4) is inserted on separate platelets with a pair of small solenostomes. Genital shield smooth (95 to 170 µm long; 40 to 90 µm wide, at level of ST5), except for *N. crassipilis* that has genital shield distinctly reticulated. Three, four or six elongate platelets are situated between genital and ventrianal shields. For some species, these latter platelets are fold under the genital shield. Ventrianal shield smooth, faintly striate, or reticulated (75 to 165 µm long; 45 to 170 µm wide, at level of ZV2), with three or four pairs of preanal setae: JV1, JV2, JV3 (present/ absent) and ZV2, usually with a pair of solenostomes. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) are situated on the integument surrounding the ventrianal shield. The caudoventral seta JV4 is absent for one species, *N. oleariae* (Collyer). This absence is also found in the species of the tribes Typhloseiopsini and Metaseiulini in the sub-family Typhlodrominae (Chant and McMurtry, 1994). However, *N. oleariae* differs from these species by the presence of both Z1 and S4. The primary metapodal plate (18 to 40 µm long; 2 to 11 µm wide) is elongate. The secondary metapodal plate is of about 1/3 as long as the primary one.

- Spermatheca: the cervix (2 to 16 µm long) has a cup- or U-shaped type, with atrium nodular to indistinct.

- Chelicera: One to thirteen teeth, without or usually with a *pilus dentilis*, are observed on the fixed digit of the chelicera. The movable digit (20 to 60 long) is edentate in some species but usually with (1 to 4) teeth.

- Legs: The chaetotactic formulae of femorae, genuae, tibiae of legs I to IV are constant except for genu of leg II (Chant and Yoshida-Shaul, 1989): femur I 2-5/3-2; femur II 2-5/2-1; femur III 1-3/1-1; femur IV 1-3/1-1; genu I 2-2/1, 2/1-2; genu III 1-2/1, 2/0-1; genu IV 1-2/1, 2/0-1; tibia I 2-2/1, 2/1-2; tibia II 1-1/1, 2/1-1; tibia III 1-1/1, 2/1-1; tibia IV 1-1/1, 2/0-1. Except for *Neoseiulella carmeli* (Rivnay and Swirski) in which the genu II bears six setae (1-2/0, 2/0-1), the genu II bears seven (2/0-1, 2-2/0) or eight (2-2/1, 2/0-1) setae. In some species, one or two macrosetae are present on the leg III, but usually no macroseta is observed on the legs I-III. In some species, no macrosetae are also present on the leg IV, but usually leg IV bears at least one macroseta.

Material and methods

To carry out the revision of the genus *Neoseiulella*, type materials (whenever possible) of all the species of the genus *Neoseiulella* have been examined, measured and drawn with a phase and differential interference contrasts microscope (Leica DMLB, Leica Microsystems SAS, Rueil-Malmaison, France) (40x magnification). All the measurements are given in micrometers (μm) and all specimen measurements were performed with Perfect Image v. 7.6 software (Clara Vision). When more than one specimen was measured, mean and ranges (minimum - maximum) were provided. The kind of material (holotype, paratype, syntype, lectotype and/or paralectotype), the institutions or the museums where they are deposited are provided in the redescription of each species. Setal nomenclature used in this paper follows Lindquist and Evans (1965) as adapted by Rowell *et al.* (1978) for the Phytoseiidae, with modifications for the caudal region as given by Lindquist (1994). Idiosomal gland nomenclature follows Athias-Henriot (1975) and Swirski *et al.* (1998). The type materials of 41 species were examined; except for *N. celtis* (Denmark and Rather), *N. compta* (Corpuz-Raros), *N. multispinosa* (Tseng) and *N. vollsella* (Chaudhri, Akbar and Rasool), for which despite repeated requests, it was impossible to borrow the type materials. However, detailed characteristics of these latter species, based on the original description, are showed in table 2. These characteristics were thus taken into account in the key to adulte female of *Neoseiulella* presently provided.

Data on the geographical distribution and plant supports were mainly obtained from the world catalogue of the family Phytoseiidae (Moraes *et al.*, 1986), from the original descriptions and from all the other publications concerning the species of the genus *Neoseiulella*.

Results

The result section will be divided in five parts. In the first part, we will present the species that on one hand do not seem to belong to the genus *Neoseiulella* after type examination and on in other hand placed in other genera but that seem to belong to the genus *Neoseiulella*. In a second part, we will present and discuss synonymies emphasized in literature. In the third section, we will present new synonymies that we suspect. In a fourth part, we will present a re-description of the species we consider as valid.. Lastly, we will provide a key for female identification.

1. The species considered as belonging to the genus *Neoseiulella*

Are all the species presently known as *Neoseiulella* all included into this genus?

Among the 47 species presently considered, three species have been excluded from the genus *Neoseiulella*, as their attributes do not fit the morphological characters defining this genus. These species are *N. schusteri*, *N. eiko* and *N. eleglidus*.

(i). *Neoseiulella schusteri* (Youssef and El-Brollosy)

Typhlodromus schusteri Youssef and El-Brollosy in Zaher, 1986: 129.

Neoseiulella schusteri (Youssef and El-Brollosy) Moraes *et al.*, 2004: 295; Chant and McMurtry, 2007: 147.

This species was not included in the genus *Neoseiulella* in the previous revisions carried out by Chant and Yoshida-shaul (1989) and Denmark and Rather (1984, 1996). However, it was considered as a member of the genus *Neoseiulella* in the last world catalogue of the family Phytoseiidae (Moraes *et al.* 2004), and then in the revision of the family Phytoseiidae (Chant and McMurtry, 2007). As it has been impossible to borrow and thus to observe the type specimens (deposited in Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Cairo University, Egypte), an attentive examination of the dorsal chaetotaxy of the female, based on the original description, was carried out. We observe that the dorsal seta z3 is absent. This latter character with the presence of nine pairs of lateral setae on the dorsal shield (j3, z2, z4, s4, s6, S2, S4, S5, Z5) keys to the species *Cydnoseius negevi* (Swirski and Amitai), tribe Galendromimini (sub-family Typhlodrominae). El-Brollosy (personal comm., 2008) confirmed to us that *N. schusteri* had been misidentified, and that it is a junior synonym of *C. negevi*.

(ii). *Neoseiulella eleglidus* (Tseng)

Typhlodromus (*Typhlodromus*) *eleglidus* Tseng, 1983: 64-66.

Typhlodromus eleglidus (Tseng) Wu *et al.*, 1991: 82.

Neoseiulella eleglidus (Tseng) Moraes *et al.*, 2004: 293; Chant and McMurtry, 2007: 147.

This species was also not included in the genus *Neoseiulella* in the revisions of Chant and Yoshida-shaul (1989) and Denmark and Rather (1984, 1996). However, it was included in the

genus *Neoseiulella* in the last world catalogue (Moraes *et al.*, 2004), and then in the revision of the family Phytoseiidae (Chant and McMurtry, 2007). It has been impossible to borrow and thus to observe the type specimens (deposited in Plant Quarantine Laboratory, Tainan Branch, Bureau of Commodity Inspection and Quarantine, Tainan, Taiwan). However, the original description of this species shows 18 pairs of seta on the dorsal shield (j1, j3, j4, j5, j6, J2, J5, z2, z3, z4, z5, Z4, Z5, s4, s6, S2, S4, S5) and 2 sub-lateral setae (r3 and R1). Seta Z1 is therefore absent and S5 is present. This dorsal setal pattern (12A: 8B) keys to the genus *Typhlodromus* (*Anthoseius*) De Leon (tribe Typhlodromini; sub-family Typhlodrominae).

(iii). *Neoseiulella eiko* Walter

Neoseiulella eiko Walter, 1997: 335; Moraes *et al.*, 2004: 293; Chant and McMurtry, 2007: 147.

Our examination of the type materials of this species shows that Z1 is absent, and that Z2 is present. These two characters with the presence of z3, s6 and S5, and the absence of z6 is clearly a new dorsal chaetotaxic pattern within the family Phytoseiidae. We therefore propose that this species may be included in a new genus in the tribe Typhlodromini (sub-family Typhlodrominae). The description of this new genus will be on the scope of another publication (Kanouh *et al.*, in progress).

Specimens examined: The female holotype and three female paratypes, collected by Walter (1995) on leaves of rainforest trees near the Boulders (Babinda, Queensland, Australia). Type materials are deposited in the UQIC, Department of Entomology, University of Queensland, St Lucia, Australia.

Are there species placed in other genera but apparently belonging to the genus *Neoseiulella*?

Working on the genus *Typhlodromus* (*Anthoseius*), we observed that the species *Typhlodromus* (*Anthosieus*) *elisae* (Schicha and McMrtry, 1986) might be included in the genus *Neoseiulella*. However, some doubts concerning its assignment to this genus exist. Schicha and McMurtry (1986), when described this species in the genus *Typhlodromus*, stated the absence of S5 on the dorsal shield. However, they drew nine pairs of ventrianal setae (4 preanals and 5 caudoventrals) whereas Phytoseiidae mites only could have eight ones (Chant and McMurtry, 2007). One of the hypotheses to explain such an aberration would be that one

of the caudoventral setae might correspond to the seta S5. Indeed, no Phytoseiide mite species presently described have the combination of characters beared by *T. (A.) elisae*: absence of S5, presence of both Z1 and S2, and five pairs of caudoventral setae. So if S5 is effectively absent, *T. (A.) elisae* would correspond (i) to a new genus or (ii) to an aberrant (as the description was only based on one specimen), specimen of a known species within a known genus.

Latter, in the revision of the genus *Neoseiulella*, Chant and Yoshida-Shaul (1989) considered that S5 might be present (holotype in poor conditions) and thus included this later species in the *tiliarum* group (as S5, Z1 and S2 were assumed to be present). However, Denmark and Rather (1996) in their revision of this same genus did not agree the hypothesis of Chant and Yoshida-Shaul (1989) for the status of this species, and consequently they excluded it from the genus *Neoseiulella*. This species was then cited in the subgenus *Typhlodromus* (*Anthoseius*) De Leon in the world catalogue of the family Phytoseiidae (Moraes *et al.*, 2004) and later in the last revision of the family (Chant and McMurtry, 2007). However, it is clear for us as S2 and Z1 (on the description original) are both present, this species does not belong to the genus *Typhlodromus* (*Anthoseius*) on which Z1 is absent. As we did not succeed to borrow the type materials of this species (deposited in the Biological and Chemical Research Institute, Rydalmere, New South Wales, Australia), and thus to accurately examine its idiosomal chaetotaxy, we could not consequently conclude about its genus assignment in the present study, and we decided to not take it into account in the present revision. We still continue to try to get the holotype specimen of *T. (Anthoseius) elisae* to determine accurately the identity of this species.

The questionements concerning *T. (A.) elisae* should alert us on the fact that in the litterrature other similar cases could exist, i.e. species placed in genera but clearly not belonging to them. In a further work, it would be worth to check this.

We thus consider 44 valid species in the genus *Neoseiulella* in the followings parts of this paper.

2. Are the suspected synonyms within the genus *Neoseiulella* all valid?

Six synonymies (including 15 species) have been advanced by different authors (Denmark and Rather, 1984; Chant and Yoshida-Shaul, 1989; Denmark and Rather, 1996; Moraes *et al.*

2004; Kolodochka, 2009). In the present paper, we will only focus on five of them, as it has been impossible to borrow and examine the type materials of *Neoseiulella compta*, *N. multispinosa* and *N. vollsella* despite repeated requests during 3 years. For each synonymy, we present a complete description of the species based on the type materials.

(i). *Neoseiulella aceri* (Collyer), *N. squamiger* (Wainstein) and *N. aceris* (Lehman): *Neoseiulella squamiger* was assumed to be a tentative junior synonym of *N. aceri* by Livshitz and Kuznetsov (1972) and Kolodochka (1986, 2009). Based on the examination of type materials, Denmark and Rather (1984, 1996) considered *N. aceri* to be different from both *N. squamiger* and *N. aceris*, but proposed that *N. aceris* as a junior synonym of *N. squamiger*. Chant and Yoshida-Shaul (1989), also based on the examination of type materials, considered that *N. aceri* was a senior synonym of both *N. squamiger* and *N. aceris*.

***Neoseiulella aceri* (Collyer) (figure 1)**

Typhlodromus aceri Collyer, 1957: 199-200; Chant, 1958: 626; Hirschmann, 1962: 12; Livshitz and Kuznetsov, 1972: 20; Chant and Yoshida-Shaul, 1989: 1013.

Typhlodromus (*Typhlodromus*) *aceri* (Collyer) Chant, 1959: 65; Westerboer and Bernhard, 1963: 565-568.

Typhloctonus aceri (Collyer) Muma, 1961: 299; Denmark and Rather, 1984: 166-167; Kolodochka, 1986: 30-31; Moraes *et al.*, 1986: 232; Kolodochka, 2009: 486-487.

Typhlodromus (*Nesbittius*) *aceri* (Collyer) Wainstein, 1962: 23.

Seiulus aceri (Collyer) Abbasova, 1972: 22; Karg and Edland, 1987: 387; Steeghs *et al.*, 1993: 24.

Seiulus (*Typhloctonus*) *aceri* (Collyer) Beglyarov, 1981: 19.

Neoseiulella (*Typhloctona*) *aceri* (Collyer) Denmark and Rather, 1996: 60.

Neoseiulella aceri (Collyer) Moraes *et al.*, 2004: 290; Chant and McMurtry, 2007: 147.

***Adult female* (figure 1a - d):**

Dorsal shield (figure 1a): dorsal shield distinctly reticulated throughout: length 318 (312-326), width 170 (166-174) (at level of s4) and 201 (198-207) (at level of Z1). Five pairs of small solenostomes on the dorsal shield: gd1, gd2, gd6, gd8, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all serrated: j1 16 (15-17); j3 26 (25-26); j4 18 (17-18); j5 18 (17-18); j6 24 (23-25); J2 31 (30-31); J5 14 (13-14); z2 21 (20-22); z3 26; z4 27; z5 16 (15-16); Z1 30 (28-31); Z4 35; Z5 38 (37-39); s4 31; s6 31 (30-31);

S2 31; S4 26 (25-26); S5 14 (13-15); sub-lateral setae r3 21 (20-21) and R1 20. A pair of dorsal setae J1 (32) on one of the syntype females examined. Peritreme extending anteriorly to the level of j3 or between z2-j3.

Ventral shields (figure 1b): sternal shield 37 (34-40) long and 53 (51-58) wide (at level of ST2), is smooth with three pairs of setae (ST1, ST2 and ST3) and two pairs of solenostomes (posterior to ST1; anterior to ST3). The pair of sternal setae ST3 on an elongate projection of the sternal shield. A pair of metasternal setae (ST4) on separate platelets with a pair of small solenostomes. Genital shield 126 (118-132) long and 60 (58-61) wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets between genital and ventrianal shields. Ventrianal shield subquadrate-shaped, 99 (96-101) long and 83 (82-86) wide (at level of ZV2), distinctly reticulated, with four pairs of preanal setae (JV1, JV2, JV3 and ZV2) and a pair of solenostomes posterior to JV3. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 14 (13-14) long, smooth. Primary metapodal plate 30 (26-31) long and 3 (2-4) wide.

Spermatheca (figure 1c): cervix 4 (3-5) long, cup-shaped, with an enlarged atrium.

Chelicera (figure 1d): two teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 22 (20-23) long, edentate.

Legs - Measurements of legs: leg I 225 (210-231); leg II 204 (190-222); leg III 212 (190-225); leg IV 249 (233-270). Seven setae (2-2/0, 2/0-1) on the genu II. No macrosetae on legs.

Material examined: four female syntypes deposited in the British Museum of Natural History = BMNH, Cromwell Road, London, UK.

Adult male (figure 1e, f):

Described by Collyer (1957), Chant (1958) and Denmark and Rather (1984, 1996). Dorsal shield chaetotaxy similar to the female. Ventrianal shield 97 long and 138 wide, distinctly reticulated and with five pairs of preanal setae and three pairs of circular solenostomes. Spermatodactyl with a terminal foot, and with a non-enlarged toe. This description is based on one male syntype.

Previous reports: *N. aceri* is only known from the West-Palaeartic and Nearctic areas. However, its occurrence in the Nearctic area (3 records) might be due to introduction. Countries from which this species is reported are: Azerbaijan (Abbasova, 1972); Belgium (André, 1986); Croatia (Tixier *et al.*, 2010); Czech Republic (Kabicek, 2003; Kabicek and Rehakova, 2004; Kabicek, 2005, 2010;); England (Collyer, 1957); Finland (Tuovinen and

Rokx, 1991; Tuovinen, 1993); France (Chant and Yoshida-Shaul, 1989); Germany (Balder *et al.*, 1999); Hungary (Szabo, 1980; Ripka, 1998, 2006); Italy (Ragusa and Paoletti, 1985; Duso *et al.*, 1993, 2004); Moldova (Beglyarov and Malov, 1977); Norway (Karg and Edland, 1987); Sweden (Steepts *et al.*, 1993); Turkey (Cobanoglu, 1996, 2000); Ukraine (Livshitez and Kuznetsov, 1972; Akimov *et al.*, 2007; Kolodochka and Omeri, 2007; Kolodochka, 2009; Omeri, 2009); USA (Chant, 1959b; Chant and Yoshida-Shaul, 1989; Congdon, 2002).

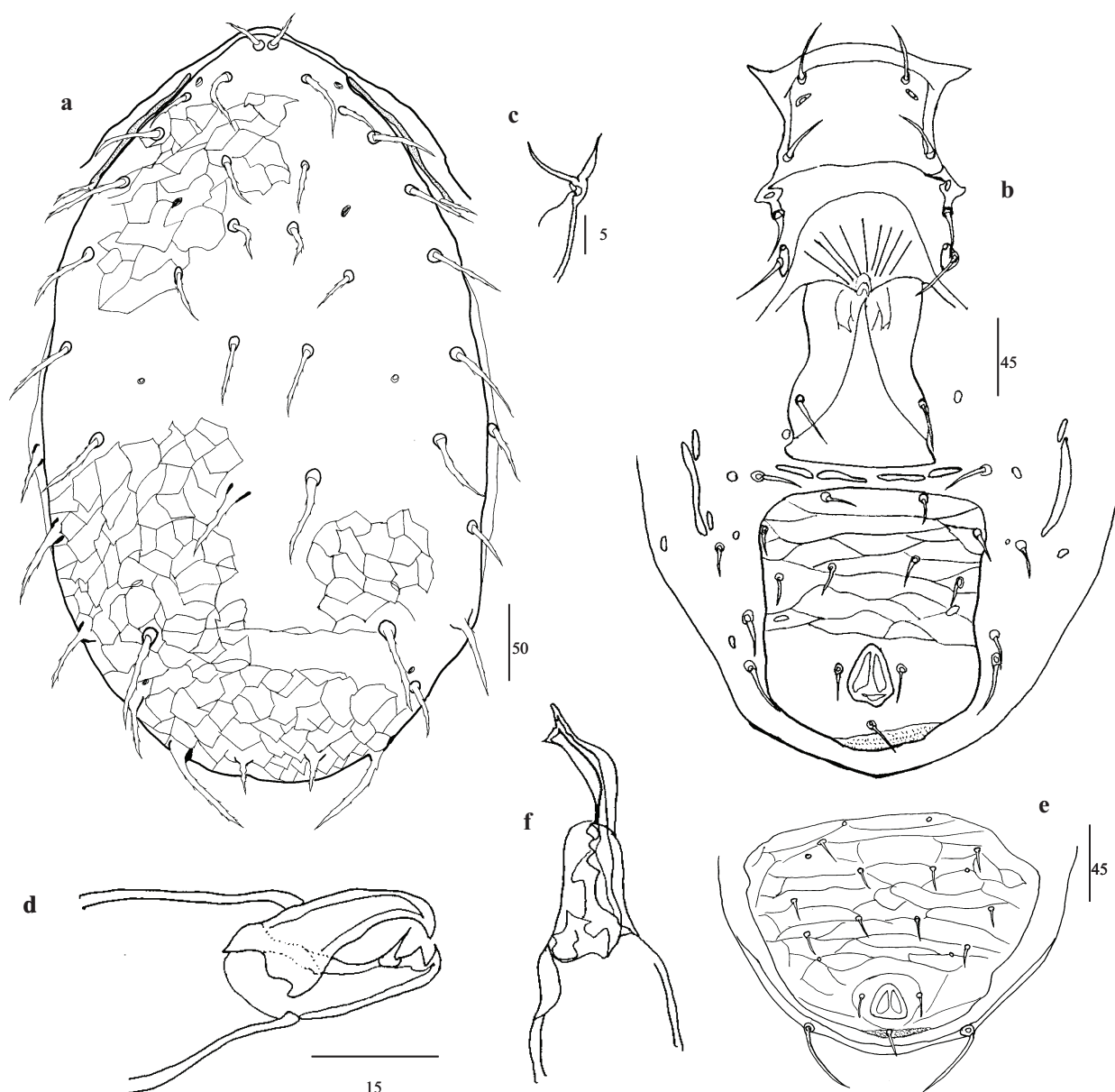


Figure 1. *Neoseiulella aceri* (Collyer). Female (syntype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera. Male (syntype): e, ventrianal shield; f, spermatodactyl.

Neoseiulella aceri was collected from a wide range of plant supports: *Acer campestre* L., *A. macrophyllum* Pursh, *A. platanoides* L., *A. pseudoplatanus* L., *Acer* sp. (Aceraceae); *Aesculus hippocastanum* L. (Hippocastanaceae); *Alnus incana* (L.) Moench, *Carpinus betulus* L., *Corylus avellana* L. (Betulaceae); *Juglans regia* L. (Juglandaceae); *Juniperus sabina* L. (Cupressaceae); *Morus alba* L. (Moraceae); *Prunus* (*Cerasus*) sp., *Prunus armeniaca* L., *Prunus* sp., *Rubus* sp. (Rosaceae); *Quercus ilex* L. (Fagaceae); *Trifolium pratense* L. (Fabaceae); *Zelkova* sp. (Ulmaceae).

***Neoseiulella squamiger* (Wainstein) (figure 2)**

Typhlodromus squamiger Wainstein, 1960: 689-690; Chant and Yoshida-Shaul, 1989: 1013.

Typhlodromus (*Nesbitteius*) *squamiger* (Wainstein) Arutunjan, 1970: 19.

Typhloctonus squamiger (Wainstein) Wainstein, 1973: 176; Chaudhri *et al.*, 1974, 231; Kolodochka, 1974a: 27; Arutunjan, 1977: 55; Kolodochka, 1978: 50-51; Denmark and Rather, 1984: 173-174; Moraes *et al.*, 1986: 233.

Pegodromus squamiger (Wainstein) Athias-Henriot and Fauvel, 1981: 74.

Neoseiulella (*Typhloctona*) *squamiger* (Wainstein) Denmark and Rather, 1996: 61-62.

Neoseiulella squamiger (Wainstein) Moraes *et al.*, 2004: 291; Chant and McMurtry, 2007: 147.

***Adult female* (figure 2a - d)**

Dorsal shield (figure 2a): dorsal shield distinctly reticulated throughout: 342 long, 184 (at level of s4) and 210 (at level of Z1). Five pairs of small solenostomes on the dorsal shield: gd1, gd2, gd6, gd8, and gd9. Sub-lateral setae r3 on the lateral margin and R1 on the dorsal shield. Dorsal shield bearing 20 pairs of setae (R1 on dorsal shield) all serrated: j1 14; j3 20; j4 17; j5 16; j6 21; J2 29; J5 13; z2 20; z3 25; z4 28; z5 15; Z1 28; Z4 35; Z5 42; s4 29; s6 30; S2 34; S4 27; S5 17; sub-lateral setae r3 20 and R1 20. Peritreme extending anteriorly to the level of j3.

Ventral shields: (figure 2b): sternal shield 37 long and 53 wide (at level of ST2), smooth with three pairs of setae (ST1, ST2 and ST3) and two pairs of solenostomes (posterior to ST1; anterior to ST3). ST3 on an elongate projection of the sternal shield. A pair of metasternal setae (ST4) on separate platelets with a pair of small solenostomes. Genital shield 130 long and 60 wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets between genital and ventrianal shields. Ventrianal shield subquadrate-shaped 103 long and 86 wide (at level of ZV2), distinctly reticulated, with four pairs of preanal setae (JV1, JV2, JV3 and ZV2) and a pair of

solenostomes posterior to JV3. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 17 long, smooth. Primary metapodal plate 30 long and 3 wide.

Spermatheca (figure 2c): cervix 4 long, cup-shaped, with an enlarged atrium.

Chelicera (figure 2d): two teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 25 long, is edentate.

Legs - Measurements of legs: leg I 227; leg II 209; leg III 211; leg IV 239. Seven setae (2-2/0, 2/0-1) on the genu II. No macrosetae on legs.

Material examined: female holotype deposited in the ASU, Institute of Zoology, Academy of Sciences, Kiev, Ukraine.

Adult male (figure 2e, f):

Described by Denmark and Rather (1984, 1996).

Dorsal shield chaetotaxy is similar to the female. Ventrianal shield 103 long and 142 wide, distinctly reticulated and with five pairs of preanal setae and three pairs of circular solenostomes. Spermatodactyl with a terminal foot, and a slightly enlarged toe.

This description is based on one of the male specimens of our collection (Montpellier SupAgro collection, UMR CBGP), collected in Kiev (Ukraine) on Norway maple (*Acer platanoides* L.).

Previous reports: *N. squamiger* is only known from the West- Palearctic area. Countries from which this species is reported are: Armenia (Arutunjan, 1970, 1971); Croatia (Tixier *et al.*, 2010); Greece (Papadoulis and Emmanouel, 1990); Hungary (Bozai, 1996, 1997; Ripka, 1998, 2006); Moldova (Wainstein, 1960, 1973); Ukraine (Kolodochka, 1973, 1974b, 1978). Plant supports on which *N. squamiger* was collected are: *Acer campestre*, *A. platanoides*, *Acer* sp. (Aceraceae); *Carpinus betulus*, *Corylus avellana*, *Ostrya carpinifolia* Scopoli (Betulaceae); *Cornus* sp. (Cornaceae); *Fraxinus ornus* L. (Oleaceae); *J. regia* (Juglandaceae); *Picea* sp. (Pinaceae); *Prunus (Cerasus)* sp., *Prunus* sp. (Rosaceae).

***Neoseiulella aceris* (Lehman) (figure 3)**

Heteroseiulus aceris Lehman, 1982: 236, 283.

Neoseiulella aceris (Lehman) Moraes *et al.*, 2004: 291; Chant and McMurtry, 2007: 147.

Adult female (figure 3a - d)

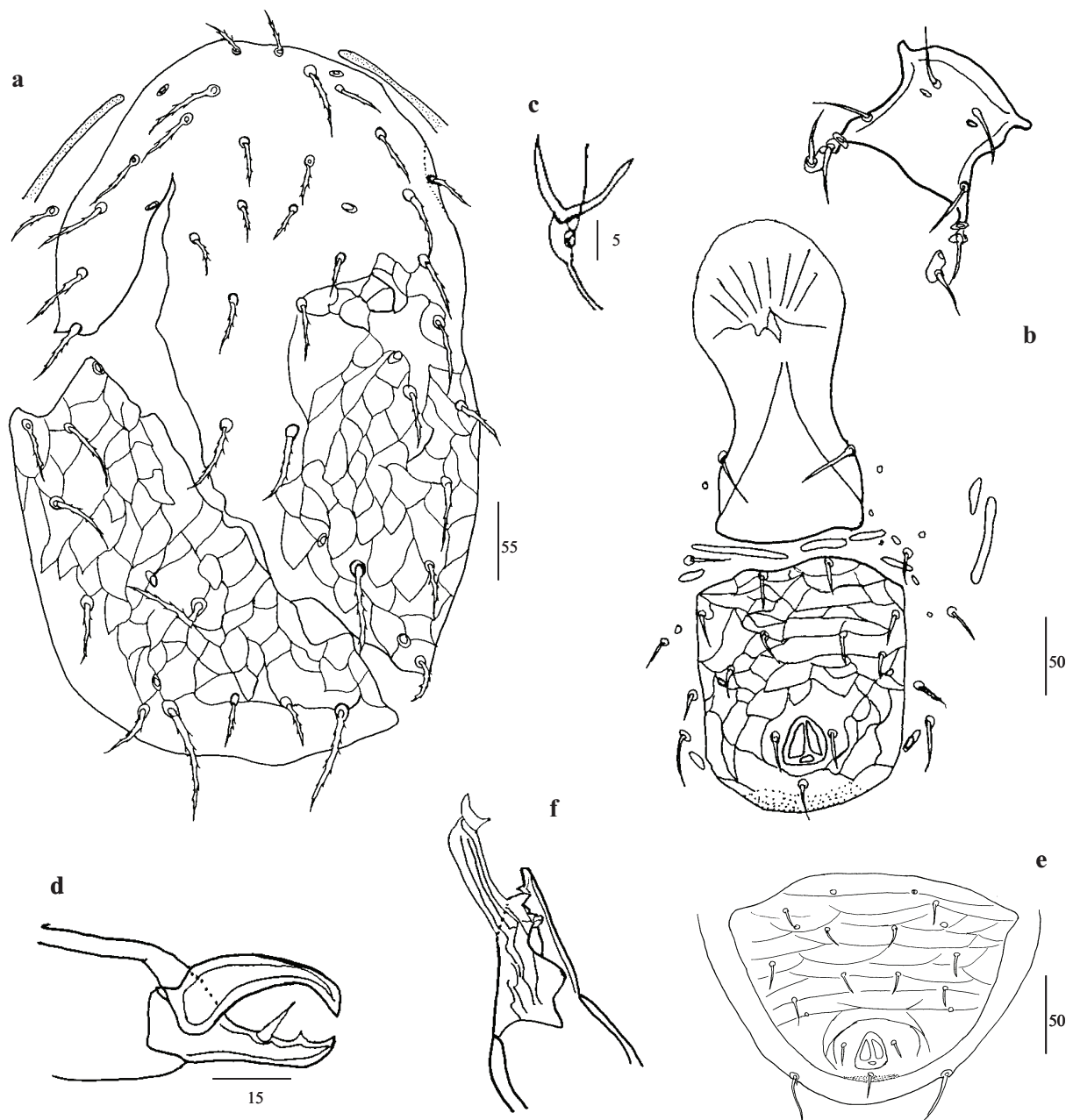


Figure 2. *Neoseiulella squamiger* (Wainstein). Female (holotype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera. Male (collection): e, ventrianal shield; f, spermatodactyl.

Dorsal shield (figure 3a): dorsal shield distinctly reticulated throughout: length 318, width 180 (at level of s4) and 210 (at level of Z1). One pair of solenostomes gd9 on the dorsal shield; other pairs, if present, not discernible because of the bad conditions of the specimen examined. Sub-lateral setae r3 on the lateral margin, R1 on the dorsal shield. Dorsal shield bearing 20 pairs of setae (R1 on dorsal shield), serrated: j1 17; j3 25; j4 18; j5 18; j6 23; J2

36; J5 13; z2 19; z3 25; z4 29; z5 18; Z1 32; Z4 35; Z5 41; s4 32; s6 33; S2 35; S4 28; S5 17; sub-lateral setae r3 21 and R1 23. Peritreme extending anteriorly to the level of j3.

Ventral shields (figure 3b): sternal shield 40 long and 61 wide (at level of ST2), smooth, with three pairs of setae (ST1, ST2 and ST3) and two pairs of solenostomes (posterior to ST1; anterior to ST3). ST3 inserted on an elongate projection of the sternal shield. A pair of metasternal setae (ST4) inserted on separate platelets with a pair of small solenostomes. Genital shield 132 long and 54 wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets between genital and ventrianal shields. Ventrianal shield subquadrate-shaped, 97 long and 82 wide (at level of ZV2), reticulated, with four pairs of preanal setae (JV1, JV2, JV3 and ZV2) and a pair of solenostomes posterior to JV3. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 15 long, smooth. Primary metapodal plate 33 long and 2 wide.

Spermatheca (figure 3c): cervix 4 long, cup-shaped, with an enlarged atrium.

Chelicera (figure 3d): two teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 27 long, edentate.

Legs - Measurements of legs: leg I 245; leg II 214; leg III 211; leg IV 270. Seven setae (2-2/0, 2/0-1) on the genu II. No macrosetae present on legs.

Material examined: female holotype deposited in the collection of the Florida, Department of Agriculture and Consumer Services, USA.

Adult male:

Described by Lehman (1982). It has been impossible to borrow the male type specimen of this species.

Previous reports: *N. aceris* is only known from Pennsylvania (USA; Nearctic area). Plant supports on which this species was collected are: *A. platanooides* (Aceraceae); *Aesculus hippocastanum* (Hippocastanaceae); *Ilex crenata* 'rotundifolia' Thunb. (Aquifoliaceae); *Juniperus virginiana* L. (Cupressaceae); *Pinus sylvestris* L., *Tsuga canadensis* (L.) Carrière (Pinaceae); *Taxus media* "hicksii" (Taxaceae).

The examination of the type materials of *N. aceri*, *N. squamiger* and *N. aceris* shows similar measurements between these three species. However, *N. aceri* differs from both *N. squamiger* and *N. aceris* by the position of the sub-lateral seta R1. Recent molecular experiments (Kanouh *et al.* 2010b) showed that the position of sub-lateral seta (R1) would not

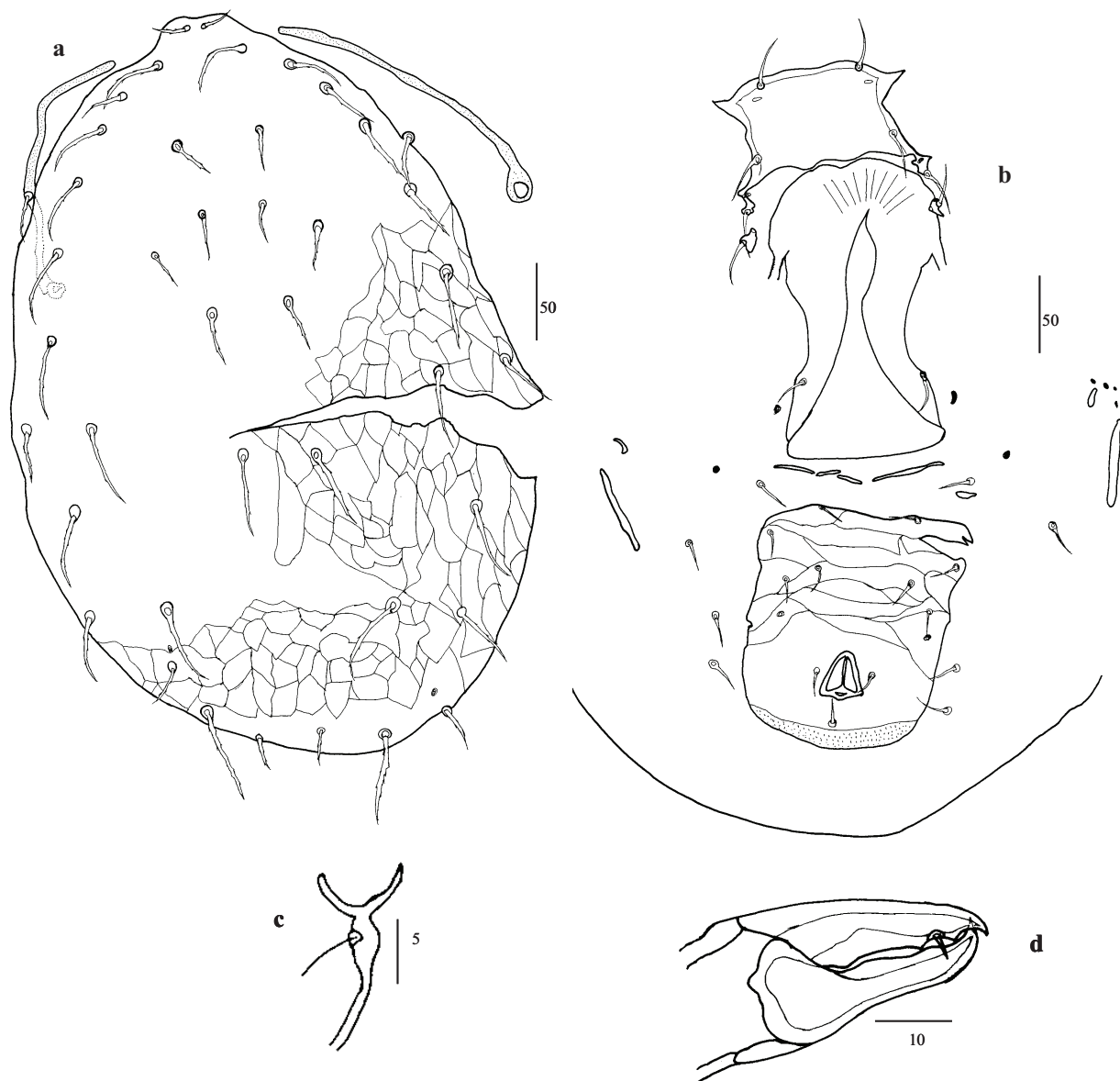


Figure 3. *Neoseiulella aceris* (Lehman). Female (holotype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera.

be a valid diagnostic criteria to distinguish between such species. Moreover, these different morphological and molecular analyses supported the synonymy between *N. squamiger* and *N. aceri* (Kanouh *et al.*, 2010b), in concordance with the conclusions of Chant and Yoshida-Shaul (1989) and Kolodochka (1986). On the other hand, only one pair of solenostomes (gd9) is observed on *N. aceris*, whereas five pairs (gd1, gd2, gd6, gd8, gd9) are observed on *N. aceri* and *N. squamiger*. Lehman (1982) drew three pairs of solenostomes (gd2, gd6, gd8) that we did not observe on the specimen examined. As some authors have shown the importance of such characters for species differentiation (Chant and Yoshida-Shaul, 1987; Ragusa and

Tsolakis, 1994; Tixier *et al.*, 2006a, b), but as there is also no evidence that these characters are universal for species diagnostic, the synonymy of *N. aceris* and *N. aceri* and/or *N. squamiger* could be still questioned. Examination of other female paratypes of *N. aceris* to check the occurrence of solenostomes would thus be required to answer this question. Molecular analyses or cross breedings would be also useful to conclude on this synonymy. We thus consider that *N. aceri* is a senior synonym of *N. squamiger*, and we propose, at this time, that *N. aceris* as a provisional junior synonym of *N. aceri*.

(ii). *Neoseiulella tiliarum* (Oudemans) and *N. formosa* (Wainstein): *Neoseiulella tiliarum* was suggested as a senior synonym of *N. formosa* by Chant (1959b). Hirschman (1962) then considered these two species as valid. Denmark and Rather (1984) mentioned *N. tiliarum* in their revision of the genus *Typhloctonus*, but not *N. formosa*. Then, based on a morphological comparison of type materials, Kolodochka (1986), Chant and Yoshida-Shaul (1989), Denmark and Rather (1996) and Kolodochka (2009) concluded that these two species are synonyms.

***Neoseiulella tiliarum* (Oudemans) (figure 4)**

Typhlodromus tiliarum Oudemans, 1930: 51-52; Chant, 1958: 622.

Typhlodromus (*Typhlodromus*) *tiliarum* (Oudemans) Chant, 1959: 65.

Typhloctonus tiliarum (Oudemans) Muma, 1961: 299; Denmark and Rather, 1984: 165; Kolodochka, 1986: 26-27; Moraes *et al.*, 1986: 233; Kolodochka, 2009: 485-486.

Typhlodromus (*Nesbittius*) *tiliarum* (Oudemans) Wainstein, 1962: 23.

Seiulus tiliarum Abbasova, 1972: 21; Karg, 1982: 205; Karg and Edland, 1987: 387.

Seiulus (*Typhloctonus*) *tiliarum* (Oudemans) Beglyarov, 1981: 19.

Neoseiulella (*Typhloctona*) *tiliarum* (Oudemans) Denmark and Rather, 1996: 58-59.

Neoseiulella tiliarum (Oudemans) Chant and McMurtry, 1994: 248; Moraes *et al.*, 2004: 296; Chant and McMurtry, 2007: 147.

***Adult female* (figure 4a - d)**

Dorsal shield (figure 4a): dorsal shield distinctly reticulated throughout: length 350; width 164 (at level of s4) and 182 (at level of Z1). Five pairs of large circular solenostomes: gd1, gd2, gd6, gd8, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all smooth except Z4 and Z5 slightly serrated: j1 20; j3 30; j4 19; j5

21; j6 20; J2 26; J5 7; z2 25; z3 31; z4 32; z5 20; Z1 26; Z4 38; Z5 44; s4 34; s6 36; S2 40; S4 35; S5 18; sub-lateral setae r3 29 and R1 21. Peritreme extending anteriorly to the level of z4. Ventral shields (figure 4b): sternal shield 82 long and 84 wide (at level of ST2), smooth with two pairs of setae (ST1 and ST2) and two pairs of solenostomes. ST3 on a separate platelet close to the sternal shield. A pair of metasternal setae (ST4) on separate platelets with a pair of small solenostomes. Genital shield 123 long and 62 wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets folded under the genital shield and between genital and ventrianal shields. Ventrianal shield rectangular-shaped, 103 long and 60 wide (at level of ZV2), slightly reticulated, with four pairs of preanal setae (JV1, JV2, JV3 and ZV2) and without solenostomes. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 26 long, smooth. Primary metapodal plate of 28 long and 3 wide.

Spermatheca (figure 4c): cervix 14 long, elongated and cup-shaped.

Chelicera (figure 4d): one tooth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 27 long, unidentate.

Legs - Measurements of legs: leg I 274; leg II 222; leg III 219; leg IV 281. Eight setae (2-2/1, 2/0-1) on the genu II. No macrosetae present on legs.

Material examined: female holotype deposited in the Rijksmuseum van Natuurlijke Historie, Leiden, the Netherlands. As this specimen was in bad conditions, the leg chaetotaxy and lengths were observed on one specimen of our collection (Montpellier SupAgro, UMR CBGP), collected in Valleraugues (Gard, South of France) on small leaved linden (*Tilia cordata* Miller).

Adult male (figure 4e, f):

Described by Livshitz and Kuznetsov (1972) and Denmark and Rather (1984, 1996).

Dorsal shield chaetotaxy similar to the female, but the sub-lateral seta R1 on the dorsal shield. Ventrianal shield 104 long and 131 wide, distinctly reticulated and bearing five pairs of preanal setae and three circular solenostomes. Spermatodactyl L-shaped with a terminal foot and a toe slightly enlarged. This description is based on a specimen of our collection (Montpellier SupAgro, UMR CBGP), collected in Valleraugues (Gard, South of France) on *T. cordata*.

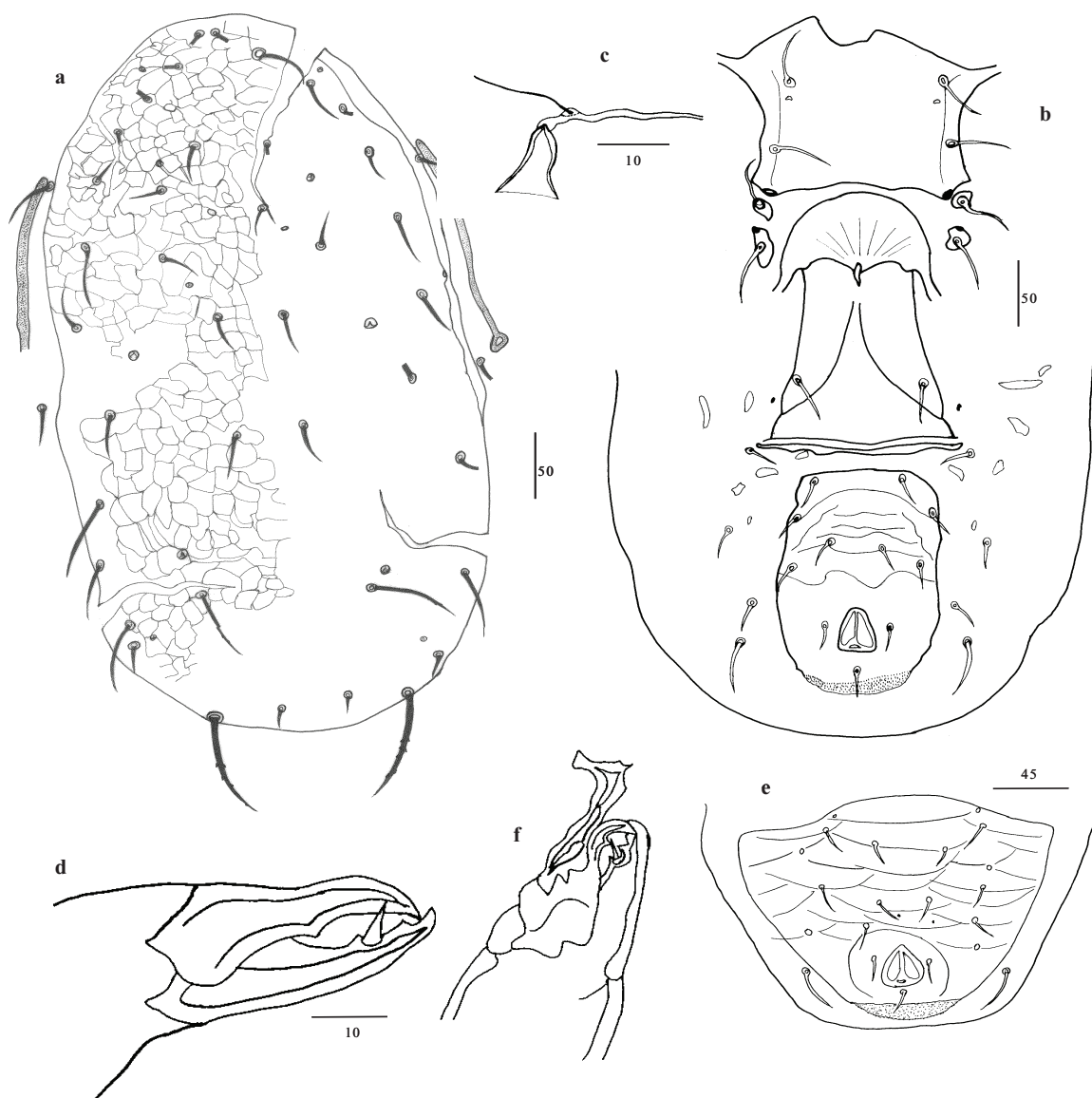


Figure 4. *Neoseiulella tiliarum* (Oudemans). Female (holotype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera. Male (collection): e, ventrianal shield; f, spermatodactyl.

Previous reports: *N. tiliarum* is only known from the West- Palearctic and Nearctic areas. However, its occurrence in the Nearctic area (15 reports in Canada and 3 in USA) might be due to introductions. The three reports in Massachusetts (USA) were reported on insects: *Graphiphora haruspica* (Grote) and *Spaelotis clandestine* (Harris) (Noctuidae, Lepidoptera) (Treat, 1975). Countries from which this species is reported are: Algeria (Athias-Henriot, 1958b); Austria (Bohm, 1960; Ragusa and Ragusa, 1997); Azerbaijan (Abbasova, 1972); Canada (Nesbitt, 1951; Herbert, 1952; Chant *et al.*, 1974); Croatia (Tixier *et al.*, 2010); Czech Republic (Kabicek, 2003; Kabicek and Rehakova, 2004; Kabicek, 2008, 2010); Denmark

(Hansen and Johnsen, 1986); England (Nesbitt, 1951; Chant, 1955, 1956; Collyer, 1956); France (Gunthart, 1957, 1960; Rambier, 1974; Kreiter and Brian, 1987; Kreiter *et al.*, 2000; Tixier *et al.*, 2000; Arnault *et al.*, 2008); Georgia (Samsoniya, 1977); Germany (Oudemans, 1930; Dosse, 1956a, b, 1957; Westerboer and Bernhard, 1963; Thill, 1964; Karg, 1970, 1971, 1972, 1975); Greece (Swirski and Ragusa, 1976; Ragusa and Tsolakis, 1998); Hungary (Kropczyńska and Jenser, 1968; Bozai, 1980; Dellei and Szendrey, 1991; Sarospataki *et al.*, 1992; Bream and Bozai, 1995; Bozai, 1996, 1997; Ripka, 1998, 2006); Iran (Daneshvar, 1987); Italy (Gunthart, 1957, 1960; Coiutti, 1993; Duso *et al.*, 1993; Michelatti *et al.*, 1994; Nicotina and Cioffi, 1998; Duso *et al.*, 2004); Moldova (Beglyarov and Malov, 1977); Montenegro (Mijuskovic and Tomasvic, 1975); Netherlands (Nesbitt, 1951; Van de Vrie and Fluiter, 1958; Van de Vrie, 1963, 1972; Miedema, 1987); Norway (Karg and Edland, 1987); Poland (Wiackowski and Suski, 1963; Boczek, 1964; Dabrowski, 1968; Dabrowski, 1970; Skorupska, 1981; Chant and Yoshida-Shaul, 1989; Jaworski, 2000; Kropczyńska *et al.*, 2009); Russia (Beglyarov, 1962); Slovak Republic (Praslicka and Bartekova, 2008; Praslicka *et al.*, 2009); Spain (Chant and Yoshida-Shaul, 1989; Villaronga and Garcia-Marie, 1988, 1992; Minarro *et al.*, 2005); Switzerland (Gunthart, 1957, 1960; Genini *et al.*, 1983; Klay, 1987); Tunisia (Kreiter *et al.*, 2002); Turkey (Swirski and Amitai, 1982; Düzgüneş and Kiliç, 1983; Cobanoglu 1991, 1992, 1996, 2000); Ukraine (Akimov and Kolodochka, 1970; Livshitz and Kuznetsov, 1972; Beglyarov and Malov, 1977; Kolodochka and Omeri, 2007; Kolodochka, 2009; Omeri, 2009); USA (Treat, 1975).

Neoseiulella tiliarum was collected on a wide range of plant supports: *A. campestre*, *Acer* sp. (Aceraceae); *Actinidia deliciosa* (Chev.) Liang and Ferguson (Actinidiaceae); *A. hippocastanum* (Hippocastanaceae); *Agrimonia* sp., *Malus baccata* (L.) Borkh., *M. pumila* Miller, *Malus* sp., *Mespilus* sp., *P. armeniaca*, *P. cerasifera* Ehrh., *P. (Cerasus) avium* (L.) L., *P. domestica* L., *Prunus* sp., *P. spinosa* L., *Pyrus aucuparia* L., *P. communis* L., *Rosa* sp., *Rubus* sp. (Rosaceae); *Alnus* sp., *Carpinus betulus*, *Corylus avellana*, *Corylus* sp. (Betulaceae); *Castanea sativa* Miller, *Fagus sylvatica* L., *Quercus* sp. (Fagaceae); *Cercis canadensis* L. (Fabaceae); *Citrus* sp. (Rutaceae); *Cornus sanguinea* L., *Cornus* sp. (Cornaceae); *Ficus carica* L. (Moraceae); *Frangula alnus* Miller (Rhamnaceae); *Fraxinus angustifolia* Vahl, *Fraxinus* sp., *Olea* sp. (Oleaceae); *Dittrichia viscosa* (L.) Greuter (Asteraceae); *Juglans regia* (Juglandaceae); *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn (Hypolepidaceae); *Ribes nigrum* L., *Ribes* sp. (Grossulariaceae); *Tilia Americana* L., *T. cordata* Miller, *T. miqueliana* Maxim., *T. platyphyllos* Scop., *Tilia* sp. (Tiliaceae); *Ulmus*

campestris L., *U. laevis* Pall., *U. pumila* L., *U. scabra* Miller, *Ulmus* sp., *U. suberosa* Moench, *Zelkova carpinifolia* (Pall.) Dippel., *Zelkova* sp. (Ulmaceae); *Urtica dioica* L. (Urticaceae); *Vitis* sp., *V. vinifera* L. (Vitaceae).

***Neoseiulella formosa* (Wainstein) (figure 5)**

Typhlodromus formosus Wainstein, 1958: 206; Abbasova, 1966: 186.

Typhlodromus (Seiulus) formosus (Wainstein) Ehara, 1966: 16.

Typhlodromus (Nesbittius) formosus (Wainstein) Arutunjan, 1970: 19.

Typhloctonus formosus (Wainstein) Kolodochka, 1974a: 26-27; Rivnay and Swirski, 1980: 183.

Neoseiulella formosa (Wainstein) Moraes *et al.*, 2004: 297; Chant and McMurtry, 2007: 147.

***Adult female* (figure 5a - d)**

Dorsal shield (figure 5a): dorsal shield distinctly reticulated throughout: length 336; width 163 (at level of s4) and 180 (at level of Z1). Five pairs of large circular solenostomes: gd1, gd2, gd6, gd8, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all smooth except Z4 and Z5 slightly serrated: j1 19; j3 30; j4 19; j5 20; j6 18; J2 26; J5 11; z2 22; z3 28; z4 31; z5 17; Z1 33; Z4 38; Z5 44; s4 34; s6 34; S2 39; S4 35; S5 19; sub-lateral setae r3 28 and R1 21. Peritreme extending anteriorly to the level of z4.

Ventral shields (figure 5b): sternal shield 66 long and 65 wide (at level of ST2), smooth with three pairs of setae (ST1, ST2 and ST3) and two pairs of solenostomes. ST3 on an elongate projection of the sternal shield. A pair of metasternal setae (ST4) on separate platelets with a pair of small solenostomes. Genital shield 117 long and 62 wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets folded under the genital shield and situated between genital and ventrianal shields. Ventrianal shield rectangular-shaped, 102 long and 66 wide (at level of ZV2), lightly reticulated, with four pairs of preanal setae (JV1, JV2, JV3 and ZV2) and without solenostomes. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 24 long, smooth. Primary metapodal plate 31 long and 3 wide.

Spermatheca (figure 5c): cervix 13 long, elongated and cup-shaped.

Chelicera (figure 5d): one tooth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 26 long, bearing one tooth.

Legs - Measurements of legs: leg I 271; leg II 219; leg III 211; leg IV 275. Eight setae (2-2/1, 2/0-1) on the genu II. No macrosetae on legs.

Material examined: female lectotype deposited in the ASU, Institute of Zoology, Academy of Sciences, Kiev, Ukraine.

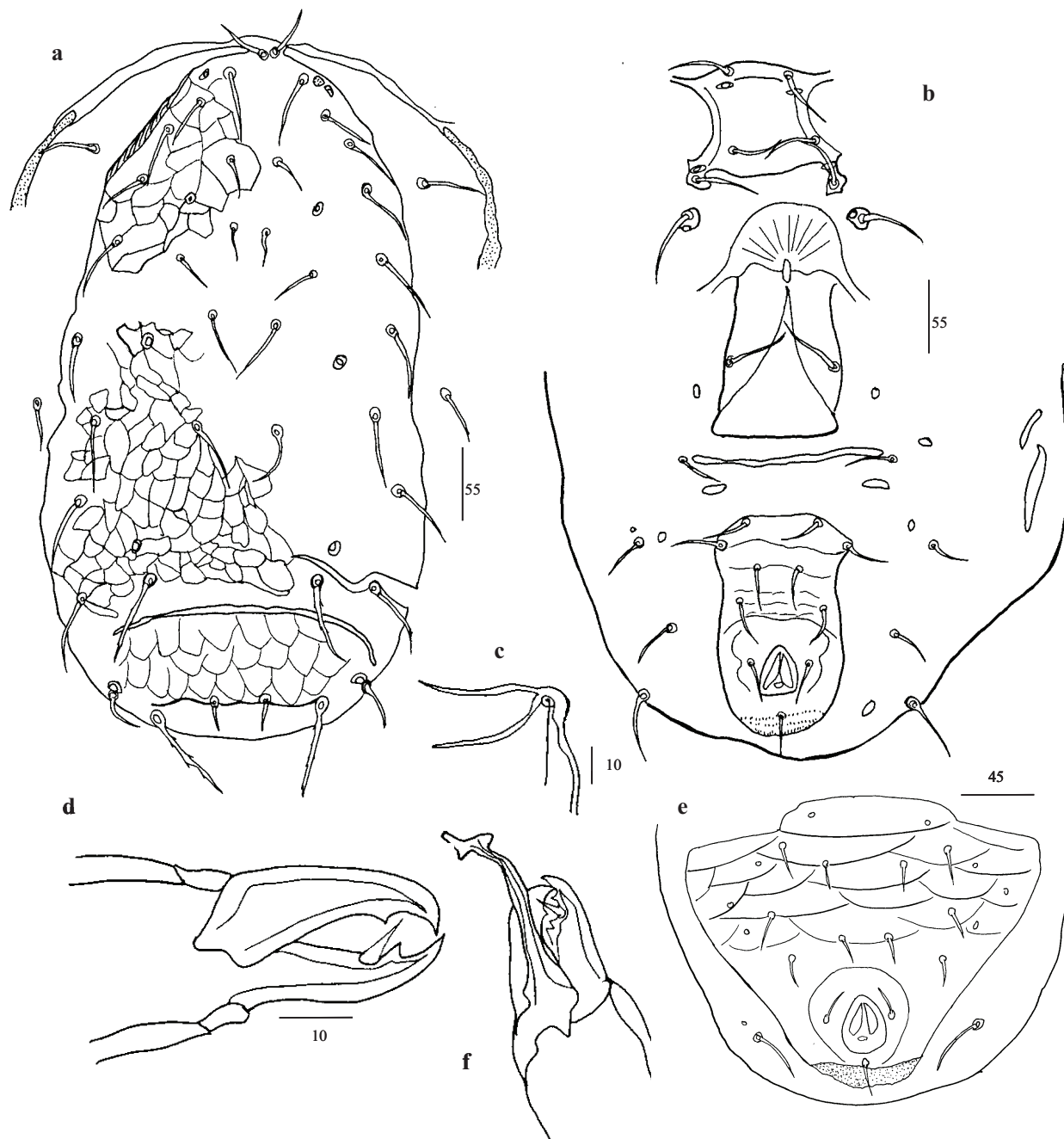


Figure 5. *Neoseiulella formosa* (Wainstein). Female (lectotype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera. Male (collection): e, ventrianal shield; f, spermatodactyl.

Adult male (figure 5e, f):

Dorsal shield chaetotaxy similar to the female, but sub-lateral seta R1 on the dorsal shield. Ventrianal shield 99 long and 139 wide, distinctly reticulated and bearing five pairs of preanal setae and three pairs of small circular solenostomes (difference in occurrence of preanal solenostomes with the females). Spermatodactyl L-shaped with a terminal foot and a toe enlarged. This description is based on one of the paralectotype specimens (deposited in the ASU, Ukraine).

Previous reports: *N. formosa* is only known from the West-Palaeartic area. Countries from which this species is reported are: Armenia (Arutunjan, 1970, 1971); Caucasus region (Abbasova, 1966); Georgia (Wainstein, 1958; Samsoniya, 1972; Wainstein and Vartapetov, 1973); Hungary (Bozai, 1996, 1997; Ripka, 1998, 2006); Moldova (Wainstein, 1973); Ukraine (Wainstein, 1958; Kolodochka, 1974b, 1978). Plants on which *N. formosa* was reported are: *A. campestre*, *Acer* sp. (Aceraceae); *Cydonia* sp., *Malus* sp., *Mespilus germanica* L., *Mespilus* sp., *P. armeniaca*, *P. cerasifera*, *P. (Cerasus) avium*, *Prunus* sp., *P. spinosa*, *Pyrus* sp., *Rosa* sp., *Rubus* sp., *Sorbus* sp. (Rosaceae); *Alnus* sp., *C. avellana*, *Corylus* sp. (Betulaceae); *Cornus* sp. (Cornaceae); *Ficus carica* (Moraceae); *Juglans regia* (Juglandaceae); *Phaseolus* sp. (Fabaceae); *Q. cerris* L., *Quercus* sp. (Fagaceae); *U. laevis*, *U. scabra*, *Ulmus* sp. (Ulmaceae).

The examination of the type materials of both *N. tiliarum* and *N. formosa* shows that except for the position of sternal setae ST3 (on/off the sternal shield), all other morphological characters and measurements are similar. Furthermore, morphological and molecular analyses (Kanouh *et al.*, 2010b) showed that the position of seta ST3 does not seem to be a reliable diagnostic character and thus that *N. tiliarum* is a senior synonym of *N. formosa*. These results agree with the conclusions of Kolodochka (1986), Chant and Yoshida-Shaul (1989) and Denmark and Rather (1996).

(iii). *Neoseiulella tuberculata* (Wainstein), *N. sexapori* (Karg and Edland) and *N. arutunjani* (Kuznetsov). Karg and Edland (1987) differentiated *N. sexapori* and *N. tuberculata* by the following characters: the shape of the ventrianal shield, the level of the peritreme, the surface of the dorsal shield and the number and the shape of dorsal solenostomes. Chant and Yoshida-Shaul (1989) synonymised *Neoseiulella sexapori* and *N. tuberculata*. In 1996, Denmark and Rather did not mention *N. sexapori* in their revision of this genus. Kuznetsov (1984) then described *N. arutunjani*, similar to *N. tuberculata* but lacking the caudoventral seta JV4.

However, *N. arutunjani* was not included in revisions of the genus *Neoseiulella* carried out by Chant and Yoshida-Shaul (1989) and Denmark and Rather (1996). Kolodochka (2009) discussed the presence of JV4 on *N. arutunjani*, and then synonymised this species to *N. tuberculata*.

***Neoseiulella tuberculata* (Wainstein) (figure 6)**

Typhlodromus tuberculatus Wainstein, 1958: 205-206. Wainstein, 1961: 160; Hirschmann, 1962: 12; Abbasova, 1966: 186; Chant and Yoshida-Shaul, 1989: 1014-1015.

Typhlodromus (Seiulus) tuberculatus (Wainstein) Ehara, 1966 : 17.

Typhloctonus (Typhloctonus) tuberculatus (Wainstein) Wainstein, 1973: 176.

Typhloctonus tuberculatus (Wainstein) Arutunjan, 1977: 55; Denmark and Rather, 1984: 175-176; Moraes *et al.*, 1986: 235; Kolodochka, 2009: 488-490.

Seiulus tuberculatus (Wainstein) Beglyarov and Malov, 1977: 6.

Seiulus (Typhloctonus) tuberculatus (Wainstein) Beglyarov, 1981: 19.

Neoseiulella (Typhloctona) tuberculata (Wainstein) Denmark and Rather, 1996: 62-63.

Neoseiulella tuberculata (Wainstein) Moraes *et al.*, 2004 : 297; Chant and McMurtry, 2007: 147.

***Adult female* (figure 6a - d)**

Dorsal shield (figure 6a): dorsal shield heavily reticulated throughout: length 380 (370-390); width 197 (194-200) (at level of s4), 242 (238-246) (at level of Z1). Three pairs of solenostomes: gd2, gd6, and gd9 (gd5 is present on the specimen designated as lectotype by Kolodochka [2009] but not on the specimens presently examined or the other specimens designated as paralectotypes). Our examination of six specimens of this species collected on *Acer platanoides* in Massif Central (France) showed that gd5 is absent. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all dorsal and sub-lateral setae smooth: j1 19 (17-20); j3 25 (24-25); j4 12 (11-13); j5 14 (13-15); j6 20 (19-20); J2 25 (23-27); J5 13 (12-13); z2 15 (14-16); z3 25 (23-27); z4 27; z5 16 (15-16); Z1 22 (21-22); Z4 29 (27-30); Z5 44 (42-46); s4 27; s6 25 (23-27); S2 26 (25-26); S4 24 (23-24); S5 19 (17-20); sub-lateral setae r3 20 (19-20) and R1 19 (17-20). Peritreme extending anteriorly to the level of j3 or between j1-j3.

Ventral shields (figure 6b): sternal shield (in poor conditions in the specimens examined) 60 (58-62) long and 59 (58-60) wide (at level of ST2), smooth with two pairs of setae (ST1 and ST2) and two pairs of small solenostomes. Third and fourth pairs of sternal setae (ST3, ST4)

on separate platelets. A pair of small solenostomes accompanying ST4. Genital shield 124 (120-128) long and 65 (64-65) wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets between genital and ventrianal shields. Ventrianal shield subquadrangle-shaped 114 (110-117) long and 98 (95-100) wide (at level of ZV2), lightly reticulated throughout, with four pairs of preanal setae (JV1, JV2, JV3 and ZV2), and a pair of circular solenostomes posteromedial to JV3. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 17 (15-18) long, smooth. Primary metapodal plate 35 (33-36) long and 5 (4-5) wide.

Spermatheca (figure 6c): cervix 4 (3-4) long, shallowly cup-shaped.

Chelicera (figure 6d): five teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. The movable digit 35 (33-36) long, bidentate.

Legs - Measurements of legs: leg I 268 (266-269); leg II 235 (233-237); leg III 233 (231-234); leg IV 290 (289-291). Seven setae (2-2/0, 2/0-1) on the genu II. No macrosetae on legs.

Material examined: female syntype, designated now as paralectotype by Kolodochka (2009), and two other female paralectotype, deposited in the ASU, Institute of Zoology, Academy of Sciences, Kiev, Ukraine.

Adult male:

Unknown from the type materials. However, it has been reported on maple (*Acer pseudoplatanus*) in Kremenets region, Ternopol district (Ukraine), collected and described, for the first time, by Kolodochka (2009).

Previous reports: *N. tuberculata* is only known from the West-Palaearctic area. Countries from which this species is reported are: Caucasus region (Abbasova, 1966), Croatia (Tixier *et al.*, 2010), Georgia (Wainstein, 1958), Greece (Papadoulis and Emmanouel, 1997), Moldova (Wainstein, 1973), Norway (Chant and Yoshida-Shaul, 1989), and Ukraine (Kolodochka, 1981, 2009). Plants on which *N. tuberculata* was reported are: *A. pseudoplatanus*, *Acer* sp., *A. stevenii* Pojark. (Aceraceae); *A. hippocastanum* (Hippocastanaceae); *Artemisia* sp. (Asteraceae); *Cydonia* sp., *P. armeniaca*, *Prunus (cerasus)* sp.; *Rubus* sp. (Rosaceae); *J. regia* (Juglandaceae); *Ribes* sp. (Grossulariaceae); *Zelkova* sp. (Ulmaceae). This species was recently reported from the Massif Central (France), on *A. platanoides*.

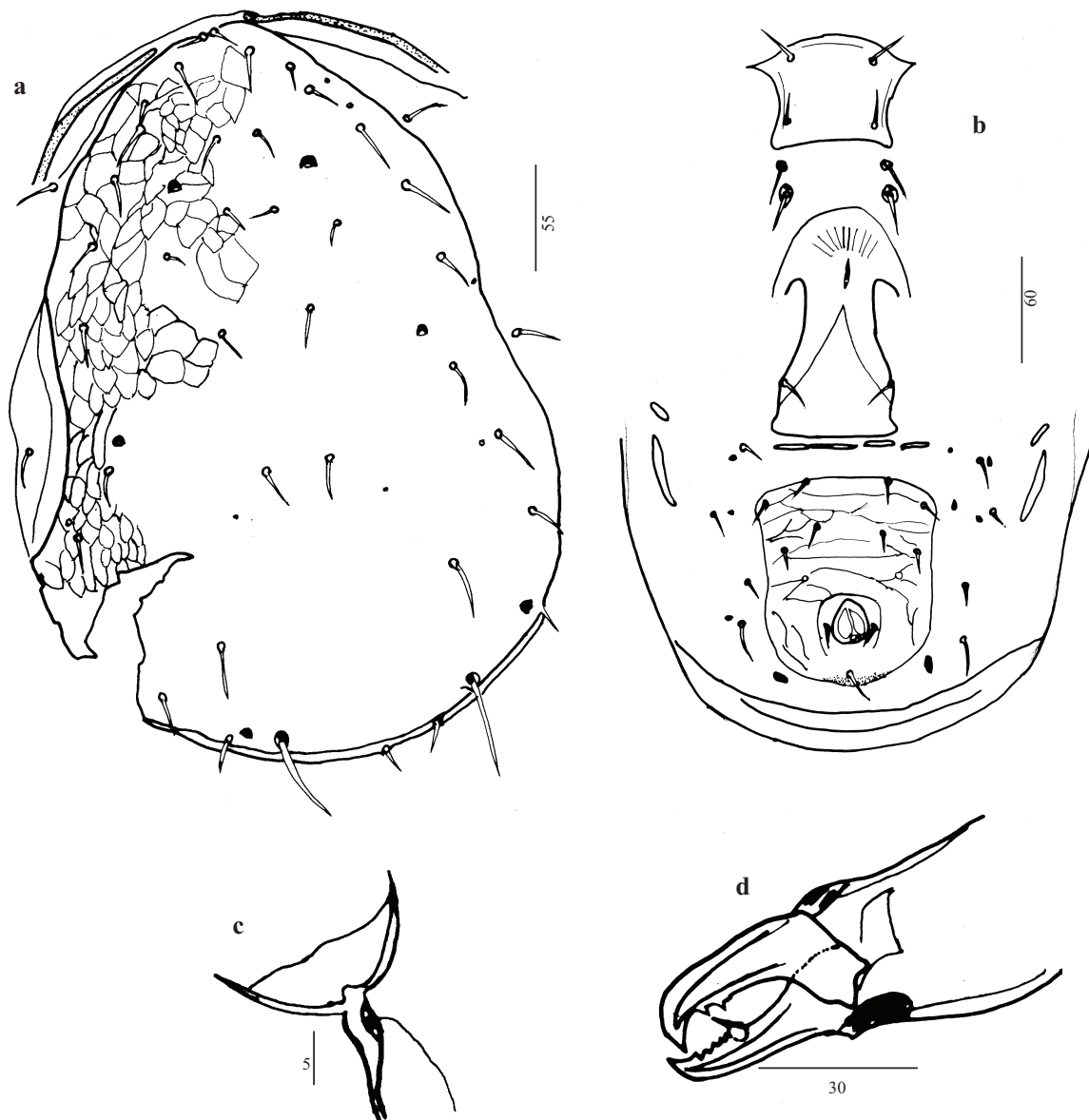


Figure 6. *Neoseiulella tuberculata* (Wainstein). Female (syntype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera.

***Neoseiulella sexapori* (Karg and Edland) (figure 7)**

Seiulus sexapori Karg and Edland, 1987: 388-389; Karg, 1991: 27.

Neoseiulella sexapori (Karg and Edland) Moraes *et al.*, 2004 : 297; Chant and McMurtry, 2007: 147.

***Adult female* (figure 7a - d)**

Dorsal shield (figure 7a): dorsal shield heavily reticulated throughout: length 330 (320-340); width 179 (177-181) (at level of s4), 222 (220-224) (at level of Z1). Four pairs of

solenostomes: gd2, gd5, gd6, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. The dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all dorsal and sub-lateral setae smooth and on tubercles, except for Z5 which slightly serrated: j1 16 (15-17); j3 25 (23-27); j4 14 (13-15); j5 14 (13-14); j6 19 (18-20); J2 23 (21-24); J5 11 (10-11); z2 17 (16-17); z3 25 (22-27); z4 24 (23-25); z5 15 (14-15); Z1 22 (21-22); Z4 28 (27-28); Z5 41 (40-42); s4 26 (25-27); s6 25 (24-26); S2 24 (23-25); S4 22 (20-23); S5 17 (16-18); sub-lateral setae r3 20 (19-21) and R1 15 (14-16). Peritreme extending anteriorly to the level between z2-j3.

Ventral shields (figure 7b): sternal shield 53 (48-59) long and 59 (57-61) wide (at level of ST2), smooth with two pairs of setae (ST1 and ST2) and two pairs of small solenostomes. The third and fourth pairs of sternal setae (ST3, ST4) on separate platelets. A pair of small solenostomes accompanying ST4. Genital shield, 124 (122-126) long and 59 (55-63) wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets between genital and ventrianal shields. Ventrianal shield subquadrate-shaped, 103 (101-105) long and 83 (80-85) wide (at level of ZV2), distinctly reticulated throughout, with four pairs of preanal setae (JV1, JV2, JV3 and ZV2), and a pair of circular solenostomes posteromedial to JV3. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 15 (13-17) long, smooth. Dimensions of the primary metapodal plate 34 (33-33) long and 4 wide. Spermatheca (figure 7c): cervix 4 (3-4) long, cup-shaped.

Chelicera (figure 7d): three teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 27 (26-27) long, bidentate.

Legs - Measurements of legs: leg I 261 (252-270); leg II 215 (200-229); leg III 215 (210-219); leg IV 288 (285-291). Seven setae (2-2/0, 2/0-1) on the genu II. All legs much shorter than the dorsal shield and without macrosetae.

Material examined: female holotype and three female paratypes deposited in the Museum für Naturkunde, Arthropod collection, Berlin, Germany.

Adult male:

The male of this species is unknown.

Previous reports: *N. sexapori* is only known from Norway on *Rubus fruticosus* L. (Rosaceae).

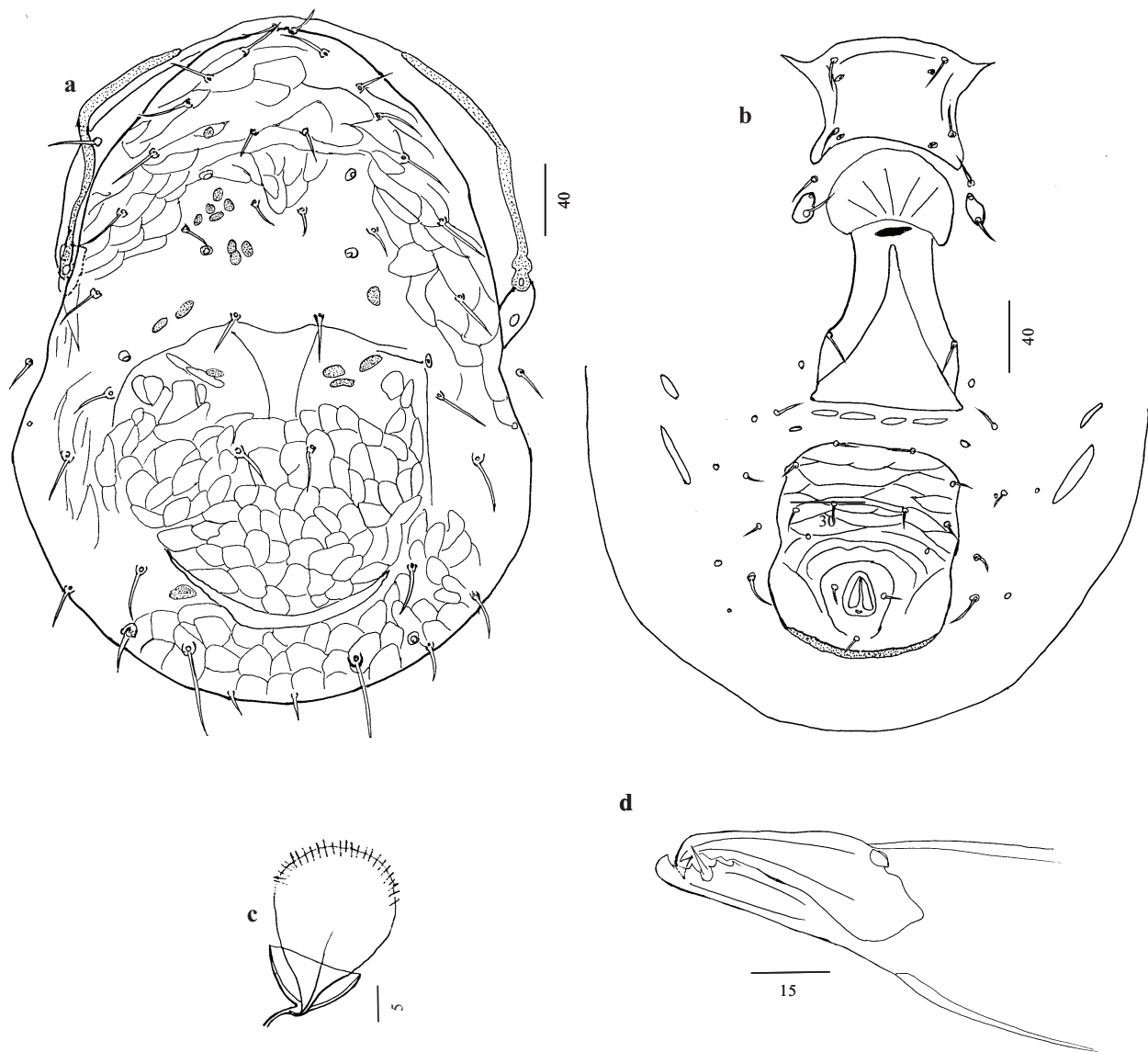


Figure 7. *Neoseiulella sexapori* (Karg and Edland). Female (holotype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera.

***Neoseiulella arutunjani* (Kuznetsov) (figure 8)**

Seiulus (*Typhloctonus*) *arutunjani* Kuznetsov, 1984: 54-57.

Neoseiulella arutunjani (Kuznetsov) Chant and McMurtry, 1994: 248; Moraes *et al.*, 2004: 292; Chant and McMurtry, 2007: 147.

Adult female (figure 8a - d)

Dorsal shield (figure 8a): dorsal shield heavily reticulated throughout: length 313; width 155 (at level of s4), 160 (at level of Z1). Four pairs of large solenostomes: gd2, gd5, gd6, and gd9. Sub-lateral seta r3 on the dorsal shield. The other sub-lateral seta R1 on the lateral margin.

Dorsal shield bearing 20 pairs of setae, all dorsal and sub-lateral setae smooth, except Z5 slightly serrated: j1 13; j3 19; j4 12; j5 12; j6 19; J2 20; J5 10; z2 12; z3 19; z4 20; z5 13; Z1 20; Z4 24; Z5 38; s4 22; s6 20; S2 22; S4 20; S5 16; sub-lateral setae r3 13 and R1 24. Peritreme extending anteriorly to the level between z2-j3.

Ventral shields (figure 8b): sternal shield 63 long and 51 wide (at level of ST2), smooth with two pairs of setae (ST1 and ST2) and two pairs of solenostomes. The third and fourth pairs of sternal setae (ST3, ST4) on separate platelets. A pair of small solenostomes accompanying ST4. Genital shield 105 long and 49 wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets between genital and ventrianal shields. Ventrianal shield subquadrate-shape, 110 long and 78 wide (at level of ZV2), distinctly reticulated throughout, with four pairs of preanal setae (JV1, JV2, JV3 and ZV2), with a pair of circular solenostomes posteromedial to JV3. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. NB: one seta of the JV4 pair is present (reported absent on the original description) supporting Kolodochka (2009). JV5 13 long, smooth. Primary metapodal plate 35 long and 4 wide.

Spermatheca (figure 8c): cervix short, 4 long, shallowly cup-shaped.

Chelicera (figure 8d): seven teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 29 long, bidentate.

Legs - Measurements of legs: leg I 248; leg II 213; leg III 213; leg IV 283. Seven setae (2-2/0, 2/0-1) on the genu II. No macrosetae on legs.

Material examined: female holotype deposited in the collection of Nikita State Botanic Garden, Yalta, Crimea, Ukraine. This material was examined in the ASU, Institute of Zoology, Academy of Sciences, Kiev, Ukraine.

Adult male:

The male of this species is unknown.

Previous reports: *N. arutunjani* is only known from Ukraine, on *Artemisia* sp. (Asteraceae).

Remarks: It is noteworthy that in the original description, two females mounted on one slide were mentioned. Kolodochka (2009) showed that only one female actually belonged to this species. The other female was *Paraseiulus incognitus* Wainstein and Arutunjan. Our examination of these two females supports Kolodochka's observations.

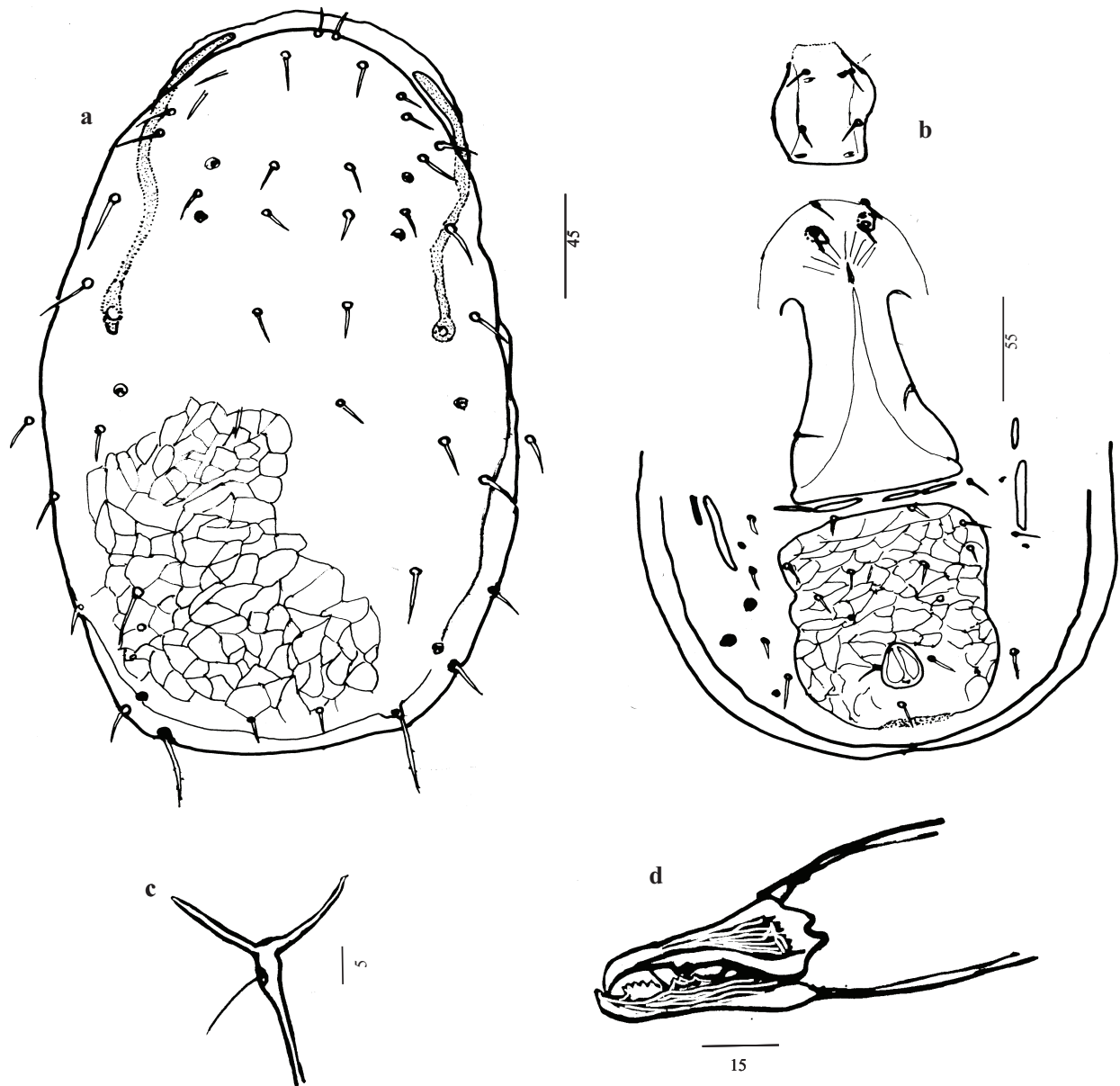


Figure 8. *Neoseiulella arutunjani* (Kuznetsov). Female (holotype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera.

The present examination of the type materials of these three latter species could emphasize the following conclusions:

Neoseiulella tuberculata does not differ from *N. sexapori* by setal and body measurements. Even if the shape of the spermatheca of these two species are slightly different (cup-shaped cervix in *N. sexapori* and a disc-shaped [shallowly cup-shaped] cervix in *N. tuberculata*), these two types of shapes are very close and such differences could be simply due to specimen mountings. Lastly, the pair of solenostomes (gd5) is observed on the four examined

specimens of *N. sexapori*, and only on one of the three type specimens of *N. tuberculata*. Furthermore, we observe other differences not mentioned by Chant and Yoshida-Shaul (1989): all dorsal setae are arising from tubercles on *N. sexapori* but not on *N. tuberculata*; the peritreme is short (at level between z2-j3) on *N. sexapori*, and longer (at level of j1 or between j1-j3) on *N. tuberculata*; the number of teeth on the fixed digit (three on *N. sexapori*, five on *N. tuberculata*); the ventrianal shield is heavily reticulated on *N. sexapori*, and lightly on *N. tuberculata*. As some authors have already shown the importance of such morphological characters for species differentiation (Chant and McMurtry, 1994; Tixier *et al.*, 2006a, b; Chant and McMurtry, 2007; Okassa *et al.*, 2009), we conclude that *N. tuberculata* and *N. sexapori* seem to be separate specific entities. These results agree with the conclusions of Karg and Edland (1987), but not with Chant and Yoshida-Shaul (1989).

Small differences in setal and body measurements are observed between *N. tuberculata* and *N. arutunjani*. According to intraspecific variations already observed within the family Phytoseiidae for continued characters, these differences seem to be too low for separating *N. tuberculata* from *N. arutunjani*. However, other differences are observed: the peritreme is short (reaching between z2-j3) on *N. arutunjani*, and longer (reaching j1 or between j1-j3) on *N. tuberculata*; the ventrianal shield is heavily reticulated on *N. arutunjani*, and lightly on *N. tuberculata*; fixed digit of chelicera bear seven teeth on *N. arutunjani*, and five on *N. tuberculata*; sub-lateral seta r3 is inserted on the dorsal shield on *N. arutunjani* and on lateral margin on *N. tuberculata*. However, as the position of sub-lateral seta (R1) was demonstrated to be a non reliable diagnostic character to differentiate between *N. aceri* and *N. squamiger* (Kanouh *et al.*, 2010b), the position of r3 could be also assumed to be a non reliable diagnostic character in this case. Though, the other morphological differences between *N. tuberculata* and *N. arutunjani* seem sufficiently discriminant to conclude that these two species are not synonyms. These results do not agree with the conclusion of Kolodochka (2009).

Small differences in setal and body measurements are observed between *N. arutunjani* and *N. sexapori*. However, all dorsal setae are arising from tubercles on *N. sexapori*, but not on *N. arutunjani*; the number of teeth on the fixed digit (three on *N. sexapori*, seven on *N. arutunjani*); spermatheca has a cup-shaped cervix in *N. sexapori*, but a disc-shaped (shallowly cup-shaped) cervix in *N. arutunjani*. These morphological differences between *N. sexapori* and *N. arutunjani* seem sufficiently discriminant to conclude that these two species are not synonyms.

The present morphological comparisons, based on the type specimens, thus show that *N. tuberculata*, *N. arutunjani* and *N. sexapori* would present sufficiently different characters to support their specific validity. These conclusions did not agree to the ones of Chant and Yoshida-Shaul (1989) and Kolodochka (2009).

(iv). *Neoseiulella vollsella* (Chaudhri, Akbar and Rasool), *N. transitans* (Gupta) and *N. prunus* (Denmark and Rather): Denmark and Rather (1984) differentiated *N. prunus* from *N. vollsella* by the length of both dorsal setae j3 and S4. Then, Chant and Yoshida-Shaul (1989) considered *N. prunus* as a junior synonymy of *N. transitans*, and *N. vollsella* as a provisional senior synonym to these two latter species. Denmark and Rather (1996) supported this conclusion.

***Neoseiulella transitans* (Gupta) (figure 9)**

Typhlodromus transitans Gupta, 1981: 40-41; Chant and Yoshida-Shaul, 1989: 1016-1017.

Typhlodromus (*Typhloctonus*) *transitans* (Gupta) Gupta, 1985: 404.

Typhloctonus transitans (Gupta) Moraes *et al.*, 1986: 235.

Neoseiulella transitans (Gupta) Chant and McMurtry, 1994: 248; Moraes *et al.*, 2004: 298; Chant and McMurtry, 2007: 147.

Neoseiulella (*Typhloctona*) *transitans* (Gupta) Denmark and Rather, 1996: 67-69.

Amblydromella (*Aphanoseia*) *transitans* (Gupta) Denmark and Welbourn, 2002: 309.

***Adult female* (figure 9a - e)**

Dorsal shield (figure 9a): dorsal shield heavily reticulated: length 327 (320-334); width 187 (185-189) (at level of s4) and 171 (169-173) (at level of Z1). Three pairs of solenostomes: gd2, gd8, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all smooth except Z4 and Z5 which are slightly serrated; Z5 knobbed: j1 18 (17-19); j3 25 (24-26); j4 16 (15-17); j5 17 (16-17); j6 20 (18-22); J2 24 (23-25); J5 10 (9-10); z2 19 (18-20); z3 25 (24-26); z4 24 (22-26); z5 18 (17-19); Z1 22 (21-23); Z4 31 (29-33); Z5 46 (42-50); s4 27 (25-29); s6 27 (26-28); S2 31 (30-31); S4 30 (29-30); S5 23 (22-23); sub-lateral setae r3 25 (24-26) and R1 22 (21-22). Peritreme extending anteriorly to the level of j1. Ventral shields (figure 9b): sternal shield 71 (67-75) long and 69 (67-71) wide (at level of ST2), smooth with three pairs of setae (ST1, ST2 and ST3) and two pairs of solenostomes. A pair of metasternal setae (ST4) on separate platelets accompanied by a pair of small solenostomes. Genital shield 110 (108-111) long and 67 wide (at level of ST5), is smooth.

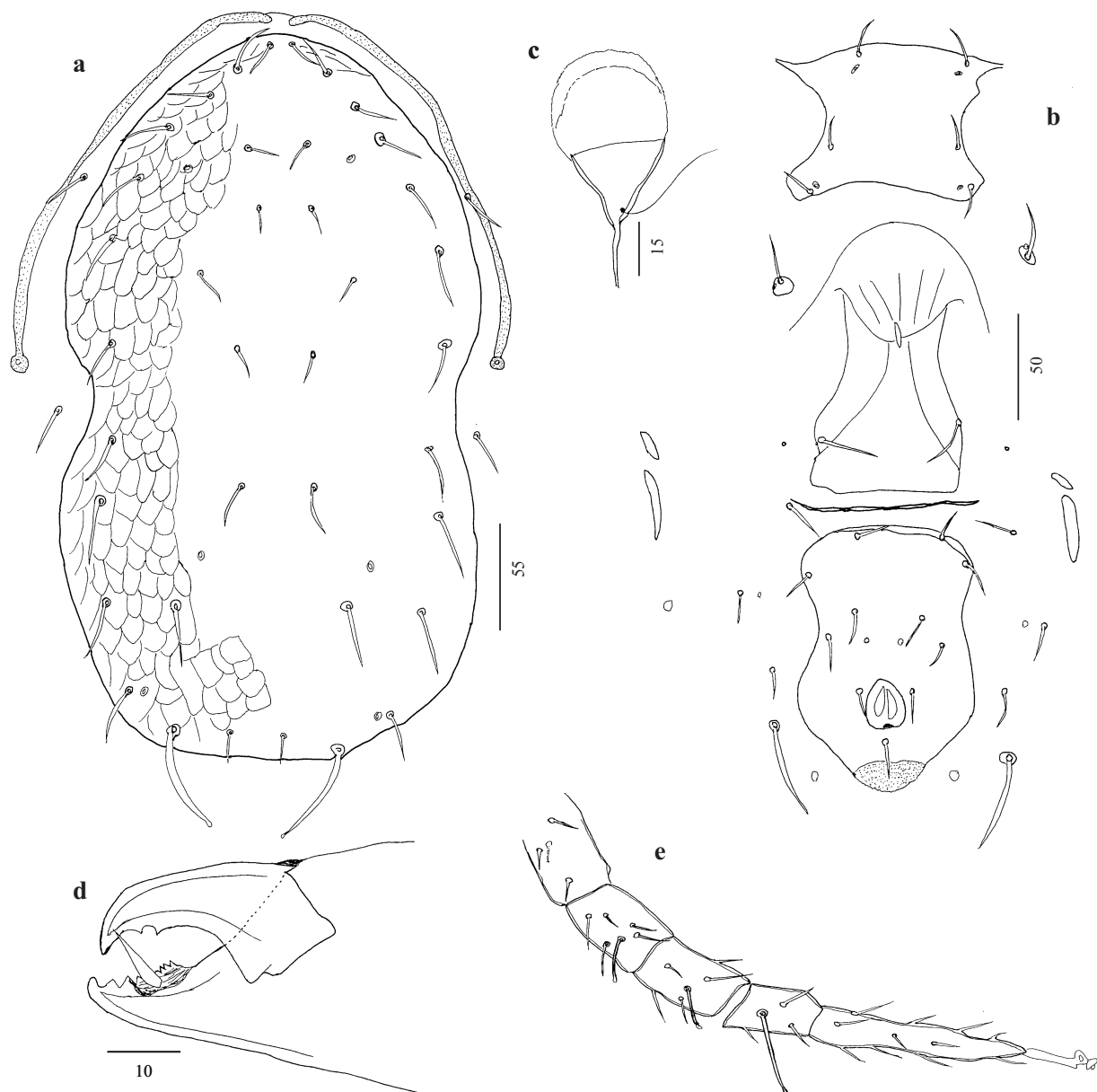


Figure 9. *Neoseiulella transitans* (Gupta). Female (holotype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera; e, leg IV.

Four elongate platelets separating genital and ventrianal shields folded under the genital shield. Ventrianal shield much longer than wide, with distinct waist, 103 (96-108) long and 68 (66-70) wide (at level of ZV2), smooth, with four pairs of preanal setae (JV1, JV2, JV3 and ZV2), and a pair of small circular solenostomes posteromedial to JV2. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 38 (36-40) long, smooth. Primary metapodal plate 24 (22-25) long and 4 (3-4) wide.

Spermatheca (figure 9c): cervix 15 (12-17) long, cup-shaped.

Chelicera (figure 9d): two large teeth, a ridge of 6 (5-6) small teeth, and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 23 (21-25) long, bidentate.

Legs - Measurements of legs: leg I 275 (270-280); leg II 246 (242-250); leg III 244 (240-248); leg IV 303 (300-306). Seven setae (2-2/0, 2/0-1) on the genu II. Three knobbed macrosetae, 21 (20-21), 18 (17-18) and 33 (30-36) long, on genu, tibia and basitarsus IV, respectively (figure 9e).

Material examined: female holotype and two female paratypes deposited in the collection of the Zoological Survey of India (ZSI), Kolkata, India.

Adult male:

The male of this species is unknown.

Previous reports: *N. transitans* is only known from the Oriental area, from Jammu and Kashmir (India), on *Pyrus communis* (Rosaceae), and *Morus* sp. (Moraceae).

***Neoseiulella prunus* (Denmark and Rather) (figure 10)**

Typhloctonus prunus Denmark and Rather, 1984: 172-173; Moraes *et al.*, 1986: 233.

Neoseiulella prunus (Denmark and Rather) Moraes *et al.*, 2004: 298; Chant and McMurtry, 2007: 147.

Adult female (figure 10a - e)

Dorsal shield (figure 10a): dorsal shield heavily reticulated: length 339; width 183 (at level of s4) and 169 (at level of Z1). Three pairs of solenostomes on the dorsal shield: gd2, gd8, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all smooth except Z4 and Z5 slightly serrated; Z5 knobbed: j1 16; j3 25; j4 17; j5 19; j6 19; J2 24; J5 9; z2 19; z3 24; z4 22; z5 19; Z1 25; Z4 28; Z5 44; s4 25; s6 27; S2 30; S4 32; S5 25; sub-lateral setae r3 25 and R1 22. Peritreme extending anteriorly to the level of j1.

Ventral shields (figure 10b): sternal shield 73 long and 68 wide (at level of ST2), smooth with three pairs of setae (ST1, ST2 and ST3) and two pairs of solenostomes. A pair of metasternal setae (ST4) on separate platelets accompanied by a pair of small solenostomes. Genital shield 100 long and 64 wide (at level of ST5), smooth. Elongate platelets separating genital and ventrianal shields folded under the genital shield. Ventrianal shield much longer than wide, with a distinct waist, 100 long and 67 wide (at level of ZV2), smooth, with four pairs of

preanal setae (JV1, JV2, JV3 and ZV2), and a pair of small circular solenostomes posteromedial to JV2. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 40 long, smooth. Primary metapodal plate 22 long and 3 wide.

Spermatheca (figure 10c): cervix 16 long, cup-shaped.

Chelicera (figure 10d): two teeth, a ridge of six denticles and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 22 long, bidentate.

Legs - Measurements of legs: leg I 267; leg II 238; leg III 238; leg IV 298. Seven setae (2-2/0, 2/0-1) on the genu II. Three knobbed macrosetae, 19, 18 and 32 long, on genu, tibia and basitarsus IV, respectively (figure 10e).

Material examined: female paratype deposited in the collection of the Department of Zoology, University of Kashmir, Srinagar.

Adult male: The male of this species is unknown.

Previous reports: *N. prunus* is only known from the Oriental area, from Jammu and Kashmir (India), on *Prunus armeniaca* (Rosaceae).

The present examination of the type materials of *N. transitans* and *N. prunus* shows no difference in all the morphological characters considered. Consequently, we consider that *N. prunus* is a junior synonym of *N. transitans*. Denmark (personal comm., 2010) confirmed to us these conclusions. As we were not able to borrow the type materials of *N. vollsella*, an attentive examination of the original description of this latter species was conducted. No morphological difference was observed between *N. vollsella*, *N. transitans* and *N. prunus*. Moreover, the geographical distributions of these three species are very close. Thus, we support the suggestion of Chant and Yoshida-Shaul (1989) concerning the provisional synonymy of these three species.

(v). *Neoseiulella manukae* (Collyer) and *N. glenfieldensis* (Schicha): Denmark and Rather (1996) considered these two species as synonyms. Schicha (1980) and Chant and Yoshida-Shaul (1989) differentiated *N. manukae* from *N. glenfieldensis* by several idiosomal seta measurements (ex. j4, z2, z4, s4, and Z5).

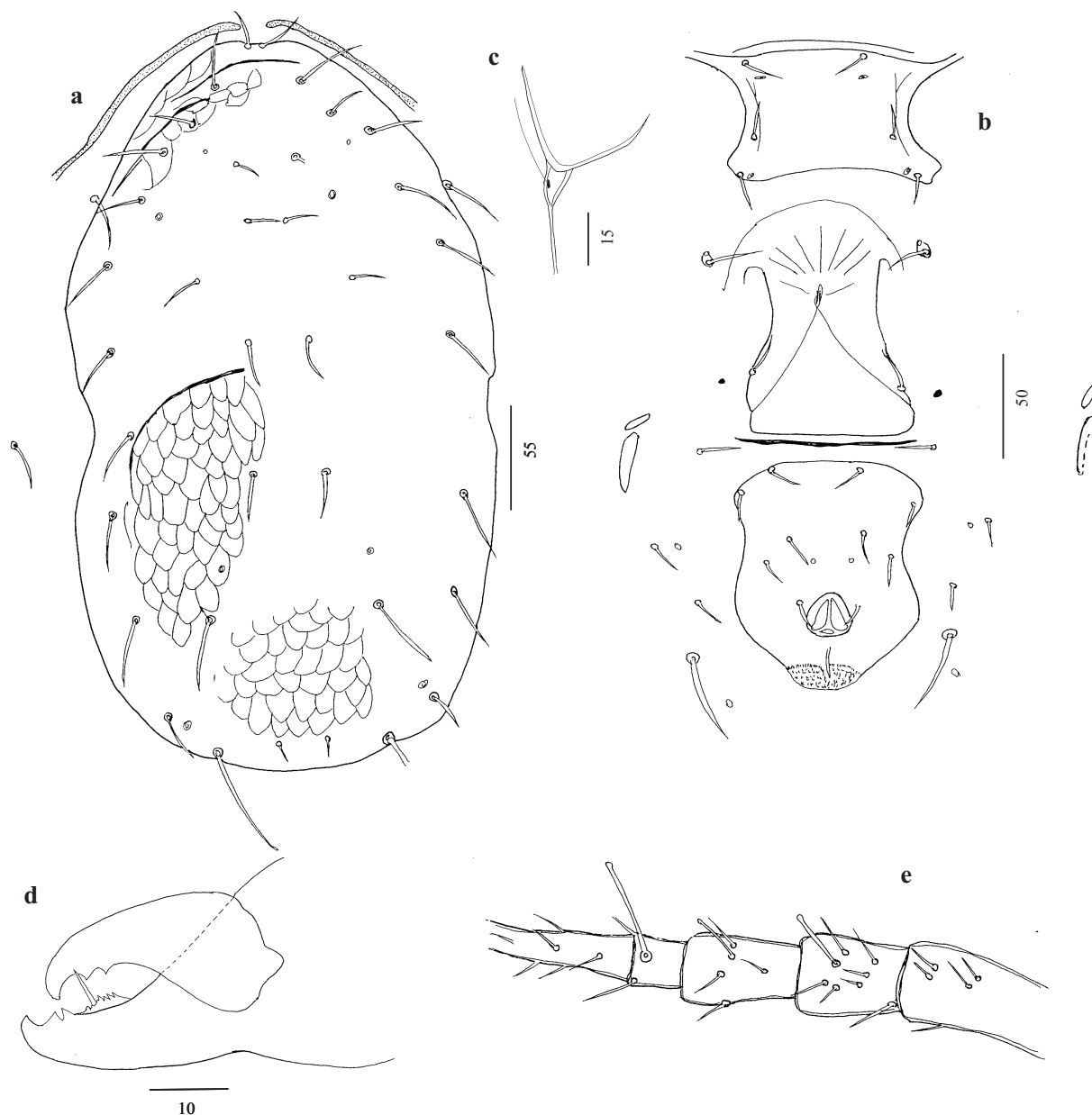


Figure 10. *Neoseiulella prunus* (Denmark and Rather). Female (paratype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera; e, leg IV.

***Neoseiulella manukae* (Collyer) (figure 11)**

Typhlodromus manukae Collyer, 1964: 637-638; Schicha, 1980: 16-18; Collyer, 1982: 190; Schicha, 1987: 140-143; Chant and Yoshida-Shaul, 1989: 1034-1036.

Neoseiulella manukae (Collyer) Moraes *et al.*, 1986: 201; Moraes *et al.*, 2004: 294; Chant and McMurtry, 2007: 147.

Neoseiulella (*Neoseiulella*) *manukae* (Collyer) Denmark and Rather, 1996: 55-56.

Adult female (figure 11a - e)

Dorsal shield (figure 11a): dorsal shield smooth: length 440 (439-440); width 226 (225-226) (at level of s4), 224 (223-224) (at level of Z1), with five pairs of solenostomes: gd2, gd4, gd5, gd6, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all smooth except Z5 which is slightly serrated: j1 34 (33-34); j3 46 (45-46); j4 15 (14-15); j5 14; j6 16; J2 16; J5 14; z2 17; z3 30 (29-30); z4 31 (30-31); z5 15; Z1 15; Z4 55; Z5 134 (133-134); s4 36 (35-36); s6 25 (24-25); S2 28; S4 17; S5 21; sub-lateral setae r3 20 and R1 17. Peritreme extending anteriorly to the level of j1.

Ventral shields (figure 11b): sternal shield 92 (91-92) long and 88 (86-89) wide (at level of ST2), smooth with three pairs of setae (ST1, ST2 and ST3) and two pairs of solenostomes. A pair of metasternal setae (ST4) on separate platelets accompanied by a pair of small solenostomes. Genital shield 133 (132-133) long and 74 (73-74) wide (at level of ST5), smooth. Elongate platelets separating genital and ventrianal shields folded under the genital shield. Ventrianal shield longer than wide, 143 (142-143) long and 110 (109-110) wide (at level of ZV2), smooth, with three pairs of preanal setae (JV1, JV2 and ZV2; JV3 absent), and a pair of small circular solenostomes. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 50 (49-50) long, smooth. Primary metapodal plate 23 (22-23) long and 7 wide.

Spermatheca (figure 11c): cervix 5 long, cup-shaped.

Chelicera (figure 11d): eleven teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 33 (32-33) long, bearing three teeth.

Legs - Measurements of legs: leg I 396 (395-396); leg II 330 (329-330); leg III 345 (344-346); leg IV 437 (436-437). Seven setae (2-2/0, 2/0-1) on the genu II. Two macrosetae, 41 (40-41) and 32 (31-32) long, on genu and tibia III, respectively. Three other macrosetae, 81, 67 and 50 long, on genu, tibia and basitarsus IV, respectively (figure 11e).

Material examined: female lectotype and one female paralectotype deposited in the BMNH, the British Museum of Natural History, Cromwell Road, London, UK.

Adult male:

The male of this species is unknown.

Previous reports: *N. manukae* is only known from the Australasian area. The type specimens were collected at Waitakeres, near Auckland, New Zealand, on *Leptospermum scoparium* J.R.

Forst. and G. Forst. (Myrtaceae) (Collyer, 1964). This species has been also found on *L. ericoides* A. Rich. at Awanui Inlet, New Zealand (Collyer, 1982); and on *Eucalyptus parivolia* Cambage (Myrtaceae) in New South Wales, Australia (Schicha, 1987).



Figure 11. *Neoseiulella manukae* (Collyer). Female (lectotype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera; e, leg IV.

***Neoseiulella glenfieldensis* (Schicha) (figure 12)**

Typhlodromus glenfieldensis Schicha, 1980: 18; Schicha, 1987: 140-142; Chant and Yoshida-Shaul, 1989: 1034-1037.

Neoseiulella glenfieldensis (Schicha) Moraes *et al.*, 1986: 201; Moraes *et al.*, 2004: 294; Chant and McMurtry, 2007: 147.

Adult female (figure 12a - e)

Dorsal shield (figure 12a): dorsal shield smooth: length 418 (415-421); width 231 (230-232) (at level of s4), 240 (238-242) (at level of Z1), with five pairs of solenostomes: gd2, gd4, gd5, gd6, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all smooth, except Z5 which is slightly serrated: j1 35 (34-36); j3 40; j4 11; j5 14 (13-14); j6 15 (14-16); J2 18 (17-18); J5 12 (11-12); z2 16; z3 25 (23-26); z4 21 (20-21); z5 14 (13-14); Z1 16 (15-16); Z4 52 (50-53); Z5 171 (166-176); s4 28 (27-28); s6 19; S2 22 (21-23); S4 18; S5 20 (19-20); sub-lateral setae r3 19 and R1 18 (17-18). Peritreme extending anteriorly to the level of j1.

Ventral shields (figure 12b): sternal shield 93 (91-95) long and 92 (91-93) wide (at level of ST2), smooth with three pairs of setae (ST1, ST2 and ST3) and two pairs of solenostomes. A pair of metasternal setae (ST4) on separate platelets accompanied by a pair of small solenostomes. Genital shield 141 (140-141) long and 83 (82-83) wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets separating genital and ventrianal shields folded under the genital shield. Ventrianal shield longer than wide, 133 (132-133) long and 112 (111-112) wide (at level of ZV2), smooth, with three pairs of preanal setae (JV1, JV2 and ZV2; JV3 absent), and a pair of small circular solenostomes. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 50 (49-50) long, smooth. Primary metapodal plate 23 (22-23) long and 7 wide.

Spermatheca (figure 12c): cervix 5 long, cup-shaped.

Chelicera (figure 12d): twelve teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. The movable digit, 40 (39-40) long, bearing three teeth.

Legs - Measurements of legs: leg I 391 (387-395); leg II 371 (368-374); leg III 349 (344-354); leg IV 462 (460-463). Seven setae (2-2/0, 2/0-1) on the genu II. Two macrosetae 39 (37-40) and 32 (31-32) long, on genu and tibia III, respectively. Three other macrosetae, 72 (69-75), 68 (66-69), 54 (53-55) long, on genu, tibia and basitarsus IV, respectively (figure 12e).

Material examined: female holotype and one female paratype deposited in NSW Department of Primary Industries, Agricultural Scientific Collections Unit (Acarology), Orange Agricultural Institute, Australia.

Adult male:

Described by Schicha (1980). We were not able to borrow the male type specimen of this species.

Previous reports: *N. glenfieldensis* is only known from New South Wales (Australia). Plants on which this species was collected are: *Citrus* sp. (Rutaceae); *Malus domestica* Borkh (Rosaceae); *Quercus* sp. (Fagaceae).



Figure 12. *Neoseiulella glenfieldensis* (Schicha). Female (holotype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera; e, leg IV.

The present examination of the type materials of *N. manukae* and *N. glenfieldensis* shows one difference (fixed digit dentition: 11 teeth in *N. manukae*; 12-13 teeth in *N. glenfieldensis*). Schicha (1980) mentioned that *N. glenfieldensis* has 11-13 teeth on the fixed digit of

chelicera; we do not thus consider this difference as significant. Moreover, except for the length of Z5 (Z5 134 on *N. manukae*; Z5 171 on *N. glenfieldensis*), no differences in setal and body measurements are observed between these two species. We conclude that *N. manukae* is a senior synonym of *N. glenfieldensis*, in accordance with the conclusions of Denmark and Rather (1996), but not with Schicha (1980) and Chant and Yoshida-Shaul (1989). However, an examination of other female paratype specimens of both species and/or molecular studies would be useful to determine the reliability of the length of Z5 (being the longest seta) for species diagnostic.

3. Are there new cases of synonymies within the genus *Neoseiulella*?

The examination of the type materials allows to highlight the similarities between some species, and thus to propose a new synonymy within this genus.

Neoseiulella nesbitti (Womersley) and *N. armidalensis* (Schicha and Elshafie): These two species were considered in the previous revisions as two different entities (Chant and Yoshida-Shaul, 1989; Denmark and Rather, 1996). Schicha and Elshafie (1980) when describing *N. armidalensis* have noted the similarity with *N. nesbitti* but stated that these species differ in the presence/absence of JV3 (present on *N. armidalensis*, absent on *N. nesbitti*). However, Chant and Yoshida-Shaul (1989) showed the absence of JV3 on the holotype specimens of these two species, but distinguished between them in the presence of macrosetae on leg IV (one macroseta on *N. nesbitti*; three macrosetae on *N. armidalensis*), and the presence/ absence of *pilus dentilis* on the fixed digit (present on *N. nesbitti*; absent on *N. armidalensis*).

***Neoseiulella nesbitti* (Womersley) (figure 13)**

Typhlodromus nesbitti Womersley, 1954: 179-180; Hirschmann, 1962: 12; Narayanan and Ghai, 1963: 541; Prasad, 1974: 174; Schicha, 1978: 5-7; Schicha, 1987: 132-133; Chant and Yoshida-Shaul, 1989: 1043-1044.

Typhlodromus (*Typhlodromus*) *nesbitti* (Womersley) Chant, 1959: 65-66.

Neoseiulella nesbitti (Womersley) Muma, 1961: 295; Moraes *et al.*, 1986: 201; Chant and McMurtry, 1994: 249; Moraes *et al.*, 2004: 294; Chant and McMurtry, 2007: 147.

Typhlodromus (*Nesbittieus*) *nesbitti* (Womersley) Wainstein, 1962: 23.

Typhlodromus (*Seiulus*) *nesbitti* (Womersley) Ehara, 1966, 16-17.

Typhloctonus (Neoseiulellus) nesbitti (Womersley) Wainstein, 1977: 1415.

Typhlodromus (Typhloctomus) nesbitti (Womersley) Gupta, 1985: 403-404.

Neoseiulella (Neoseiulella) nesbitti (Womersley) Denmark and Rather, 1996: 46-48.

Adult female (figure 13a - e)

Dorsal shield (figure 13a): dorsal shield lightly reticulated: length 399; width 228 (at level of s4) and 233 (at level of Z1). Five pairs of solenostomes : gd2, gd4, gd5, gd6, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all smooth, except Z4 and Z5 which are slightly serrated: j1 25; j3 27; j4 18; j5 19; j6 20; J2 21; J5 12; z2 19; z3 28; z4 28; z5 18; Z1 20; Z4 38; Z5 57; s4 26; s6 27; S2 31; S4 25; S5 23; sub-lateral setae r3 21 and R1 20. Peritreme extending anteriorly to the level of j1.

Ventral shields (figure 13b): sternal shield 86 long and 82 wide (at level of ST2), smooth with three pairs of setae (ST1, ST2 and ST3) and two pairs of solenostomes. A pair of metasternal setae (ST4) on separate platelets accompanied by a pair of small solenostomes. Genital shield 126 long and 73 wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets separating genital and ventrianal shields folded under the genital shield. Ventrianal shield much longer than wide, 144 long and 110 wide (at level of ZV2), smooth, with three pairs of preanal setae (JV1, JV2 and ZV2; JV3 absent), with a pair of small circular solenostomes posterior to JV2. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5, JV3 absent) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 41 long, smooth. Primary metapodal plate 28 long and 7 wide.

Spermatheca (figure 13c): cervix 6 long, shallowly cup-shaped.

Chelicera (figure 13d): nine teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 35 long, bearing three teeth.

Legs - Measurements of legs: leg I 353; leg II 322; leg III 302; leg IV 395.. Seven setae (2-2/0, 2/0-1) on the genu II. Three pointed macrosetae, 31, 33 and 49 long, on genu, tibia and basitarsus IV, respectively (figure 13e).

Material examined: female holotype deposited in the South Australian Museum, Adelaide, Australia.

Adult male:

Described by Schicha (1978). We were not able to borrow the male type specimens of this species.

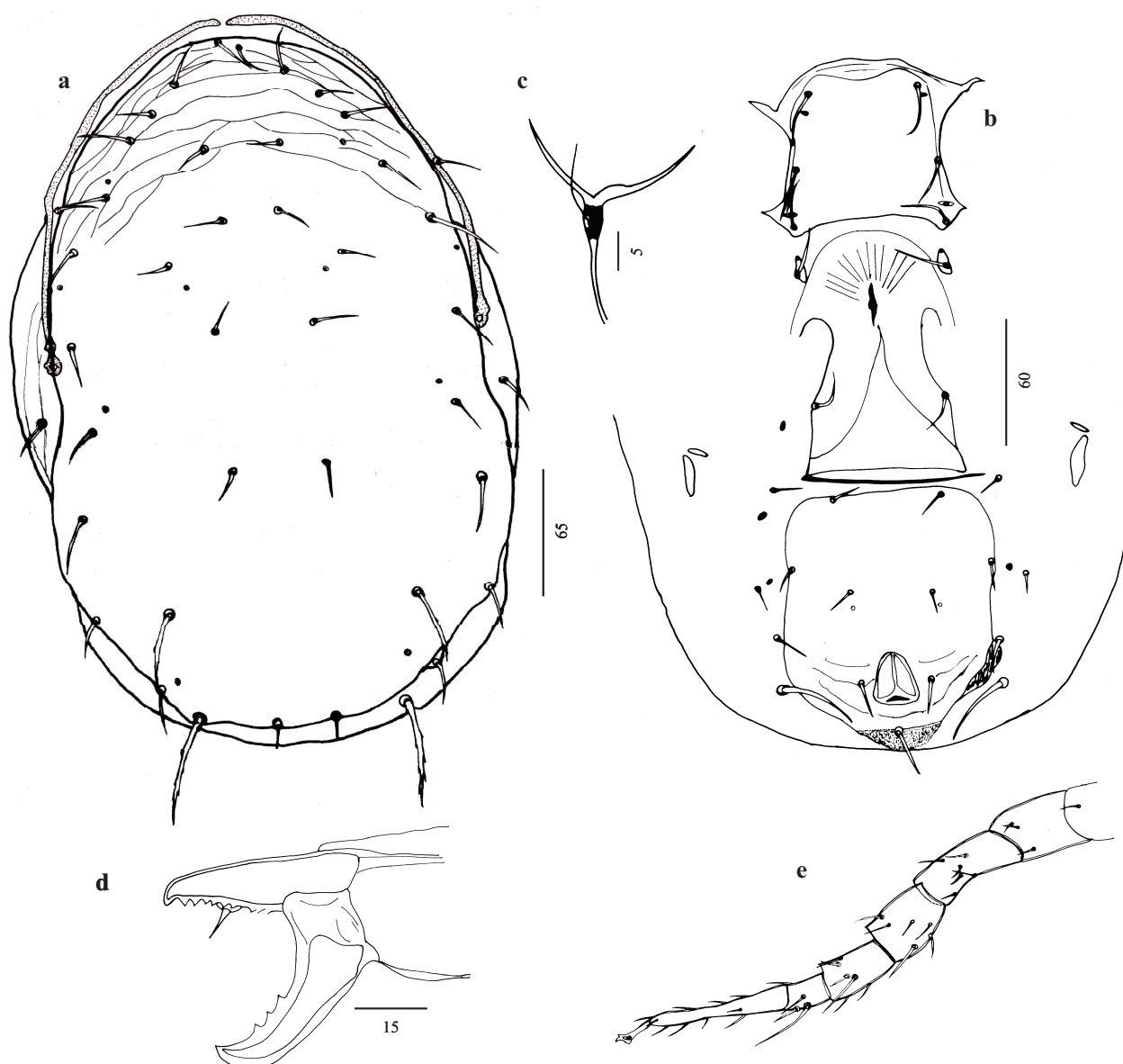


Figure 13. *Neoseiulella nesbitti* (Womersley). Female (holotype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera; e, leg IV.

Previous reports: The type specimens of *N. nesbitti* were collected from New South Wales, Australia, on *Medicago arborea* L. (Fabaceae). This species was reported from two biogeographical areas: Australasian and Oriental areas. Areas in which *N. nesbitti* was recorded are: New South Wales (Australia) (Womersley, 1954; Schicha, 1975; Wainstein, 1977; Schicha, 1978). Tasmania (Australia) (Schicha, 1987); Delhi (India) (Narayanan and Ghai, 1961). Plants on which this species was collected are: *Actinidia chinensis* Planch. (Actinidiaceae); *Banksia integrifolia* L.f. (Proteaceae); *Eucalyptus parivolia* (Myrtaceae);

Casuarina sp. (Casuarinaceae); *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser. (Hydrangeaceae); *Malus domestica* (Rosaceae); *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae).

***Neoseiulella armidalensis* (Schicha and Elshafie) (figure 14)**

Typhlodromus armidalensi Schicha and Elshafie, 1980: 36; Schicha, 1987: 140; Chant and Yoshida-Shaul, 1989: 1042.

Neoseiulella armidalensis (Schicha and Elshafie) Moraes *et al.*, 1986: 201; Moraes *et al.*, 2004: 291; Chant and McMurtry, 2007: 147.

Neoseiulella (Typhloctona) armidalensis (Schicha and Elshafie) Denmark and Rather, 1996: 57.

Adult female (figure 14a - e)

Dorsal shield (figure 14a): dorsal shield smooth: length 416; width 214 (at level of s4) and 223 (at level of Z1). Five pairs of solenostomes: gd2, gd4, gd5, gd6, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all smooth, except Z5 which is slightly serrated. Lateral setae S4 and S5 on small tubercles in the specimen examined: j1 22; j3 28; j4 13; j5 10; j6 12; J2 broken in the specimen examined (Chant and Yoshida-Shaul [1989] and Denmark and Rather [1996] mentioned J2 15); J5 11; z2 14; z3 21; z4 18; z5 10; Z1 16; Z4 33; Z5 65; s4 22; s6 17; S2 23; S4 22; S5 22; r3 14 and R1 15. Peritreme extending anteriorly to the level of j1.

Ventral shields (figure 14b): sternal shield 90 long and 83 wide (at level of ST2), smooth, with three pairs of setae (ST1, ST2 and ST3) and two pairs of solenostomes. A pair of metasternal setae (ST4) on separate platelets accompanied by a pair of small solenostomes. Genital shield 125 long and 73 wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets separating the genital and ventrianal shields not discernible on the specimen examined. Ventrianal shield (in poor conditions in the specimen examined) 134 long and 117 wide (at level of ZV2), smooth, with three pairs of preanal setae (JV1, JV2 and ZV2; JV3 absent) and a pair of small circular solenostomes posterior to JV2. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 42 long, smooth. Primary metapodal plate 24 long and 7 wide.

Spermatheca (figure 14c): cervix 7 long, cup-shaped.

Chelicera (figure 14d): eight or nine teeth and *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 35 long, bearing three teeth. Chant and Yoshida-Shaul (1989) mentioned that the *pilus dentilis*

is not visible whereas Schicha (1980, 1987) and Denmark and Rather (1996) drew the *pilus dentilis*.

Legs - Measurements of legs: leg I 390; leg II 315; leg III 305; leg IV 408. Seven setae (2-2/0, 2/0-1) on the genu II. Three knobbed macrosetae, 37, 45 and 47 long, on genu, tibia and basitarsus IV, respectively (figure 14e).

Material examined: female paratype specimen (deposited in NSW Department of Primary Industries, Agricultural Scientific Collections Unit (Acarology), Orange Agricultural Institute, Australia.

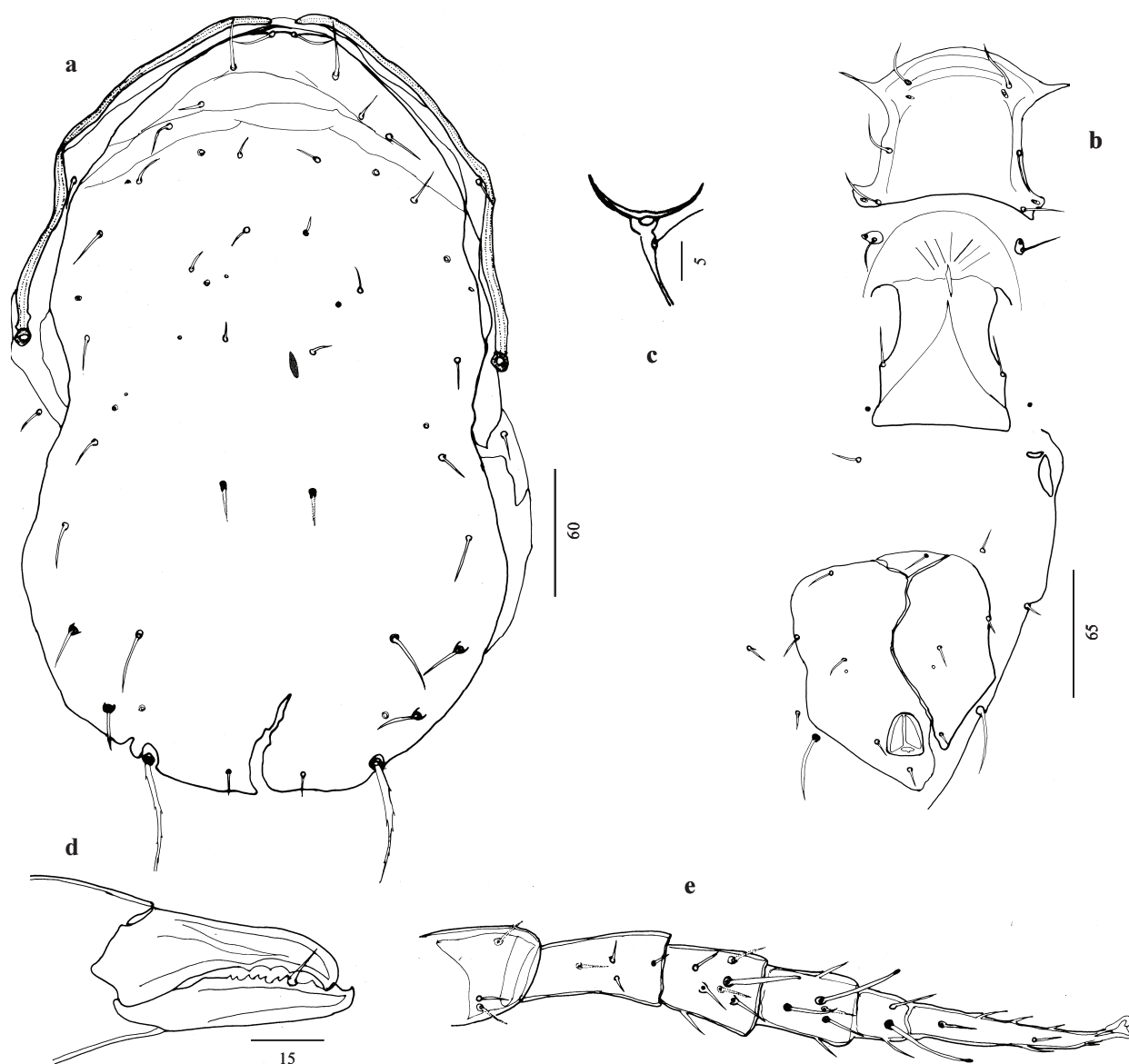


Figure 14. *Neoseiulella armidalensis* (Schicha and Elshafie). Female (paratype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera; e, leg IV.

Adult male:

The male of this species is unknown.

Previous reports: *N. armidalensis* is only known from New South Wales (Australia), on *Malus* sp. (Rosaceae) and *Eucalyptus* sp. (Myrtaceae).

The present examination of the type materials of *N. nesbitti* and *N. armidalensis* shows that JV3 absent; fixed digit with *pilus dentilis*, and leg IV with three macrosetae on these two species. Moreover, no differences in setal and body measurements between these two species are observed. These observations do not agree with the conclusions of Chant and Yoshida-Shaul, (1989) and Denmark and Rather (1996). However, *N. nesbitti* and *N. armidalensis* only differs in the nature of macrosetae on leg IV (pointed on *N. nesbitti*, knobbed on *N. armidalensis*). We thus conclude that *N. nesbitti* is a senior synonym of *N. armidalensis*. Further experiments are however still required in order to obtain more reliable conclusions about the diagnostic value of the nature of macrosetae in species identifications.

From these latter considerations, we thus include 36 valid species in the genus *Neoseiulella*: *N. aceri* (Collyer) (senior synonym of *N. squamiger* [Wainstein], and provisionally of *N. aceris* [Lehman]); *N. arinoi* Moraza, Pena-Estevez and Ferragut; *N. arutunjani* (Kuznetsov); *N. ashleyae* (Chant and Yoshida-Shaul); *N. canariensis* Ferragut and Pena-Estevez; *N. carmeli* (Rivnay and Swirski); *N. cassinae* (Collyer); *N. celtis* (Denmark and Rather); *N. compta* (Corpuz-Raros) (suspected synonym of *N. multispinosa* [Tseng] [Chant and Yoshida-Shaul, 1989]); *N. coreen* Walter; *N. corrugata* (Schicha); *N. cottieri* (Collyer); *N. crassipilis* (Athias-Henriot and Fauvel); *N. dachanti* (Collyer); *N. elaeocarpi* (Schicha); *N. elongata* Ferragut and Pena-Estevez; *N. ferraguti* Moraza and Pena-Estevez; *N. litoralis* (Swirski and Amitai); *N. longiseta* Moraza, Pena-Estevez and Ferragut; *N. manukae* (Collyer) (senior synonym of *N. glenfieldensis* [Schicha]); *N. montforti* (Rivnay and Swirski); *N. myopori* (Collyer); *N. neoviniferae* (Basha, Mahrous and Mostafa); *N. nesbitti* (Womersley) (senior synonym of *N. armidalensis* [Schicha and Elshafie]); *N. novaezealandiae* (Collyer); *N. oleariae* (Collyer); *N. perforata* (Athias-Henriot); *N. runiacus* (Kolodochka); *N. spaini* (Collyer); *N. splendida* Ferragut and Pena-Estevez; *N. steeli* (Schicha and McMurtry); *N. steveni* (Schicha); *N. tiliarum* (Oudemans) (senior synonym of *N. formosa* [Wainstein]); *N. tuberculata* (Wainstein); *N. sexapori* (Karg and Edland); *N. transitans* (Gupta) (senior synonym of *N. prunus* [Denmark and Rather], and provisionally a junior synonym of *N.*

vollsella [Chaudhri, Akbar and Rasool] [Chant and Yoshida-Shaul, 1989; Denmark and Rather, 1996).

A complete description of these species is provided in this study, except for the following species, for which and despite repeated requests, we were not able to borrow the type materials: *N. celtis* (deposited in Department of Zoology and Entomology, Skuast, Wadura, Kashmir, India); *N. compta* (deposited in the Department of Entomology, University of the Philippines, Laguna, Philippines); *N. vollsella* (deposited in Department of Entomology, University of Agriculture, Lyallpur, Pakistan).

4. Description of the other valid species of the genus *Neoseiulella*

***Neoseiulella arinoi* Moraza, Peña-Estévez and Ferragut (figure 15)**

Neoseiulella arinoi Moraza, Peña-Estévez and Ferragut, 2005: 109-112; Moraz and Peña-Estévez, 2006: 59; Chant and McMurtry, 2007: 147.

Adult female (figure 15a - e)

Dorsal shield (figure 15a): dorsal shield distinctly reticulated throughout: length 409; width 191 (at level of s4) and 202 (at level of Z1). Seven pairs of solenostomes: gd1, gd2, gd4, gd5, gd6, gd8, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) inserted on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all smooth, except for Z4 and Z5 slightly serrated. Lateral setae on small tubercles: j1 34; j3 37; j4 18; j5 20; j6 36; J2 49; J5 12; z2 18; z3 30; z4 42; z5 24; Z1 46; Z4 75; Z5 80; s4 41; s6 52; S2 63; S4 60; S5 47; sub-lateral setae r3 41 and R1 41. Peritreme extending anteriorly to the level of j1.

Ventral shields (figure 15b): sternal shield 75 long and 78 wide (at level of ST2), smooth, with two pairs of setae (ST1 and ST2) and two pairs of solenostomes. ST3 and ST4 on separate platelets, and a pair of small solenostomes accompanying ST4. Genital shield 122 long and 74 wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets separating genital and ventrianal shields folded under the genital shield. Ventrianal shield longer than wide, 141 long and 110 wide (at level of ZV2), faintly striate, with four pairs of preanal setae (JV1, JV2, JV3 and ZV2) and a pair of circular solenostomes posteromedial to JV3. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 62 long, smooth. Dimensions of the primary metapodal plate 37 long and 5 wide.

Spermatheca (figure 15c): cervix 4 long, U-shaped.

Chelicera (figure 15d): two teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 33 long, unidentate.

Legs - Measurements of legs: leg I 373; leg II 345; leg III 328; leg IV 416. Seven setae (2-2/0, 2/0-1) on the genu II. One pointed macroseta, 82 long, on the basitarsus IV (figure 15e). On the specimen examined, two other macrosetae, 30 and 36, on genu and tibia IV, respectively (figure 15e). Even if Moraza *et al.* (2005) draw three macrosetae on the leg IV, they only mentioned the presence of one macroseta on this leg (on basitarsus).

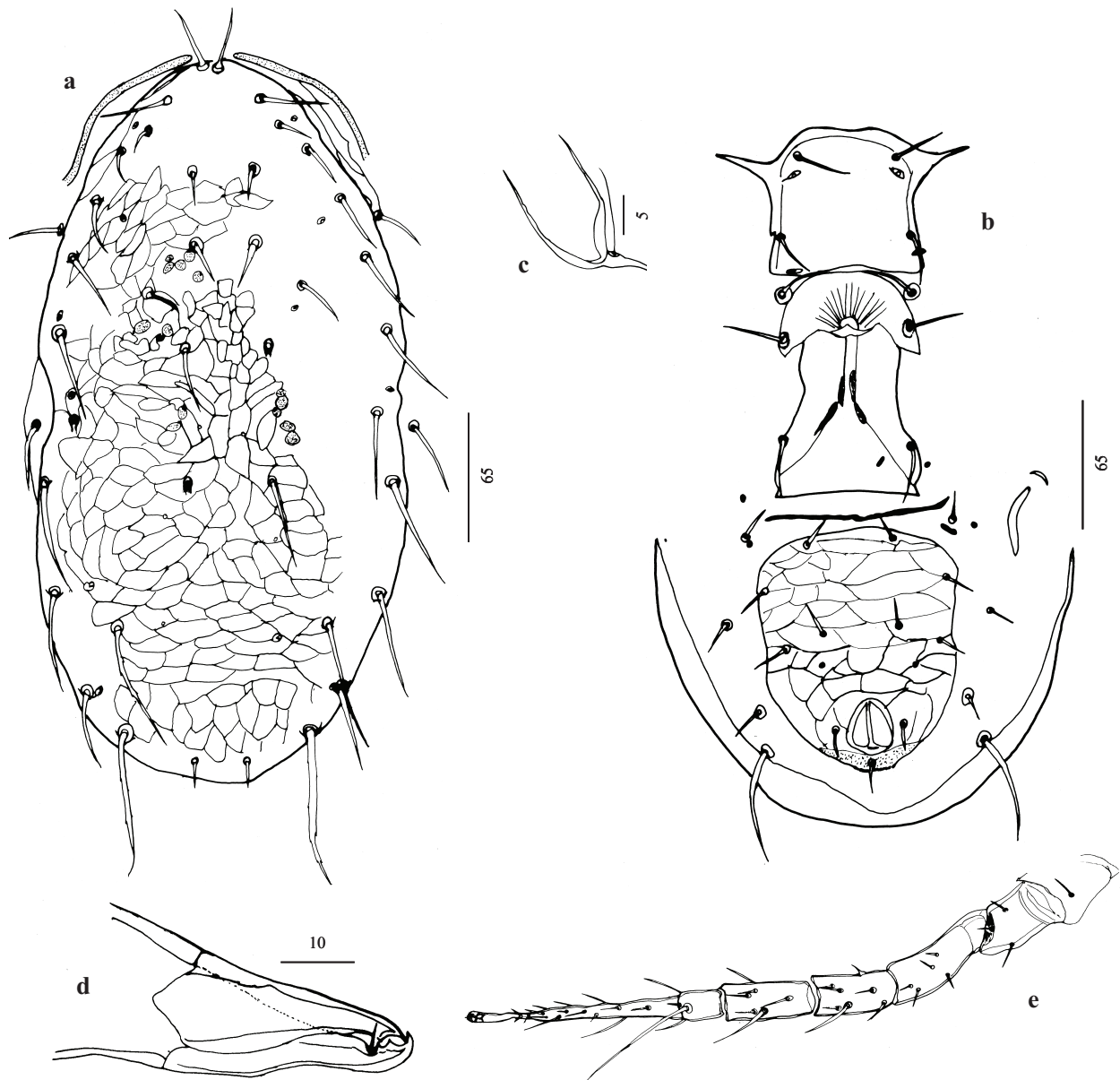


Figure 15. *Neoseiulella arinoi* Moraza, Peña-Estévez and Ferragut. Female (paratype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera; e, leg IV.

Material examined: female paratype deposited in Museum of Zoology of University of Navarra, Spain.

Adult male:

Described by Moraza *et al.* (2005). We were not able to borrow the male type specimen of this species

Previous reports: *N. arinoi* is only known from the Canary Islands. It was collected from lichens on dead log, from soil of "lapilli" and litter of *Ficus carica* (Moraceae), *Castanea sativa* (Fagaceae) and *Echium virescens* DC. (Boraginaceae) (Moraza *et al.*, 2005).

***Neoseiulella ashleyae* (Chant and Yoshida-Shaul) (figure 16)**

Typhlodromus oleariae sensu Schicha (1987, P. 187, Plate 92), *non sensu* Collyer (1982).

Typhlodromus ashleyae Chant and Yoshida-Shaul, 1989: 1039-1041.

Neoseiulella (*Neoseiulella*) *ashleyae* (Chant and Yoshida-Shaul) Denmark and Rather, 1996: 51.

Neoseiulella ashleyae (Chant and Yoshida-Shaul) Moraes *et al.*, 2004: 292; Chant and McMurtry, 2007: 147.

Adult female (figure 16a - e)

Dorsal shield (figure 16a): dorsal shield smooth: length 464 (458-469); width 302 (299-304) (at level of s4) and 285 (280-290) (at level of Z1). Six pairs of small solenostomes: gd2, gd4, gd5, gd6, gd8,, and gd9. In the original description of this species, Chant and Yoshida-Shaul (1989) note the presence of only five pairs of solenostomes (gd2, gd4, gd5, gd6, and gd9). However, on their drawings a large pair of solenostomes corresponding to the position of gd8 (according to Athias-Henriot (1975) and Swirski *et al.* (1998)) is present. We also observed this pair of solenostomes on the four type specimens examined, we thus considered that gd8 is present and that *N. ashleyae* bears six solenostomes on the dorsal shield.

Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all smooth, except Z5 slightly serrated: j1 35 (33-37); j3 53 (51-56); j4 17 (15-18); j5 13 (10-16); j6 20; J2 24 (21-27); J5 11 (10-11); z2 18 (16-20); z3 48 (45-50); z4 26 (25-27); z5 11 (10-11); Z1 28 (26-29); Z4 61 (59-62); Z5 91 (88-94); s4 51 (49-53); s6 38 (36-39); S2 51 (50-52); S4 31 (28-33); S5 27 (26-27); sub-lateral setae r3 24 (20-28) and R1 22 (19-24). Peritreme extending anteriorly to the level of j1.

Ventral shields (figure 16b): sternal shield 93 (91-94) long and 101 (98-103) wide (at level of ST2), smooth, with three pairs of setae (ST1, ST2 and ST3) and two pairs of solenostomes. A pair of metasternal setae (ST4) on separate platelets accompanied by a pair of small solenostomes. Genital shield 147 long, 78 wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets between genital and ventrianal shields. Ventrianal shield subtriangular-shaped, 152 (147-156) long and 128 (122-133) wide (at level of ZV2), smooth, with three pairs of preanal setae (JV1, JV2 and ZV2; JV3 absent) and a pair of small solenostomes posterior to JV2. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 46 (41-51) long, smooth. Primary metapodal plate 26 (24-28) long and 8 (6-9) wide.

Spermatheca (figure 16c): cervix 14 (12-16) long, thick and U-shaped.

Chelicera (figure 16d): nine teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 42 (39-44) long, bears three teeth.

Legs - Measurements of legs: leg I 435 (430-440); leg II 388 (386-390); leg III 364 (361-366); leg IV 441 (436-445). Seven setae (2-2/0, 2/0-1) on the genu II. One macroseta (28 long) on the genu III. Three other macrosetae, 42 (39-45), 42 (40-44) and 34 (32-35) long, on genu, tibia and basitarsus IV, respectively (figure 16e).

Material examined: female holotype and three female paratypes deposited in the Canadian National Collection, Department of Zoology, University of Toronto, Toronto, Canada. A specimen of this species labeled as *Typhlodromus oleariae* (Schicha, 1987) (deposited in the New Zealand Arthropod Collection (NZAC), Landcare Research, Auckland, New Zealand) was also presently examined. Our examination of this specimen shows that, as stated by Chant and Yoshida-Shaul (1989), it belongs to *N. ashleyae*, but not to *N. oleariae*.

Adult male:

The male of this species is unknown.

Previous reports: *N. ashleyae* is only known from Nelson Province (New Zealand) (Chant and Yoshida-Shaul, 1989). Plants on which this species was collected are: *Elaeocarpus hookerianus* Raoul (Elaeocarpaceae), *Citrus* sp. (Rutaceae), *Nothofagus menziesii* (Hook.f.) Oerst. (Nothofagaceae), and *Pinus uncinata* Ramond ex DC. (Pinaceae).

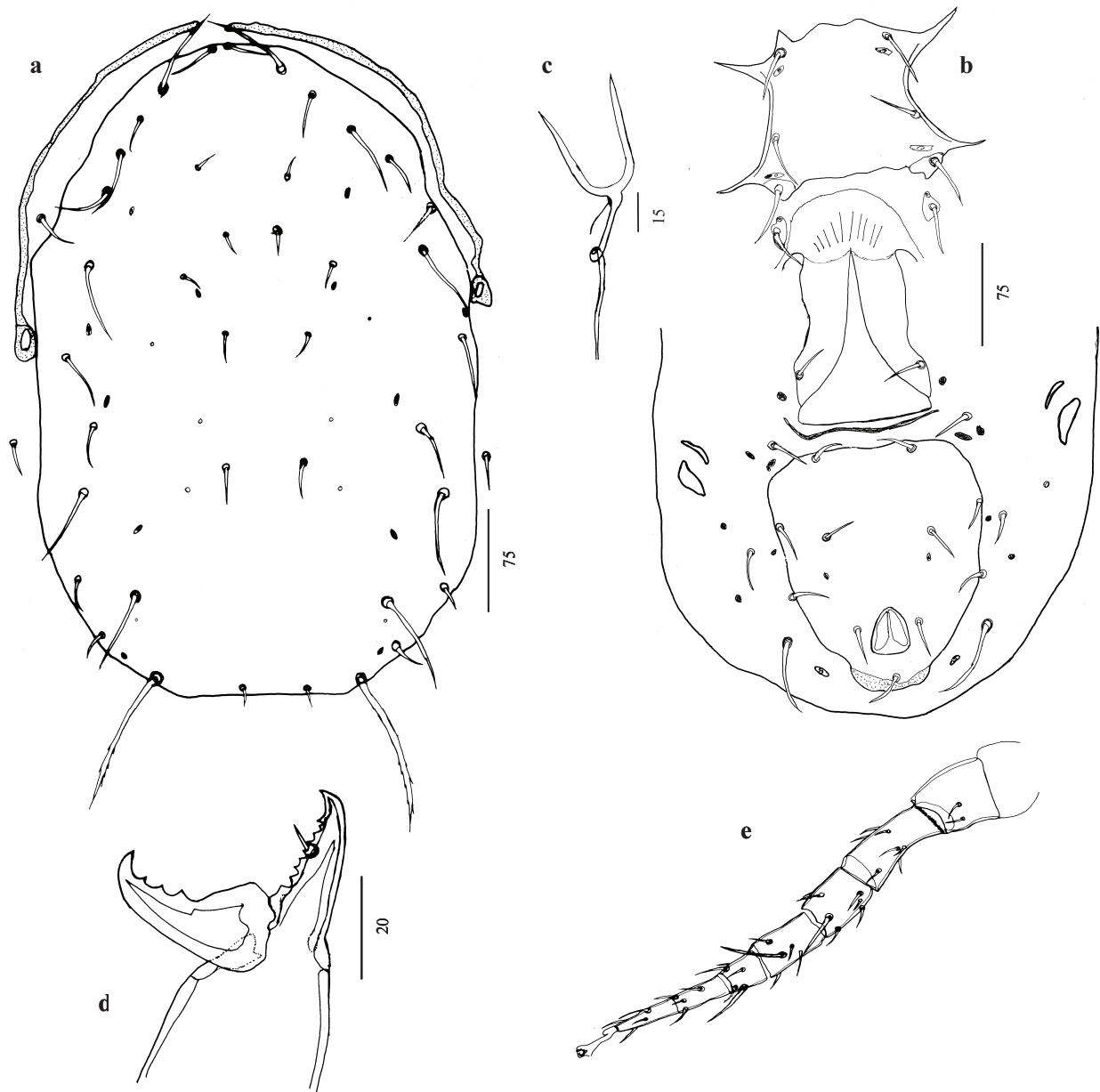


Figure 16. *Neoseiulella ashleyae* (Chant and Yoshida-Shaul). Female (holotype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera; e, leg IV.

***Neoseiulella canariensis* Ferragut and Peña-Estevez (figure 17)**

Neoseiulella canariensis Ferragut and Peña-Estevez, 2003: 159-161; Moraes *et al.*, 2004: 292; Moraza and Peña-Estevez, 2006: 59; Chant and McMurtry, 2007: 147.

***Adult female* (figure 17a - e)**

Dorsal shield (figure 17a): dorsal shield smooth: length 364 (342-385); width 185 (174-195) (at level of s4) and 209 (183-235) (at level of Z1). Seven pairs of small solenostomes on the

dorsal shield: gd1, gd2, gd4, gd5, gd6, gd8, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all smooth, thick, and rising up tubercles, except J5, Z4 and Z5 slightly serrated: j1 28 (26-30); j3 42; j4 21 (19-23); j5 20 (20-22); j6 32 (30-33); J2 37 (35-39); J5 32 (31-33); z2 22 (20-23); z3 40 (38-42); z4 29 (27-31); z5 21 (19-23); Z1 35 (32-38); Z4 61 (59-62); Z5 90 (88-91); s4 47 (43-50); s6 46 (44-48); S2 51 (48-53); S4 41 (34-47); S5 30 (28-31); sub-lateral setae r3 30 (28-32) and R1 31 (28-33). Peritreme extending anteriorly to the level of j1.

Ventral shields (figure 17b): sternal shield 61 (50-71) long and 60 (47-73) wide (at level of ST2), smooth with two pairs of setae (ST1 and ST2) and two pairs of solenostomes. ST3 and the metasternal setae (ST4) on separate platelets, with a pair of small solenostomes with ST4. Genital shield 110 (90-129) long, 54 (48-60) wide (at level of ST5), smooth. Three elongate platelets situated between genital and ventrianal shields. Ventrianal shield subtriangular-shaped, 102 (85-118) long and 77 (60-84) wide (at level of ZV2), smooth or faintly striate, with four pairs of preanal setae (JV1, JV2, JV3 and ZV2) and a pair of small solenostomes posteromedial to JV3. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 34 (30-38) long, smooth. Primary metapodal plate 25 (21-29) long and 6 (5-7) wide.

Spermatheca (figure 17c): cervix 4 (3-5) long, U-shaped, flaring towards vesicle.

Chelicera (figure 17d): six teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 26 long, bidentate.

Legs - Measurements of legs: leg I 374 (365-383); leg II 310 (301-320); leg III 297 (286-308); leg IV 415 (404-425). Seven setae (2-2/0, 2/0-1) on the genu II. Three pointed macrosetae 33 (31-34), 31 (30-32) and 55 (51-59) long on genu, tibia and basitarsus IV, respectively (figure 17e).

Material examined: three female paratypes deposited in the Department of Agroforestry Ecosystems, Universidad Politécnica de Valencia, Spain.

Adult male (figure 17f, g):

Dorsal shield slightly reticulated and chaetotaxy similar to the female. Sub-lateral seta R1 on the dorsal shield. Ventrianal shield 118 long and 150 wide, slightly reticulated and bearing 7 pairs of preanal setae and 4 pairs of circular solenostomes. Spermatodactyl L-shaped. This description is based on a male paratype specimen.

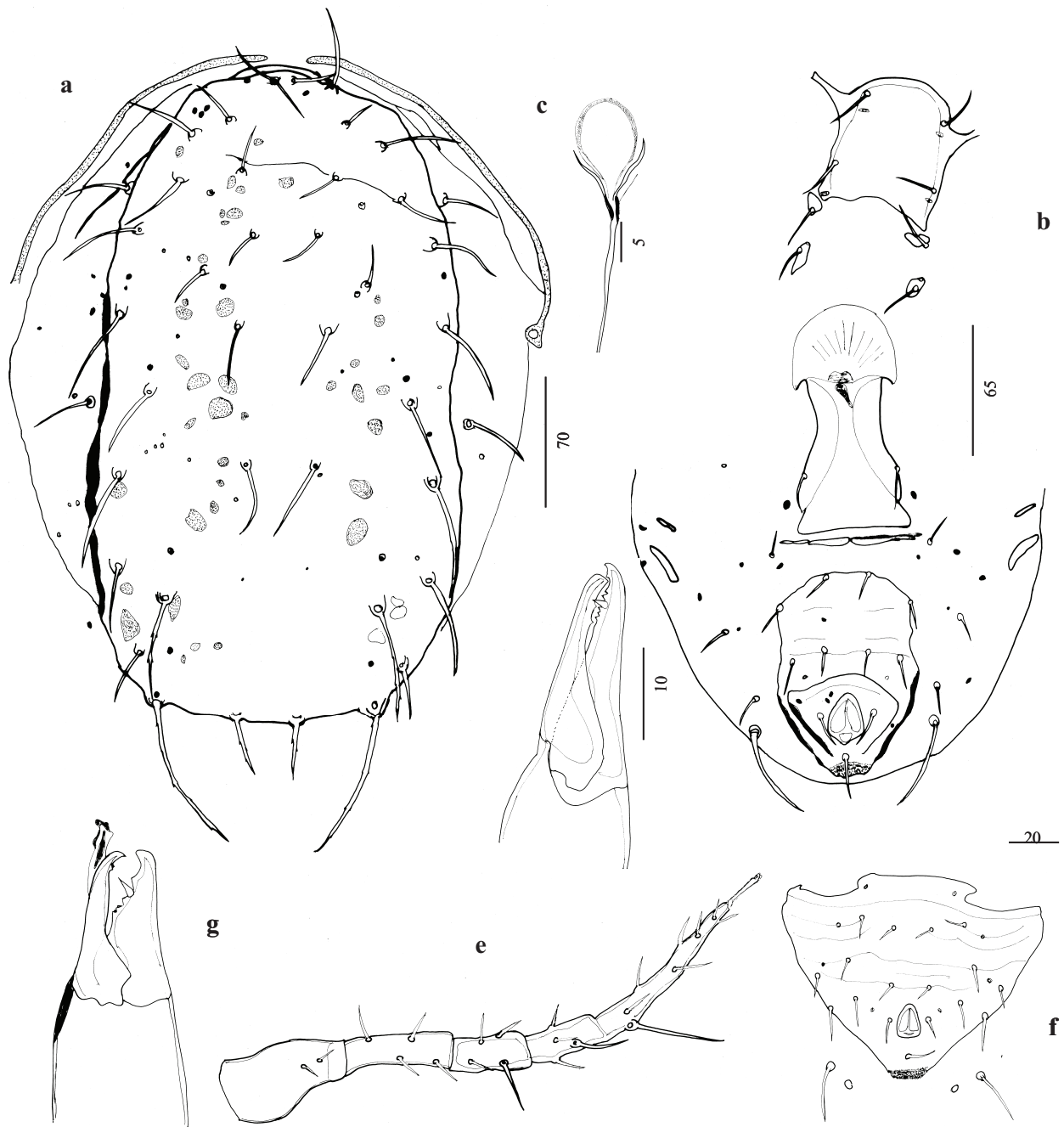


Figure 17. *Neoseiulella canariensis* Ferragut and Peña-Estevez. Female (holotype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera; e, leg IV. Male (paratype): f, ventrianal shield; g, spermatodactyl.

Previous reports: *N. canariensis* is only known from the Canary Islands (Ferragut and Peña-Estevez, 2003, 2007). It was collected on various plants belonging to 15 botanical families: *Ageratina adenophora* (Spreng.) King and H. Rob, *Andryala pinnatifida* Ait., *Argyranthemum frutescens* (L.) Sch.Bip., *Argyranthemum gracile* Webb ex Sch.Bip., *Carlina*

salicifolia (L.fil.) Cav., *Cynara cardunculus* L., *Gonospermum gomerae* Bolle., *Senecio tussilaginis* (L'Hér.) (Asteraceae); *Bencomia caudata* (Aiton) Webb and Berthel. (Rosaceae); *Bosea yervamora* L. (Amaranthaceae); *Calamintha sylvatica* Bromf., *Cedronella canariensis* (L.) Webb and Berthel., *Lavandula buchii* Webb (Lamiaceae); *Chamaecytisus prolifer* (L.f.) Link, *Teline microphylla* (DC.) Gibbs and Dingw., *Teline gomerae* (Gibbs and Dingw.) Kunkle (Fabaceae); *Convolvulus* sp. (Convolvulaceae); *Crambe pritzelii* Bolle, *Crambe strigosa* L'Hér. (Cruciferae); *Echium acanthocarpum* Svent., *Echium* sp. (Boraginaceae); *Erica arborea* L., *Erica scoparia* L. (Ericaceae); *Geranium canariensis* L. (Geraniaceae); *Gesnouinia arborea* (L.f.) Gaudich.(Urticaceae); *Laurus novocanariensis* Rivas Mart. Rivas Mart., Lousã, Fern. Prieto, E.Díaz, J.C. Costa and C. Aguiar (Lauraceae); *Scrophularia smithii* Hornem (Scrophulariaceae); *Viburnum rigidum* Vent. (Caprifoliaceae); *Viola riviniana* Rchb. (Violaceae).

***Neoseiulella carmeli* (Rivnay and Swirski) (figure 18)**

Typhloctonus carmeli Rivnay and Swirski, 1980: 177-179; Denmark and Rather, 1984: 167; Moraes *et al.*, 1986: 232.

Typhlodromus carmeli (Rivnay and Swirski) Chant and Yoshida-Shaul, 1989: 1020.

Neoseiulella (*Typhloctona*) *carmeli* (Rivnay and Swirski) Denmark and Rather, 1996: 65-66.

Neoseiulella carmeli (Rivnay and Swirski) Swirski and Amitai, 1997b: 37; Swirski *et al.*, 1998: 115; Moraes *et al.*, 2004: 292; Chant and McMurtry, 2007: 147.

***Adult female* (figure 18a - e)**

Dorsal shield (figure 18a): dorsal shield slightly reticulated along the lateral area: length 409; width 204 (at level of s4) and 188 (at level of Z1). Six pairs of solenostomes on the dorsal shield: gd1, gd2, gd4, gd6, gd8, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all smooth except Z5 slightly serrated: j1 38; j3 47; j4 24 (22-25); j5 22; j6 24; J2 28; J5 12; z2 26; z3 33 (31-35); z4 25; z5 24; Z1 27; Z4 42; Z5 55; s4 38 (36-39); s6 37; S2 39 (37-40); S4 35 (33-36); S5 38; sub-lateral setae r3 35 and R1 30. Peritreme extending anteriorly to the level of j1.

Ventral shields (figure 18b): sternal shield 87 long and 90 wide (at level of ST2), smooth with three pairs of setae (ST1, ST2 and ST3) and two pairs of solenostomes. A pair of metasternal setae (ST4) on separate platelets accompanied by a pair of small circular solenostomes. Genital shield 134 long and 87 wide (at level of ST5), smooth. Platelets separating between genital and ventrianal shields not discernible. Ventrianal shield subtriangular-shaped, lightly

longer than wide, 142 long and 136 wide (at level of ZV2), smooth, with four pairs of preanal setae (JV1, JV2, JV3 and ZV2) and without solenostomes. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 54 (50-58) long, smooth. Primary metapodal plate of 25 long and 7 wide.

Spermatheca (figure 18c): cervix 12 long, U-shaped.

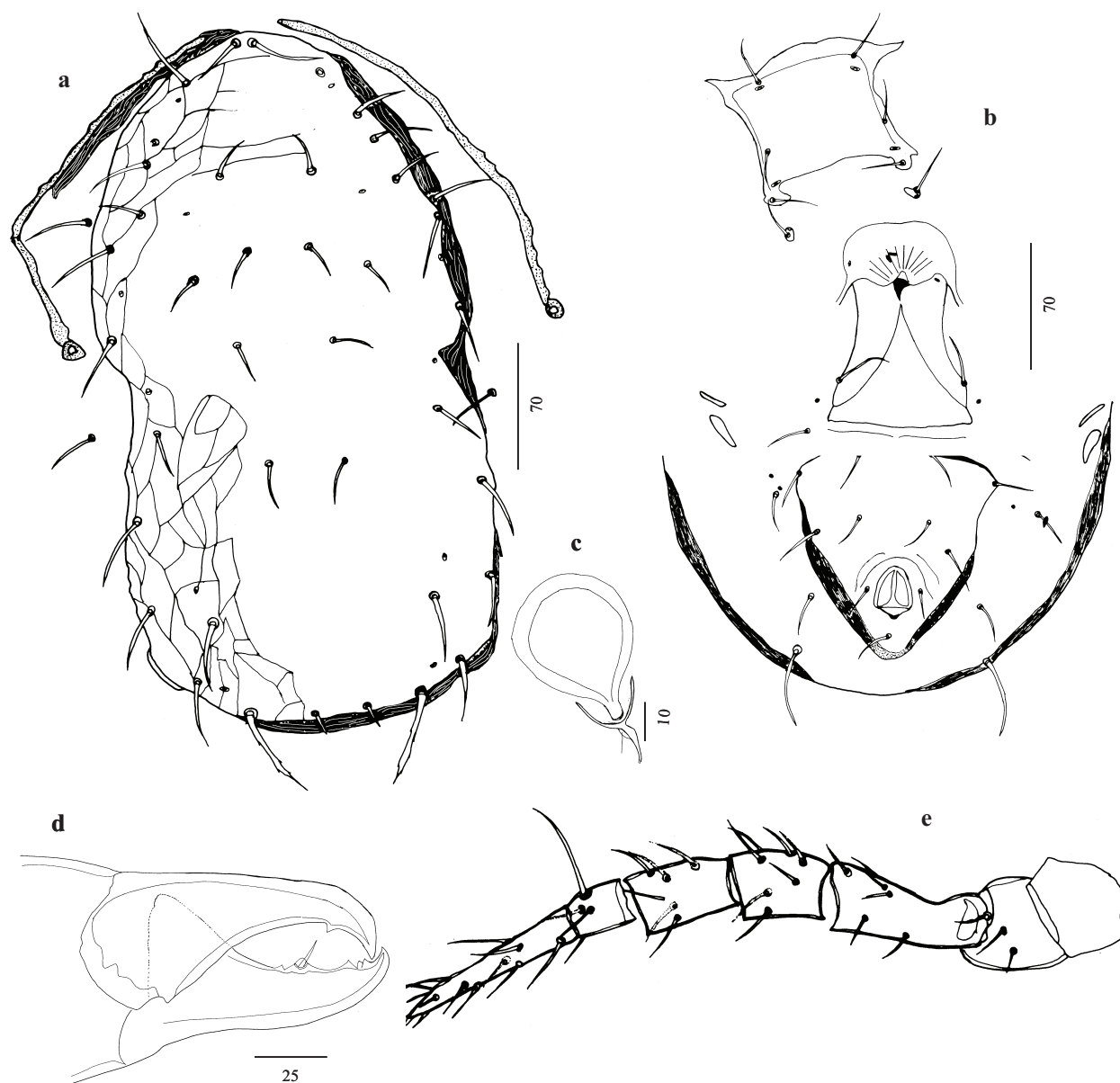


Figure 18. *Neoseiulella carmeli* (Rivnay and Swirski). Female (paratype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera; e, leg IV.

Chelicera (figure 18d): three or four teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 55 long, unidentate.

Legs - Measurements of legs: leg I 412; leg II 357 (353-360); leg III 370 (361-378); leg IV 467. Six setae (1-2/0, 2/0-1) on the genu II. One macroseta 58 (56-59) long, on the basitarsus IV (figure 18e).

Material examined: three female paratypes deposited in the Division of Entomology, Agricultural Research Organization, Bet Dagan, Israel.

Adult male:

The male of this species is unknown.

Previous reports: *N. carmeli* is only known from Israel (Rivnay and Swirski, 1980; Swirski and Amitai, 1997b; Swirski *et al.*, 1998). Plants on which this species was collected are: *Quercus calliprinos* Webb (Fagaceae); *Phillyrea latifolia* L. (Oleaceae); *Salvia* sp. (Lamiaceae); and *Styrax officinalis* L. (Styracaceae).

***Neoseiulella cassinae* (Collyer) (figure 19)**

Typhlodromus cassinae Collyer, 1982: 189; Chant and Yoshida-Shaul, 1989: 1024-1026.

Typhloctonus cassinae (Collyer) Denmark and Rather, 1984: 171; Moraes *et al.*, 1986: 232.

Neoseiulella (*Typhloctonus*) *cassinae* (Collyer) Denmark and Rather, 1996: 70.

Neoseiulella cassinae (Collyer) Moraes *et al.*, 2004: 292; Chant and McMurtry, 2007: 147.

Adult female (figure 19a - e)

Dorsal shield (figure 19a): dorsal shield slightly reticulated throughout: length 473; width 235 (at level of s4) and 260 (at level of Z1). Six pairs of solenostomes on the dorsal shield: gd1, gd2, gd4, gd5, gd6, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae all smooth: j1 20; j3 20; j4 11; j5 11; j6 12; J2 broken in the specimen examined (Denmark and Rather [1984, 1996] mentioned J2 11); J5 11; z2 11; z3 15; z4 14; z5 9; Z1 14; Z4 broken on the specimen examined (Denmark and Rather [1984, 1996] mentioned Z4 27); Z5 39; s4 20; s6 21; S2 19; S4 14; S5 14; sub-lateral setae r3 19 and R1 18. Peritreme extending anteriorly to the level between j1-j3.

Ventral shields (figure 19b): sternal shield 71 long and 76 wide (at level of ST2), smooth with two pairs of setae (ST1 and ST2) and two pairs of solenostomes. ST3 and ST4 on separate platelets and a pair of small solenostomes accompanying ST4. Genital shield 167 long and 87

wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets between genital shield and ventrianal shields. Ventrianal shield subtriangular-shaped, 157 long and 131 wide (at level of ZV2), smooth, with four pairs of preanal setae (JV1, JV2, JV3 and ZV2) and without solenostomes. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 36 long, smooth. Primary metapodal plate 34 long and 7 wide. Spermatheca (figure 19c): cervix 8 long, cup-shaped. Chelicera (figure 19d): two teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 37 long, unidentate.

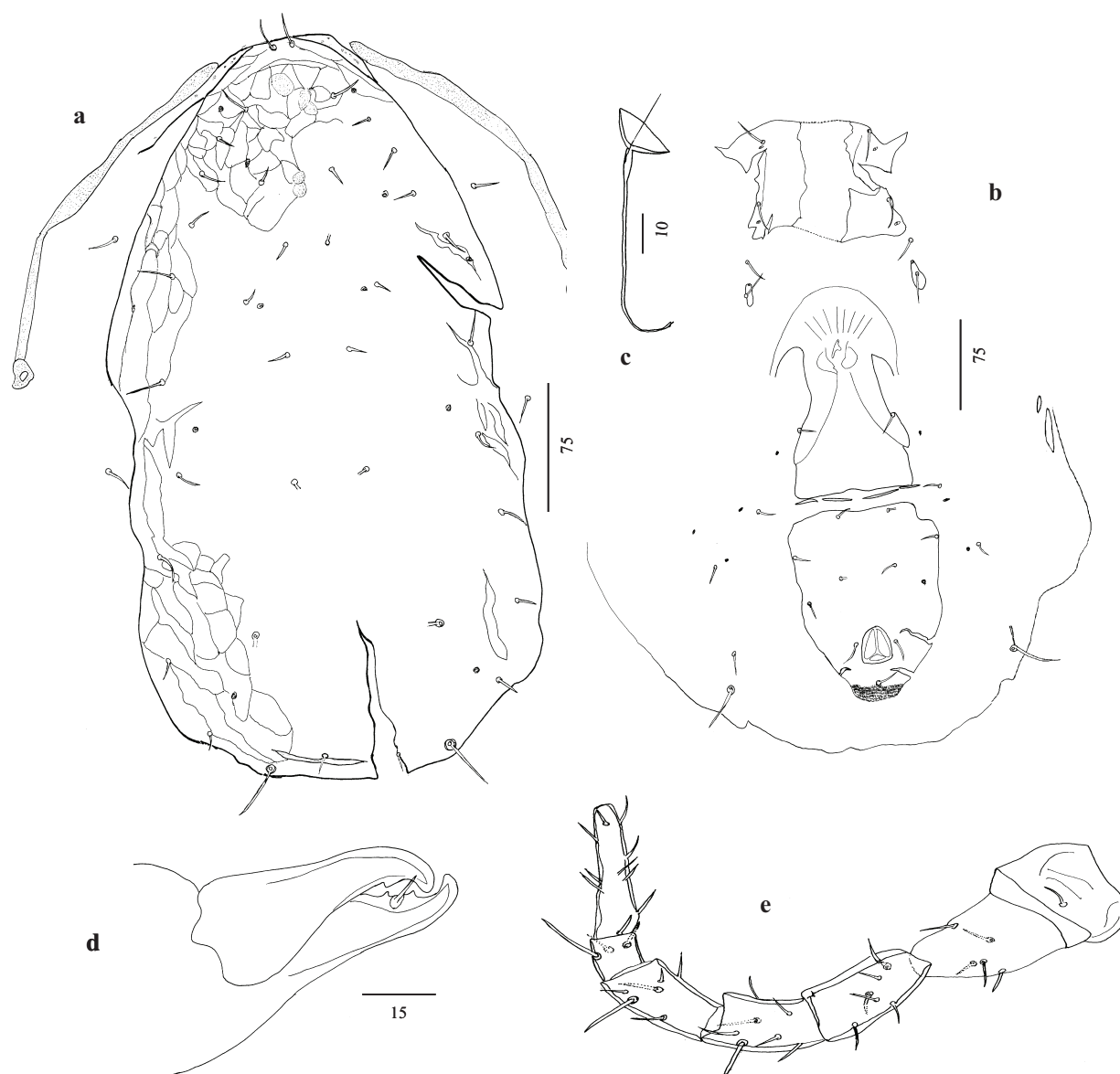


Figure 19. *Neoseiulella cassiniaie* (Collyer). Female (paratype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera; e, leg IV.

Legs - Measurements of legs: leg I 391; leg II 323; leg III 337; leg IV 417. Eight setae (2-2/1, 2/0-1) on the genu II. Three macroseta, 25, 30 and 32 long, on genu, tibia and basitarsus IV, respectively (figure 19e).

Material examined: female holotype deposited in the New Zealand Arthropod Collection (NZAC), Landcare Research, Auckland, New Zealand.

Adult male:

The adult of this species is unknown.

Previous reports: *N. cassinia* is only known from New Zealand, on *Cassinia* sp. (Asteraceae) and *Hebe* sp. (Plantaginaceae).

***Neoseiulella coreen* Walter (figure 20)**

Neoseiulella coreen Walter, 1997: 336-337.

Neoseiulella coreen Walter, Moraes *et al.*, 2004: 292; Chant and McMurtry, 2007: 147.

Adult female (figure 20a - d)

Dorsal shield (figure 20a): dorsal shield is smooth: length 266 (261-270); width 132 (129-135) (at level of s4), 145 (139-150) (at level of Z1). Tuberculous ornaments covering the lateral areas of the dorsal shield. Three pairs of large circular solenostomes (gd1, gd6, and gd9) and one pair of small and crescent-shaped solenostomes (gd8) on the dorsal shield. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae all smooth and rising to tubercles, except Z5 slightly serrated: j1 16 (12-20); j3 22 (20-24); j4 24 (23-25); j5 29 (28-30); j6 30 (28-31); J2 28 (26-30); J5 9 (8-10); z2 18; z3 25 (23-26); z4 25 (24-26); z5 16 (15-17); Z1 31 (30-32); Z4 25 (24-26); Z5 31 (30-32); s4 23; s6 29; S2 30 (29-31); S4 24 (22-25); S5 20 (19-21); sub-lateral setae r3 22 (21-23) and R1 14 (12-15). Peritreme extending anteriorly to the level of j1. Ventral shields (figure 20b): sternal shield weakly sclerotized, 58 (54-62) long and 56 (55-57) wide (at level of ST2), smooth with three pairs of setae (ST1, ST2 and ST3) and two pairs of small solenostomes. A pair of metasternal setae (ST4) inserted on separate platelets accompanied by a pair of small solenostomes. Genital shield 95 (93-96) long and 39 (35-42) wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets separating genital and ventrianal shields folded under the genital shield. Ventrianal shield 79 (74-83) long and 47 (44-49) wide (at level of ZV2), smooth, with three pairs of preanal setae (JV1, JV2 and ZV2; JV3 absent), and without solenostomes. Four pairs of

caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 14 (13-15) long, smooth. Primary metapodal plate 19 long and 2 (1.5-2) wide.

Spermatheca (figure 20c): cervix 4 (3-4) long, U-shaped.

Chelicera (figure 20d): two teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 24 (23-25) long, edentate.

Legs - Measurements of legs: leg I 270 (268-272); leg II 205 (195-215); leg III 191 (188-194); leg IV 271 (268-274). Eight setae (2-2/1, 2/0-1) observed on the genu II. No macrosetae on legs.

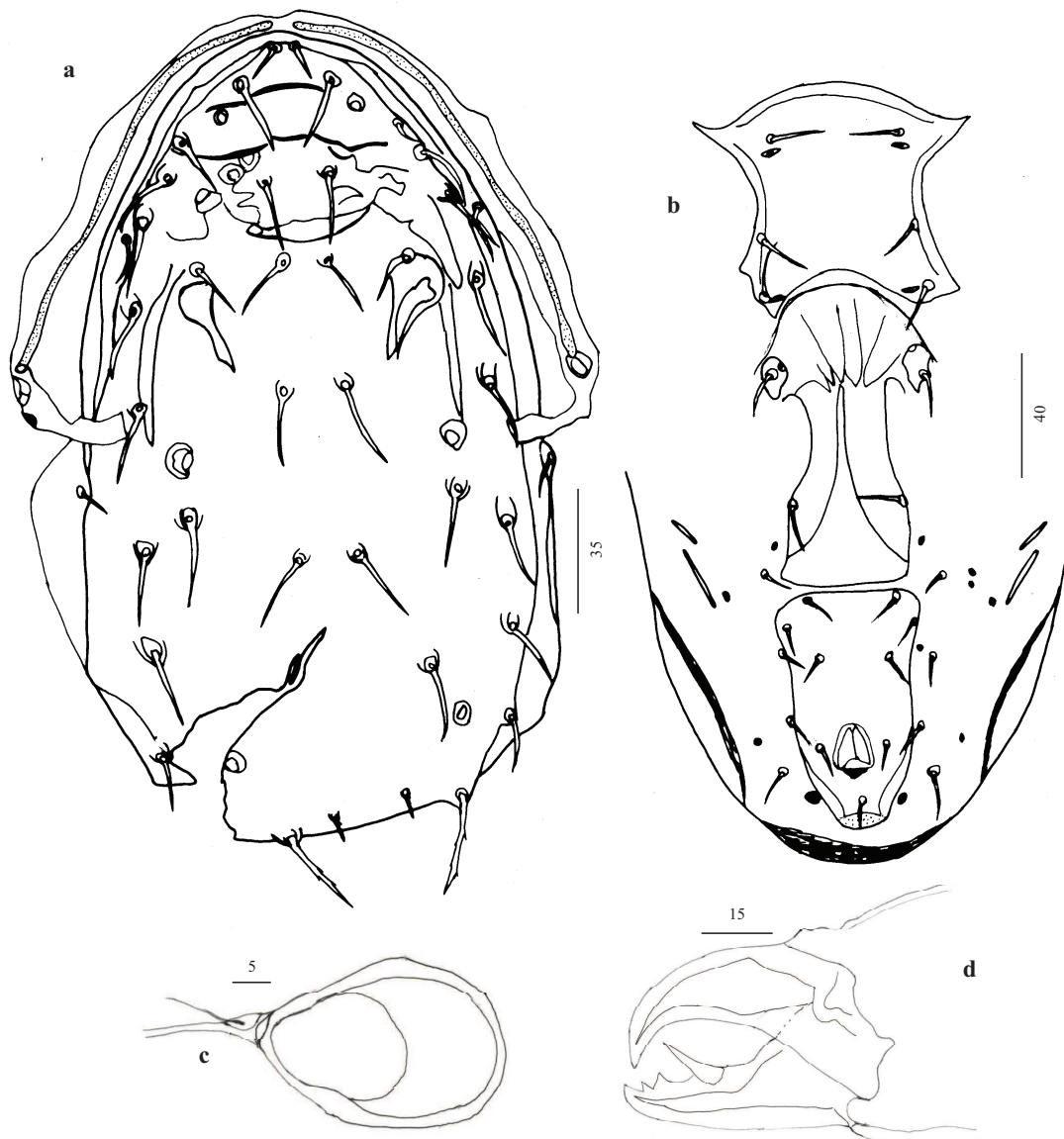


Figure 20. *Neoseiulella coreen* Walter. Female (holotype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera.

This species is easily distinguished from the other species in the genus *Neoseiulella* by the tuberculous ornaments on the dorsal shield, and by the small size and the shape of the ventrianal shield, which is narrowly vase-shaped.

Material examined: female holotype and five female paratype deposited in the UQIC, Department of Entomology, University of Queensland, St Lucia, Australia.

Adult male:

Described by Walter (1997). We were not able to borrow any male type specimens of this species.

Previous reports: *N. coreen* is only known from Queensland (Australia) on rainforest trees.

***Neoseiulella corrugata* (Schicha) (figure 21)**

Typhlodromus corrugatus Schicha, 1983: 120; Schicha, 1987: 141-144; Chant and Yoshida-Shaul, 1989: 1039-1040.

Seiulus corrugatus (Schicha) Moraes *et al.*, 1986: 230.

Neoseiulella (*Neoseiulella*) *corrugata* (Schicha) Denmark and Rather, 1996: 50.

Neoseiulella corrugata (Schicha) Moraes *et al.*, 2004 : 293; Chant and McMurtry, 2007: 147.

Adult female (figure 21a - e)

Dorsal shield (figure 21a): dorsal shield smooth: length 409; width 247 (at level of s4), 240 (at level of Z1) and 272 (at level of S2). Four pairs of solenostomes on the dorsal shield: gd2, gd4, gd6, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all except j1 on tubercles. All dorsal and sub-lateral setae smooth, except Z4 and Z5 distinctly serrated: j1 29; j3 40; j4 28; j5 26; j6 30; J2 35; J5 12; z2 25; z3 37; z4 37; z5 24; Z1 37; Z4 66; Z5 117; s4 42; s6 40; S2 48; S4 36; S5 29; sub-lateral setae r3 23 and R1 22. Peritreme extending anteriorly to the level of j1.

Ventral shields (figure 21b): sternal shield 80 long and 92 wide (at level of ST2), smooth with three pairs of setae (ST1, ST2 and ST3) and two pairs of solenostomes. A pair of metasternal setae (ST4) inserted on separate platelets accompanied by a pair of small solenostomes. Genital shield 126 long and 83 wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets separating genital and ventrianal shields folded under the genital shield. Ventrianal shield 148 long and 120 wide (at level of ZV2), smooth, with three pairs of preanal setae (JV1, JV2 and ZV2; JV3 absent), with a pair of circular solenostomes. Four pairs of caudoventral setae

(ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 53 long, smooth. Primary metapodal plate 29 long and 8 wide.

Spermatheca (figure 21c): cervix 6 long, U-shaped.

Chelicera (figure 21d): nine teeth, without *pilus dentilis*, on the fixed digit. Movable digit 33 long, bearing three teeth.

Legs - Measurements of legs: leg I 443; leg II 351; leg III 361; leg IV 456. Seven setae (2-2/0, 2/0-1) on the genu II. One macroseta (32 long) on the genu III. Three other macrosetae, 47, 55 and 52 long, on genu, tibia and basitarsus IV, respectively (figure 21e).

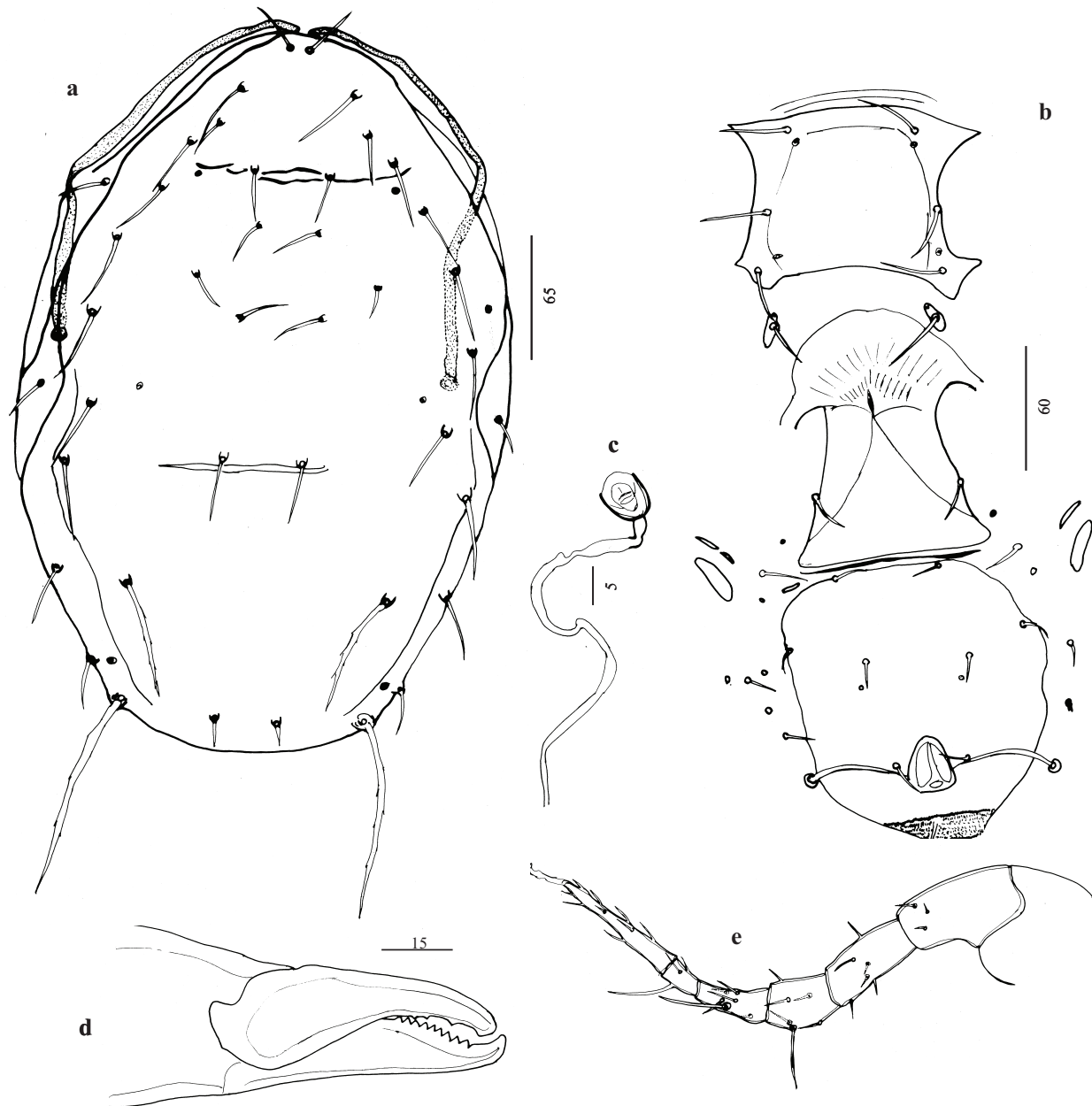


Figure 21. *Neoseiulella corrugata* (Schicha). Female (holotype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera; e, leg IV.

Material examined: female holotype deposited in NSW Department of Primary Industries, Agricultural Scientific Collections Unit (Acarology), Orange Agricultural Institute, Australia.

Adult male:

The male of this species is unknown.

Previous reports: *N. corrugata* is only known from Australia on *Malus domestica* (Rosaceae).

***Neoseiulella cottieri* (Collyer) (figure 22)**

Typhlodromus cottieri Collyer, 1964: 640-641; Schicha, 1980: 20-22; Collyer, 1982: 189-190; Schicha, 1987: 138-140; Chant and Yoshida-Shaul, 1989: 1029-1032.

Typhloctonus (Tasmanidromus) cottieri (Collyer) Wainstein, 1977: 1415.

Neoseiulella (Neoseiulella) cottieri (Collyer) Denmark and Rather, 1996: 53.

Neoseiulella cottieri (Collyer) Moraes *et al.*, 1986: 248; Chant and McMurtry, 1994: 248; Moraes *et al.*, 2004: 293; Chant and McMurtry, 2007: 147.

Adult female (figure 22a - e)

Dorsal shield (figure 22a): dorsal shield smooth: length 385; width 215 (at level of s4) and 255 (at level of Z1). Six pairs of solenostomes observed: gd1, gd2, gd4, gd6, gd8, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all smooth except for Z4 and Z5 which are slightly serrated: j1 29; j3 43; j4 5; j5 6; j6 9; J2 8; J5 11; z2 6; z3 48; z4 7; z5 6; Z1 6; Z4 121; Z5 232; s4 67; s6 7; S2 9; S4 10; S5 11; sub-lateral setae r3 15 and R1 12. Peritreme extending anteriorly to the level of j1.

Ventral shields (figure 22b): sternal shield 77 long and 70 wide (at level of ST2), smooth with three pairs of setae (ST1, ST2 and ST3) and two pairs of solenostomes. A pair of metasternal setae (ST4) on separate platelets accompanied by a pair of small solenostomes. Genital shield 120 long and 68 wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets situated between genital and ventrianal shields. Ventrianal shield, longer than wide 124 long and 101 wide (at level of ZV2), smooth, with three pairs of preanal setae (JV1, JV2 and ZV2; JV3 absent), with a pair of circular solenostomes posterior to JV2. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) inserted on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 93 long, smooth. Primary metapodal plate 25 long and 7 wide.

Spermatheca (figure 22c): cervix 11 long, U-shaped.

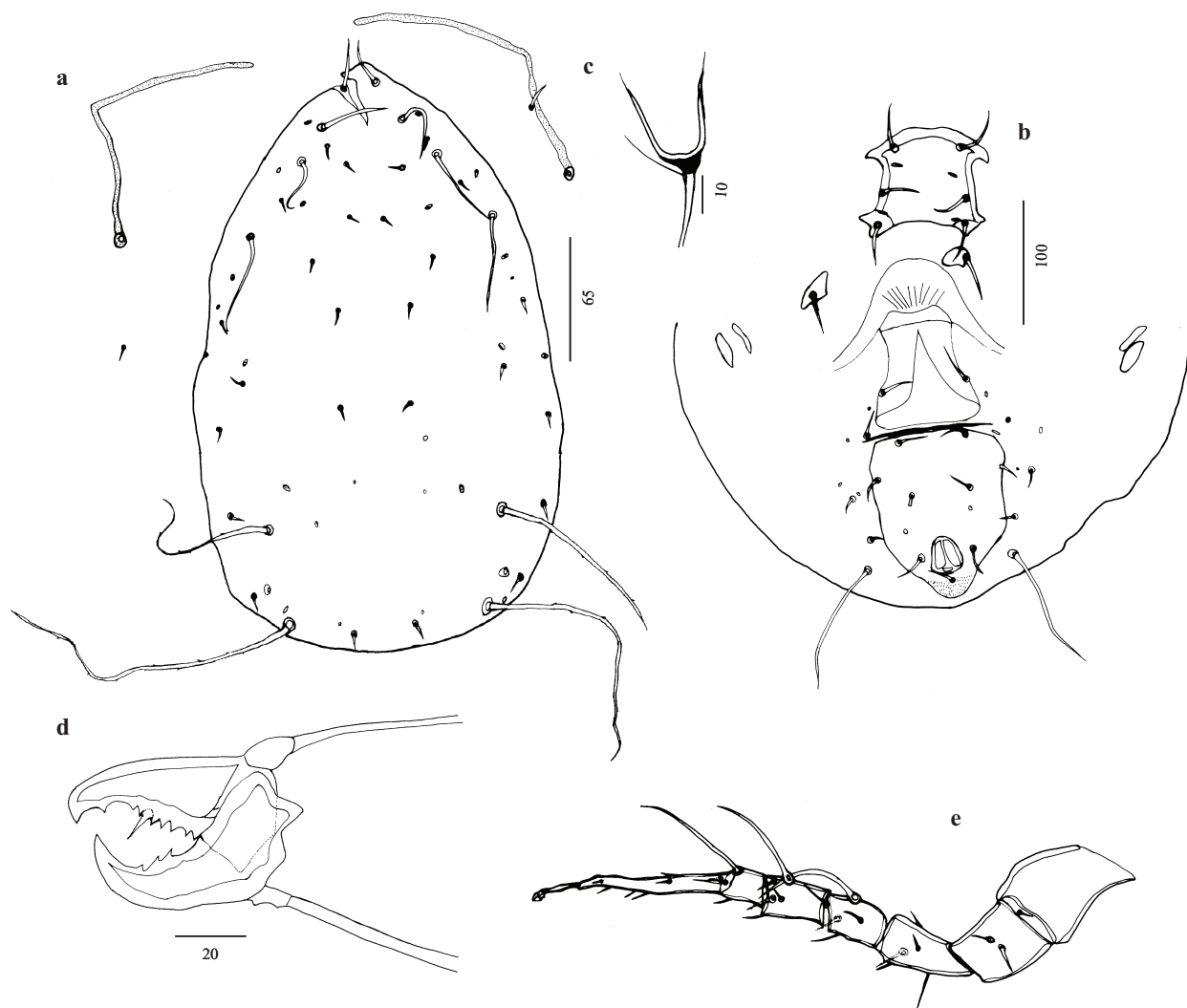


Figure 22. *Neoseiulella cottieri* (Collyer). Female (lectotype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera; e, leg IV.

Chelicera (figure 22d): eight teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 30 long, bearing three teeth.

Legs - Measurements of legs: leg I 403; leg II 318; leg III 313; leg IV 427. Seven setae (2-2/0, 2/0-1) on the genu II. One pointed macroseta (38 long) on the genu III. Three other pointed macrosetae, 82, 65 and 77 long, on genu, tibia and basitarsus IV, respectively (figure 22e).

This species is easily distinguished from all other species of this genus by the lengths of Z4 (121) and Z5 (232).

Material examined: female lectotype deposited in the BMNH, the British Museum of Natural History, Cromwell Road, London, UK.

Adult male:

Described by Collyer (1964) and Schicha (1980). We were not able to borrow the male type specimens of this species.

Previous reports: The type specimens of *N. cottieri* were collected from New Zealand on thistle (Asteraceae). This species is only known from the Australasian area: Australia (Wainstein, 1977; Schicha, 1980, 1987) and New Zealand (Collyer, 1964, 1982). Plants on which this species was collected are: *Astelia* sp. (Asteliaceae); *Cassinia* sp. (Asteraceae); *Fragaria x ananassa* Duchesne, *Malus domestica* (Rosaceae); *Hebe* sp. (Plantaginaceae); *Humulus lupulus* L. (Cannabaceae); *Trifolium repens* L. (Fabaceae) and on moss samples.

***Neoseiulella crassipilis* (Athias-Henriot and Fauvel) (figure 23)**

Pegodromus crassipilis Athias-Henriot and Fauvel, 1981: 72-73 ; Ragusa, 2006: 3.

Typhlodromus crassipilis (Athias-Henriot and Fauvel) Chant and Yoshida-Shaul, 1989: 1011-1013.

Neoseiulella crassipilis (Athias-Henriot and Fauvel) Moraes *et al.*, 2004: 293; Chant and McMurtry, 2007: 147.

Adult female (figure 23a - d)

Dorsal shield (figure 23a): dorsal shield heavily reticulated throughout: length 454; width 248 (at level of s4) and 290 (286-294) (at level of Z1). Five pairs of solenostomes: gd1, gd2, gd6, gd8, and gd9. The presence of gd1 was stated by Athias-Henriot and Fauvel (1981), but not by Chant and Yoshida-Shaul (1989). Sub-lateral setae (r3 and R1) on the dorsal shield. Dorsal shield bearing 21 pairs of setae, all are thick and serrated: j1 35 (34-36); j3 51 (50-52); j4 39 (37-40); j5 37 (34-39); j6 50 (49-50); J2 63 (62-64); J5 17 (16-17); z2 35 (34-35); z3 45 (44-45); z4 62 (59-65); z5 30 (28-31); Z1 65 (64-65); Z4 73 (71-75); Z5 67 (65-68); s4 57 (56-58); s6 58 (57-58); S2 68 (65-71); S4 75 (72-77); S5 39 (37-40); sub-lateral setae r3 49 (44-54) and R1 44 (40-47). Peritreme extending anteriorly to the level of j1.

Ventral shields (figure 23b): sternal shield 47 (45-48) long and 79 (78-80) wide (at level of ST2), smooth with distinct striation on the lateral areas, with two pairs of setae (ST1 and ST2) and two pairs of solenostomes. ST3 and ST4 on separate platelets. A pair of small solenostomes accompanies ST4. Genital shield 143 (141-145) long and 82 wide (at level of ST5), distinctly reticulated along. Four platelets separate between genital and ventrianal shields. Ventrianal shield subquadrate-shaped, 160 (158-162) long and 168 (163-172) wide (at

level of ZV2), strongly reticulated, with four pairs of preanal setae (JV1, JV2, JV3 and ZV2) and a pair of solenostomes posteromedial to JV3. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 44 (42-45) long, serrated. Primary metapodal plate 65 (63-66) long and 5 wide. This plate much longer than those of all the species of this genus.

Spermatheca (figure 23c): cervix 13 long, cup-shaped.

Chelicera (figure 23d): one large tooth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. The movable digit, 30 long, unidentate.

Legs - Measurements of legs: leg I 316 (313-319); leg II 293 (287-298); leg III 300 (293-307); leg IV 385 (383-387). Eight setae (2-2/1, 2/0-1) on the genu II. No macroseta on legs. This species is easily distinguished from the other species of the genus by having the genital shield distinctly reticulated.

Material examined: three female paratypes deposited in Montpellier SupAgro, UMR CBGP, Campus International de Baillarguet, CS 30016, 34988 Montferrier-sur-Lez cedex, France).

Adult male (figure 23e, f):

Dorsal shield chaetotaxy similar to the female. Ventrianal shield 152 long and 196 wide, distinctly reticulated, bearing six pairs of preanal setae with four or five pairs of solenostomes. Spermatodactyl L-shaped. This description is based on a male paratype specimen.

Previous reports: *N. crassipilis* is only known from the West- Palearctic area. Countries from which this species was reported are: France (Athias-Henriot and Fauvel, 1981; Viollier and Fauvel, 1984) and Greece (Ragusa and Tsolakis, 1998; Ragusa, 2006). It was collected on *Pyrus amygdaliformis* Vill. and *Pyrus* sp. (Rosaceae).

***Neoseiulella dachanti* (Collyer) (figure 24)**

Typhlodromus dachanti Collyer, 1964: 638-640. Schicha, 1980: 22-24; Collyer, 1982: 189; Schicha, 1987: 139, 141; Chant and Yoshida-Shaul, 1989: 1032-1034.

Neoseiulella (*Neoseiulella*) *dachanti* (Schicha) Denmark and Rather, 1996: 54-55.

Neoseiulella dachanti (Schicha) Moraes *et al.*, 1986: 201; Moraes *et al.*, 2004 : 293; Chant and McMurtry, 2007: 147.

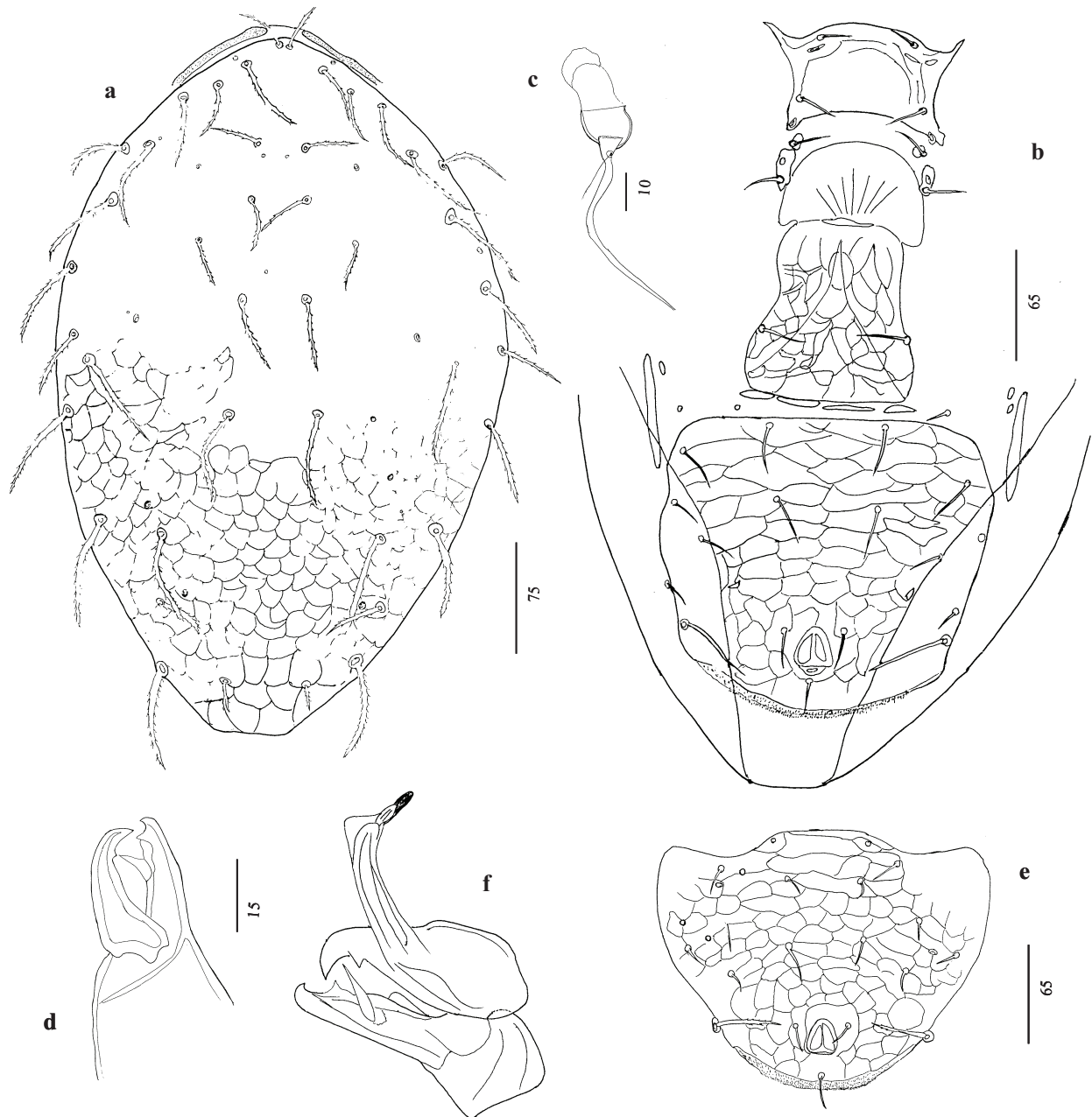


Figure 23. *Neoseiulella crassipilis* (Athias-Henriot and Fauvel). Female (paratype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera. Male (paratype): e, ventrianal shield; f, spermatodactyl.

Adult female (figure 24a - e)

Dorsal shield (figure 24a): dorsal shield smooth: length 394; width 225 (at level of s4), 226 (at level of Z1). Four pairs of solenostomes: gd2, gd4, gd6, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all dorsal and sub-lateral setae smooth, except Z5 slightly serrated: j1 27; j3 41; j4 7; j5 8; j6 12; J2 13; J5 7; z2 11; z3 39; z4

13; z5 8; Z1 13; Z4 48; Z5 111 (106-115); s4 42; s6 17; S2 23; S4 12; S5 10; r3 14 and R1 15. Peritreme extending anteriorly to the level of j1.

Ventral shields (figure 24b): sternal shield 83 long and 80 wide (at level of ST2), smooth with three pairs of setae (ST1, ST2 and ST3) and two pairs of solenostomes. A pair of metasternal setae (ST4) on separate platelets accompanied by a pair of small solenostomes. Genital shield 104 long and 68 wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets separating genital and ventrianal shields folded under genital shield. Ventrianal shield 121 long and 88 wide (at level of ZV2), smooth, with three pairs of preanal setae (JV1, JV2 and ZV2; JV3 absent), with a pair of large solenostomes posterior to JV2. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 39 long, smooth. Primary metapodal plate 20 long and 6 wide.

Spermatheca (figure 24c): cervix 3 long, shallowly cup-shaped.

Chelicera (figure 24d): twelve teeth, without *pilus dentilis*, on the fixed digit. Movable digit, 35 long, bearing three teeth.

Legs - Measurements of legs: leg I 372; leg II 323 (318-328); leg III 323 (318-328); leg IV 395 (391-400). Seven setae (2-2/0, 2/0-1) on the genu II. Two macrosetae, 30 and 27 long, on genu and the tibia III, respectively. Three other macrosetae, 46, 48 and 48 long, on genu, tibia and basitarsus IV, respectively (figure 24e).

Material examined: female lectotype deposited in the BMNH, the British Museum of Natural History, Cromwell Road, London, UK.

Adult male:

Described by Collyer (1964) and Schicha (1980). We were not able to borrow the male type specimen of this species.

Previous reports: The type specimens of *N. dachanti* were collected at Waitakeres, near Auckland, New Zealand, on “native bush”. This species is only known from the Australasian area: New Zealand (Collyer, 1964, 1982) and Australia (Schicha, 1987). Plant supports on which this species was reported are: *Brachyglottis repanda* J.R. and G. Forst. (Asteraceae); *Coprosma* sp. (Rubiaceae); *Cytisus* sp. (Fabaceae); *Elaeocarps dentatus* (G.R. and G. Forster) Vahl (Elaeocarpaceae); *Erica* sp. (Ericaceae); *Melicytus ramiflorus* G.R. and G. Forster (Violaceae); *Nothofagus* sp. (Nothofagaceae); *Nothopanax* sp., *Pseudopanax* sp. (Araliaceae); *Podocarpus* sp. (Podocarpaceae); *Eucalyptus* sp. (Myrtaceae); *Rubus* sp. (Rosaceae) and tree ferns.

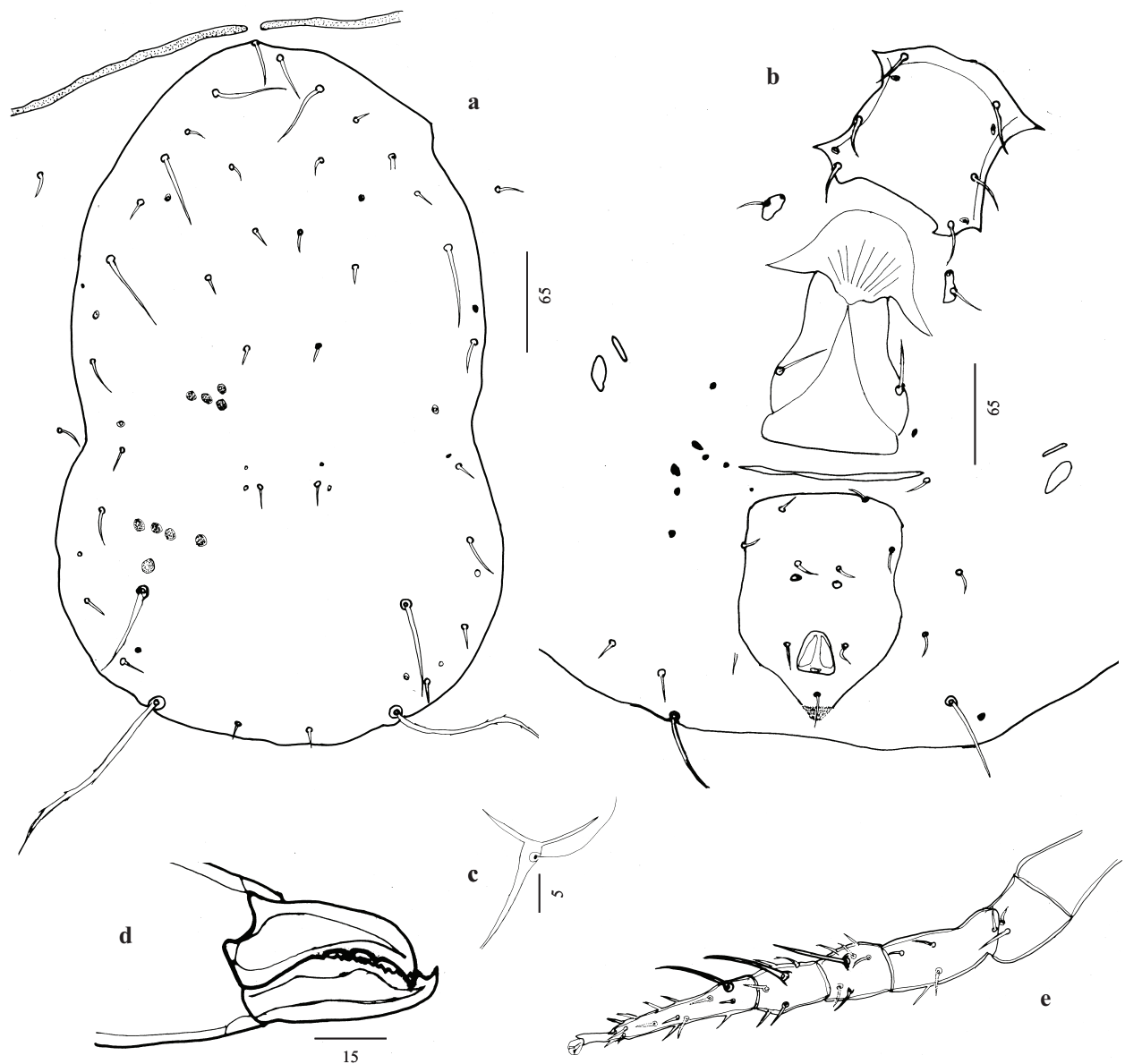


Figure 24. *Neoseiulella dachanti* (Collyer). Female (lectotype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera; e, leg IV.

***Neoseiulella elaeocarpi* (Schicha) (figure 25)**

Typhlodromus elaeocarpi Schicha , in Schicha and O'Dowd, 1993: 304-305.

Neoseiulella (*Neoseiulella*) *elaecarpi* (Schicha) Denmark and Rather, 1996: 49.

Neoseiulella elaeocarpi (Schicha) Moraes *et al.*, 2004 : 293; Chant and McMurtry, 2007: 147.

Adult female (figure 25a - e)

Dorsal shield (figure 25a): dorsal shield heavily reticulated throughout: length 356; width 201 (at level of s4) and 226 (at level of Z1). Six pairs of solenostomes on the dorsal shield: gd1,

gd4, gd5, gd6, gd8, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all smooth except for Z4 (slightly serrated) and Z5 (distinctly serrated), and on tubercles: j1 18; j3 20; j4 16; j5 16; j6 18; J2 22; J5 9; z2 16; z3 20; z4 20; z5 17; Z1 21; Z4 25; Z5 42; s4 19; s6 21; S2 22; S4 23; S5 25; sub-lateral setae r3 18 and R1 18. Peritreme extending anteriorly to the level j1.

Ventral shields (figure 25b): sternal shield 67 long and 72 wide (at level of ST2), smooth, with three pairs of setae (ST1, ST2 and ST3) and two pairs of solenostomes. The metasternal setae (ST4) on separate platelets accompanied by a pair of small solenostomes. Genital shield 128 long and 67 wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets separating genital and ventrianal shields folded under genital shield. Ventrianal shield subquadrate-shaped, 122 long and 92 wide (at level of ZV2), smooth, with three pairs of preanal setae (JV1, JV2 and ZV2; JV3 absent) and a pair of large solenostomes posteromedial to JV2. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 22 long, smooth. Primary metapodal plate 30 long and 6 wide.

Spermatheca (figure 25c): cervix 4 long, shallowly cup-shaped.

Chelicera (figure 25d): seven or eight teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 31 long, bearing three teeth.

Legs - Measurements of legs: leg I 299; leg II 270; leg III 264; leg IV 332. Seven setae (2-2/0, 2/0-1) on the genu II. Two thick and short macrosetae, 6 and 22 long, on genu and basitarsus IV, respectively (figure 25e).

Material examined: female holotype deposited in NSW Department of Primary Industries, Agricultural Scientific Collections Unit (Acarology), Orange Agricultural Institute, Australia.

Adult male:

The male of this species is unknown.

Previous reports: *N. elaeocarpi* is only known from Queensland (Australia), on *Elaeocarpus coorangooloo* J.Bailey and C.White (Elaeocarpaceae).

***Neoseiulella elongata* Ferragut and Peña-Estevez (figure 26)**

Neoseiulella elongata Ferragut and Peña-Estevez, 2003: 164; Moraes *et al.*, 2004: 293; Moraza and Peña-Estevez, 2006: 58; Chant and McMurtry, 2007: 147.

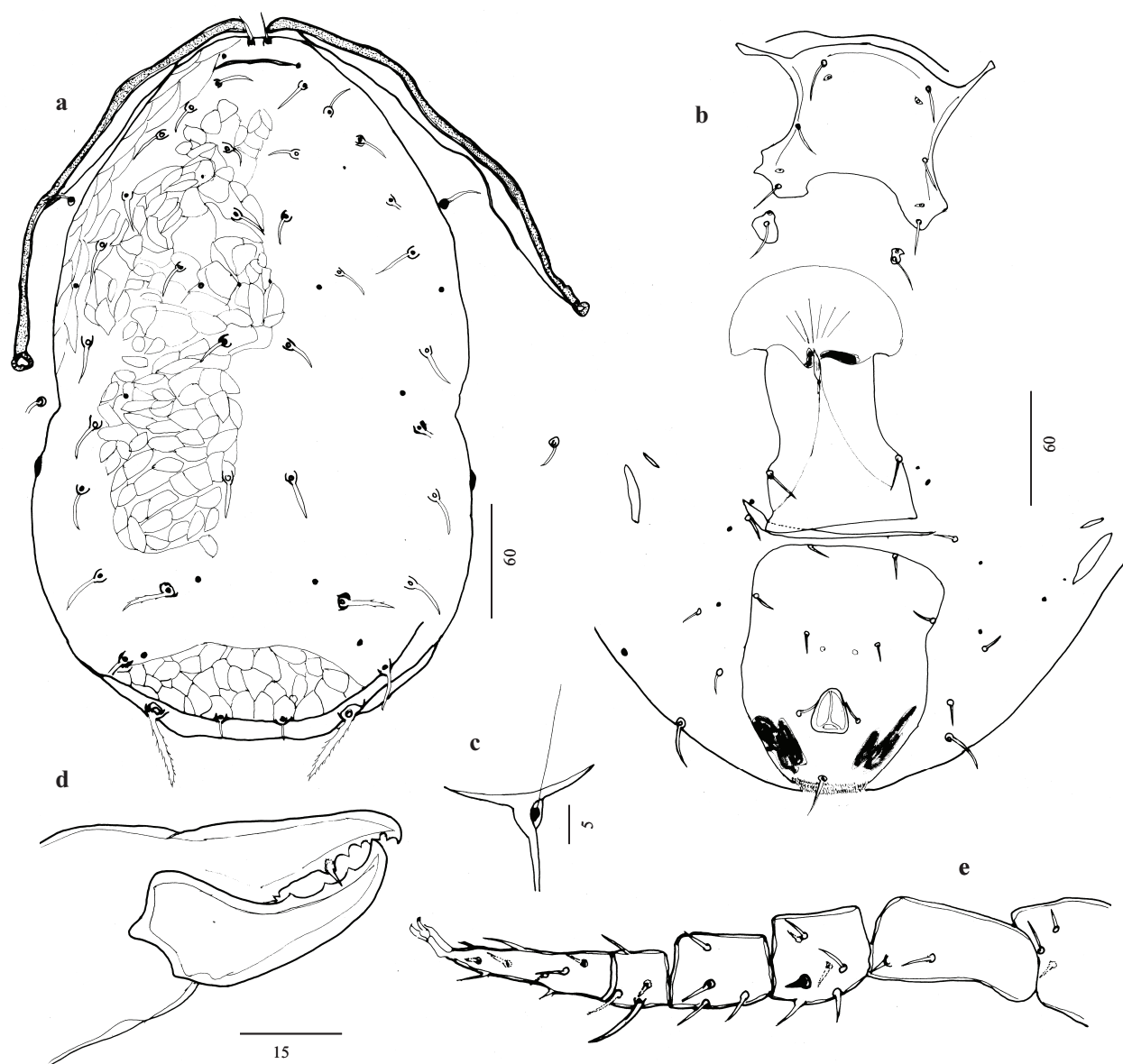


Figure 25. *Neoseiulella elaeocarpi* (Schicha). Female (holotype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera; e, leg IV.

Adult female (figure 26a - e)

Dorsal shield (figure 26a): dorsal shield heavily reticulated: length 394; width 175 (at level of s4), 178 (at level of Z1), with four pairs of solenostomes: gd2, gd6, gd8, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all smooth: j1 20; j3 16; j4 12; j5 11; j6 14; J2 16; J5 11; z2 14; z3 16; z4 16; z5 11; Z1 20; Z4 23; Z5 29; s4 17; s6 19; S2 20; S4 21; S5 19; sub-lateral setae r3 23 and R1 24. Peritreme extending anteriorly to the level of z2. It is noteworthy that the peritreme differs from the ones of the other species of the genus *Neoseiulella* as its anterior surface is striate.

Ventral shields (figure 26b): sternal shield 83 long and 73 wide (at level of ST2), smooth, with two pairs of setae (ST1 and ST2) and two pairs of small solenostomes. Two other pairs of sternal setae (ST3, ST4) on separate platelets. A pair of small solenostomes accompanies ST4. Genital shield 140 long and 66 wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets separating genital and ventrianal shields folded under genital shield. Ventrianal shield subtriangular-shaped, 134 long and 93 wide (at level of ZV2), lightly reticulated, with four pairs of preanal setae (JV1, JV2, JV3 and ZV2), and without solenostomes. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 20 long, smooth. Primary metapodal plate 42 long and 4 wide.

Spermatheca (figure 26c): cervix 5 long, shallowly cup-shaped.

Chelicera (figure 26d): one tooth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 44 long, unidentate.

Legs - Measurements of legs: leg I 335; leg II 281; leg III 275; leg IV 356. Seven setae (2-2/0, 2/0-1) on the genu II. One macroseta, 61 long, on the basitarsus IV (figure 26e).

Material examined: female paratype deposited in the Department of Agroforestral Ecosystems, Universidad Politécina of Valencia, Spain.

Adult male: The adult of this species is unknown.

Previous reports: *N. elongata* is only known from the Canary Islands on *Pinus canariensis* C.Sm. (Pinaceae).

***Neoseiulella ferraguti* Moraza and Peña-Estevez (figure 27)**

Neoseiulella ferraguti Moraza and Peña-Estevez, 2006: 56-58.

Adult female (figure 27a - e)

Dorsal shield (figure 27a): dorsal shield smooth: length 365; width 226 (at level of s4), 264 (at level of Z1), with seven pairs of solenostomes: gd1, gd2, gd4, gd5, gd6, gd8, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all smooth except Z4 and Z5 which are slightly serrated: j1 28; j3 49; j4 31; j5 32; j6 38; J2 34; J5 19; z2 15; z3 54; z4 47; z5 29; Z1 34; Z4 77; Z5 94; s4 62; s6 64; S2 71; S4 54; S5 33; sub-lateral setae r3 28 and R1 35. Most dorsal setae of opisthosomal area (S2, S4, S5, Z4, Z5, and J5) on tubercles. Peritreme extending anteriorly to the level of j1.

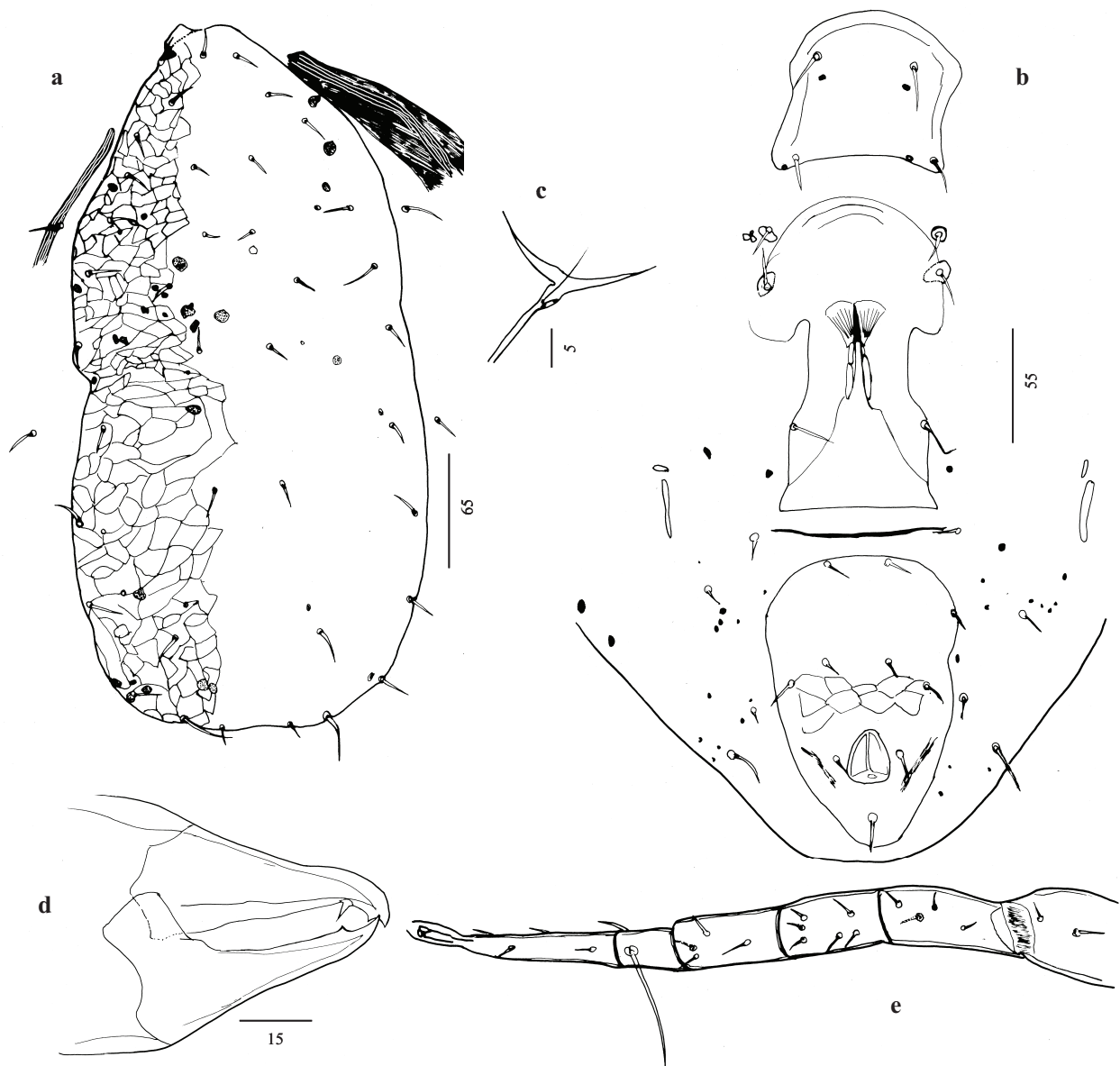


Figure 26. *Neoseiulella elongata* Ferragut and Peña-Estevez. Female (paratype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera; e, leg IV.

Ventral shields (figure 27b): sternal shield 67 long and 68 wide (at level of ST2), smooth, with two pairs of setae (ST1 and ST2) and two pairs of distinct solenostomes. ST3 and ST4 on separate platelets. A pair of small solenostomes accompanies ST4. Genital shield 130 long and 66 wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets separating genital and ventrianal shields folded under genital shield. Ventrianal shield subtriangular-shaped, 127 long and 112 wide (at level of ZV2), faintly striate, with four pairs of preanal setae (JV1, JV2, JV3 and ZV2), and a pair of large and circular solenostomes posteromedial to JV3. Four pairs

of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 66 long, lightly serrated. Primary metapodal plate 22 long and 11 wide.

Spermatheca (figure 27c): cervix 4 long, U-shaped.

Chelicera (figure 27d): seven teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 37 long, bidentate.

Legs - Measurements of legs: leg I 422; leg II 313; leg III 314; leg IV 362. Eight setae (2-2/1, 2/0-1) on the genu II. One macroseta (not reported on the original description), 33 long, on the genu III. Three other pointed macrosetae, 54, 34, 67 long, on genu, tibia and basitarsus IV, respectively (figure 27e).

Material examined: female holotype deposited in Museum of Zoology of University of Navarra (MZUNAV), Spain.

Adult male (figure 27 f, g):

Male specimen of this species similar to but smaller than the female. Moraza and Peña-Estevez (2006) described the male of *N. ferraguti*. However, these authors did not give a complete setal and body measurements. We thus present a complete description of this male.

Dorsal shield: dorsal shield chaetotaxy similar to the female, with smooth surface: length 322; width 163 (at level of s4), 200 (at level of Z1), with seven pairs of solenostomes: gd1, gd2, gd4, gd5, gd6, gd8, and gd9. Dorsal shield bearing 21 pairs of setae (sub-lateral setae, r3 and R1 on the dorsal shield). All dorsal setae smooth, except Z5 which is slightly serrated: j1 29; j3 36; j4 22; j5 22; j6 25; J2 25; J5 13; z2 11; z3 43; z4 33; z5 24; Z1 25; Z4 55; Z5 68; s4 49; s6 48; S2 50; S4 39; S5 29; sub-lateral setae r3 23 and R1 32. Peritreme extending anteriorly to the level of j1.

Ventral shields (figure 27f): sternogenital shield is smooth. Ventrianal shield 135 long and 170 wide, lightly reticulated, bearing seven pairs of preanal setae with two pairs of solenostomes. Caudoventral seta JV5 42 long, smooth, on the integument surrounding the ventrianal shield. Chelicera: two teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 31 long, unidentate. Spermatodactyl L-shaped (figure 27g).

Legs - Measurements of legs: leg I 375; leg II 306; leg III 283; leg IV 355. Three macrosetae, 35, 35 and 50 long, on genu, tibia, and basitarsus IV, respectively. This description is based on a male paratype specimen. It is important to note that the male specimen of this species is different from the female by the position of both sub-lateral setae (r3 and R1) (on dorsal shield on the male; on lateral margin on the female); and the number of preanal solenostomes (two pairs on the male; one pair on the female).

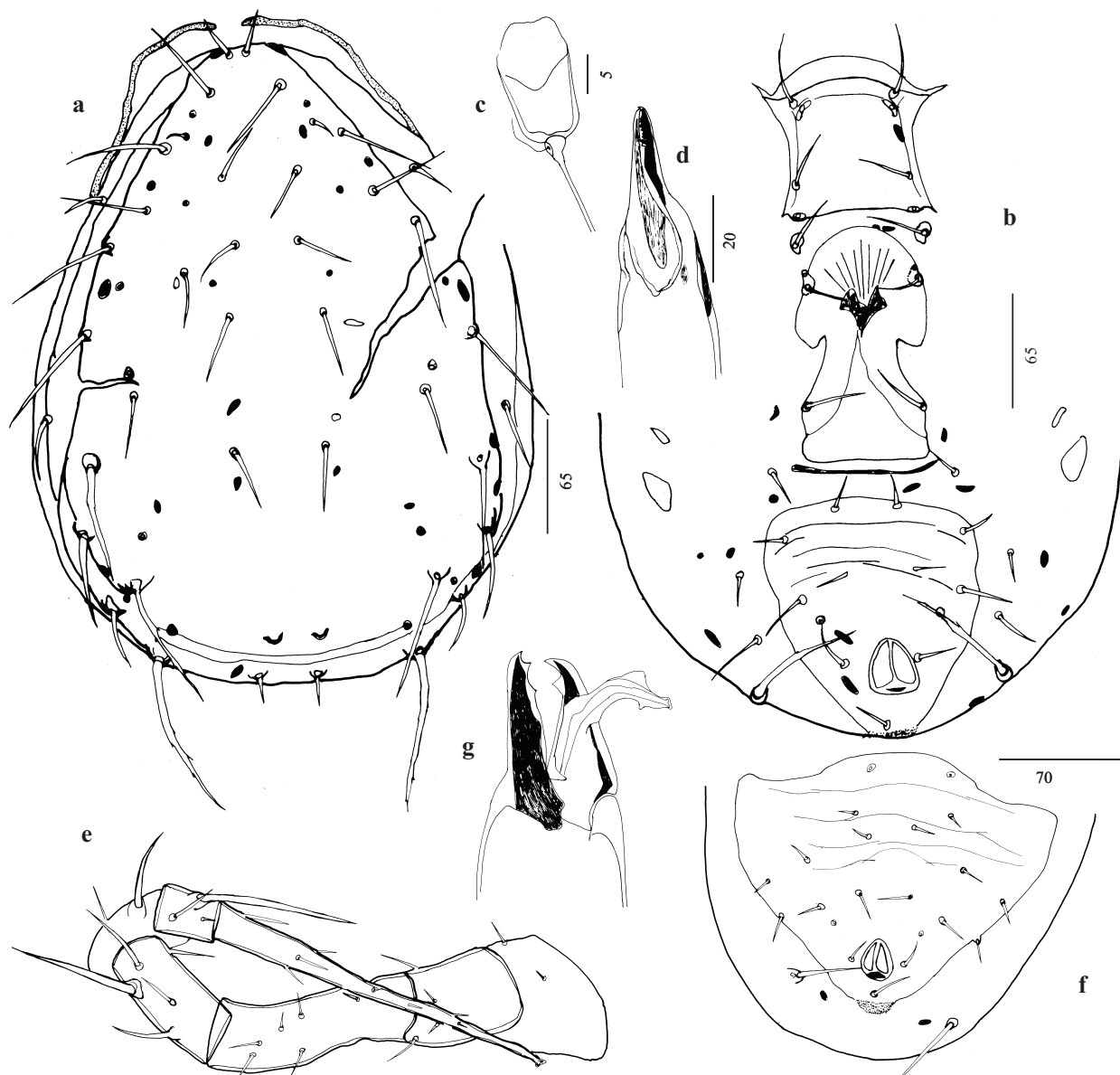


Figure 27. *Neoseiulella ferraguti* Moraza and Peña-Estevez. Female (holotype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera; e, leg IV. Male (paratype): f, ventrianal shield; g, spermatodactyl.

Previous reports: *N. ferraguti* is only known from Tenerife (Canary Islands). It was reported from lichens on dead log, and from soil and litter of *Cheirolophus canariensis* var. *subexpinnatus* (Burch.) A. Hansen and Sunding (Asteraceae).

***Neoseiulella litoralis* (Swirski and Amitai) (figure 28)**

Typhloctonus litoralis Swirski and Amitai, 1984: 73-76.

Neoseiulella (*Typhloctona*) *litoralis* (Swirski and Amitai) Denmark and Rather, 1996: 71-72.

Neoseiulella litoralis Swirski and Amitai, 1997b: 37; Moraes *et al.*, 2004: 294; Chant and McMurtry, 2007: 147.

Adult female (figure 28a - e)

Dorsal shield (figure 28a): dorsal shield heavily reticulate: length 393 (383-403); width 184 (178-190) (at level of s4), 197 (188-205) (at level of Z1), with six pairs of solenostomes: gd1, gd2, gd5, gd6, gd8, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae all smooth (in one paratype specimen, Z5 is slightly serrated): j1 23 (21-24); j3 24 (22-26); j4 15 (13-17); j5 13 (11-14); j6 15 (14-16); J2 18 (17-18); J5 14; z2 13 (11-15); z3 22 (20-24); z4 18 (17-19); z5 14 (12-15); Z1 19 (18-20); Z4 50 (48-51); Z5 63 (60-66); s4 20 (19-21); s6 28 (26-30); S2 37 (35-38); S4 29 (26-31); S5 29 (26-31); sub-lateral setae r3 23 and R1 23 (20-25). Peritreme extending anteriorly to the level of j3 or between z2-j3.

Ventral shields (figure 28b): sternal shield 59 (55-63) long and 69 wide (at level of ST2), smooth, with two pairs of setae (ST1 and ST2) and two pairs of solenostomes. The third and fourth pairs of sternal setae (ST3, ST4) on separate platelets and a pair of small solenostomes accompanying ST4. Genital shield 130 (122-137) long and 67 (66-68) wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets separating genital and ventrianal shields folded under the genital shield. Ventrianal shield subtriangular-shaped with conspicuous waist, much longer than wide, 140 (137-143) long and 98 (92-104) wide (at level of ZV2), reticulate with four pairs of preanal setae (JV1, JV2, JV3 and ZV2), and without solenostomes. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 45 (37-52) long, smooth. Primary metapodal plate 41 (37-44) long and 5 wide.

Spermatheca (figure 28c): cervix 4 long, U-shaped.

Chelicera (figure 28d): two teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 37 (36-38) long, unidentate.

Legs - Measurements of legs: leg I 338 (331-344); leg II 299 (295-303); leg III 296 (292-300); leg IV 395 (386-404). Seven setae (2-2/0, 2/0-1) on the genu II. One pointed macroseta 41 (36-45) long, on the basitarsus IV (figure 28e).

Material examined: three female paratypes deposited in the Division of Entomology, Agricultural Research Organization, Bet Dagan, Israel.

Adult male (figure 28f, g):

Dorsal shield chaetotaxy similar to but smaller than the female. Sub-lateral seta R1 inserted on the dorsal shield (different from the female, on which R1 on lateral margin). Six pairs of solenostomes on the dorsal shield. Ventrianal shield 124 long and 142 wide, distinctly reticulated, bearing six pairs of preanal setae and a pair of small circular solenostomes (different from the female, with no preanal solenostomes). Spermatodactyl L-shaped. This description is based on a paratype specimen.

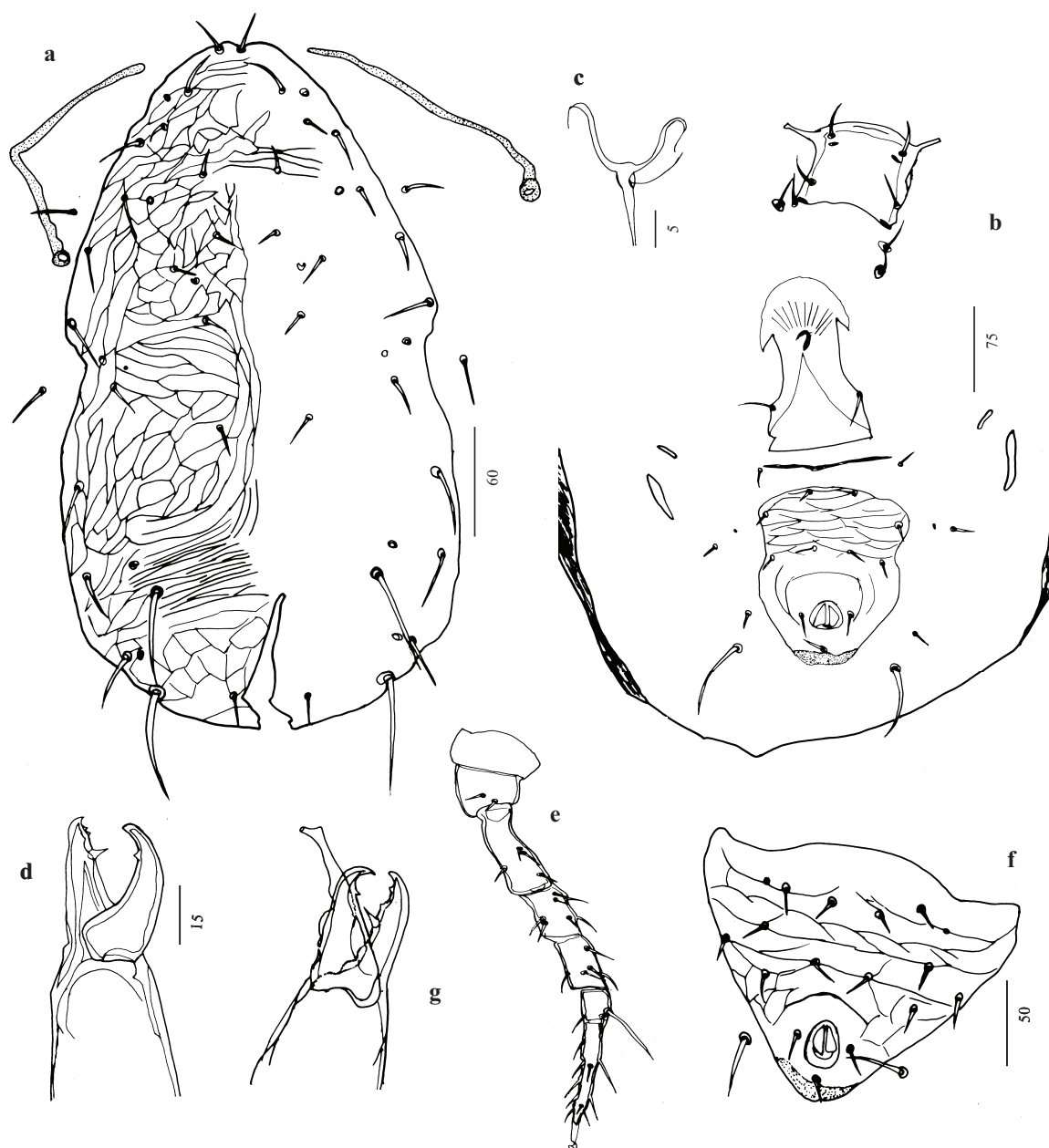


Figure 28. *Neoseiulella litoralis* (Swirski and Amitai. Female (paratype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera; e, leg IV. Male (paratype): f, ventrianal shield; g, spermatodactyl.

Previous reports: *N. litoralis* is only known from the West- Palaearctic area. Countries from which this species was reported are: Israel (Swirski and Amitai, 1984; Klein *et al.*, 1994); Spain (Ferragut *et al.*, 2008). Plant supports on which this species was collected are: *Ammophila arenaria* (L.) Link (Poaceae); *Achillea maritima* (L.) Ehrend and Y.P.Guo, *Artemisia monosperma* Delile, *Limbarda crithmoides* (L.) Dumort (Asteraceae); *Crucianella maritima* L. (Rubiaceae); *Echiohilon fruticosum* Desf. (Boraginaceae); *Lotus creticus* L., *Retama raetam* (Forssk.) Webb. (Fabaceae); *Oenothera drummondi* Hook (Onagraceae); *Polygonum equisetiforme* Sibth and Sm. (Polygonaceae); *Scrophularia syriaca* A.D.C. (Scrophulariaceae); *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* (C.C.Gmel.) Hegi (Vitaceae).

This species was recently collected in Villeneuve-lès-Maguelone (Hérault, South of France) on red swampfire (*Salicornia rubra* Nelson) and sea purslane (*Halimione portulacoides* (L.) Aellen (Amatanthaceae) (Kanouh *et al.*, 2010b).

***Neoseiulella longiseta* Moraza, Peña-Estévez and Ferragut (figure 29)**

Neoseiulella longiseta Moraza, Peña-Estévez and Ferragut, 2005: 107-111; Moraz and Peña-Estévez, 2006: 59; Chant and McMurtry, 2007: 147.

Adult female (figure 29a - e)

Dorsal shield (figure 29a): dorsal shield faintly striate: length 405 (401-408); width 202 (196-207) (at level of s4), 238 (234-242) (at level of Z1), with seven pairs of solenostomes: gd1, gd2, gd4, gd5, gd6, gd8, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all smooth, except Z4 and Z5 serrated. Most lateral setae on tubercles: j1 31; j3 41 (37-45); j4 12 (10-14); j5 16 (15-16); j6 26 (25-26); J2 16 (15-16); J5 14 (13-15); z2 10; z3 46 (41-51); z4 25 (23-27); z5 15 (14-15); Z1 15; Z4 88 (84-91); Z5 117 (116-118); s4 67 (63-70); s6 71 (70-72); S2 75 (73-76); S4 63 (62-63); S5 45 (41-48); sub-lateral setae r3 24 (23-25) and R1 34 (33-35). Peritreme extending anteriorly to the level of j1. Ventral shields (figure 29b): sternal shield 75 (74-76) long and 75 (74-76) wide (at level of ST2), smooth, with two pairs of setae (ST1 and ST2) and solenostomes. ST3 and ST4 on separate platelets with a pair of small solenostomes accompanying ST4. Genital shield 140 long and 75 (73-76) wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets separating genital and ventrianal shields folded under the genital shield. Ventrianal shield subcircular-shaped, reticulate with four pairs of preanal setae (JV1, JV2, JV3 and ZV2), and a pair of large and circular solenostomes posteromedial to JV3. Length 136 (135-137); wide 129 (127-130) (at level of ZV2), 142 (137-147) (at level of JV3), 99 (97-101) (at level of anus). Four pairs of

caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 83 (80-85) long, smooth. Primary metapodal plate 26 (24-28) long and 8 (6-7) wide.

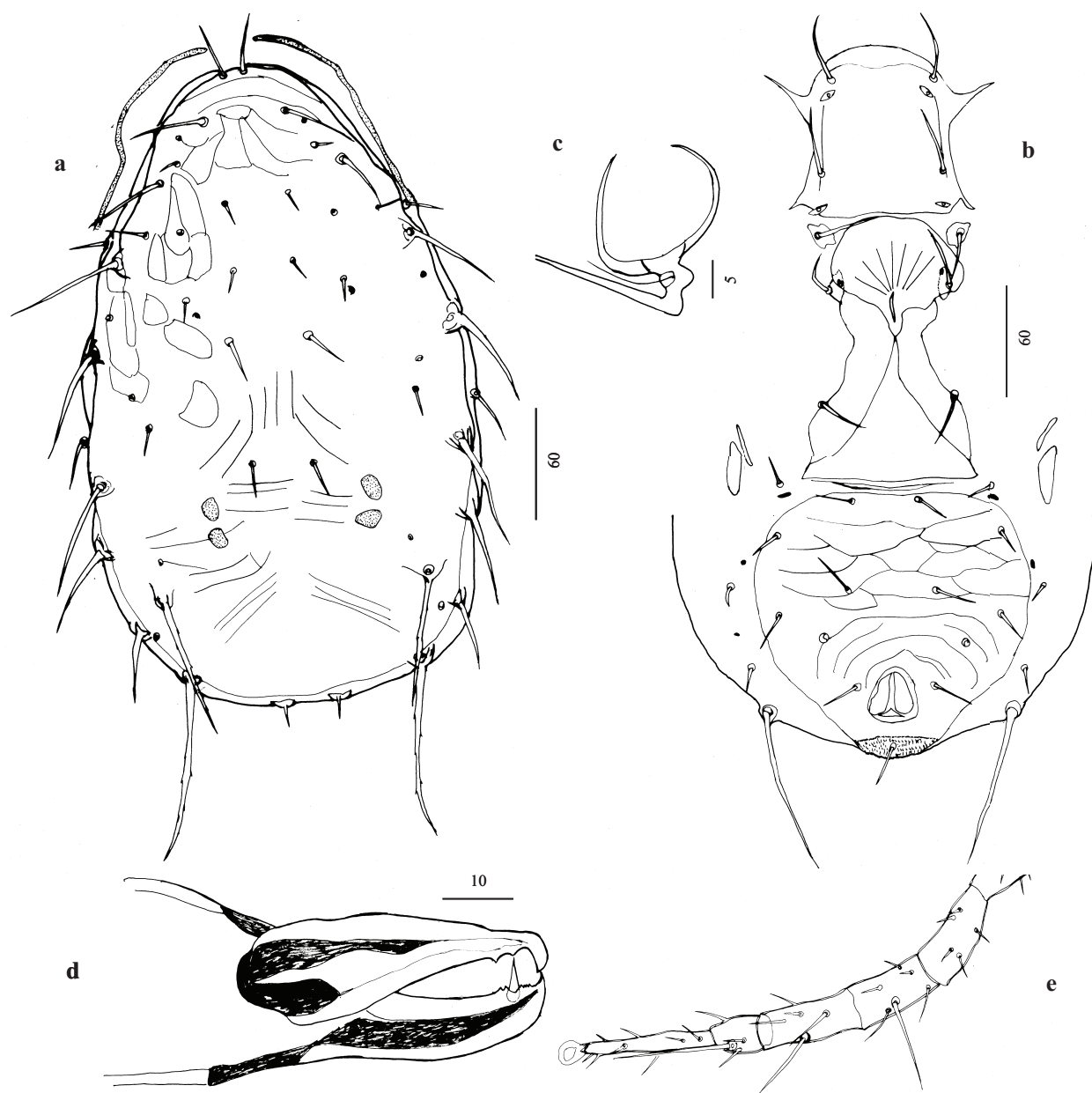


Figure 29. *Neoseiulella longiseta* Moraza, Peña-Estevez and Ferragut. Female (paratype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera; e, leg IV.

Spermatheca (figure 29c): cervix 5 (4-6) long, U-shaped.

Chelicera (figure 29d): six teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 46 (42-48) long, bidentate.

Legs - Measurements of legs: leg I 401; leg II 306 (287-325); leg III 313 (300-325); leg IV 438 (430-445). Eight setae (2-2/1, 2/0-1) on the genu II. Three pointed macrosetae, 63 (62-64), 49 (40-58) and 76 (72-78) long, on the genu, tibia and basitarsus IV, respectively (figure 29e).

Material examined: two female paratypes deposited in Museum of Zoology of University of Navarra, Spain.

Adult male:

Described by Moraza *et al.* (2005). We were not able to borrow the male type specimen of this species.

Previous reports: *N. longiseta* is only known from the Canary Islands. It was collected from dry soil, moss and litter under the following plants: *Aeonium* sp., *Monanthes* sp. (Crassulaceae), *Asplenium* sp. (Aspleniaceae), *Juniperus turbinata* Guss. (Cupressaceae), *Cistus monspeliensis* L. (Cistaceae), and from lichens (Moraza *et al.*, 2005).

***Neoseiulella montforti* (Rivnay and Swirski) (figure 30)**

Typhloctonus montforti Rivnay and Swirski, 1980: 179-182; Swirski and Amitai, 1984: 77; Denmark and Rather, 1984: 169-170; Moraes *et al.*, 1986: 233.

Typhlodromus montforti (Rivnay and Swirski) Chant and Yoshida-Shaul, 1989: 1020-1023.

Neoseiulella montforti (Rivnay and Swirski) Swirski and Amitai, 1997b: 37; Moraes *et al.*, 2004: 294; Chant and McMurtry, 2007: 147.

Neoseiulella (Typhloctona) montforti (Rivnay and Swirski) Denmark and Rather, 1996: 66-68.

Adult female (figure 30a - e)

Dorsal shield (figure 30a): dorsal shield heavily reticulate: length 383 (381-384); width 193 (191-194) (at level of s4), 196 (194-197) (at level of Z1), with six pairs of solenostomes: gd1, gd2, gd4, gd6, gd8, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae. On one of specimens examined, one seta of the J1 pair is present. All dorsal and sub-lateral setae smooth, except Z5 serrated: j1 30 (28-31); j3 36 (34-37); j4 25 (23-26); j5 23 (22-24); j6 31 (30-31); J1 36; J2: 37 (36-37); J5 13 (12-13); z2 24 (22-25); z3 32 (31-32); z4 34 (33-34); z5 23; Z1 41 (39-43); Z4 48 (46-50); Z5 58 (56-59); s4 38 (37-39);

s6 43; S2 45 (43-46); S4 43 (41-45); S5 40 (38-41); sub-lateral setae r3 35 (33-36) and R1 41 (39-42). Peritreme extending anteriorly to the level of j3 or between j1-j3.

Ventral shields (figure 30b): sternal shield, weakly sclerotized, 74 (73-74) long and 80 wide (at level of ST2), smooth, with two pairs of setae (ST1 and ST2) and two pairs of solenostomes. ST3 and ST4 on separate platelets with a pair of small solenostomes accompanying ST4. Genital shield 150 long and 76 (74-78) wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets separating genital and ventrianal shields folded under the genital shield. Ventrianal shield subtriangular-shaped, 133 (131-135) long and 116 (112-119) wide (at level of ZV2), reticulate with four pairs of preanal setae (JV1, JV2, JV3 and ZV2), and a pair of small circular solenostomes posteromedial to JV3. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 52 (51-53) long, is smooth. Primary metapodal plate 38 (35-40) long and 5 (4-6) wide.

Spermatheca (figure 30c): spermatheca not discernible in the two type specimens examined. Rivnay and Swirski (1980) mentioned that the cervix has a U-shaped type.

Chelicera (figure 30d): two or three teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 39 (38-40) long, bears one or two teeth.

Legs - Measurements of legs: leg I 357 (350-363); leg II 302 (297-307); leg III 312 (302-321); leg IV 422 (411-432). Seven setae (2-2/0, 2/0-1) on the genu II. One macroseta, 38 (34-41) long, on the basitarsus IV (figure 30e).

Material examined: two female paratypes deposited in the Division of Entomology, Agricultural Research Organization, Bet Dagan, Israel.

Adult male: The male of this species is unknown.

Previous reports: *N. montforti* is only known from Israel (Swirski and Amitai, 1984; Swirski and Amitai, 1997a). The type specimens were collected at Monfort (Western Galilee, Israel) on *Quercus calliprinos* (Fagaceae). It has since been reported on *Artemisia monosperma*, *Limbarda crithmoides* (Asteraceae); at Haifa (Western Carmel) on *Q. calliprinos*; and on *Platanus orientalis* L. (Platanaceae).

***Neoseiulella myopori* (Collyer) (figure 31)**

Typhlodromus myopori Collyer, 1982: 190; Chant and Yoshida-Shaul, 1989: 1028-1029.

Typhloctonus myopori (Collyer) Denmark and Rather, 1984: 168-169; Moraes *et al.*, 1986: 233.

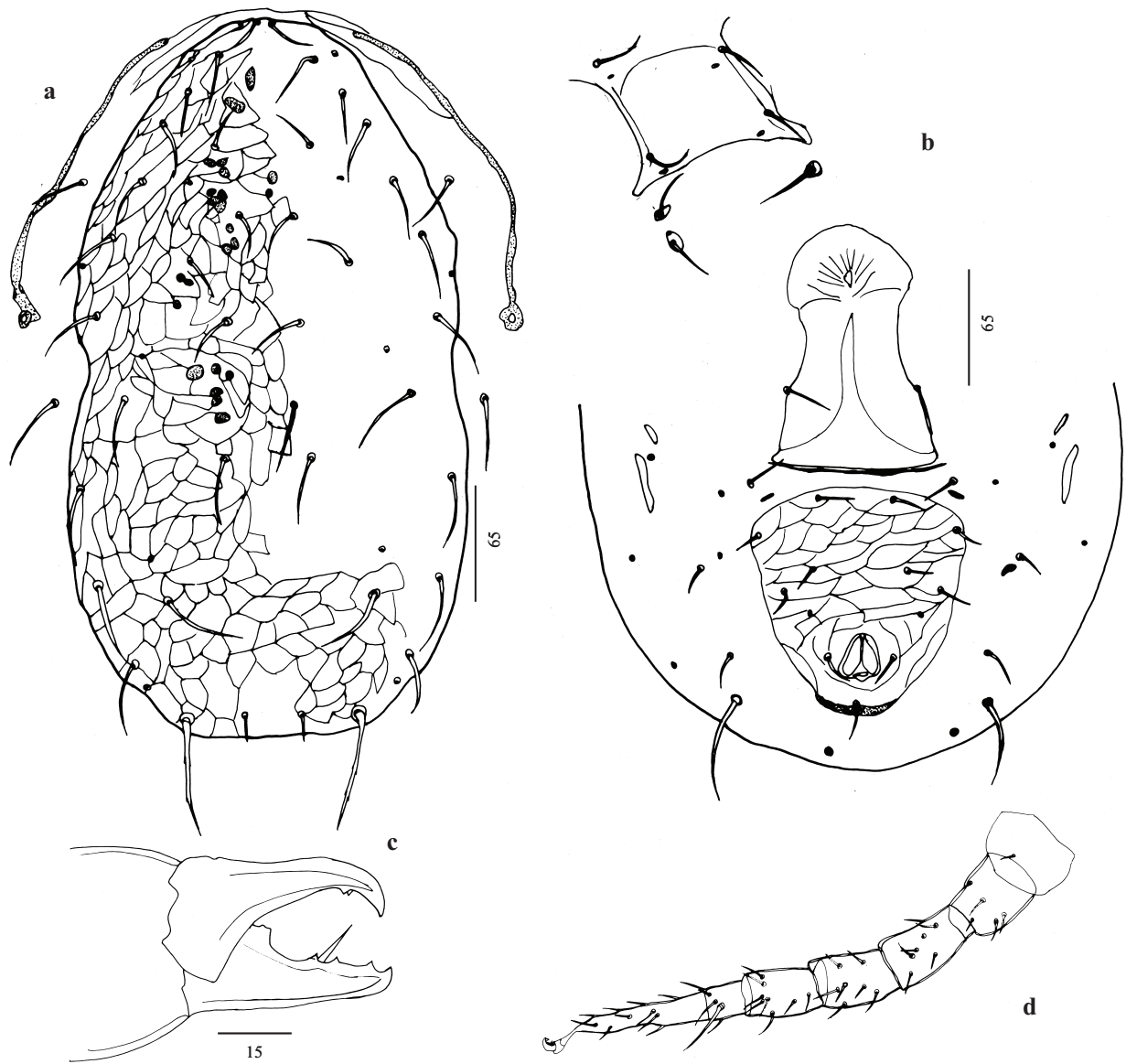


Figure 30. *Neoseiulella montforti* (Rivnay and Swirski). Female (paratype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, chelicera; d, leg IV.

Neoseiulella (Typhloctona) myopori (Collyer) Denmark and Rather, 1996: 63-65.

Neoseiulella myopori (Collyer) Moraes *et al.*, 2004: 294; Chant and McMurtry, 2007: 147.

Adult female (figure 31a - e)

Dorsal shield (figure 31a): dorsal shield smooth, except for the lateral areas ightly reticulated: length 462 (456-467); width 266 (242-269) (at level of s4) and 259 (258-260) (at level of Z1). Five pairs of solenostomes on the dorsal shield: gd1, gd2, gd4, gd6, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. The dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all smooth,

except Z5 slightly serrated. On the specimen examined, one seta of the J1 pair is present; this pair of setae is absent in the other type specimens examined of this species: j1 36 (35-37); j3 52 (47-56); j4 13 (12-13); j5 11 (10-12); j6 14 (12-16); J1 16; J2 18; J5 14; z2 17 (16-18); z3 32 (27-37); z4 29 (26-32); z5 11 (10-11); Z1 18 (17-18); Z4 46 (45-47); Z5 91 (89-93); s4 34 (33-34); s6 24 (23-24); S2 23 (21-24); S4 19 (17-20); S5 17 (16-18); sub-lateral setae r3 21 (21-22) and R1 18 (17-19). Peritreme extending anteriorly to the level of j1.

Ventral shields (figure 31b): sternal shield 87 (86-88) long and 97 (95-98) wide (at level of ST2), smooth, with three pairs of setae (ST1, ST2 and ST3) and two pairs of solenostomes. A pair of metasternal setae (ST4) on separate platelets accompanied by a pair of small solenostomes. Genital shield 151 (149-153) long and 86 (85-86) wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets separating the genital and ventrianal shields not discernible on the specimen examined. Ventrianal shield 153 (150-155) long and 117 (110-124) wide (at level of ZV2), smooth, with four pairs of preanal setae (JV1, JV2, JV3 and ZV2) and a pair of small circular solenostomes posterior to JV2. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 37 (33-40) long, smooth. Primary metapodal plate 33 (32-33) long and 8 (7-8) wide.

Spermatheca (figure 31c): cervix 10 (9-10) long, cup-shaped.

Chelicera (figure 31d): eight teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 38 (36-39) long, unidentate.

Legs - Measurements of legs: leg I 369 (397-427); leg II 389 (368-403); leg III 387 (378-396); leg IV 488 (464-512). Eight setae (2-2/1, 2/0-1) on the genu II. Three macrosetae, 34, 32 and 28 long, on the genu, tibia and basitarsus III, respectively. Three other macrosetae, 74 (70-78), 68 (60-76) and 71 (65-77) long, on the genu, tibia and basitarsus IV, respectively (figure 31e).

Material examined: two female paratypes deposited in the New Zealand Arthropod Collection (NZAC), Landcare Research, Auckland, New Zealand.

Adult male:

The male of this species is unknown.

Previous reports: *N. myopori* is only known from New Zealand. The female holotype and six female paratypes were collected on *Myoporum laetum* G.Forst. (Myoporaceae) at Clifton Coast, South of Napier. One additional report (1 female and a deutonymph), excluded from

the type series, was from Dun Mountain (Nelson Province), on *Holocarpus bidwillii* (Hook. f.ex T.Kirk.) Quinn (Podocarpaceae) (Collyer, 1982).

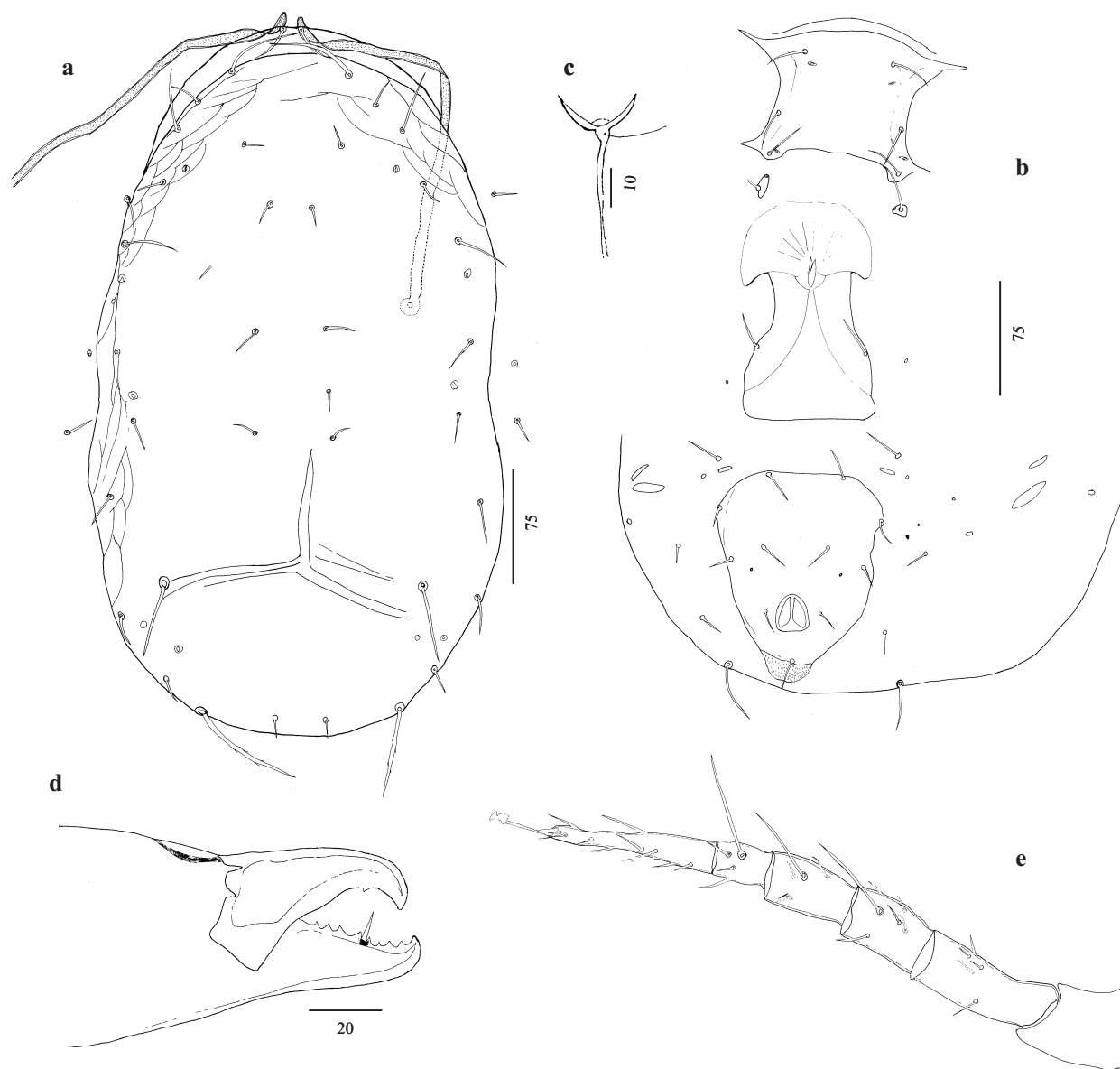


Figure 31. *Neoseiulella myopori* (Collyer). Female (paratype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera; e, leg IV.

***Neoseiulella neoviniferae* Basha, Mahrous and Mostafa (figure 32)**

Neoseiulella neoviniferae Basha, Mahrous and Mostafa, 2004: 347-348.

Neoseiulella grapevini Basha *et al.*, Chant and McMurtry, 2007: 147.

Adult female (figure 32a - d):

Dorsal shield (figure 32a): dorsal shield distinctly reticulated throughout: length 386 (381-390), width 175 (171-178) (at level of s4) and 191 (187-195) (at level of Z1). Seven pairs of large solenostomes on the dorsal shield: gd1, gd2, gd4, gd5, gd6, gd8, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Like us, Basha *et al.* (2004) noted the presence of seven pairs of solenostomes. However, on their drawings gd4 is absent (present on the specimens examined). Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all smooth: j1 23 (21-25); j3 24 (22-26); j4 14 (12-15); j5 12 (10-13); j6 16 (15-17); J2 15 (14-15); J5 15 (14-15); z2 10 (9-11); z3 24 (22-25); z4 19 (17-20); z5 14 (13-15); Z1 17 (16-17); Z4 47 (44-49); Z5 62 (59-64); s4 23 (22-24); s6 26 (25-27); S2 35 (34-36); S4 33 (31-35); S5 28 (26-30); sub-lateral setae r3 28 (26-30) and R1 25 (23-27). Peritreme extending anteriorly to the level of j3.

Ventral shields (figure 32b): sternal shield 62 (60-63) long and 67 (66-67) wide (at level of ST2), is smooth with two pairs of setae (ST1 and ST2) and two pairs of solenostomes. ST3 and ST4 on separate platelets. A pair of small solenostomes accompanying ST4. Genital shield 128 (125-131) long and 66 (64-67) wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets between genital and ventrianal shields. Ventrianal shield subtriangular-shaped, 130 (125-134) long and 98 (95-101) wide (at level of ZV2), distinctly reticulated, with four pairs of preanal setae (JV1, JV2, JV3 and ZV2) and a pair of solenostomes posterior to JV2. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 48 (46-50) long, smooth. Primary metapodal plate 39 (38-40) long and 5 (4-6) wide.

Spermatheca (figure 32c): cervix 4 (3-4) long, cup-shaped.

Chelicera (figure 32d): two large teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 38 (36-39) long, unidentate. Basha *et al.* (2004) mentioned that the fixed digit bears three teeth.

Legs - Measurements of legs: leg I 341 (333-349); leg II 286 (285-286); leg III 285 (284-286); leg IV 381 (369-393). Seven setae (2-2/0, 2/0-1) on the genu II. One macroseta 42 (37-47) long, on the basitarsus IV (figure 32e).

Material examined: four female paratypes deposited in the collection of Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Zagazig University, Egypt.

Adult male:

The male of this species is unknown.

Previous reports: *N. neoviniferae* is only known from Al-Sharkia Governorate, El-Khattara District (Egypt) on *Vitis vinifera* (Vitaceae).



Figure 32. *Neoseiulella neoviniferae* Basha, Mahrous and Mostafa. Female (paratype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera; e, leg IV.

Remarks: *N. neoviniferae* is similar to *N. montforti* but differs by the presence/ absence of gd5 (present on *N. neoviniferae*; absent on *N. montforti*); the shape of the spermatheca (c-shaped on *N. neoviniferae*; U-shaped on *N. montforti*, and measurements of some dorsal setae (j6, J2, z2, Z1 and R1).

***Neoseiulella novaezealandiae* (Collyer) (figure 33)**

Typhlodromus novaezealandiae Collyer, 1964: 635-637; Schicha, 1980: 24-26; Collyer, 1982: 188-189; Schicha, 1987: 136-137; Chant and Yoshida-Shaul, 1989: 1032-1035.

Neoseiulella novaezealandiae (Collyer) Moraes *et al.*, 1986: 202; Moraes *et al.*, 2004: 295; Chant and McMurtry, 2007: 147.

Neoseiulella (Neoseiulella) novaezealandiae (Collyer) Denmark and Rather, 1996: 48-49.

Adult female (figure 33a - e)

Dorsal shield (figure 33a): dorsal shield heavily reticulated: length 400; width 235 (at level of s4), 231 (at level of Z1), and 262 (at level of S2). Five pairs of solenostomes on the dorsal shield: gd2, gd4, gd5, gd6, and gd9. Chant and Yoshida-Shaul (1989) draw and mentioned only four pairs of solenostomes (gd5 absent). However, the present examination of type material shows the presence of gd5, like in the drawings of Schicha (1987). Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all smooth, except Z4 and Z5 serrated: j1 24; j3 27; j4 17; j5 15; j6 18; J2 21; J5 12; z2 17; z3 24; z4 23; z5 17; Z1 22; Z4 40; Z5 59; s4 24; s6 22; S2 25; S4 23; S5 21; sub-lateral setae r3 21 and R1 17. Peritreme extending anteriorly to the level of j1.

Ventral shields (figure 33b): sternal shield 85 long and 84 wide (at level of ST2), smooth, with three pairs of setae (ST1, ST2 and ST3) and two pairs of solenostomes. A pair of metasternal setae (ST4) on separate platelets accompanied by a pair of small solenostomes. Genital shield 121 long and 74 wide (at level of ST5), smooth. four elongate platelets separating genital and ventrianal shields not discernible in the specimen examined. Ventrianal shield 139 long and 110 wide (at level of ZV2), smooth, with three pairs of preanal setae (JV1, JV2 and ZV2; JV3 absent) and a pair of large solenostomes mediad to JV2. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 35 long, smooth. Primary metapodal plate 30 long and 8 wide.

Spermatheca (figure 33c): cervix 5 long, shallowly cup-shaped.

Chelicera (figure 33d): nine teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 33 (32-34) long, bearing three teeth.

Legs - Measurements of legs: leg I 320; leg II 286; leg III 286; leg IV 391.. Seven setae (2-2/0, 2/0-1) on the genu II. Three thick and pointed macrosetae, 30, 33 and 45 long, on the genu, tibia and basitarsus IV, respectively (figure 33e).

Material examined: one female paralectotype deposited in the New Zealand Arthropod Collection (NZAC), Landcare Research, Auckland, New Zealand.

Adult male:

Described by Collyer (1964) and Schicha (1980) and Denmark and Rather (1996). We were not able to borrow the male type specimens of this species.



Figure 33. *Neoseiulella novaezealandiae* (Collyer). Female (paratype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera; e, leg IV.

Previous reports: *N. novaezealandiae* is only known from the Australasian area. The type specimens (30 females and 5 males) were collected at Kawau Island (New Zealand), on *Metrosideros excelsa* Gaertn (Myrtaceae). Collyer (1964, 1982,) reported that this species is distributed throughout New Zealand, on a wide range of native plants. Additional collections of this species have been reported from New South Wales and Queensland (Australia) (Schicha, 1987; Walter, 1999). Plants on which this species was collected are: *Brachyglottis repanda* (Asteraceae); *Pseudopanax* sp. (Araliaceae); *Callicoma serratifolia* Andrews (Cunoniaceae); *Elaeocarpus dentatus* (Elaeocarpaceae); *Nothofagus* sp., *Quercus* sp.,

Sophora tetraptera J.F.Mill. (Fagaceae); *Eucalyptus* sp., *Leptospermum scoparium* (Myrtaceae); *Tacsonia mollissima* Kunth, *Passiflora* sp. (Passifloraceae); *Dacrydium cupressinum* Sol. ex Lamb., *Podocarpus* sp. (Podocarpaceae); *Eriobotrya* sp., *Malus domestica*, *Pyrus communis* (Rosaceae); *Elatostema rugosum* A.Cunn. (Urticaceae); *Lantana camara* L., *Vitex lucens* T. Kirk (Verbenaceae).

Remarks: *N. novaezealandiae* is very similar to *N. nesbitti* in setal and body measurements. However, differences are observed for the ornamentation of dorsal shield (lightly reticulated on *N. nesbitti*, heavily reticulated on *N. novaezealandiae*) and the position and size of preanal solenostomes (small and posterior to JV2 in *N. nesbitti*, large and mediad to JV2 in *N. novaezealandiae*). As several authors have showed the importance of such characters for species identification (Shicha, 1980; Chant and McMurtry, 1994; Swirski *et al.*, 1998; Chant and McMurtry, 2007; Okassa *et al.*, 2009), we consider that these two species are separate specific entities.

***Neoseiulella oleariae* (Collyer) (figure 34)**

Typhlodromus oleariae Collyer, 1982: 190-191; Schicha, 1987: 137-138; Chant and Yoshida-Shaul, 1989: 1035-1039.

Amblydromella oleariae (Collyer) Moraes *et al.*, 1986: 168-169.

Neoseiulella (*Neoseiulella*) *oleariae* (Collyer) Denmark and Rather, 1996: 52-53.

Neoseiulella oleariae (Collyer) Moraes *et al.*, 2004: 295; Chant and McMurtry, 2007: 147.

***Adult female* (figure 34a - e)**

Dorsal shield (figure 34a): dorsal shield smooth, except for the lateral area of the podosoma lightly reticulated: length 418 (417-418); width 258 (257-259) (at level of s4), 269 (at level of Z1), and 280 (279-280) (at the level of S2). Five pairs of solenostomes on the dorsal shield: gd2, gd4, gd5, gd6, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all smooth, except Z4 and Z5 slightly serrated: j1 38 (37-39); j3 56; j4 31 (30-31); j5 23 (22-23); j6 30 (29-30); J2 37 (35-39); J5 11 (10-11); z2 28; z3 50 (45-55); z4 38 (37-39); z5 11; Z1 46; Z4 87 (86-88); Z5 112 (110-113); s4 57 (55-58); s6 54 (51-56); S2 58 (57-59); S4 33 (32-34); S5 35 (33-36); sub-lateral setae r3 40 (38-42) and R1 31. Peritreme extending anteriorly to the level of j1.

Ventral shields (figure 34b): sternal shield 92 long and 94 wide (at level of ST2), smooth, with three pairs of setae (ST1, ST2 and ST3) and two pairs of solenostomes. A pair of

metasternal setae (ST4) on separate platelets accompanied by a pair of small solenostomes. Genital shield 121 (119-123) long and 76 wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets separating genital and ventrianal shields folded under the genital shield. Ventrianal shield 152 (150-153) long and 123 (121-124) wide (at level of ZV2), smooth, with three pairs of preanal setae (JV1, JV2 and ZV2; JV3 absent) and a pair of small circular solenostomes posterior or posterolateral to JV2. Three pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3 and JV5, JV4 absent) on the integument surrounding the ventrianal shield. Absence of the caudoventral seta JV4 allows to easily distinguish this species from all the. JV5 53 (51-55) long, smooth. Primary metapodal plate 35 (34-35) long and 11 (10-11) wide.

Spermatheca (figure 34c): cervix 10 (9-10) long, U-shaped.

Chelicera (figure 34d): nine teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 38 (36-39) long, bearing three teeth.

Legs - Measurements of legs: leg I 391 (387-395); leg II 334 (324-343); leg III 340 (331-348); leg IV 439. Seven setae (2-2/0, 2/0-1) on the genu II. Two macrosetae 34 (34-35) and 33 (32-33) long on the genu and tibia III, respectively. Three other knobbed macrosetae, 53 (52-54), 52 (50-54) and 54 (51-57) long, on the genu, tibia and basitarsus IV, respectively (figure 34e).

Material examined: two female paratypes deposited in the New Zealand Arthropod Collection (NZAC), Landcare Research, Auckland, New Zealand.

Adult male:

Described by Collyer (1982) and Denmark and Rather (1996). We were not able to borrow the male type specimens of this species.

Previous reports: *N. oleariae* is only known from New Zealand. The female holotype and two paratype specimens (1 female and 1 male) of *N. oleariae* were collected on *Olearia colensoi* Moench. (Asteraceae) at Ruahine Range. Other paratype specimens (2 females and 1 male) were also collected on *O. clensoi* at Magister Ridge (Westland), Strachan Ridge (South Westland), and Pillans Pass (Manapouri). Other specimens (excluded from the type series) were collected from both North and South islands of New Zealand. Plants on which this species was collected are: *Carmichaelia* sp. (Fagaceae); *Carpodetus serratus* J.R. and G.Forst. (Carpodetaceae); *Coprosma polymorpha* W.R.B. Oliver (Rubiaceae); *Dacrophyllum* sp. (Podocarpaceae); *Olearia lacunosa* Moench. (Asteraceae); *Pseudowintera axillaris* J.R. and G.Forst. (Winteraceae); *Vitex lucens* (Verbenaceae).

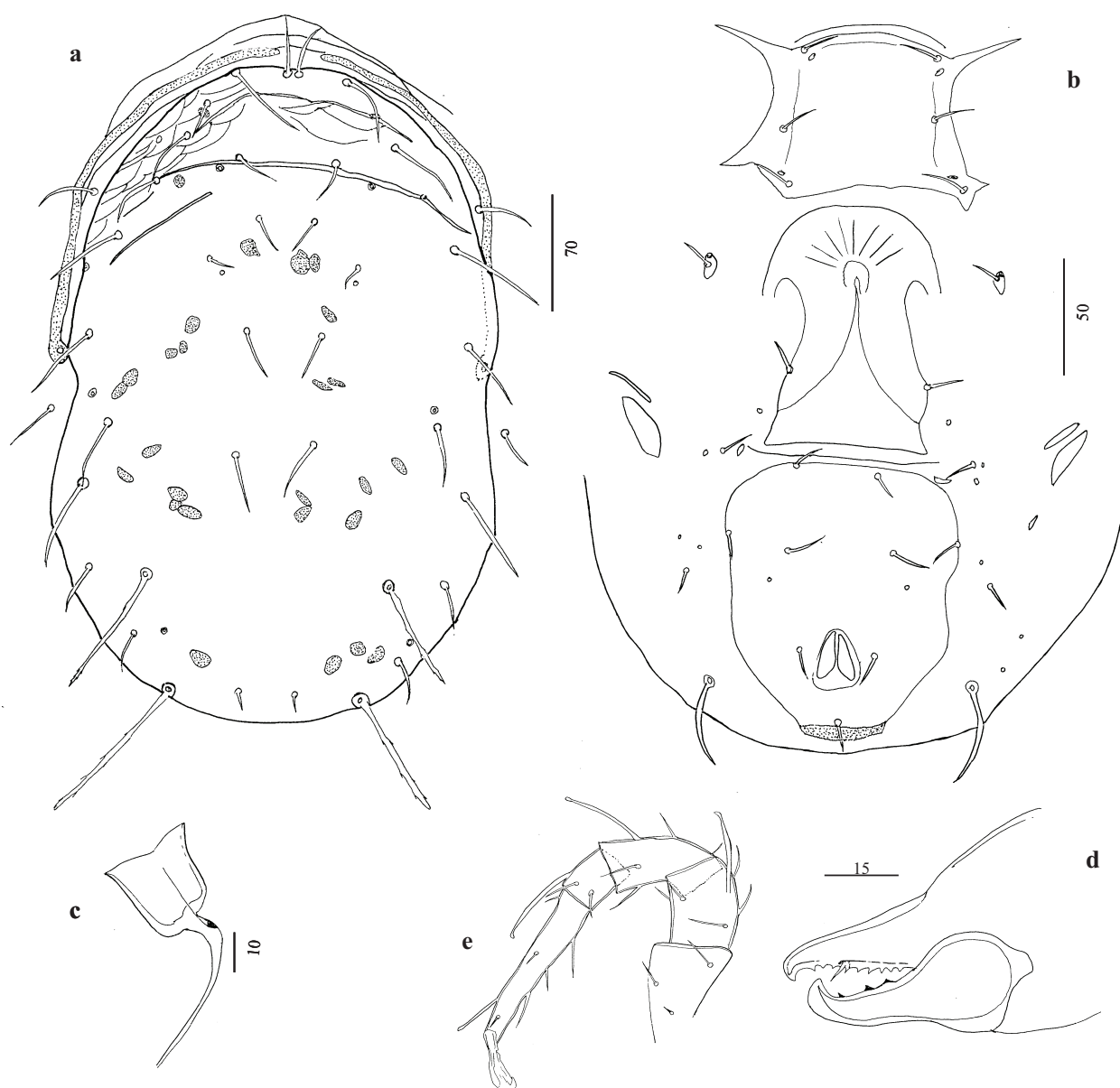


Figure 34. *Neoseiulella oleariae* (Collyer). Female (paratype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera; e, leg IV.

***Neoseiulella perforata* (Athias-Henriot) (figure 35)**

Typhlodromus perforatus Athias-Henriot, 1960: 72; Chant and Yoshida-Shaul, 1989: 1018.

Amblydromella perforata (Athias-Henriot) Moraes *et al.*, 1986: 169.

Typhloctonus perforatus (Athias-Henriot) McMurtry and Bounfour, 1989: 15

Neoseiulella (*Typhloctona*) *perforata* (Athias-Henriot) Denmark and Rather, 1996: 61.

Amblydromella (*Aphanoseia*) *perforata* (Athias-Henriot) Denmark and Welbourn, 2002: 308.

Neoseiulella perforata (Athias-Henriot) Moraes *et al.*, 2004: 295; Chant and McMurtry, 2007: 147.

Adult female (figure 35a - e)

Dorsal shield (figure 35a): dorsal shield distinctly reticulated throughout: length 380; width 191 (at level of s4) and 182 (at level of Z1). Six pairs of circular solenostomes on the dorsal shield: gd1, gd2, gd5, gd6, gd8, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all smooth, except Z5 slightly serrated: j1 21 (20-22); j3 21 (20-22); j4 13; j5 12 (11-13); j6 14 (13-14); J2 17 (14-19); J5 13; z2 13 (12-13); z3 20 (18-20); z4 21 (20-21); z5 13 (12-14); Z1 19 (17-20); Z4 34 (33-34); Z5 52 (50-53); s4 23 (22-23); s6 24 (21-26); S2 29 (27-30); S4 31 (29-33); S5 29 (27-30); sub-lateral setae r3 24 (23-25) and R1 22 (20-23). Peritreme extending anteriorly to the level of j3 or between z2-j3. Ventral shields (figure 35b): sternal shield 68 long and 66 wide (at level of ST2), smooth, with two pairs of setae (ST1 and ST2) and two pairs of solenostomes. ST3 and ST4 on separate platelets and with a pair of small solenostomes accompanying ST4. Genital shield 128 long and 61 wide (at level of ST5), smooth. Platelets separating between genital and ventrianal shields not discernible. Ventrianal shield 136 long and 108 (105-110) wide (at level of ZV2), distinctly reticulated throughout, with four pairs of preanal setae (JV1, JV2, JV3 and ZV2) and without solenostomes. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 46 (44-48) long, smooth. Primary metapodal plate 31 long and 5 wide.

Spermatheca (figure 35c): cervix 11 long, U-shaped.

Chelicera (figure 35d): one tooth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 32 (30-33) long, edentate.

Legs - Measurements of legs: leg I 328 (325-330); leg II 271 (266-275); leg III 270 (266-274); leg IV 362 (358-366). Eight setae (2-2/1, 2/0-1) on the genu II. One pointed macroseta, 33 (32-33) long, on the basitarsus IV (figure 35e).

Material examined: two female syntypes deposited in the Laboratoire de zoologie, Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, France.

Adult male (figure 35f, g):

Dorsal shield chaetotaxy similar to but smaller than the female. Ventrianal shield 114 (110-118) long and 138 (135-140) wide distinctly reticulated, bearing 6 pairs of preanal setae without solenostomes. Spermatodactyl L-shaped. This description is based on one male syntype specimen.

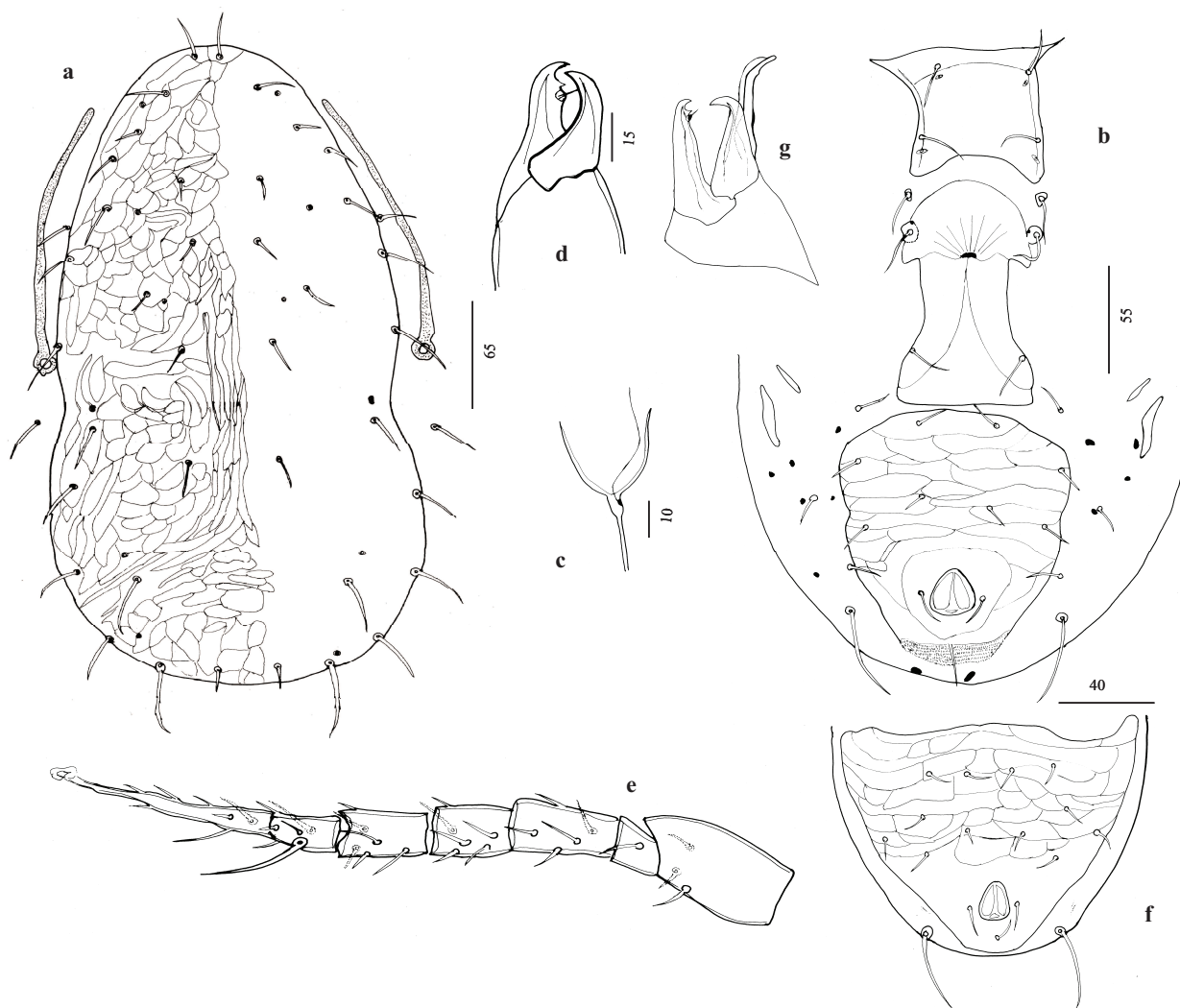


Figure 35. *Neoseiulella perforata* (Athias-Henriot). Female (syntype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera; e, leg IV. Male (syntype): f, ventrianal shield; g, spermatodactyl.

Previous reports: *N. perforata* is only known from the West-Palaeartic area. Countries from which this species was reported are: Algeria (Athias-Henriot, 1960), Morocco (Denmark and Bounfour, 1989) and Spain (Chant and Yoshida-Shaul, 1989).

It was collected on various plants (13 botanical families): *Adenostoma* sp. (Rosaceae); *Asparagus acutifolius* L. (Liliaceae); *Astericus maritimus* L., *Ditrichia graveolens* (L.) Greuter, *Ditrichia viscosa*, *Galactites tomentosa* Moench, *Pulicaria sicula* (L.) Moris (Asteraceae); *Beta vulgaris* L. (Amaranthaceae); *Cistus monspeliensis* (Cistaceae); *Daucus carota* subsp. *maximus* (Desf.) Ball (Apiaceae); *Fraxinus* sp. (Oleaceae); *Lotus creticus*, *Ononis alba* subsp. *monophylla* (Desf.) Murb., *Trifolium pratense* (Fabaceae); *Plantago lagopus* L. (Plantaginaceae); *Ricinus communis* (L.) (Euphorbiaceae); *Ridolfia segetum* (L.)

Moris (Ericaceae); *Stachys ocymastrum* (L.) Briq. (Lamiaceae); *Verbascum sinuatum* L. (Scrophulariaceae).

***Neoseiulella runiacus* (Kolodochka) (figure 36)**

Typhloctonus runiacus Kolodochka, 1980: 64-65; Denmark and Rather, 1984: 75-76; Moraes *et al.*, 1986: 233; Kolodochka; 2009: 488-489.

Typhlodromus runiacus (Kolodochka) Chant and Yoshida-Shaul, 1989: 1015-1017.

Neoseiulella (*Typhloctona*) *runiaca* (Kolodochka) Denmark and Rather, 1996: 63-64.

Neoseiulella runiaca (Kolodochka) Moraes *et al.*, 2004: 295; Chant and McMurtry, 2007: 147.

***Adult female* (figure 36a- d)**

Dorsal shield (figure 36a): dorsal shield heavily reticulated throughout: length 382; width 220 (at level of s4), 271 (at level of Z1). Four pairs of large solenostomes on the dorsal shield: gd2, gd5, gd6, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all smooth, except J5 and Z5 serrated. Most dorsal setae thick and on tubercles: j1 18; j3 23; j4 18; j5 18; j6 28; J2 32; J5 17; z2 17; z3 26; z4 25; z5 20; Z1 30; Z4 39; Z5 44; s4 27; s6 28; S2 31; S4 26; S5 24; sub-lateral setae r3 22 and R1 15. Peritreme extending anteriorly to the level of j1.

Ventral shields (figure 36b): sternal shield 51 long and 64 wide (at level of ST2), smooth, with two pairs of setae (ST1 and ST2) and two pairs of solenostomes. ST3 and ST4 are inserted on separate platelets and a pair of small solenostomes accompanying ST4. Genital shield 136 long and 67 wide (at level of ST5), smooth. Six elongate platelets situated between genital and ventrianal shields. Ventrianal shield subquadrate-shaped, 110 long and 108 wide (at level of ZV2), distinctly reticulated, with four pairs of preanal setae (JV1, JV2, JV3 and ZV2) and a pair of circular solenostomes posterior to JV3. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 16 long, smooth. Primary metapodal plate 45 long and 4 wide.

Spermatheca (figure 36c): cervix 9 long, cup-shaped.

Chelicera (figure 36d): four teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 23 long, bidentate.

Legs - Measurements of legs: leg I 250; leg II 230; leg III 240; leg IV 300. Without macrosetae. Seven setae (2-2/0, 2/0-1) on the genu II.

Material examined: female holotype deposited in the ASU, Institute of Zoology, Academy of Sciences, Kiev, Ukraine.



Figure 36. *Neoseiulella runiacus* (Kolodochka). Female (holotype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera. Male (paratype): e, ventrional shield; f, spermatodactyl.

Adult male (figure 36e-f):

Dorsal shield similar to but smaller than female. Ventrional shield 120 long and 142 wide, distinctly reticulated and bearing 5 pairs of preanal setae and three pair of circular solenostomes. Spermatodactyl L-shaped. This description is based on a paratype specimen.

Previous reports: The type specimens of *N. runiacus* were collected from Zakarpattia region (Ukraine) on *Alnus viridis* (Chaix) DC. (Betulaceae) and *Fagus silvatica* L. (Fagaceae) (Kolodochka, 1980, 2009). Chant and Yoshida-Shaul (1989) indicated that a specimen originally identified as *Typhlodromus aceri*, collected in the Lake District (UK), was in fact *N. runiacus*.

Remarks: *N. runiacus* is similar to *N. sexapori*. Except for characteristics of dorsal setae (thick on *N. runiacus*; simple on *N. sexapori*), the nature of J5 (serrated on *N. runiacus*; smooth on *N. sexapori*), and the length of the peritreme (extending to the level of j1 on *N. runiacus*; extending to the level between z2-j3 on *N. sexapori*), all other morphological characters are similar. As several authors have already shown the importance of such characters for species differentiation (Athias-Henriot, 1977; Chant and Yoshida-Shaul, 1983; Chant and McMurtry, 1994; Ragusa and Tsolakis, 1998; Swirski *et al.*, 1998; Chant and McMurtry, 2007), we conclude that *N. runiacus* and *N. sexapori* seem to be separate specific entities.

***Neoseiulella spaini* (Collyer) (figure 37)**

Typhlodromus spaini Collyer, 1982: 189; Schicha, 1987: 134-135; Chant and Yoshida-Shaul, 1989: 1024-1026.

Neoseiulella (Typhloctona) spaini (Collyer) Denmark and Rather, 1996: 73-74.

Neoseiulalla spaini (Collyer) Moraes *et al.*, 1986: 202; Moraes *et al.*, 2004: 295; Chant and McMurtry, 2007: 147.

***Adult female* (figure 37a- d)**

Dorsal shield (figure 37a): dorsal shield distinctly reticulated along the lateral area: length 412; width 209 (at level of s4) and 218 (at level of Z1). Six pairs of solenostomes on the dorsal shield: gd1, gd2, gd4, gd5, gd6, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all smooth, except Z5 slightly serrated: j1 25; j3 26; j4 11; j5 11; j6 15; J2 16; J5 12; z2 10; z3 16; z4 17; z5 11; Z1 15; Z4 31; Z5 48; s4 23; s6 23; S2 20; S4 17; S5 17; sub-lateral setae r3 20 and R1 16. Peritreme extending anteriorly to the level between j1-j3.

Ventral shields (figure 37b): sternal shield 84 long and 91 wide (at level of ST2), smooth, with three pairs of setae (ST1, ST2 and ST3) and two pairs of solenostomes. Metasternal setae (ST4) inserted on separate platelets with a pair of small solenostomes. Genital shield 126 long

and 72 wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets separating genital and ventrianal shields folded under the genital shield. Ventrianal shield subtriangular-shaped, 140 long and 118 wide (at level of ZV2), is smooth, with four pairs of preanal setae (JV1, JV2, JV3 and ZV2) and a pair of small and circular solenostomes posteromedial to JV3. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 44 long, smooth. Primary metapodal plate 35 long and 8 wide.

Spermatheca (figure 37c): cervix 8 long, cup-shaped.

Chelicera (figure 37d): five teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 33 long, bidentate.

Legs - Measurements of legs: leg I 368; leg II 322; leg III 320; leg IV 412. Eight setae (2-2/1, 2/0-1) on the genu II. Three knobbed macrosetae, 30, 28 and 54 long, on the genu, tibia and basitarsus IV, respectively (figure 37e).

Material examined: female holotype deposited in the New Zealand Arthropod Collection (NZAC), Landcare Research, Auckland, New Zealand.

Adult male:

Described by Collyer (1982) and Denmark and Rather (1996). We were not able to borrow the male type specimen of this species.

Previous reports: *N. spaini* is only known from New Zealand (Collyer, 1982; Schicha, 1987). The female holotype, paratypes and other specimens of this species are reported on *Olearia colensoi* (Asteraceae) at Ruahine Range and Urewera National Park.

***Neoseiulella splendida* Ferragut and Peña-Estevez (figure 38)**

Neoseiulella splendida Ferragut and Peña-Estevez, 2003: 161-164; Moraes *et al.*, 2004: 295; Moraz and Peña-Estevez, 2006: 58; Chant and McMurtry, 2007: 147.

Adult female (figure 38a - e)

Dorsal shield (figure 38a): dorsal shield heavily reticulated: length 361 (352-369); width 189 (181-196) (at level of s4) and 195 (193-197) (at level of Z1). Seven pairs of solenostomes on the dorsal shield: gd1, gd2, gd4, gd5, gd6, gd8, and gd9. Ferragut and Peña-Estevez (2003) noted the presence of only six pairs of solenostomes (gd1, gd2, gd5, gd6, gd8, and gd9). However, on their drawings a pair of solenostomes corresponding to the position of gd4 (according Athias-Henriot (1975) and Swirski *et al.* (1998)) is present. Sub-lateral setae (r3

and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all smooth except Z5 slightly serrated: j1 26 (23-28); j3 34 (32-35); j4 16; j5 16 (15-16); j6 18 (17-19); J2 19 (18-20); J5 17; z2 17 (16-17); z3 34 (33-35); z4 24; z5 16 (15-17); Z1 20 (19-20); Z4 62 (61-62); Z5 78; s4 34 (32-35); s6 40 (37-43); S2 41 (37-45); S4 27 (26-28); S5 26 (24-28); sub-lateral setae r3 30 (29-30) and R1 27 (25-29). Peritreme extending anteriorly to the level between j1-j3.

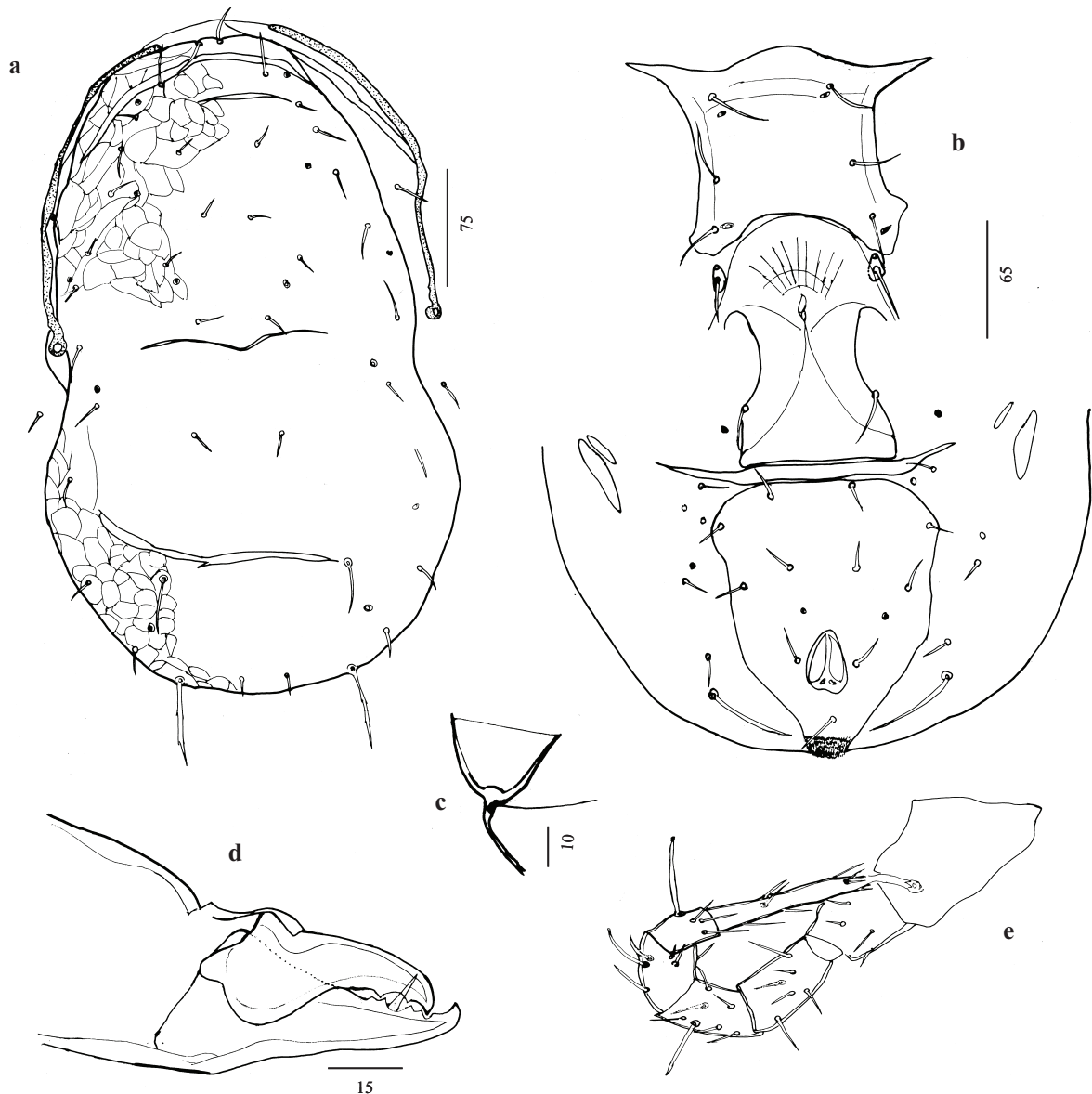


Figure 37. *Neoseiulella spaini* (Collyer). Female (holotype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera; e, leg IV.

Ventral shields (figure 38b): sternal shield 69 (68-70) long and 69 (68-70) wide (at level of ST2), smooth with two pairs of setae (ST1 and ST2) and two pairs of solenostomes. ST3 and ST4 on separate platelets and a pair of small solenostomes accompanying ST4. Genital shield 125 long, 68 wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets (folded in the specimen examined) between genital shield and ventrianal shields. Ventrianal shield elongated with conspicuous waist, much longer than wide, 134 (124-143) long and 86 (82-89) wide (at level of ZV2), faintly striate, with four pairs of preanal setae (JV1, JV2 JV3 and ZV2) and without solenostomes. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 50 (44-56) long, smooth. Primary metapodal plate 31 (26-35) long and 6 (5-7) wide.

Spermatheca (figure 38c): cervix 4 (3-4) long, U-shaped.

Chelicera (figure 38d): two teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit. Movable digit 36 (34-38) long, unidentate.

Legs - Measurements of legs: leg I 332 (331-333); leg II 286 (279-292); leg III 284 (276-292); leg IV 392 (383-401). Seven setae (2-2/0, 2/0-1) on the genu II. One pointed macroseta, 47 (46-48) long, on the basitarsus IV (figure 38e).

Material examined: four female paratypes deposited in the Department of Agroforestral Ecosystems, Universidad Politécina of Valencia, Spain.

Adult male (figure 38f, g):

Dorsal shield: dorsal shield similar to but smaller than the female. Sub-lateral seta R1 inserted on the dorsal shield (different from the female, on which R1 inserted on lateral margin). Ventrianal shield 140 long and 135 wide, distinctly reticulated, bearing seven pairs of preanal setae with a pair of solenostomes (different from the female, with no preanal solenostomes) (figure 38f). Spermatodactyl L-shaped (figure 38g). This description is based on a paratype specimen.

Previous reports: *N. splendida* is only known from Canary Islands. Plants on which this species was reported are: *Argyranthemum lidii* Humphries, *A. escarrei* (Svent.) Humphries, *Cynara cardunculus*, *Nauplius stenophyllus* (Link) Webb and Berth., *Schizogyne glaberrima* DC., *Sonchus brachylobus* Webb and Berthel (Asteraceae); *Hypericum reflexum* L.f. (Hypericaceae); *Pennisetum setaceum* (Forssk.) Chiov. (Poaceae); *Suaeda vera* J.F.Gmel., *S. vermiculata* Forssk. ex J.F.Gmel. (Chenopodiaceae).

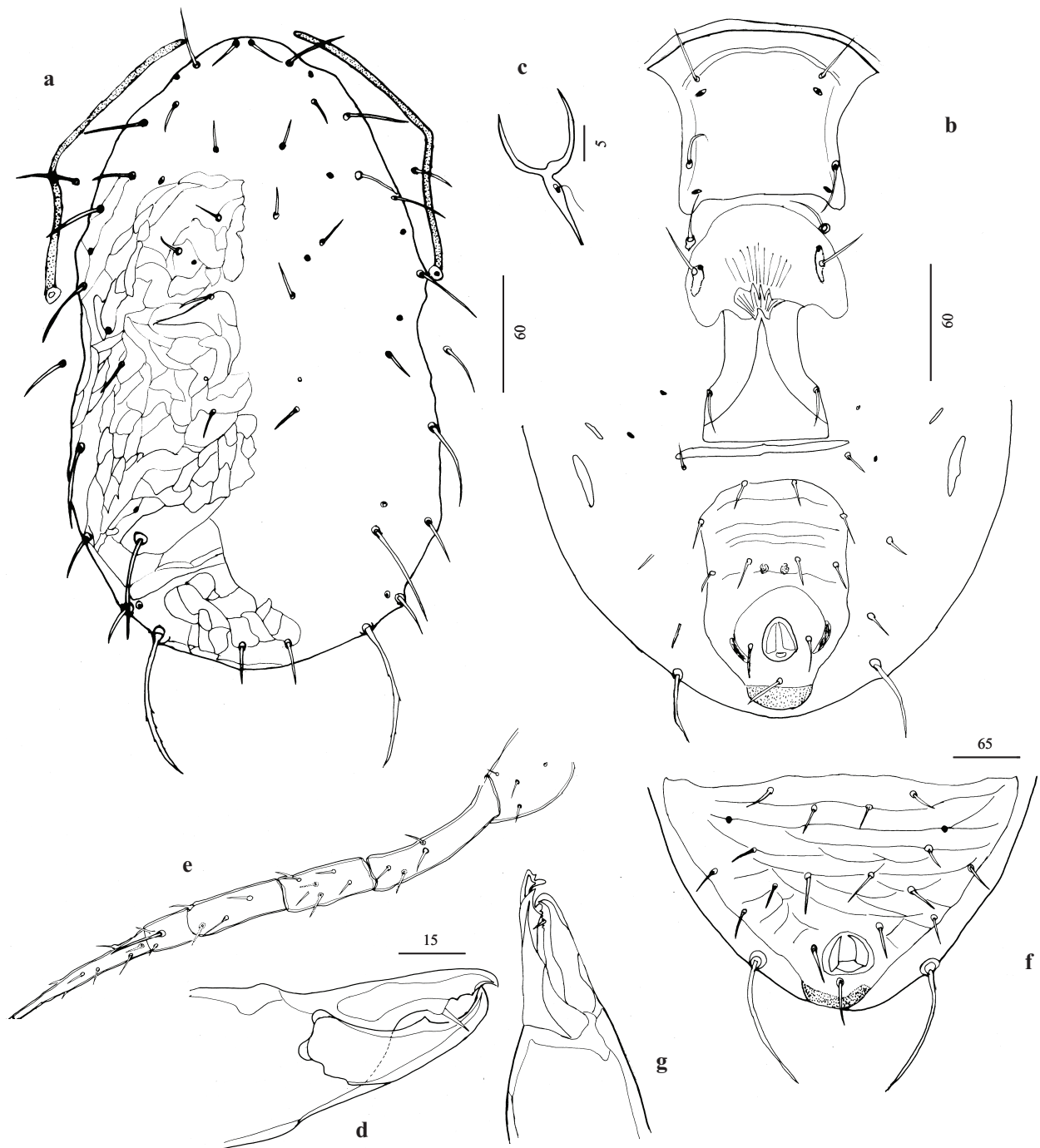


Figure 38. *Neoseiulella splendida* Ferragut and Peña-Estevez. Female (paratype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera; e, leg IV. Male (paratype): f, ventrianal shield; g, spermatodactyl.

Remarks: *N. splendida* is similar to *N. litoralis*. However these two species differ by the following characters: gd4 presence/ absence (present on *N. splendida*; absent on *N. litoralis*); j3, z3, Z4, Z5, s4, and s6 lengths; the length of the peritreme (extending between j1-j3 on *N. splendida*; extending between z2-j3 on *N. litoralis*). Moreover, the males of these two species

differ in the number of setae on the ventrianal shield (seven pairs on *N. splendida*, six on *N. litoralis*). These two species seem thus to be separate entities. However, further experiments would be useful in order to conclude on the reliability of these morphological characters in species identification.

***Neoseiulella steeli* (Schicha and McMurtry) (figure 39)**

Typhlodromus steeli Schicha and McMurtry, 1986: 181-183; Schicha, 1987: 133-134; Chant and Yoshida-Shaul, 1989: 1029-1030.

Neoseiulella (Typhloctona) steeli (Schicha and McMurtry) Denmark and Rather, 1996: 74-75.

Neoseiulalla steeli (Schicha and McMurtry) Chant and McMurtry, 1994: 248; Moraes *et al.*, 2004: 295-296; Chant and McMurtry, 2007: 147.

Adult female (figure 39a - d)

Dorsal shield (figure 39a): dorsal shield lightly reticulated along the lateral area: length 426; width 250 (at level of s4) and 246 (at level of Z1). Five pairs of solenostomes: gd1, gd2, gd4, gd6, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all smooth, except for Z5 slightly serrated: j1 26; j3 36; j4 13; j5 11; j6 15; J2 16; J5 11; z2 13; z3 18; z4 18; z5 12; Z1 19; Z4 42; Z5 82; s4 21; s6 17; S2 17; S4 15; S5 16; sub-lateral setae r3 20 and R1 15. Peritreme extending anteriorly to the level of j1.

Ventral shields (figure 39b): sternal shield 82 long and 85 wide (at level of ST2), smooth, with three pairs of setae (ST1, ST2 and ST3) and two pairs of solenostomes. A pair of metasternal setae (ST4) on separate platelets accompanied by a pair of small solenostomes. Genital shield 139 long and 86 wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets separating genital and ventrianal shields folded under the genital shield. Ventrianal shield subtriangular-shaped, 144 long and 113 wide (at level of ZV2), smooth, with four pairs of preanal setae (JV1, JV2, JV3 and ZV2) and a pair of small and circular solenostomes posteromedial to JV3. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 28 long, smooth. Primary metapodal plate 30 long and 7 wide.

Spermatheca (figure 39c): cervix 9 long, cup-shaped.

Chelicera: dentition of the chelicera not discernible on the specimen examined. Schicha and McMurtry (1986) mentioned the presence of ten teeth and a *pilus dentilis* on the fixed digit of the chelicera, and of three teeth on the movable digit (32 long).

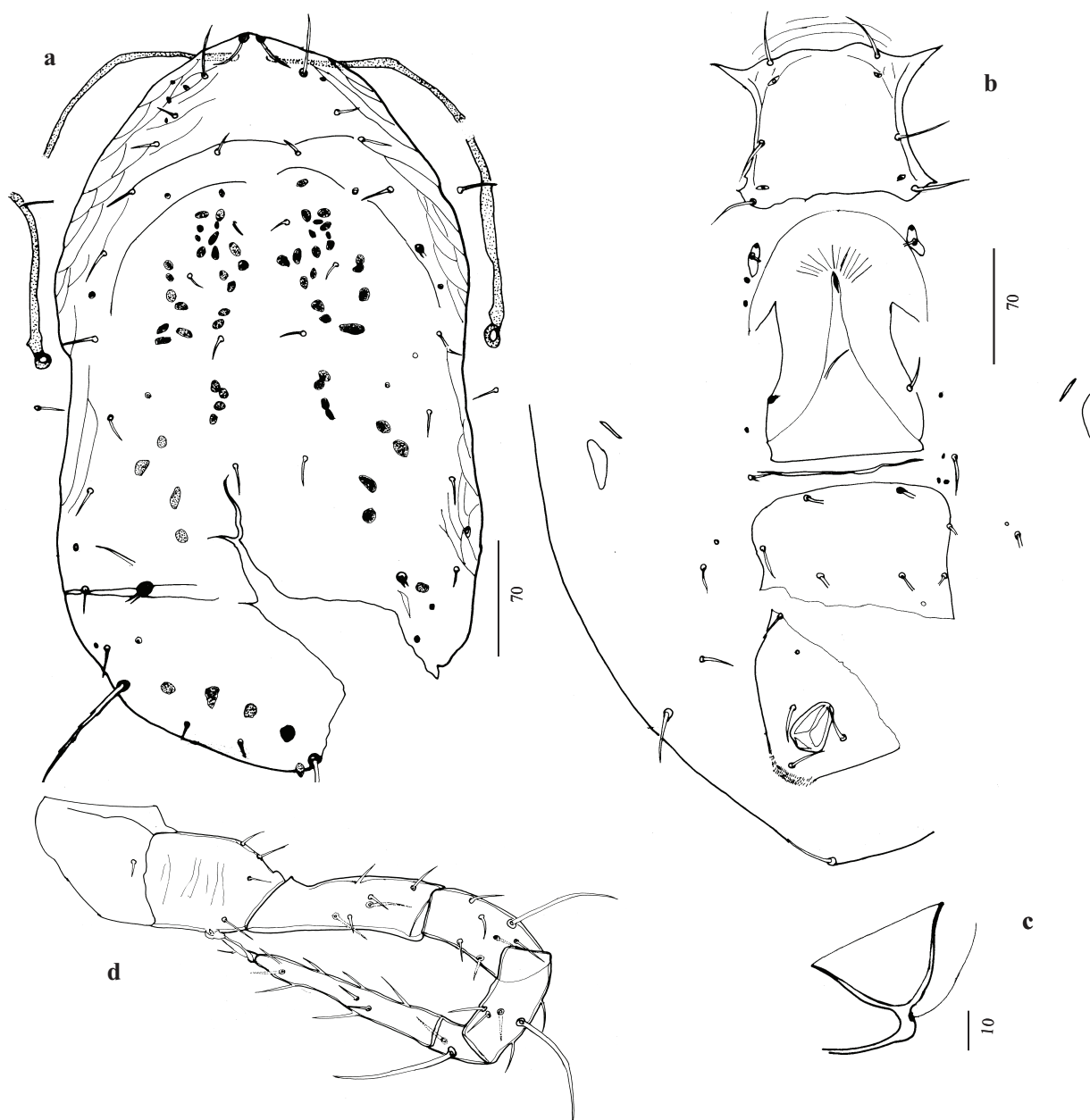


Figure 39. *Neoseiulella steeli* (Schicha and McMurtry). Female (holotype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, leg IV.

Legs- Measurements of legs: leg I 408; leg II 360; leg III 341; leg IV 444. Eight setae (2-2/1, 2/0-1) on the genu II. Two macrosetae, 31 and 30 long, on the genu and tibia III. Three other pointed macrosetae, 56, 64 and 55 long, are observed on the genu, tibia and basitarsus IV, respectively (figure 39d).

Material examined: female holotype deposited in NSW Department of Primary Industries, Agricultural Scientific Collections Unit (Acarology), Orange Agricultural Institute, Australia.

Adult male:

Described by Schicha and McMurtry (1986) and Denmark and Rather (1996). We were not able to borrow the male type specimen of this species.

Previous reports: *N. steeli* is only known from Stirling Range Parc National (Australia), on *Eucalyptus* sp. (Myrtaceae).

***Neoseiulella steveni* (Schicha) (figure 40)**

Typhlodromus steveni Schicha, 1987: 135-136; Chant and Yoshida-Shaul, 1989: 1026-1028.

Neoseiulella (*Typhloctona*) *steveni* (Schicha) Denmark and Rather, 1996: 64-66.

Neoseiulalla steveni (Schicha) Moraes *et al.*, 2004: 296; Chant and McMurtry, 2007: 147.

Adult female (figure 40a - e)

Dorsal shield (figure 40a): dorsal shield smooth, except for the lateral area of the podosoma lightly reticulated: length 359 (344-373); width 175 (166-183) (at level of s4) and 190 (183-197) (at level of Z1). Seven pairs of solenostomes: gd1, gd2, gd4, gd5, gd6, gd8, and gd9. Sub-lateral setae (r3 and R1) on the lateral margin. Dorsal shield bearing 19 pairs of setae, all smooth, except Z5 slightly serrated: j1 24 (34-24); j3 31 (31-32); j4 17 (15-18); j5 16 (15-17); j6 17 (16-18); J2 21 (20-22); J5 11 (10-12); z2 18 (16-19); z3 33 (30-35); z4 30 (29-30); z5 18 (17-18); Z1 20 (18-21); Z4 52 (50-53); Z5 74 (72-75); s4 38 (37-39); s6 43 (40-45); S2 46 (44-48); S4 25 (23-26); S5 25 (23-26); sub-lateral setae r3 28 (27-28) and R1 20 (19-21). Peritreme extending anteriorly to the level between j1-j3.

Ventral shields (figure 40b): sternal shield 73 (66-80) long and 77 (75-79) wide (at level of ST2), smooth, with three pairs of setae (ST1, ST2 and ST3) and two pairs of solenostomes. A pair of metasternal setae (ST4) on separate platelets accompanied by a pair of small solenostomes. Genital shield 128 (124-131) long and 63 (61-65) wide (at level of ST5), smooth. Four elongate platelets separating genital and ventrianal shields not discernible in the specimen examined. Ventrianal shield 124 (121-126) long and 98 (94-101) wide (at level of ZV2), smooth to faintly striate, with four pairs of preanal setae (JV1, JV2, JV3 and ZV2) and without solenostomes. Four pairs of caudoventral setae (ZV1, ZV3, JV4 and JV5) on the integument surrounding the ventrianal shield. JV5 49 (47-51) long, smooth. Primary metapodal plate 29 (28-30) long and 5 wide. In a paratype specimen: secondary metapodal plate 21 long and 3 wide.

Spermatheca (figure 40c): cervix 4 long, U-shaped.

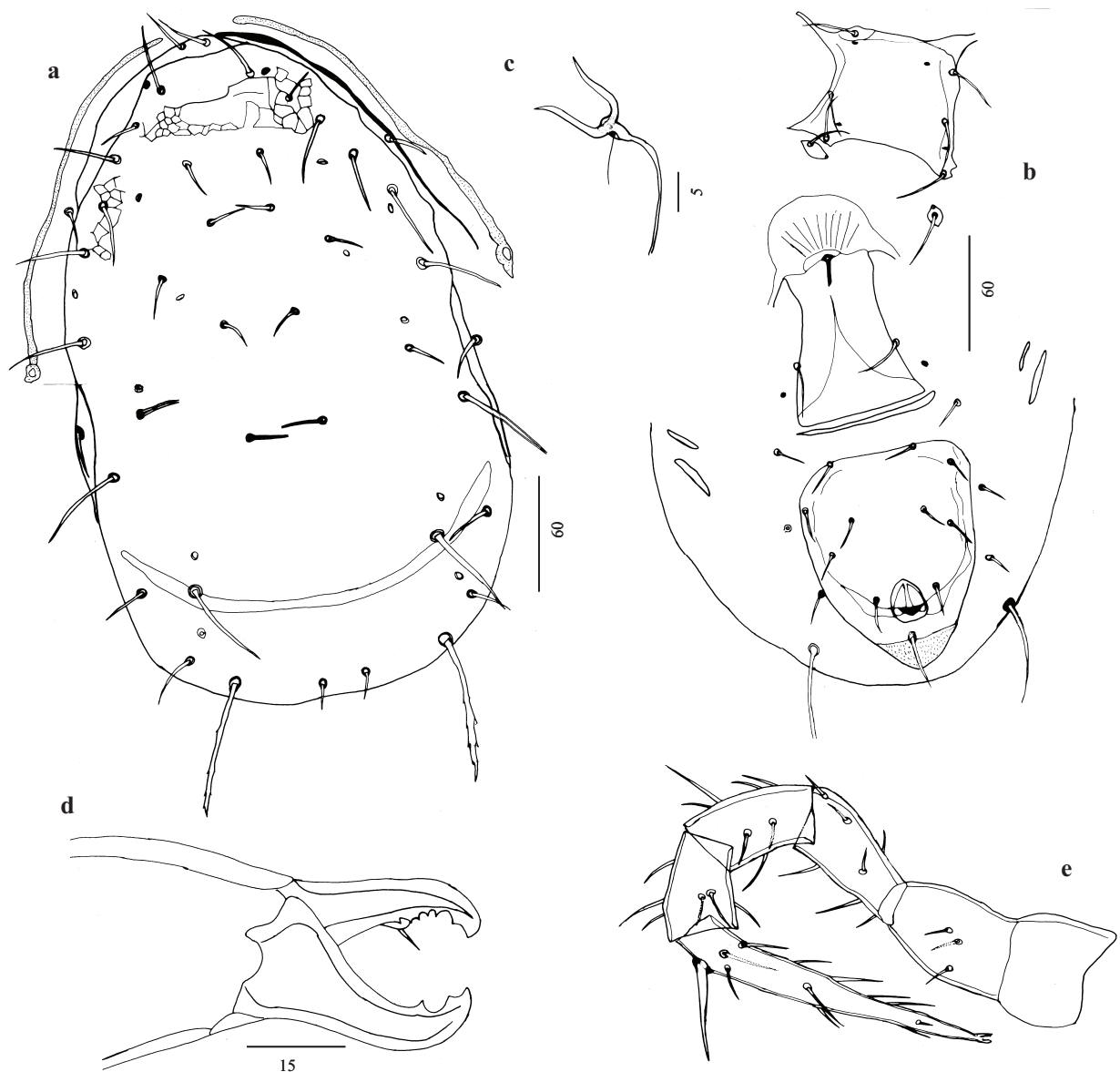


Figure 40. *Neoseiulella steveni* (Schicha). Female (holotype): a, dorsal shield; b, ventral shields; c, spermatheca; d, chelicera; e, leg IV.

Chelicera (figure 40d): six teeth and a *pilus dentilis* observed on the fixed digit. Movable digit 29 (27-31) long, bidentate.

Legs - Measurements of legs: leg I 369 (364-374); leg II 339 (328-350); leg III 298 (294-302); leg IV 434 (422-443). Eight setae (2-2/1, 2/0-1) on the genu II. One pointed macroseta 48 (42-54) long, on the basitarsus IV (figure 40e).

Material examined: female holotype and two female paratypes deposited in NSW Department of Primary Industries, Agricultural Scientific Collections Unit (Acarology), Orange Agricultural Institute, Australia.

Adult male:

Described by Schicha (1987) and Denmark and Rather (1996). We were not able to borrow the male type specimens of this species.

Previous reports: *N. steveni* is only known from New South Wales (Australia), on *Banksia* sp. (Proteaceae).

Key to adult females of the genus *Neoseiulella* Muma

1. Ventrianal shield with three pairs of preanal setae (JV3 absent); sternal shield with three pairs of setae (ST1, ST2 and ST3) 2
 - Ventrianal shield with four pairs of preanal setae (JV3 present); sternal shield with two or three pairs of setae 11
2. Caudovertral setae JV4 present 3
 - Caudovertral setae JV4 absent; dorsal shield with four pairs of solenostomes (gd2, gd4, gd5, gd6); spermatheca with U-shaped cervix; ventrianal shield with a pair of solenostomes; macrosetae on genu and tibia III, genu, tibia and basitarsus IV. . . . *Neoseiulella oleariae*
3. Ventrianal shield with a pair of solenostomes; genu II with seven setae (2-2/0, 2/0-1); leg IV with two or three macrosetae; fixed digit multidentate (at least seven teeth); movable digit with three or four teeth 4
 - Ventrianal shield without solenostomes; genu II with eight setae (2-2/1, 2/0-1); legs without macrosetae; fixed digit with two or three teeth; movable digit edentate; tuberculous ornaments with large glands cover the dorsal shield *Neoseiulella coreen*
4. Leg IV with three macrosetae, on genu, tibia and basitarsus 5
 - Leg IV with two thick and short macrosetae, on genu and basitarsus, tibia IV without macroseta; all dorsal and sub-lateral setae inserted to tubercles; spermatheca with shallowly cup-shaped cervix *Neoseiulella elaeocarpi*
5. Dorsal shield with four pairs of solenostomes: gd2, gd4, gd6, gd9 (gd1, gd5, and gd8 absent); fixed digit without *pilus dentilis* 6

- Dorsal shield with more than four pairs of solenostomes: gd2, gd4, gd6 and gd9 always present; gd1, gd5 and gd8 present or absent; fixed digit without or usually with *pilus dentilis*7
- 6. Most dorsal setae inserted to tubercles; spermatheca with U-shaped cervix; fixed digit with nine teeth; leg III with one macroseta, on genu *Neoseiulella corrugata*
- All dorsal setae not inserted to tubercles; spermatheca with shallowly cup-shaped cervix; fixed digit with twelve teeth; leg III with two macrosetae, on genu and tibia . . . *Neoseiulella dachanti*
- 7. Dorsal shield with six pairs of solenostomes8
- Dorsal shield with five pairs of solenostomes9
- 8. gd1 present, gd5 absent, (gd2, gd4, gd6, gd8, and gd9 present); Z4 and Z5 very long (120 µm and 230 µm respectively), most of the other dorsal setae very short (5-15 µm long) .
..... *Neoseiulella cottieri*
- gd1 absent, gd5 present, (gd2, gd4, gd6, gd8, gd9 present); Z4 and Z5 greatly smaller (about 60 and 90 µm respectively) *Neoseiulella ashleyae*
- 9. Leg III without macrosetae 10
- Leg III with macrosetae on genu and tibia *Neoseiulella manukae* (= *N. glenfieldensis*)
- 10. Dorsal shield heavily reticulated; ventrianal shield with a large pair of solenostomes mediad to JV2 *Neoseiulella nesbitti* (= *N. armidalensis*)
- Dorsal shield lightly reticulated; ventrianal shield with a small pair of solenostomes posterior to JV2 *Neoseiulella novaezealandiae*
- 11. Sternal shield with two pairs of setae (ST1 and ST2) 12
- Sternal shield with three pairs of setae (ST1, ST2, and ST3) 29
- 12. Leg IV without macrosetae 13
- Leg IV with at least one macroseta 18
- 13. Genu of leg II with eight setae (2-2/1, 2/0-1); gd1 present; genital shield distinctly reticulated *Neoseiulella crassipilis*
- Genu of leg II with seven setae (2-2/1, 2/0-1), gd1 absent; genital shield smooth 14
- 14. Movable digit edentate; r3 and R1 both inserted on dorsal shield; all dorsal setae serrated and shorter than distances between their insertion; gd8 present . . . *Neoseiulella compta*
- Movable digit bidentate; all dorsal setae smooth, except Z4 and Z5, which are slightly serrated; gd8 absent. 15
- 15. Most dorsal setae inserted to tubercles; fixed digit with 3-4 teeth. 16
- Dorsal setae not inserted to tubercles; fixed digit with 5-8 teeth 17

16. Peritreme long, extending to level of j1 *Neoseiulella runiacus*
 - Peritreme extends anteriorly to level between z2-j3 *Neoseiulella sexapori*
17. Peritreme extends to level between z2-j3; fixed digit with seven or eight teeth; sub-lateral seta r3 inserted on dorsal shield *Neoseiulella arutunjani*
 - Peritreme extends to level between j1-j3; fixed digit with five or six teeth; r3 inserted on lateral margin *Neoseiulella tuberculata*
18. Leg IV with one macroseta, on basitarsus 19
 - Leg IV with three macrosetae, on genu, tibia and basitarsus 24
19. Genu of leg II with seven setae (2-2/0, 2/0-1); movable digit with one or two teeth 20
 - Genu II with eight setae (2-2/1, 2/0-1); movable digit edentate *Neoseiulella perforata*
20. Peritreme with anterior surface striate; gd1 absent *Neoseiulella elongata*
 - Peritreme with anterior surface stippled; gd1 present 21
21. Ventrianal shield without solenostomes 22
 - Ventrianal shield with a pair of solenostomes 23
22. Peritreme extends to level of j3 or between z2-j3; dorsal shield with six pairs of solenostomes (gd1, gd2, gd5, gd6, gd8, and gd9), gd4 absent *Neoseiulella litoralis*
22. Peritreme extends to level between j1-j3; dorsal shield with seven pairs of solenostomes (gd1, gd2, gd4, gd5, gd6, gd8, and gd9). *Neoseiulella splendida*
23. Spermatheca with U-shaped cervix; dorsal shield with six pairs of solenostomes (gd5 absent); movable digit bidentate *Neoseiulella montforti*
 - Spermatheca with cup-shaped cervix; dorsal shield with seven pairs of solenostomes (gd5 present); movable digit unidentate *Neoseiulella neoviniferae*
24. Ventrianal shield with a pair of solenostomes; spermatheca with U-shaped cervix; Peritreme extends to level of j1; gd8 present 25
 - Ventrianal shield without solenostomes; spermatheca with cup-shaped cervix; Peritreme extends anteriorly to level between j1-j3; gd8 absent *Neoseiulella cassinia*
25. Dorsal shield with seven pairs of solenostomes (gd1, gd2, gd4, gd5, gd6, gd8, and gd9). 26
 - Dorsal shield with three pairs of solenostomes (gd2, gd8, and gd9)
 *Neoseiulella vollsella* (= *N. transitans*; *N. prunus*)
26. Dorsal shield smooth; fixed digit multidentate, with six or seven teeth; movable digit bidentate 27
 - Dorsal shield reticulated; fixed digit bidentate; movable digit with unidentate
 *Neoseiulella arinoi*

27. Genu of leg II with seven setae (2-2/0, 2/0-1); all dorsal setae inserted to tubercles; ventrianal shield smooth or faintly striate *Neoseiulella canariensis*
- Genu of leg II with eight setae (2-2/1, 2/0-1); dorsal setae not inserted to tubercles; ventrianal shield reticulated 28
28. Leg III with macroseta on genu *Neoseiulella ferraguti*
- Leg III without macroseta; dorsal setae j4, j5, J2, z4, z5 and Z1 longer than *N. ferraguti*, Z5 shorter *Neoseiulella longiseta*
29. Leg IV without macrosetae; Ventrianal shield reticulate; ST3 inserted on an elongate projection of the sternal shield 30
- Leg IV with at least one macroseta; ventrianal shield smooth; ST3 is clearly inserted on the sternal shield 31
30. Ventrianal shield subquadrate-shaped, with a pair of small solenostomes; genu II with seven setae (2-2/0, 2/0-1); fixed digit bidentate, movable digit edentate; Peritreme extends to level of j3 or between z2-j3 ... *Neoseiulella aceri* (= *N. squamiger*; *N. aceris*)
- Ventrianal shield rectangular-shaped, without solenostomes; genu II with eight setae (2-2/1, 2/0-1); fixed digit unidentate, movable digit unidentate; Peritreme short, extending to level of z4 *Neoseiulella tiliarum* (= *N. formosa*)
31. Leg IV with one macroseta, on basitarsus; spermatheca with U-shaped cervix 32
- Leg IV with three macrosetae, on genu, tibia and basitarsus; spermatheca with cup-shaped cervix 33
32. Genu II with six setae (1-2/0, 2/0-1); dorsal shield with six pairs of solenostomes (gd1, gd2, gd4, gd6, gd8, and gd9); ventrianal shield without solenostome; fixed digit with three or four teeth, movable digit unidentate *Neoseiulella carmeli*
- Genu II with seven setae (2-2/0, 2/0-1); dorsal shield with a pair of solenostomes (gd9); ventrianal shield with a pair of solenostomes; fixed digit with six teeth, movable digit bidentate *Neoseiulella celtis*
- Genu II with eight setae (2-2/1, 2/0-1); dorsal shield with seven pairs of solenostomes (gd1, gd2, gd4, gd5, gd6, gd8, and gd9); ventrianal shield without solenostomes; fixed digit with six teeth, movable digit bidentate *Neoseiulella steveni*
33. Leg III without macrosetae; dorsal shield reticulate with six pairs of solenostomes (gd1, gd2, gd4, gd5, gd6, and gd9). *Neoseiulella spaini*
- Leg III with two or three macrosetae; dorsal shield, except for lightly reticulate in lateral areas, smooth with five pairs of solenostomes (gd1, gd2, gd4, gd6, and gd9). 34

34. Leg III with two macrosetae, on genu and tibia; movable digit tridentate
 *Neoseiulella steeli*
 - Leg III with three macrosetae, on genu, tibia and basitarsus; movable digit unidentate
 *Neoseiulella myopori*

Conclusion

The present paper provides a homogenous taxonomic revision of nearly the totality of the species belonging to the genus *Neoseiulella* with an identification key of the adult females of valid species. This revision permitted to redefine this genus, excluding three species, questioning the inclusion in the genus of *T. (A.) elisae* and discussing five synonymies. Further experiments, especially cross-breedings, and molecular analyses are required to determine the reliability of certain morphological characters considered to be important by some authors to discriminate species (ex. ornamentation of dorsal and ventral shields; presence of certain dorsal and ventral solenostomes; length of the peritreme; chelicera dentition; the position and size of preanal solenostomes). This paper also provides complete biogeographic data sets (distribution and host plants) of all the species of the genus *Neoseiulella*. Eighteen species are reported from the West- Palearctic area; two of them (*N. aceri* and *N. tiliarum*) being also present in the Nearctic area; 15 species are reported from the Australasian area; one of them (*N. nesbitti*) being also present in the Oriental area. Three other species are reported from this latter area. These data associated to the ecological distribution (plant supports) could constitute the starting point for further analyses, especially biogeographic and phylogenetic analyses. Indeed, the disjoint distribution of the species of the genus *Neoseiulella* questions the monophyly of this genus.

Acknowledgements

We wish to thank the following acarologists, entomologists, institutions and museums for their great help to obtain the type materials: Dr. David Hirst (the South Australian Museum, Adelaide, Australia); Dr Danuta K. Knihinicki (NSW Department of Primary Industries, Orange Agricultural Institute, Australia); Dr. Zhi-Qiang Zhang (Landcare Research,

Table 2. Morphological characteristics of *Neoseiulella celtis* (after Denmark and Rather, 1996); *N. compta* (after Chant and Yoshida-Shaull, 1989); *N. multispeinosa* (after Tseng, 1975); *N. vollsella* (after Denmark and Rather, 1984).

	<i>N. celtis</i>	<i>N. compta</i>	<i>N. multispeinosa</i>	<i>N. vollsella</i>
Dorsal Shield length	369	286	313	326
Dorsal Shield width (at s4)	185	?	176	286
Dorsal Shield width (at Z1)	?	156	?	?
Dorsal Shield reticulation	reticulated	reticulated	reticulated	reticulated
i1 length	20	12	12.5	18
i3 length	25	13	12.5	21
i4 length	16	10	7.5	13
i5 length	17	10	7.5	16
i6 length	20	13	7.5	16
J2 length	25	13	7.5	18
J5 length	11	6	14	8
z2 length	19	9	12.5	18
z3 length	24	11	12.5	21
z4 length	22	12	12.5	21
z5 length	17	10	7.5	16
Z1 length	20	13	10	23
Z4 length	20	16	20	26
Z5 length	47	17	15	39
s4 length	24	10	12.5	26
s6 length	28	12	12.5	18
S2 length	32	12	12.5	26
S4 length	32	15	12.5	26
S5 length	26	17	15	18
r3 length	28	11	10.5	23
R1 length	25	11	12.5	18
gd1 presence	absent	absent	?	?
gd2 presence	absent	absent	?	?
gd4 presence	absent	absent	?	?
gd5 presence	absent	absent	?	?
gd6 presence	absent	absent	?	?
gd8 presence	absent	present	?	?
gd9 presence	present	absent	?	?
Sternal Shield length	?	?	67	?
Sternal Shield width	?	?	57.5	?
ST3 on/off Sternal Shield	On	?	on	on
Genital Shield width	?	?	?	?
Ventrianal Shield length	?	84	100	?
Ventrianal Shield width	?	77	111	?
Ventrianal Shield reticulation	smooth	smooth	reticulated	smooth
JV3 presence/absence	present	present	present	present
Solenostomes / ventrianal shield	present	present	present	present
JV5 length	?	11	?	?
Primary metapodal plate length	?	?	37	?
Numbers of teeth on the fixed digit	6	4	4	7
<i>pilus dentilis</i> presence/absence	0	1	?	?
Numbers of teeth of movable digit	2	0	0	2
Movable digit length	?	15	?	?
Numbers of setae/ genu II	7	?	?	?
Macrosetae on genu IV (length)	absent	absent	absent	present (16)
Macrosetae on tibia I (length)	absent	absent	absent	present (16)
Macrosetae on basitarsus IV	present (41)	absent	absent	present (31)
Peritreme level	i1	i1	i1	i1
Spermatheca shaped	cup-shaped	?	cup-shaped	?

Measurements values of the different parts of the body are expressed in micrometers (µm).

Auckland, New Zealand); Dr. Fred Beaulieu (Agriculture and Agri-Food Canada, Ontario, Canada); Dr Calvin W. Welbourn (Florida Department of Agriculture and Consumer Services, USA); Dr Leonid A. Kolodochka (Institute of Zoology, Academy of Sciences, Kiev, Ukraine); Dr. Mark Judson (the Laboratoire de Zoologie, Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, France); Dr. F. Ferragut (Instituto Agroforestal Mediterráneo, Universidad Politécnica de Valencia, Spain); Dr. Maria L. Moraza (Department of Zoology and Ecology, Faculty of Science, University of Navarra (Spain); Dr. Eric Palevsky (Department of Entomology, Neve-Ya'ar Research Center, Israel); Dr. Anne Baker (British Museum of Natural History, UK); Dr. K. Karmakar (BCKV, Kalyani, West Bengal (India); Dr. S. K. Sanyal (the Zoological Survey of India, Kolkata, India); Dr A. Y. M. El-Laithy (Plant Protection Department, National Research Center, Dokki, Giza, Egypt), the Department of Entomology, University of Queensland (Australia); the Canadian National Collection, Department of Zoology, University of Toronto (Canada); the Institute of Zoology, Academy of Sciences, Kiev (Ukraine); the Rijksmuseum van Natuurlijke Historie (The Netherlands); the British Museum of Natural History (UK); Laboratoire de Zoologie, Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, France the Museum für Naturkunde, Arthropod collection, Berlin (Germany); the Museum of Zoology of University of Navarra (Spain); the New Zealand Arthropod Collection, Landcare Research, Auckland (New Zealand).

References

Abbasova, E. D. 1966. Study on predators of tetranychid mites of Bol'shom Caucasia (Phytoseiidae). Materialy Sessii Zakavkazskogo Soveta po Koordinatsii Nauchno-Issledovatel'skikh Rabot po Zashchite Rasteniy, Baku, Azerbaijan, pp. 184-187.

Abbasova, E. D. 1972. Phytoseiid mites (Parasitiformes: Phytoseiidae) of Azerbaijan. Avtoreferat Dissertatsii na Soiskanie Uchenoy Stepeni Kandidata Biologicheskikh Nauk. Akademiya Nauk Azerbaydzhanskoy SSR, Institut Zoologii, Baku. 1-34.

Akimov, I. A., L. A. Kolodochka. 1970. Phytoseiid mites (Gamasoidea, Phytoseiidae) of the Central Steppe-Forest UkrSSR which inhabit in colonies of Spider mites. Thesis of the II-nd Acarological council (Kiev, 1970), Ukraine. Naukova Dumka, Part I, pp. 15-16.

Akimov, I. A., L. A. Kolodochka, O. V. Zhovnerchuk, I. D. Omeri and T. P. Samojlova. 2007. Species composition and ecological peculiarities of mites of the superfamily

Tetranychoida (Acariformes, Trombidiformes) and family Phytoseiidae (Parasitiformes, Gamasina), inhabiting plants in botanical gardens of Kyiv (Ukraine). Vestn. Zool. 41: 521-534.

André, H. M. 1986. Notes on the ecology of corticolous epiphyte dwellers. 4. Actinedida (especially Tydeidae) and Gamasida (especially Phytoseiidae). Acarologia. 27: 107-115.

Arutunjan, E. S. 1970. Phytoseiid mites (Phytoseiidae) on agricultural crops in the Armenian SSR. Akademii Nauk Armyanskoi SSR, Otdelenie Biologicheskikh Nauk, Dissertatsii na Soiskanie Uchenoi Stepeni Candidata Biologicheskikh Nauk, Zooliya, Armenia. 97: 1-31.

Arutunjan, E. S. 1971. Confinement of phytoseiid mites to biotopes and their morphological adaptations. Biologicheskii Zhurnal Armenii, Akademiya Nauk Armyanskoi SSR. 24: 41-47.

Arutunjan, E. S. 1977. Identification manual of phytoseiid mites of agricultural crops of the Armenian SSR. Akademiya Nauk Armyanskoi SSR, Zoologicheskii Institut, Erevan. 1-177

Athias-Henriot, C. 1958. Phytoseiidae et Aceosejidae (Acarina: Gamasina) d'Algerie. II. Phytoseiidae. Cle des genres *Amblyseius* Berlese (Suite) et *Seiulus* Berlese. Bulletin de la Societe d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord. 49: 23-43.

Athias-Henriot, C. 1960. Phytoseiidae et Aceosejidae (Acarina: Gamasina) d'Algerie. IV. Genre *Typhlodromus* Scheuten, 1857. Bulletin de la Societe d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord. 51: 62-107.

Athias-Henriot, C. 1977. Nouvelles notes sur les Amblyseiini. III. Sur le genre *Cydnodromus* : Redefinition, composition (Parasitiformes, Phytoseiidae). Entomophaga. 22: 61-73.

Athias-Henriot, C. 1975. Nouvelles notes sur les Amblyseiini. II. Le releve organotaxique de la face dorsale adulte (Gamasides protoadeniques, Phytoseiidae). Acarologia. 17(1): 20-29.

Athias-Henriot, C. and G. Fauvel. 1981. *Pegodromus crassipilis*, n. g., n. sp., Typhlodromini nouveau du sud de la France (Parasitiformes: Phytoseiidae). International Journal of Acarology. 7: 71-74.

Balder, H., B. Jäckel and B. Pradel. 1999. Investigations on the existence of beneficial organisms on urban trees in Berlin. In Proc. International Symposium on Urban Tree Health. 496: 189-194.

Beglyarov, G. A. 1962. On the fauna of predaceous mites of the family Phytoseiidae in Krasnodar region. In: Zimina, L.S. and Shchepetil'nikovoiy, V.A. (Eds.), Biologicheskiiy Metod Bor'by s Vreditelyami i Boleznyami Cel'skokhozyaystvennykh kul'tur. 1: 198-203.

Beglyarov, G. A. 1981. Keys to the determination of phytoseiid mites of the USSR [in Russian]. Information Bulletin International Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants, East Palaearctic Section, Leningrad. 2: 1-97.

Beglyarov, G. A. and N. A. Malov. 1977. Predaceous phytoseiid mites (Phytoseiidae: Parasitiformes) of the fauna of Moldavia and north Bukovina (Report II). Entomofagi v Zashchite Rasteniy. Vsesoyuznaya Ordena Lenina Akademiya Sel'skokhozyaystvennyukh Nauk Imeni V. I. Lenina. Kishinev. 3-11.

Boczek, J. 1964. Studies on mites (Acarina) living on plants in Poland. IV. Bulletin de L'Academie Polonaise des Sciences, Serie Sciences Biologiques. 12 : 365-369 + 4 plates.

Bohm, H. 1960. Untersuchungen uber Spinnmilbenfeinde in Osterreich. Pflanzenschutz Berichte. 25: 23-46.

Bozai, J. 1980. Data to the Phytoseiidae fauna of Hungary (Acari). Folia Entomologica Hungarica. 41(33): 193-194.

Bozai, J. 1996. Data to the knowledge of predaceous mites of Hungary (Acari: Phytoseiidae, Phytoseiinae). Növényvédelem. 32: 521-525.

Bozai, J. 1997. Data to the fauna of predaceous mites of Hungary with the description of four new species (Acari: Phytoseiidae). Folia Entomologica Hungarica. 58: 35-43.

Bream, A. S. and J. Bozai. 1995. Data to the knowledge about mite population on linden trees. *Növényvédelem*. 31(12): 585-588.

Chant, D. A. 1955. Notes on mites of the genus *Typhlodromus* Scheuten, 1857 (Acarina: Laelaptidae), with descriptions of the males of some species and the female of a new species. *The Canadian Entomologist*. 87(11): 496-503.

Chant, D. A. 1956. Some mites of the subfamily Phytoseiinae (Acarina: Laelaptidae) from southeastern England, with descriptions of new species. *The Canadian Entomologist*. 88: 26-37.

Chant, D. A. 1958. Immature and adult stages of some British Phytoseiidae Berl., 1916 (Acarina). *Journal of the Linnean Society of London, Zoology*. 43: 599-643.

Chant, D. A. 1959. Phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae). Part I. Bionomics of seven species in southeastern England. Part II. A taxonomic review of the family Phytoseiidae, with descriptions of thirty-eight new species. *The Canadian Entomologist*. Supplement 12, 166 pp.

Chant, D. A. and J. A. McMurtry. 1994. A review of the subfamilies Phytoseiinae and Typhlodrominae (Acari: Phytoseiidae). *International Journal of Acarology*. 20(4): 223-310.

Chant, D. A. and J. A. McMurtry. 2007. Illustrated keys and diagnoses for the genera and subgenera of the Phytoseiidae of the world (Acari: Mesostigmata). Michigan, Indira Publishing House, 220 pp.

Chant, D. A. and E. Yoshida-Shaul. 1983. A world review of the simplex species group in the genus *Typhlodromus* Scheuten (Acarina: Phytoseiidae). *Canadian Journal of Zoology*, 61, 1142-1151.

Chant, D. A. and E. Yoshida-Shaul. 1987. A world review of the pyri species group in the genus *Typhlodromus* Scheuten (Acari: Phytoseiidae). *Canadian Journal of Zoology*. 5(7): 1770-1804.

Chant, D. A. and E. Yoshida-Shaul. 1989. A world review of the *tiliarum* species group in the genus *Typhlodromus* Scheuten (Acari: Phytoseiidae). *Canadian Journal of Zoology*. 67(4): 1006-1046.

Chant, D. A., R. I. C. Hansell and E. Yoshida-Shaul. 1974. The genus *Typhlodromus* Scheuten (Acarina: Phytoseiidae) in Canada and Alaska. Canadian Journal of Zoology. 52: 1265-1291.

Chaudhri, W. M., S. Akbar and A. Rasool. 1974. Taxonomic studies of the mites belonging to the families Tenuipalpidae, Tetranychidae, Tuckerellidae, Caligonellidae, Stigmaeidae and Phytoseiidae. University of Agriculture Technical Bulletin, Lyallpur, Pakistan. 1: 204-233.

Cobanoglu, S. 1991. The distribution of phytoseiid species (Acari: Phytoseiidae) in important apple growing areas of Turkey. In: Dusbabek, F. and Bukva, V. (Eds.), Modern Acarology. Academia, Prague and SPB Academic Publishing bv, The Hague. 1: 565-570.

Cobanoglu, S. 1992. (1991-1992) An annotated list of mites on hazel of Turkey. Israel Journal of Entomology. 25-26: 35-40.

Cobanoglu, S. 1996. *Typhloctonus* Muma, 1961 (Acarina: Phytoseiidae) species, from the Thrace region of Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 20: 353-357.

Coiutti, C. 1993. Phytoseiid mites on spontaneous and cultivated trees in the Friuli-Venezia Giulia region. Frustula Entomologica. 16(29): 65-77.

Collyer, E. 1956. Notes on the biology of some predacious mites on fruit trees in south-eastern England. Bulletin of Entomological Research. 47(2): 205-214.

Collyer, E. 1957. Two new species of the genus *Typhlodromus* Scheuten, 1857 (Acarina: Phytoseiidae). Annual Magazine of Natural History. 12: 199-203.

Collyer, E. 1964. The occurrence of some mites of the family Phytoseiidae in New Zealand, and descriptions of seven new species. Acarologia. 6: 632-646.

Collyer, E. 1982. The Phytoseiidae of New Zealand (Acarina) 1. The genera *Typhlodromus* and *Amblyseius* - keys and new species. New Zealand Journal of Zoology. 9: 185-206.

Congdon, B. D. 2002. The family Phytoseiidae (Acari) in western Washington State with descriptions of three new species. International Journal of Acarology. 28(1): 3-27.

Dabrowski, Z. T. 1968. Studies on the toxicity of pesticides commonly used in the orchards in Poland on predatory mites (Phytoseiidae). *Roczniki Nauk Rolniczych*. 93(A), 655-670.

Dabrowski, Z. T. 1970. Density of spider mites (Tetranychidae) and predatory mites (Phytoseiidae) in apple orchards treated and not treated with pesticides. *Ekologia Polska*. 18: 111-136.

Daneshvar, H. 1987. Some predatory mites from Iran, with descriptions of one new genus and six new species (Acari: Phytoseiidae, Ascidae). *Entomologie et Phytopathologie Appliquees*. 54 (1-2), 13-37.

Dellei, A., and L. Szendrey. 1991. The mite infestation of different grapevine varieties in the vineyards of Heves County. *Novenyvedelem*. 27(2): 55-61.

Denmark, H. A. and A. Q. Rather. 1984. Revision of the genus *Typhloctonus* Muma, 1961 (Acarina: Mesostigmata). *International Journal of Acarology*. 10: 163-177.

Denmark, H. A. and A. Q. Rather. 1996. Revision of the genus *Neoseiulella* Muma (Acari: Phytoseiidae). *International Journal of Acarology*. 22(1): 43-77.

Denmark, H. A. and W. C. Welbourn. 2002. Revision of the genera *Amblydromella* Muma and *Anthoseius* De Leon (Acari: Phytoseiidae). *International Journal of Acarology*. 28(4): 291-316.

Dosse, G. 1956a. Ueber die Bedeutung der Raubmilben innerhalb der Spinnmilbenbiozone auf Apfel. I. Grundsatzliches aus der Biologie rauberischer Milben. *Mitteilungen Biologische Bundesanstalt fur Land und Forstwirtschaft*. 85: 40-44.

Dosse, G. 1956b. Uber die Entwicklung einiger Raubmilben bei verschiedenen Nahrungstieren (Acarina: Phytoseiidae). *Pflanzenschutz Berichte*. 16(7/9): 122-136.

Dosse, G. 1957. Uber die phytophagen und rauberischen Milben im sudwestdeutschen Raum. *Tagungsberichte der Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften*. 17: 9-29.

Duso, C., L. Torresan and E. Vettorazzo. 1993. La vegetazione spontanea come riserva di ausiliari: considerazioni sulla diffusione degli Acari fitoseidi (Acari Phytoseiidae) in

un vigneto e sulle piante spontanee contigue. Bolletino de Zoologia Agraria e Bachicoltura, Serie II. 25(2): 183-203.

Duso, C., P. Fontana and V. Malagnini. 2004. Diversity and abundance of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) in vineyards and in the surrounding vegetation in northeastern Italy. *Acarologia*. 41: 31-47.

Düzgüneş, Z. and S. Kiliç. 1983. Determination of Phytoseiidae species in important apple growing areas of Turkey and studies on the effectiveness of the most important of them on *Tetranychus viennensis* Zacher. *Turkish J. Agric. and Forest*. 7: 193-205.

Ehara, S. 1966. A tentative catalogue of predatory mites of Phytoseiidae known from Asia, with descriptions of five new species from Japan. *Mushi*. 39: 9-30.

Ferragut, F. and M. A. Pena-Estevez. 2003. Phytoseiid mites of the Canary Islands (Acari: Phytoseiidae): 1. Gran Canaria Island. *International Journal of Acarology*. 29(2): 149-170.

Ferragut, F. and M. A. Pena-Estevez. 2007. Phytoseiid mites of the Canary Islands (Acari: Phytoseiidae). II. Tenerife and La Gomera islands. *Graellsia*. 63(2): 349-358.

Ferragut, F., A. Gallardo, R. Ocete and M. A. Lopez. 2008. Natural predatory enemies of the erineum strain of *Colomerus vitis* (Pagenstecher) (Acari, Eriophyidae) found on wild grapevine populations from southern Spain (Andalusia). *Vitis*. 47 (1): 51-54.

Genini, M., A. Klay, V. Delucchi, M. Baillod and J. Baumgartner. 1983. Les especes de phytoseiides (Acarina: Phytoseiidae) dans les vergers de pommier en Suisse. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*. 56: 45-56.

Gunthart, E. 1957. Neues über Auftreten und Bekämpfung der Spinnmilben an Reben. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau*. 66: 231-236.

Gunthart, E. 1960. Über das Auftreten von Spinnmilben (Tetranychidae) und Raubmilben (Phytoseiinae, Acari) in der Schweiz. *Proceedings of the IV International Congress of Crop Protection, Hamburg, 1957*. pp. 927-928.

Gupta, S. K. 1981. Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) from Jammu and Kashmir, India, with descriptions of five new species. *Indian Journal of Acarology*. 5: 37-49.

Gupta, S. K. 1985. Plant mites of India. *Zooological Survey of India Handbook Series*, Calcutta. 5: 1-520.

Hansen, E. W. and S. Johnsen. 1986. Predatory mites of the family Phytoseiidae in Denmark (Acarina, Gamasina). *Entomologiske Meddelelser*. 53(3): 137-142.

Herbert, H. J. 1952. Progress report on predacious mite investigations in Nova Scotia (Acarina, Phytoseiidae). *Annual Report of the Entomological Society of Ontario, Canada*, 83, 27-29.

Hirschmann W. 1962. *Gangsystematik der Parasitiformes* [in German]. *Acarologie Schriftenreihe für Vergleichende Milbenkunde*, Hirschmann-Verlag, Furth/Bay. 5(5-6): 80 pp + 32 plates.

Jaworski, S. 2000. Occurrence of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) on blackcurrant plantations and in surrounding vegetation in Southern Poland. *Bulletin OILB/SROP*. 23(11): 57-62.

Kabicek, J. 2003. Broad leaf trees as reservoirs for phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae). *Plant Protection Science*. 39: 65-69.

Kabicek, J. 2005. Intraleaf distribution of the phytoseiid mites (Acari, Phytoseiidae) on several species of wild broad leaf trees. *Biologia (Bratislava)*. 60: 523-528.

Kabicek, J. 2008. Cohabitation and intraleaf distribution of phytoseiid mites (Acari, Phytoseiidae) on leaves of *Corylus avellana*. *Plant Protection Science*. 44(1): 32-36.

Kabicek, J. 2010. Scarceness of Phytoseiid Species co-occurrence (Acari: Phytoseiidae) on Leaflets of *Juglans regia*. *Plant Protection Science*. 46(2): 79-82.

Kabicek J. and M. Rehakova. 2004. Phytoseiid mite community on *Aesculus hippocastanum* in the parks. *Acta fytotechnica et zootechnica*. 7: 114-115.

Kanouh, M., M.-S. Tixier, S. Guichou, B. Cheval and S. Kreiter. 2010. Two synonymy cases within the genus *Neoseiulella* (Acari: Phytoseiidae): is the molecular evidence so evident? *Biological Journal of the Linnean Society*. 101, 323-344.

Karg, W. 1970. Über die Möglichkeiten von integrierten Pflanzenschutzmaßnahmen bei der Spinnmilbenbekämpfung im Obstbau. *Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst*. 24(8): 166-171.

Karg, W. 1971. Untersuchungen über die Acarofauna in Apfelanlagen im Hinblick auf den Übergang von Standardspritzprogrammen zu integrierten Behandlungsmaßnahmen. *Archiv für Pflanzenschutz*. 7(4): 243-279.

Karg, W. 1972. Untersuchungen über die Korrelation zwischen dominierenden Raubmilbenarten und ihrer möglichen Beute in Apfelanlagen. *Archiv für Pflanzenschutz*. B 8(1): 29-52.

Karg, W. 1975. Nützlingsschonende Spinnmilbenbekämpfung im Obstbau. *Gartenbau*. 22, 51-54.

Karg, W. 1982. Diagnostic and systematics of predatory mites of the family Phytoseiidae Berlese in orchards. *Zoologische Jahrbucher Systematik*. 109: 188-210.

Karg, W. 1983. Systematische Untersuchung der Gattungen und Untergattungen der Raubmilbenfamilie Phytoseiidae Berlese, 1916, mit der Beschreibung von 8 neuen Arten. *Mitteilungen Zoologisches Museum in Berlin*. 59(2): 293-328.

Karg, W. 1991. Die Raubmilbenarten der Phytoseiidae Berlese (Acarina) Mitteleuropas sowie angrenzender Gebiete. *Zoologische Jahrbucher Systematik*. 118(1): 1-64.

Karg, W. and T. Edland. 1987. Neue Raubmilbenarten der Phytoseiidae Berlese, 1916. *Deutsche Entomologische Zeitschrift*. 34(4-5), 387-395.

Klay, A. 1987. Ecosystème verger de pommier: enquête faunistique sur les phytoseiides et étude de leurs interactions avec l'acarier rouge *Panonychus ulmi* (Koch) en laboratoire. Doctorate Thesis presented to L'Ecole Polytechnique Fédérale Zurich, Switzerland, 110 pp.

Klein, Z., W. Kuslitzky and L. Zarabi. 1994. List of Israeli mites (Acarina). Ministry of Agriculture. Plant Protection and Inspection Services, Entomological Section. Bet Dagan. 51 pp.

Kolodochka, L. A. 1973. Predaceous phytoseiid mites (Parasitiformes: Phytoseiidae) from the forest steppe of the Ukrainian SSR. Part I. Species of the genus *Amblyseius*. Vestnik Zoologii. (5): 78-81.

Kolodochka, L. A. 1974a. The predaceous phytoseiid mites (Parasitiformes: Phytoseiidae) from the forest steppe of the Ukrainian SSR. Part II. Species of the genera *Kampimodromus*, *Paraseiulus*, *Typhlodromus*, *Typhloctonus*, *Anthoseius*, *Phytoseius*. Vestnik Zoologii. (1): 25-29.

Kolodochka, L. A. 1974b. Predaceous phytoseiid mites (Parasitiformes, Phytoseiidae) from the forest steppe of the Ukrainian SSR. Part III. A key to genera and species. Vestnik Zoologii. (3): 87-89.

Kolodochka, L. A. 1978. Handbook on identifying of plant inhabiting phytoseiid mites. Nauka Dumka, Kiev. 78 pp.

Kolodochka, L. A. 1980a. New species of phytoseiid mites from the fauna of the USSR (Parasitiformes: Phytoseiidae). Vestnik Zoologii. (2), 64-70.

Kolodochka, L. A. 1981a. New phytoseiid mites from Crimea (Parasitiformes: Phytoseiidae). I. Vestnik Zoologii. (1): 18-22.

Kolodochka, L. A. 1986. On taxonomic status of two *Typhloctonus* species (Parasitiformes, Phytoseiidae). Vestnik Zoologii. (2): 26-34.

Kolodochka, L. A. 2009. A review of predaceous mites of the genus *Typhloctonus* Muma (Parasitiformes, Phytoseiidae) in Ukraine with the description of unknown male of *T. tuberculatus*. Vestnik Zoologii. 43(6): 481-494.

Kolodochka, L. A. and I. D. Omeri. 2007. Species diversity and distribution of plant-inhabiting phytoseiid mites (Parasitiformes, Phytoseiidae) in Kaniv Reserve. Vestnik Zoologii. 41: 35-46.

Kostiainen, T. S. and M. A. Hoy. 1996. The Phytoseiidae as biological control agents of pest mites and insects. A bibliography. Monograph 17, Gainesville. University of Florida, Agricultural Experiment Station, Institute of Food and Agricultural Sciences, 355 pp.

Kreiter, S. and F. Brian. 1987: Les Phytoseiidae de la vigne en France : aspects faunistique, biogéographiques et agronomique. Proceeding. int. conf. pests agric. 6(3): 241-249.

Kreiter, S., M.-S. Tixier, P. Auger, N. Muckensturm, G. Sentenac, B. Doublet and M. Weber. 2000. Phytoseiid mites of vineyards in France (Acari: Phytoseiidae). *Acarologia*. 41(1-2): 77-96.

Kreiter, S., P. Auger, K. L. Grissa, M.-S. Tixier, B. Chermiti and M. Dali. 2002. Plant inhabiting mited (Acari: Prostigmata and Mesostigmata) of some Northern Tunisian crops. *Acarologia*. 42(4): 389-402.

Kropczyńska, D. and G. Jenser. 1968. Data to the knowledge of the Phytoseiidae in Hungarian orchards. *Folia Entomologica Hungarica*. 21: 321-323.

Kropczyńska, D., J. Garnis, S. Jaworski, A. Sagan and M. Krezlewicz. 2009. Drapieżne ozocze (Acari: Phytoseiidae) Ystepujace Na Roslinach W otoczeniu plnatacji krzewow jagodowych. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*, 49 (3): 1047-1056.

Kuznetsov, N. N. 1984. New species of predacious mites of the family Phytoseiidae (Parasitiformes) in the USSR. *Entomologicheskoe Obozrenie*; 63(2): 384-397.

Lehman, R. D. 1982. Mites (Acari) of Pennsylvania conifers. *Transactions of the American Entomological Society*. 108: 181-286.

Lindquist E. E. 1994. Some observations on the chaetotaxy of the caudal body region of Gamasine mites (Acari: Mesostigmata), with a modified notation for some ventrocaudal body setae. *Acarologia*. 35 (4): 323-326.

Lindquist E. E. and G. O. Evans. 1965. Taxonomic concepts in the Ascidae, with a modified setal nomenclature for the Idiosoma of the Gamasina (Acarina: Mesostigmata). *Memoirs of the Entomological Society of Canada*. 47: 1-64.

Livshitz, I. Z. and N. N. Kuznetsov. 1972. Phytoseiid mites from Crimea (Parasitiformes: Phytoseiidae) [in Russian]. In: Pests and diseases of fruit and ornamental plants. Proceedings of The All-Union V. I. Lenin Academy of Agricultural Science, The State Nikita Botanical Gardens. 61: 13-64.

McMurtry, J. A. and M. Bounfour. 1989. Phytoseiid mites of Morocco, with descriptions of two new species and notes on the genera *Kuzinellus*, *Thyphloctonus* and *Typhlodromus* (Acari: Phytoseiidae). *Acarologia*. 30(1): 13-24.

McMurtry, J. A. and B. A. Croft. 1997. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annual Review of Entomology*. 42: 291-321.

Michelatti, G., G. Pinoggi, G. Schreiber and G. C. Mozzone. 1994. Esperienze di lotta razionale contro l'eriofide del nocciolo (*Phytocoptella avellanae* Nal.) condotte nell'arco di un quinquennio in Piemonte [in Italian]. *Acta Horticulture, International Society for Horticultural Science*. 351: 575-581.

Miedema, E. 1987. Survey of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) in orchards and surrounding vegetation of northwestern Europe, especially in the Netherlands. Keys, descriptions and figures. *Netherlands Journal of Plant Pathology*. 93(2): 1-64.

Mijuskovic, M. and B. Tomasevic. 1975. The mites on the citrus trees on the Yugoslav littoral. *Society for Science and Art of Montenegro Monogs., Section of Natural Sciences, Montenegro*. 1, 203 pp.

Minarro, M., R. Barros, F. Ferragut and E. Dapena. 2005. Fitoseidos en plantaciones frutales experimentales de arándano, avellano, castaño, cerezo, kiwi y manzano en Asturias superficie dedicada a otros cultivos frutales. *Bol. San. Veg. Plagas*. 31: 493-501.

Moraes, G. J. de, J. A. McMurtry and H. A. Denmark. 1986. A catalog of the mite family Phytoseiidae. References to taxonomy, synonymy, distribution and habitat. EMBRAPA - DDT, Brasilia. 353 pp.

Moraes, G. J. de, J. A. McMurtry, H. A. Denmark and C. B. Campos. 2004. A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. *Zootaxa*. 434: 1-494.

Moraza, M. L. and M. A. Pena-Estevez. 2006. A new species of *Neoseiulella* (Acari: Phytoseiidae) from the Macaronesian Region, Canary Islands. *Zootaxa*. 1366: 55-59.

Moraza, M. L., M. A. Peña-Estevez and F. Ferragut. 2005. Two new species of *Neoseiulella* Muma of the Canary Islands (Acari: Phytoseiidae). *International Journal of Acarology*. 31(2):107-112.

Muma, M. H. 1961. Subfamilies, genera, and species of Phytoseiidae (Acarina: Mesostigmata). *Florida State Museum Bulletin*. 5(7): 267-302.

Narayanan, E. S. and S. Ghai. 1961. Some new records of mites associated with malformation in mango trees in India. *Proceedings of the Forty-eighth. Indian Science Congress*. 502 pp.

Narayanan, E. S. and S. Ghai. 1963. Some new records and a new species of mites associated with malformation of mango trees in India. *Proceedings of the National Institute of Science of India*. 29(b): 535-546.

Nesbitt, H. H. J. 1951. A taxonomic study of the Phytoseiidae (Family Laelaptidae) predaceous upon Tetranychidae of economic importance. *Zoologische Verhandelingen*. 12: 64 pp.+ 32 plates.

Nicotina, M. and E. Cioffi. 1998. Distribution of phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae) in hazelnut-growing areas in Campania. *Redia*. 81: 115-124.

Okassa, M., M.-S. Tixier, B. Cheval and S. Kreiter. 2009. Molecular and morphological evidence for a new species status within the genus *Euseius* (Acari: Phytoseiidae): consequences for taxonomy. *Canadian Journal of Zoology*. 87: 689-698.

Oudemans, A. C. 1930. *Acarologische Aanteekeningen*. CI. *Entomologische Berichten*. 8: 48-53.

Papadoulis, G. Th. and N. G. Emmanouel. 1990. Phytoseiid mites of Greece: new records of species and description of the male and immature stages of *Typhlodromus erymanthii* Papadoulis and Emmanouel. *Biologia Gallo-Hellenica*. 17(1): 13-26.

Papadoulis, G. Th. And N. G. Emmanouel. 1997. New records of phytoseiid mites from Greece, with a description of *Typhlodromus kimbasi* sp. nov. (Acarina: Phytoseiidae). *Acarologia*. 38(1): 21-28.

Prasad, V. 1974. A catalogue of mites of India. Indira Acarology Publishing House, Ludhiana, Punjab. 320 pp.

Praslicka, J. and A. Bartekova. 2008. Occurrence of predatory mites of the Phytoseiidae family on apple-trees in integrated and ecological orchards. *Plant Protection Science*. 44(2): 57-60.

Praslicka, J., A. Bartekova, J. Schlarmannova and R. Malina. 2009. Predatory mites of the Phytoseiidae family in integrated and ecological pest management systems in orchards in Slovakia . *Biologia*. 64(5): 959-961.

Pritchard, A. E. and E. W. Baker. 1962. Mites of the family Phytoseiidae from Central Africa, with remarks on genera of the world. *Hilgardia*. 33: 205-309.

Ragusa S. 2006. Phytoseiid mites (Parasitiformes Phytoseiidae) of some Eptanissan Islands (Greece). *Redia*. Lxxxix, 2006 - Appendix: 1-7

Ragusa S. and E. Ragusa. 1997. On Some Phytoseiid Mites (Parasitiformes, Phytoseiidae) from Styria (Austria). *Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermarkt*. 127: 137-145.

Ragusa, S. and H. Tsolakis. 1998. (1994-1998) Phytoseiid mites (Parasitiformes, Phytoseiidae) of Lesvos Island (Greece) with a description of a new species. *Entomologia Hellenica*. 12: 55-64.

Ragusa, S. and M. G. Paoletti. 1985. Phytoseiid mites (Parasitiformes, Phytoseiidae) of corn and soybean agroecosystems in the low-laying plain of Veneto (N-E Italy). *Redia*. 68: 69-89.

Ragusa Di. Ch. and H. Tsolakis. 1994. Revision of the genus *Kampimodromus* Nesbitt, 1951 (Parasitiformes, Phytoseiidae), with a description of a new species. *Acarologia*. 35(4), 305-322.

Rambier, A. 1974. Relations entre les acarïens nuisibles et leurs ennemis naturels. In: Les organismes auxiliaires en verger de pommiers. OILB/SROP. 107-109.

Ripka, G. 1998. New data to the knowledge on the phytoseiid fauna in Hungary (Acari: Mesostigmata). Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica. 33: 395-405.

Ripka, G. 2006. Checklist of the Phytoseiidae of Hungary (Acari: Mesostigmata). Arachnida. Folia Entomol. 67: 229-260.

Rivnay, T. and E. Swirski, E. 1980. Four new species of phytoseiid mites (Acarina: Mesostigmata) from Israel. Phytoparasitica. 8: 173-187.

Rowell, H. J., D. A. Chant and R. I. C. Hansell. 1978. The determination of setal homologies and setal patterns on the dorsal shield in the family Phytoseiidae (Acarina: Mesostigmata). The Canadian Entomologist. 110: 859-876.

Samsoniya, T. I. 1972. Species composition of predatory mites (Parasitiformes: Phytoseiidae) on stonefruit plants in eastern Georgia. Bulletin of the Academy Sciences of Georgian SSR. 65(1): 193-196.

Samsoniya, T. I. 1977. Zonal-vertical distribution of Phytoseiidae in eastern Georgia on pip fruit culture. Bulletin of the Academy Sciences of Georgian SSR. 87(1): 181-183.

Sarospataki, G., L. Szendrey and J. Mikulas. 1992. Raubmilben in der Weingärten von Ungarn. Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent. (Belgium). 57: 965-967.

Schicha, E. 1975. Predacious mites (Acarina: Phytoseiidae) on sprayed apple trees at Bathurst (N.S.W.). Journal of the Australian Entomological Society. 14: 217-219.

Schicha, E. 1978. *Typhlodromus nesbitti* Womersly redescribed (Acari: Phytoseiidae). Australian Entomology Magazine. 5(1): 5-7.

Schicha, E. 1980. Two new species of phytoseiid mites from Australia and redescription of six from New Zealand and Japan. General and Applied Entomology. 12: 16-31.

Schicha, E. 1983. New species, new records, and redescrptions of phytoseiid mites from Australia, Tahiti, and the African region (Acari: Phytoseiidae). International Journal of Entomology. 25(2-3): 103-126.

Schicha, E. 1987. Phytoseiidae of Australia and neighboring areas. Indira Publishing House, West Bloomfield, Michigan, USA, 187 pp.

Schicha, E. and M. Elshafie. 1980. Four new species of phytoseiid mites from Australia, and three species from America redescrbed (Acari: Phytoseiidae). Journal of the Australian Entomological Society. 19: 27-36.

Schicha, E. and J. McMurtry, J. 1986. Two new and two known species of *Typhlodromus* Scheuten (Acari: Phytoseiidae) from Australia. Journal of the Australian Entomological Society. 25: 177-183.

Schicha, E. and O'Dowd D. J. 1993. New Australian species of Phytoseiidae (Acarina) from leaf domatia. Journal of the Australian Entomological Society. 32: 297-305.

Steeghs, N., B. Nedstam and L. Lundqvist. 1993. Predatory mites of the family Phytoseiidae (Acari, Mesostigmata) from south Sweden. Entomologisk Tidskrift. 114: 19-27.

Swirski, E. and S. Amitai. 1982. Notes on predacious mites (Acarina: Phytoseiidae) from Turkey, with description of the male of *Phytoseius echinus* Wainstein and Arutunjan. Israel Journal of Entomology. 16: 55-62.

Swirski, E. and S. Amitai. 1984. Notes on phytoseiid mites (Mesostigmata: Phytoseiidae) from the Mediterranean littoral zone of Israel, with a description of a new species of *Typhloctonus*. Israel Journal of Entomology. 18: 71-82.

Swirski, E. and S. Amitai. 1997a. Notes on phytoseiid mites (Mesostigmata: Phytoseiidae) of Mt. Carmel (Israel), with descriptions of two new species. Israel Journal of Entomology. 31: 1-20.

Swirski, E. and S. Amitai. 1997b. Annotated list of phytoseiid mites (Mesostigmata: Phytoseiidae) in Israel. Israel Journal of Entomology. 31: 21-46.

Swirski, E. and S. Ragusa. 1976. Notes on predacious mites of Greece, with a description of five new species (Mesostigmata: Phytoseiidae). *Phytoparasitica*. 4: 101-122.

Swirski, E., S. Ragusa and H. Tsolakis. 1998. Keys to the phytoseiid mites (Parasitiformes: Phytoseiidae) of Israel. *Phytophaga*. 8: 85-154.

Szabo, P. 1980. Faunistikai vizsgalatok Toserdo atkain (Acari). *Folia Entomologica Hungarica*. 33(2): 377-378.

Thill, H. 1964. Beobachtungen an raubmilben auf Zwetschenbaumen. *Entomophaga*. 9: 239-242.

Tixier, M.-S., S. Kreiter, P. Auger, G. Sentenac, G. Salva and M. Weber. 2000. Phytoseiidae mite species located in uncultivated areas surrounding vineyards in three French regions. *Acarologia*. 41(1-2): 127-140.

Tixier, M.-S., S. Kreiter, F. Ferragut and B. Cheval. 2006a. The suspected synonymy of *Kampimodromus hmiminai* and *Kampimodromus adrianae* (Acari: Phytoseiidae): morphological and molecular investigations. *Canadian Journal of Zoology*. 84(8): 1216-1222.

Tixier, M.-S., S. Kreiter, Z. Barbar, S. Ragusa and B. Cheval. 2006b. The status of two cryptic species: *Typhlodromus exhilaratus* Ragusa and *Typhlodromus phialatus* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae): consequences for taxonomy. *Zoologica Scripta*. 35(2): 115-122.

Tixier, M.-S., V. Klaric, S. Kreiter and C. Duso. 2010. Phytoseiid Mite Species From Croatia, With Description of a New Species of the Genus *Typhlodromus* (*Typhlodromus*). *Entomological Society of America*. 103(2) : 165-180.

Treat, A. E. 1975. Mites of moths and butterflies. Comstock Publishing Associates, Cornell Univ. Press, Ithaca, USA, 362 pp.

Tseng, Y. H. 1975. Systematics of the mite family Phytoseiidae from Taiwan, with a revised key to genera of the world (I). *Journal of the Agricultural Association of China, New Series*. 91: 45-68.

Tseng, Y. H. 1983. Further study on phytoseiid mites from Taiwan (Acarina: Mesostigmata). Chinese Journal of Entomology. 3: 33-74.

Tuovinen, T. 1993. Identification and occurrence of phytoseiid mites (Gamasina: Phytoseiidae) in Finnish apple plantations and their surroundings. Entomologica Fennica. 4: 95-114.

Tuovinen, T. and J. A. H. Rokx. 1991. Phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) on apple trees and in surrounding vegetation in southern Finland. Densities and species composition. Experimental and Applied Acarology. 12 : 35-46.

Van de Vrie, M. 1963. Observations on the ecology of predatory mites (Phytoseiidae) on fruit trees. Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft. 36: 54-55.

Van de Vrie, M. 1972. Phytoseiid mites on tree crops, ornamental and wild plants in the Netherlands. Entomologische Berichten. 32: 13-20.

Van de Vrie, M. and H. J. De Fluiter. 1958. Some observations on the effect of insecticides and acaricides on the population of the European red spider mite (*Metatetranychus ulmi* Koch) and its principal predators in commercial orchards in the Netherlands. Proceedings of the Tenth International Congress of Entomology, Montreal, Aug. 17-25, 1956, Canada. 4: 603-606.

Viollier, B. and G. Fauvel. 1984. Comparaison de la faune vivant sur 2 especes de poiriers, *Pirus amygdaliformis* Vill. et *P. communis* L., en garrigue et dans un verger abandonne de la region de Montpellier [in French]. Agronomie. 4(1): 11-18.

Wainstein, B. A. 1958. New species of mites of the genus *Typhlodromus* (Parasitiformes: Phytoseiidae) from Georgia. Soobshcheniya Akademii Nauk Gruzinskoy SSR. 21(2): 201-207.

Wainstein, B. A. 1960. New species and subspecies of the genus *Typhlodromus* Scheuten (Parasitiformes, Phytoseiidae) of the USSR fauna. Zoologicheskii Zhurnal. 39: 683-690.

Wainstein, B. A. 1961. New species of mites of the genus *Typhlodromus* (Parasitiformes: Phytoseiidae) in Georgia. Trudy Instituta Zoologii Akademii Nauk Gruzinskoy SSR. 18: 153-162.

Wainstein, B. A. 1962. Révision du genre *Typhlodromus* Scheuten, 1857 et systematique de la famille des Phytoseiidae (Berlese 1916) (Acarina: Parasitiformes). Acarologia. 4: 5-30.

Wainstein, B. A. 1973. Predatory mites of the family Phytoseiidae (Parasitiformes) of the fauna of the Moldavian SSR. Fauna i Biologiya Nasekomykh Moldavii, Akademiya Nauk Moldavskoy SSR, Institut Zoologii. 12: 176-180.

Wainstein, B. A. 1977. A contribution to the fauna of the family Phytoseiidae (Parasitiformes) in Australia. Zoologicheskii Zhurnal. 56: 1413-1416.

Wainstein, B. A. and S. G. Vartapetov. 1973. Predatory mites of the family Phytoseiidae (Parasitiformes) of Adzharskaya ASSR. Akademiya Nauk Armyanskoy SSR, Biologicheskii Zhurnal Armenii. 26(2): 102-105.

Walter, D. E. 1997. Notes on Australian Typhlodrominae (Acari: Mesostigmata: Phytoseiidae), with descriptions of two new species of *Neoseiulella* Muma from Tropical Rainforests in far northern Queensland. Australian Journal of Entomology. 36: 333-338.

Walter, D. E. 1999. Cryptic inhabitants of a noxious weed: mites (Arachnida: Acari) on *Lantana camara* L. invading forests in Queensland. Australian Journal of Entomology. 38: 197-200.

Westerboer, I. and F. Bernhard. 1963. Die Familie Phytoseiidae Berlese 1916. In: Stammer, H. (Ed.), Beitrage zur Systematik und Okologie mitteleuropaischer Acarina. Band II, Mesostigmata I. pp. 451-791.

Wiackowski, S. K. and Z. W. Suski. 1963. Preliminary investigations on the predacious mites (Acarina: Phytoseiidae) in Poland. Prace Instytutu Sadownictwa. 7: 233-237.

Womersley, H. 1954. Species of the subfamily Phytoseiinae (Acarina: Laelaptidae) from Australia. Australian Journal of Zoology. 2: 169-191.

Wu, W. N. and W. M. Lan. 1991. A new species of the genus *Iphiseius* from Guangdong Province, China (Acari: Phytoseiidae). *Acta Zootaxonomica Sinica*. 16(2): 191-193.

Zaher, M. A. 1986. Predaceous and nonphytophagous mites (Nile Valley and Delta). Text. Survey and ecological studies on phytophagous, predaceous and soil mites in Egypt. PL 480 Programme USA, Project EG-ARS-30, Grant No. FG-EG-139. 567 pp.

III.C. Etude phylogénétique du genre *Neoseiulella* associée à une analyse biogéographique

Afin d'une part de tester la monophylie du genre *Neoseiulella* et, d'autre part, de caractériser les relations phylogénétiques entre les espèces appartenant à ce genre, des analyses phylogénétiques (en parcimonie et en inférence bayésienne) ont été réalisées. Du fait des problèmes d'échantillonnage rencontrés, l'étude phylogénétique présentée dans ce travail de thèse sera principalement basée sur des caractères morphologiques et, dans une moindre mesure, sur des caractères moléculaires. Il s'est en effet avéré impossible d'obtenir des espèces du genre *Neoseiulella* de certaines régions du monde, notamment d'Australie, d'Asie et des Îles Canaries (malgré de nombreuses demandes auprès des laboratoires d'acarologie et d'entomologie dans les pays dans lesquels elles ont été signalées). Nous avons malgré tout réalisé une analyse phylogénétique avec des caractères moléculaires pour les espèces collectées. Ces résultats seront donc présentés dans ce chapitre.

Nous présenterons dans un premier temps une étude biogéographique des espèces du genre *Neoseiulella* qui pourra, en lien avec les analyses phylogénétiques, conduire à discuter les différentes hypothèses et *scénarii* évolutifs. Une étude phylogénétique sur la base de caractères morphologiques des espèces de *Neoseiulella* sera ensuite présentée. Enfin, nous présenterons l'étude phylogénétique moléculaire préliminaire.

III. C.1. Etude biogéographique des espèces du genre *Neoseiulella*

III. C1.1. Matériel et méthodes

Les données. Afin de réaliser cette étude biogéographique, nous avons regroupé toutes les données concernant la distribution des espèces du genre *Neoseiulella*. Ces données sont issues des deux catalogues des Phytoseiidae publiés par Moraes *et al.* (1986, 2004) et de toutes les publications faisant référence à l'observation des espèces de ce genre. Pour chacune des espèces, les attributs sont l'année de collecte, le lieu de collecte (état ou ville, selon le niveau de précision) et la plante support (Annexe 3).

Les analyses. Une analyse parcimonieuse d'endémicité (**PAE**) (Rosen, 1988; Morrone, 1994) a été réalisée pour déterminer les relations entre les différentes régions biogéographiques. La matrice de données comprend les régions biogéographiques dans lesquelles ce genre est signalé et les 36 espèces valides de *Neoseiulella*. L'enracinement de l'arbre a été réalisé à partir des régions dans lesquelles ce genre n'a jamais été observé. Cette analyse a été effectuée en utilisant le programme **PAUP*** 4.0b10 (Swofford, 2002). L'indice de similarité

de **Jaccard** (Jaccard, 1901) a de plus été calculé entre les régions biogéographiques comme suit : $I = C / (N1+N2-C)$ ou C est le nombre d'espèces présentes dans deux régions, N1, le nombre total d'espèces présentes dans la première région et N2, le nombre total d'espèces présentes dans la deuxième région (Brown & Lomolino, 1998).

III.C.1.2. Résultats

Le genre *Neoseiulella* est présent dans quatre régions biogéographiques (Tableau II) : Ouest-Paléarctique, Australasienne, Orientale et Néarctique. Les espèces de ce genre n'ont en revanche pas été observées dans les régions Néotropicale, Éthiopienne et Est-Paléarctique. Elles sont incluses dans deux groupes majeurs selon leur distribution géographique :

- Le premier groupe comprend dix-huit espèces majoritairement présentes dans la région Ouest-Paléarctique : *N. aceri*, *N. arinoi*, *N. arutunjani*, *N. canariensis*, *N. carmeli*, *N. crassipilis*, *N. elongata*, *N. ferraguti*, *N. litoralis*, *N. longiseta*, *N. montforti*, *N. neoviniferae*, *N. perforata*, *N. runiacus*, *N. splendida*, *N. tiliarum*, *N. tuberculata* et *N. sexapori*. Parmi elles, 16 espèces sont endémiques de cette région, et seules *N. aceri* et *N. tiliarum* sont également présentes dans la région Néarctique. Ces deux espèces sont également les plus fréquemment mentionnées au sein de ce genre dans la littérature scientifique.

- Le deuxième groupe comprend quinze espèces majoritairement présentes dans la région Australasienne : *N. ashleyae*, *N. cassinia*, *N. coreen*, *N. corrugata*, *N. cottieri*, *N. dachanti*, *N. elaeocarpi*, *N. manukae*, *N. myopori*, *N. nesbitti*, *N. novaezealandiae*, *N. oleariae*, *N. spaini*, *N. steeli* et *N. steveni*. Parmi elles, 14 espèces sont endémiques de cette région, et seule *N. nesbitti* est également rencontrée dans la région Orientale. *Neoseiulella novaezealandiae* et *N. dachanti* sont les deux espèces australasiennes les plus fréquemment mentionnées dans la bibliographie (Tableau II).

Trois autres espèces (*N. celtis*, *N. compta* et *N. vollsella*) sont endémiques de la région Orientale.

Les niveaux d'endémisme sont très élevés. En effet, 33 espèces sur les 36 appartenant au genre *Neoseiulella* sont endémiques d'une région biogéographique donnée (Tableau II). Ces résultats sont confirmés par les indices de Jaccard (Tableau III) et la **PAE** (figure 12). En effet, la similitude entre les régions est presque nulle. Le cladogramme obtenu par la **PAE** montre que les régions Ouest-Paléarctique et Néarctique sont regroupées entre-elles du fait de la présence de deux espèces communes à ces deux régions (*N. tiliarum* et *N. aceri*). Etant donnée la présence de ces deux espèces, par ailleurs très communes en Europe, uniquement sur la côte atlantique du Canada et des Etats-Unis, on est en droit d'émettre l'hypothèse que

Tableau II. Nombre de signalements des 36 espèces du genre *Neoseiulella* dans les différentes régions biogéographiques.

Espèces	Régions	Australasienne	Orientale	Ouest-Paléarctique	Néarctique	Est-Paléarctique	Néotropicale	Ethiopienne	Nombre total de collectes par espèce
<i>N. aceri</i> (= <i>N. squamiger</i> & <i>N. aceris</i>)		0	0	80	11	0	0	0	91
<i>N. arinoi</i>		0	0	4	0	0	0	0	4
<i>N. arutunjani</i>		0	0	1	0	0	0	0	1
<i>N. ashleyae</i>		10	0	0	0	0	0	0	10
<i>N. canariensis</i>		0	0	13	0	0	0	0	13
<i>N. carmeli</i>		0	0	4	0	0	0	0	4
<i>N. cassinae</i>		2	0	0	0	0	0	0	2
<i>N. celti</i>		0	1	0	0	0	0	0	1
<i>N. compta</i> (= <i>N. multispinosa</i>)		0	2	0	0	0	0	0	2
<i>N. coreen</i>		5	0	0	0	0	0	0	5
<i>N. corrugata</i>		1	0	0	0	0	0	0	1
<i>N. cottieri</i>		10	0	0	0	0	0	0	10
<i>N. crassipilis</i>		0	0	3	0	0	0	0	3
<i>N. dachanti</i>		22	0	0	0	0	0	0	22
<i>N. elaeocarpi</i>		1	0	0	0	0	0	0	1
<i>N. elongata</i>		0	0	2	0	0	0	0	2
<i>N. ferraguti</i>		0	0	2	0	0	0	0	2
<i>N. litoralis</i>		0	0	17	0	0	0	0	17
<i>N. longiseta</i>		0	0	7	0	0	0	0	7
<i>N. manukae</i> (= <i>N. glenfieldensis</i>)		7	0	0	0	0	0	0	7
<i>N. montforti</i>		0	0	4	0	0	0	0	4
<i>N. myopori</i>		2	0	0	0	0	0	0	2
<i>N. neoviniiferae</i>		0	0	1	0	0	0	0	1
<i>N. nesbitti</i> (= <i>N. armidalensis</i>)		12	2	0	0	0	0	0	14
<i>N. novaezealandiae</i>		28	0	0	0	0	0	0	28
<i>N. oleariae</i>		11	0	0	0	0	0	0	11
<i>N. perforata</i>		0	0	19	0	0	0	0	19
<i>N. runiacus</i>		0	0	3	0	0	0	0	3
<i>N. sexapori</i>		0	0	1	0	0	0	0	1
<i>N. spaini</i>		2	0	0	0	0	0	0	2
<i>N. splendida</i>		0	0	11	0	0	0	0	11
<i>N. steeli</i>		1	0	0	0	0	0	0	1
<i>N. steveni</i>		1	0	0	0	0	0	0	1
<i>N. tiliarum</i> (= <i>N. formosa</i>)		0	0	231	18	0	0	0	249
<i>N. tuberculata</i>		0	0	12	0	0	0	0	12
<i>N. vollsella</i> (= <i>N. transitans</i> & <i>N. prunus</i>)		0	4	0	0	0	0	0	4
Nombre total de collectes par région		115	9	415	29	0	0	0	568
Nombre total d'espèces par région		15	4	18	2	-	-	-	
Nombre d'espèces endémiques par région		14	3	16	0	-	-	-	

leur présence dans la région Néarctique est liée à des introductions. En effet, *N. tiliarum* n'a pas été signalée que 3 fois aux Etats-Unis et, qui plus est, sur deux espèces de lépidoptères, *Graphiphora haruspica* (Grote) et *Spaelotis clandestina* (Harris) (Treat, 1970, 1975). Ceci laisse à penser que la région Néarctique ne présenterait pas d'espèces de *Neoseiulella* en dehors de ces introductions supposées. Les régions Orientale et Australasienne sont groupées entre-elles du fait de la présence d'une espèce commune (*N. nesbitti*) (figure 12).

Les espèces du genre *Neoseiulella* ont été observées sur une grande diversité de plantes, environ 200 espèces appartenant à 67 familles botaniques (Annexe 4). Ces espèces végétales appartiennent cependant majoritairement aux familles des Rosaceae, Asteraceae, Fagaceae et Fabaceae. On peut également noter que les espèces ouest-paléarctiques sont observées sur une plus grande diversité d'espèces de plantes (127 espèces et 48 familles de plantes) que les espèces australasiennes (56 espèces et 28 familles de plantes) ou orientales (8 espèces et 7 familles de plantes) (Annexe 4).

Tableau III. Indices de similarité (Jaccard) entre les régions biogéographiques dans lesquelles le genre *Neoseiulella* est signalé.

	Région Australasienne	Région Orientale	Région Ouest-Paléarctique	Région Néarctique
Région Australasienne	-			
Région Orientale	0.056	-		
Région Ouest-Paléarctique	0	0	-	
Région Néarctique	0	0	0.11	-

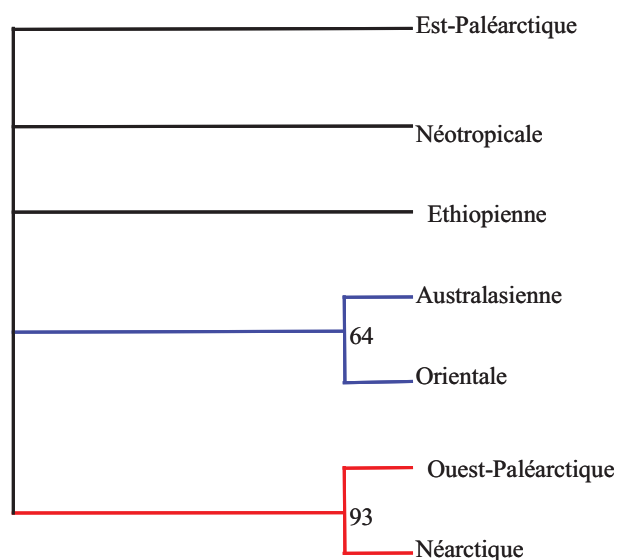


Figure 12. Cladogramme obtenu par la PAE montrant les relations entre les régions biogéographiques en fonction de la distribution des espèces de *Neoseiulella* (L = 36; CI = 1). Les nombres aux nœuds représentent les valeurs des bootstraps

III.C.2. Distribution géographique et différences morphologiques ?

Comme les espèces du genre *Neoseiulella* sont essentiellement localisées dans deux régions (zones Australasienne et Ouest-Paléarctique) (Tableau II), nous avons réalisé des analyses statistiques (Analyses de variance et factorielles) afin de déterminer si cette distribution disjointe pouvait se traduire par des différences morphologiques.

III.C.2.1. Matériel et méthodes

Les caractères morphologiques pris en considération

Un total de 57 caractères morphologiques, principalement issus des observations du matériel typique (chapitre III-B), a été pris en compte :

- Trente-deux caractères morphologiques continus (Annexe 5) : ces caractères sont souvent les dimensions du bouclier dorsal et des soies qu'il porte, et celles des différents boucliers ventraux.
- Vingt-cinq caractères morphologiques discrets quantitatifs ou qualitatifs (Annexe 6) : position de ST3 (hors / sur le bouclier sternal), présence / absence de certaines soies (JV3, JV4), des macrosoies sur les pattes III et IV et des paires de solénostomes (dorsaux et ventraux); nombre de soies sur le genou II ; nombre de dents sur les deux mors (fixe et mobile) des chélicères ; longueur du péritrème ; forme de la spermathèque.

Les analyses réalisées

- **Analyses de variance paramétriques (ANOVA) ou non paramétriques (Kruskal-Wallis) :** ces analyses ont été effectuées afin de déterminer si les moyennes des caractères morphométriques continus (longueur de soies, essentiellement) étaient différentes entre les espèces de *Neoseiulella*, selon leur localisation géographique. Lorsque des différences significatives ont été observées, un test de comparaison de moyennes a été effectué.
- **Analyses factorielles :** des Analyses Factorielle des Correspondances (AFC) pour les caractères discrets et en Composantes Principales (ACP) pour les caractères continus ont été réalisées. Ces analyses ont été effectuées afin de déterminer comment la combinaison des caractères morphologiques des espèces de *Neoseiulella* pouvait refléter leur distribution géographique.

III.C.2.2. Résultats

- Les analyses de variance

Les moyennes de certains caractères morphologiques se sont avérées significativement différentes entre les espèces ouest-paléarctiques et australasiennes du genre *Neoseiulella* (Tableau IV). S'agissant des espèces orientales, elles présentent, une position intermédiaire entre les espèces australasiennes et les espèces ouest-paléarctiques notamment pour les dimensions du bouclier dorsal et les longueurs des soies s6, S2, z5, Z5 et R1.

Tableau IV. Moyennes (écarts-types) des caractères morphologiques significativement différents entre les espèces ouest-paléarctiques et australasiennes du genre *Neoseiulella* et résultats de l'analyse de la variance (ANOVA).

Caractères	Espèces ouest-paléarctiques	Espèces australasiennes	Valeurs de <i>P</i>
Longueur de la soie J5	15 (2)	11 (1)	0,026
Longueur de la soie z5	18 (3)	13 (2)	0,016
Longueur de la soie Z5	60 (13)	88 (21)	0,033
Longueur de la soie s6	37 (13)	27 (9)	0,04
Longueur de la soie S2	41 (7)	30 (5)	0,04
Longueur de la soie S4	36 (11)	21 (6)	0,003
Longueur de la soie S5	28 (7)	20 (4)	0,021
Longueur de la soie R1	27 (5)	18 (3)	0,002
Longueur du bouclier dorsal	375 (21)	404 (26)	0,008
Largeur du bouclier dorsal (au niveau de s4)	192 (17)	227 (20)	0,005
longueur du bouclier sternal	65 (10)	81 (8)	0,001
Largueur du bouclier sternal (au niveau de ST2)	69 (8,4)	83 (9,1)	0,001
Longueur du bouclier ventrianal	126 (8,5)	137 (8)	0,04

- Les analyses multifactorielles

► Dans une première analyse, 25 caractères morphologiques discrets ont été pris en compte (figure 13). Les espèces ouest-paléarctiques et australasiennes sont majoritairement bien séparées sur l'axe 1 qui explique 46 % de la variabilité totale. Cette séparation est principalement due au nombre de paires de soies sur le bouclier sternal (2 paires pour les espèces ouest-paléarctiques, 3 paires pour les espèces australasiennes), à la présence / absence de gd4 (absent pour la majorité des espèces ouest-paléarctiques, présent pour les espèces australasiennes), à la présence / absence des macrosoies sur le genou III et le genou et tibia IV (absentes pour les espèces ouest-paléarctiques, présentes pour la majorité des espèces australasiennes) et au nombre de dents sur le mors fixe de la chélicère (1 à 5 dents pour les espèces ouest-paléarctiques, 5 à 13 dents pour les espèces australasiennes). Trois espèces

australasiennes (*N. cassiniae*, *N. coreen* et *N. steveni*) sont proches des espèces ouest-paléarctiques. Ces trois espèces sont distinguées de toutes les espèces australasiennes par l'absence de solénostomes sur le bouclier ventrianal.

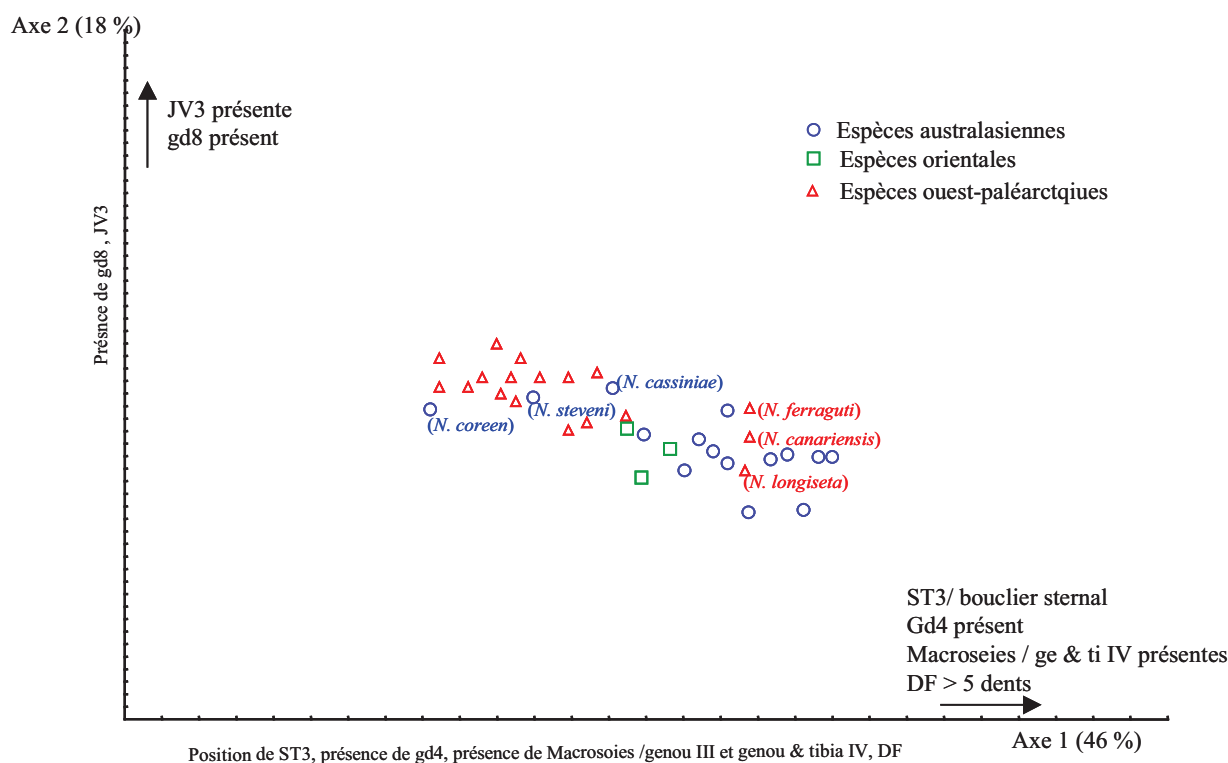


Figure 13. Représentation des espèces du genre *Neoseiulella* sur les deux premiers axes de l'analyse factorielle (AFC) réalisée à partir de 25 caractères morphologiques discrets

Trois espèces ouest-paléarctiques (*N. ferraguti*, *N. canariensis* et *N. longiseta*) sont en revanche situées parmi les espèces australasiennes. Ces trois espèces endémiques des Îles Canaries se distinguent des espèces paléarctiques par la présence de 3 paires de macrosoies sur la patte IV et plus de 5 dents sur le mors fixe de la chélicère. Les trois espèces orientales sont situées entre les espèces ouest-paléarctiques et australasiennes.

► Dans une deuxième analyse, 32 caractères morphologiques continus ont été pris en compte (figure 14). Une distinction entre les espèces australasiennes et ouest-paléarctiques est également observée, essentiellement sur l'axe 1 qui explique 46 % de la variabilité totale. Cet axe est expliqué par la longueur de certaines soies dorsales (J5, z5, s6, S2, S4, S5 et R1). Comme l'analyse précédente, trois espèces australasiennes (*N. cassiniae*, *N. coreen* et *N. steveni*) sont proches des espèces ouest-paléarctiques; trois espèces ouest-paléarctiques (*N. ferraguti*, *N. canariensis* et *N. longiseta*) endémiques des Îles Canaries sont proches des

espèces australasiennes; et les trois espèces orientales sont situées entre les espèces australiennes et ouest-paléarctiques.

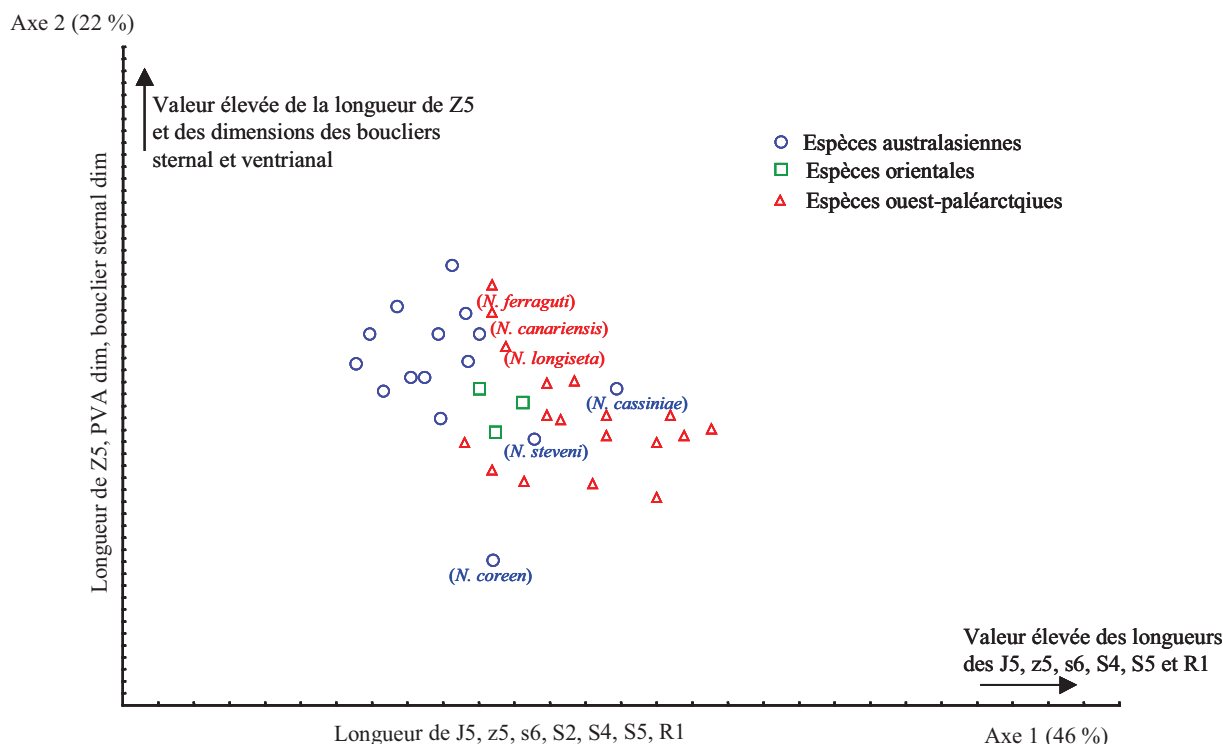


Figure 14. Représentation des espèces du genre *Neoseiulella* sur les deux premiers axes de l'analyse factorielle (ACP) réalisée à partir de 32 caractères morphologiques continus

III.C.2.3. Discussion et conclusion

Les espèces ouest-paléarctiques et australasiennes sont clairement distinctes sur le plan morphologique. Cependant, certaines espèces australasiennes (*N. cassiniq*, *N. coreen* et *N. steveni*) sont proches de celles de la région Ouest-Paléarctique, alors que des espèces ouest-paléarctiques endémiques des Îles Canaries sont proches de celles de la région Australasienne. Les trois espèces orientales (*N. celtis*, *N. compta* et *N. vollsella*) sont situées entre les deux groupes précédents d'espèces. A partir d'une telle distinction, géographique autant que morphologique, se pose la question de la nature de chacun de ces deux groupes d'espèces ainsi que de la monophylie du taxon qui les englobe. Pour répondre à ces questions, des analyses phylogénétiques ont été réalisées afin de tester les deux grandes hypothèses (figure 15) pouvant expliquer une telle distribution géographique.

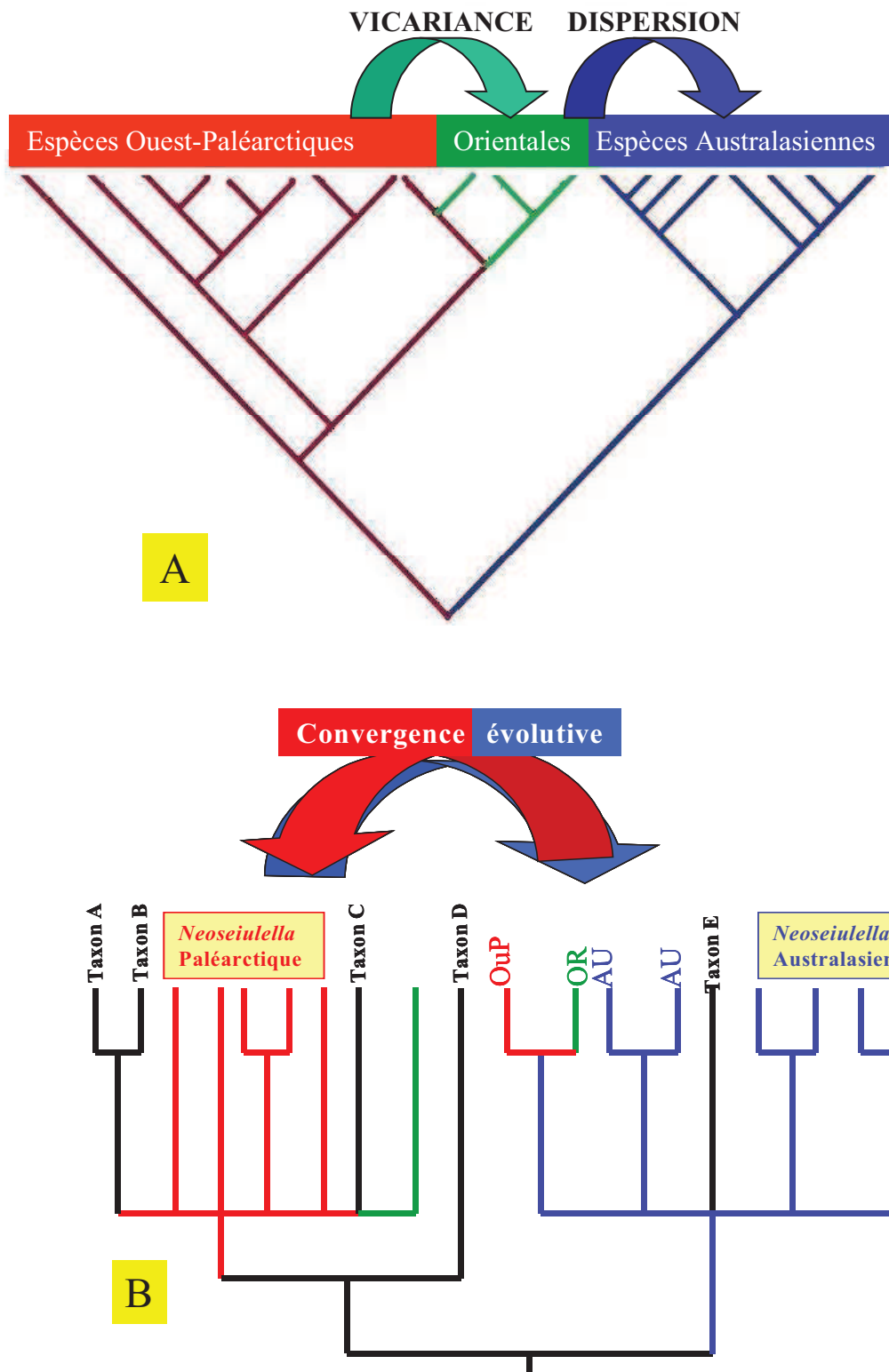


Figure 15. Schéma des deux hypothèses émises pour expliquer la répartition disjointe des espèces du genre *Neoseiulella* : (a), vicariance et dispersion; (b), convergence évolutive

- **Hypothèse A.** Le genre *Neoseiulella* serait monophylétique. La distribution disjointe serait due à des phénomènes de vicariance et de dispersion. Cette hypothèse supposerait (i) des phénomènes d'extinction de ces espèces dans les régions intermédiaires entre les zones australasiennes et ouest paléarctiques ou (ii) l'absence de découvertes jusqu'à présent de ces espèces dans ces mêmes zones intermédiaires. Une telle hypothèse supposerait de plus une origine paléarctique (la diversité la plus élevée des espèces du genre et leurs plantes supports) du genre puis une dispersion vers la zone australasienne, car si l'origine était gondwanienne, il serait en effet très étonnant de ne pas avoir trouvé ces espèces dans les autres régions gondwaniennes, notamment en Afrique et en Amérique du Sud.
- **Hypothèse B.** Le genre *Neoseiulella* serait polyphylétique. Les ressemblances morphologiques ne seraient pas héritées d'un même ancêtre commun mais seraient dues à des phénomènes de convergences évolutives. Cette hypothèse supposerait (i) que les espèces australasiennes partagent un ancêtre commun avec des espèces (et genres) de la sous-famille des Typhlodrominae présentes dans la zone australasienne ou de façon plus large dans la zone gondwanienne, (ii) que les espèces ouest-paléarctiques partagent un ancêtre commun avec des espèces (et genres) de la sous-famille des Typhlodrominae présents dans la zone ouest-paléarctique ou de façon plus large dans la zone laurasienne. Les espèces orientales pourraient avoir résultées des différents événements de vicariance et de dispersion dans cette région intermédiaire entre les deux régions principalement distinctes.

Pour tester ces deux hypothèses, nous avons étudié la position phylogénétique des espèces du genre *Neoseiulella* au sein de la tribu des Typhlodromini, puis au sein de la sous-famille des Typhlodrominae.

III.C.3. Etudes phylogénétiques des espèces du genre *Neoseiulella*

III.C.3.1. Matériel et méthodes

Les données. Du fait de la difficulté à trouver une méthode suffisamment fiable pour coder les données continues, dont la distribution peut montrer des chevauchements ("overlapping") entre deux espèces différentes, les analyses effectuées ont uniquement été basées sur des données qualitatives. En effet, les méthodes de codage des caractères quantitatifs, et leur

utilisation dans des analyses phylogénétiques en général, sont soumises à de larges débats (Archie, 1985 ; Pimentel & Riggins, 1987 ; Cranston & Humphries, 1988 ; Chappill, 1989 ; Thiele, 1993).

Les analyses. Des analyses phylogénétiques ont été effectuées en utilisant, d'une part le principe de la parcimonie de Wagner à l'aide du logiciel **PAUP*** 4.0b10 (Swofford, 2002) et, d'autre part, l'approche bayésienne à l'aide du logiciel MrBayes version 3.1.2 (Huelsenbeck & Ronquist, 2001 ; Ronquist & Huelsenbeck, 2003). Les méthodologies utilisées pour réaliser ces analyses sont celles déjà explicitées dans l'article A1 [excepté pour le nombre de générations (1 000 000); la stabilisation des paramètres du modèle (« burn-in ») qui intervient autour de 10 000 générations, pour l'analyse bayésienne].

III.C.3.2. Comment se situent les espèces du genre *Neoseiulella* au sein de la tribu des Typhlodromini ?

Les données

Le groupe interne comprend les 36 espèces valides du genre *Neoseiulella* et 3 espèces appartenant à deux autres genres de la tribu des Typhlodromini :

- Le genre *Typhlodromus*. Il comprend 373 espèces réparties en deux sous-genres : *Typhlodromus* (*Anthoseius*) (316 espèces) et *Typhlodromus* (*Typhlodromus*) (57 espèces) (Chant & McMurtry, 2007). Deux espèces appartenant à ces deux sous-genres ont été prises en considération dans cette analyse : *T. (Anthoseius) recki* Wainstein et *T. (Typhlodromus) pyri* Scheuten. Les états des caractères morphologiques de ces deux espèces sont extraits des publications d'Athias-Henriot (1960), Swirski *et al.* (1998) et Chant et Yoshida-Shaul (1987). De plus, ces états de caractères ont été vérifiés par l'observation des lames de la collection d'acariens de Montpellier-SupAgro, UMR CBGP.

- Le genre *Typhloseiulus*. Il comporte neuf espèces (Chant & McMurtry, 2007). Une espèce, *Typhloseiulus simplex* (Chant), a été prise en compte dans cette analyse. Les états des caractères morphologiques sont issus des publications de Swirski *et al.* (1998) et Chant et Yoshida-Shaul (1983).

Le groupe externe comprend deux espèces appartenant à deux autres tribus de la sous-famille des Typhlodrominae :

- *Paraseiulus soleiger* (Ribaga). Cette espèce appartient à la tribu des Paraseiulini, qui contient trois genres : *Paraseiulus*, *Australiseiulus* et *Kuzinellus*. Cette tribu présente les espèces les plus « pileuses » (chaetotaxie idiosomale) de la sous-famille des

Typhlodrominae. Elles portent notamment la soie z6 (absente pour les espèces de la tribu des Typhlodromini) (Chant & McMurtry, 2007).

- *Galendromus* (*Galendromus*) *occidentalis* (Nesbitt). Cette espèce appartient à la tribu des Metaseiulini qui contient quatre genres (*Galendromus*, *Metaseiulus*, *Typhlodromina* et *Gigagnathus*). Cette tribu est distinguée de la tribu des Typhlodromini par l'absence des soies S4 et JV4 (Chant & McMurtry, 2007).

Les états des caractères morphologiques de ces deux espèces sont issus des publications d'Athias-Henriot (1960), Chant et Yoshida-Shaul (1982) et Chant et Yoshida-Shaul (1984). Ils ont de plus été vérifiés par l'observation des lames de la collection d'acariens de Montpellier-SupAgro, UMR CBGP.

Une matrice de 23 caractères morphologiques discrets (Tableau V) a été élaborée. La majorité de ces caractères présente une valeur taxonomique pour l'identification supra-spécifique des Phytoseiidae.

Résultats

La figure (16) montre les arbres phylogénétiques obtenus à partir de l'analyse basée sur (a) la parcimonie ($L = 17$; $CI = 0,74$; $HI = 0,26$; $RI = 0,93$) et (b) l'analyse bayésienne. Les valeurs de bootstraps (analyse en parcimonie) soutenant ces nœuds sont faibles, très certainement du fait d'un fort niveau d'homoplasie. En revanche, les probabilités *a posteriori* soutenant les nœuds de l'arbre bayésien sont plus élevées.

Dans les deux analyses : (i) les espèces de la tribu des Typhlodromini sont bien séparées des groupes externes; (ii) le genre *Neoseiulella* ne semble pas totalement monophylétique. Dans l'analyse en parcimonie, les espèces des deux sous-genres de *Typhlodromus* et du genre *Typhloseiulus* sont incluses dans le clade comprenant les espèces du genre *Neoseiulella*. Dans l'analyse bayésienne, 32 espèces de *Neoseiulella* sur les 36 considérées appartiennent à un même clade bien séparé des autres genres de la tribu des Typhlodromini (*Typhlodromus* et *Typhloseiulus*). A l'intérieur de ce clade, on observe plusieurs sous-groupes :

- Un sous-groupe comprend toutes les espèces australasiennes du genre *Neoseiulella* (excepté *N. coreen* en position basale de l'arbre, qui est séparée des autres espèces australasiennes par l'absence de macrosoies sur les pattes, la dentition des deux mors fixe et mobile de la chélicère), deux espèces orientales (*N. celtis* et *N. vollsella*, décrites de Jammu-et-Cachemire (nord de l'Inde) et de Punjab (nord-est du Pakistan)) et deux espèces sur les 6 décrites des Îles Canaries (*N. canariensis* et *N. longiseta*).

Tableau V. Matrice de **23** caractères morphologiques discrets de **36** espèces du genre *Neoseiulella*, de **3** espèces de la tribu des Typhlodromini ("groupe interne") et des **2** espèces de la sous-famille des Typhlodrominae ("groupes externes"), utilisés pour réaliser l'analyse phylogénétique de *Neoseiulella*.

Número de caractère	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
Espèces	Caractères	Présence de z6	Présence de Z1	Présence de S4	Présence de S5	Présence de R1	Présence de JV2	Présence de JV3	Présence de JV4	Position de ST3	Soies dorsales sur tubercules	Présence de solénostomes/ pVA	pVA réduite ou non	Peritreme length	Peritreme nature	Présence de AL sur genou II	Présence de AV sur genou II	Présence de macrosoie/ge III	Présence de macrosoie/ti III	Présence de macrosoie/ge IV	Présence de macrosoie/tiIV	Présence de macrosoie/ sti IV	DF	DM
<i>N. aceri</i>		0*	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>N. arinoi</i>		0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1
<i>N. arutunjani</i>		0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>N. ashleyae</i>		0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
<i>N. canariensis</i>		0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1
<i>N. carmeli</i>		0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>N. cassinae</i>		0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1
<i>N. celtis</i>		0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>N. compta</i>		0	1	1	1	1	1	1	1	?	0	1	0	1	0	?	?	0	0	0	0	0	0	0
<i>N. coreen</i>		0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>N. corrugata</i>		0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
<i>N. cottieri</i>		0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
<i>N. crassipilis</i>		0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>N. dachanti</i>		0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>N. elaeocarpi</i>		0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1
<i>N. elongata</i>		0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>N. ferraguti</i>		0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
<i>N. litoralis</i>		0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>N. longiseta</i>		0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1
<i>N. manukae</i>		0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>N. montforti</i>		0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>N. myopori</i>		0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>N. neoviniferae</i>		0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>N. nesbitti</i>		0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1
<i>N. novaezealandiae</i>		0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1
<i>N. oleariae</i>		0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
<i>N. perforata</i>		0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
<i>N. runiacus</i>		0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>N. sexapori</i>		0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>N. spaini</i>		0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1
<i>N. splendida</i>		0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>N. steeli</i>		0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>N. steveni</i>		0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1
<i>N. tiliarum</i>		0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>N. tuberculata</i>		0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>N. vollsella</i>		0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1
<i>T.(Typhlodromus) pyri</i>		0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1
<i>T.(Anthosieus) recki</i>		0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1
<i>Typhloseiulus simplex</i>		0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Paraseiulus soleiger</i>		1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Galendromus occidentalis</i>		0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1

0 = soie absente, 1 = soie présente (excepté pour les caractères **9** (0 = ST3 hors le bouclier sternal, 1 = ST3 sur le bouclier sternal); **10** (0 = soies simples, 1 = soies insérées sur des tubercules); **12** (0 = bouclier ventral non réduit, 1 = réduit); **13** (0 = péritrème court qui s'étend à s4, z4 ou z2, 1 = péritrème long qui s'étend à j1 ou j3); **14** (0 = péritrème pointu, 1 = strié); **22** (0 = mors fixe comporte de 1-5 dents, 1 = > 5 dents); **23** (0 = mors mobile dépourvu de dents, 1 = mors mobile qui comporte 1-3 dents).

Ce premier sous-groupe est expliqué par les caractères suivants : JV3 absente ; ST3 se situe sur le bouclier sternal ; 1 à 2 macrosoies sur la patte III et 2 à 3 macrosoies sur la patte IV ; le péritrème est long (j1 ou j1-j3) ; le mors fixe des chélicères porte au moins 5 dents et le mors mobile porte de 1 à 3 dents.

- Deux autres sous-groupes comprennent les espèces ouest-paléarctiques (excepté *N. aceri*, *N. tiliarum*, *N. elongata*, en position plus basale de l'arbre).
 - o Dans le premier de ces sous-groupes, on observe *N. monforti*, *N. neoviniferae*, *N. litoralis*, *N. perforata* et *N. carmeli*. Ces 5 espèces sont signalées de la région méditerranéenne (Algérie, Egypte, Espagne, Israël, Sud de la France). Les caractères qui expliquent ce dernier groupe sont : 6 paires de solénostomes sur le bouclier dorsal, 1 macrosoie sur le basitarse IV, 1 à 3 dents sur le mors fixe.
 - o Le deuxième de ces sous-groupes contient 3 espèces des Îles Canaries (*N. arinoi*, *N. ferraguti* et *N. splendida*) en position basale, 4 espèces d'Europe centrale ou du nord (*N. arutunjani*, *N. runiacus*, *N. tuberculata* et *N. sexapori*), une espèce du sud de la France (*N. crassipilis*) et une espèce orientale (*N. compta*). Les caractères qui expliquent ce groupe sont : JV3 présente; ST3 se situe hors du bouclier sternal.

Neoseiulella elongata (espèce ouest-paléarctique) est séparée de toutes les autres espèces du genre (analyse bayésienne) par la nature du péritrème ; elle est également proche de l'espèce du genre *Typhloseiulus* (dans l'analyse en parcimonie) qui présente ce même état de caractère, qui est propre à ce dernier genre au sein de toute la famille des Phytoseiidae. *Neoseiulella aceri* et *N. tiliarum* (espèces ouest-paléarctiques) sont également séparées des deux sous-groupes ouest-paléarctiques (analyse bayésienne) par les caractères suivants : ST3 se situe sur le bouclier sternal ; présence de JV3 ; absence de macrosoie sur les pattes.

Conclusion

Les résultats obtenus par les deux méthodes d'analyse (en parcimonie et en inférence bayésienne) ne sont pas complètement congruents. De plus, les arbres ne sont pas très robustes et de forts niveaux d'homoplasie ont été observés. Dans les deux analyses, les espèces du genre *Neoseiulella* ne forment cependant pas un groupe monophylétique.

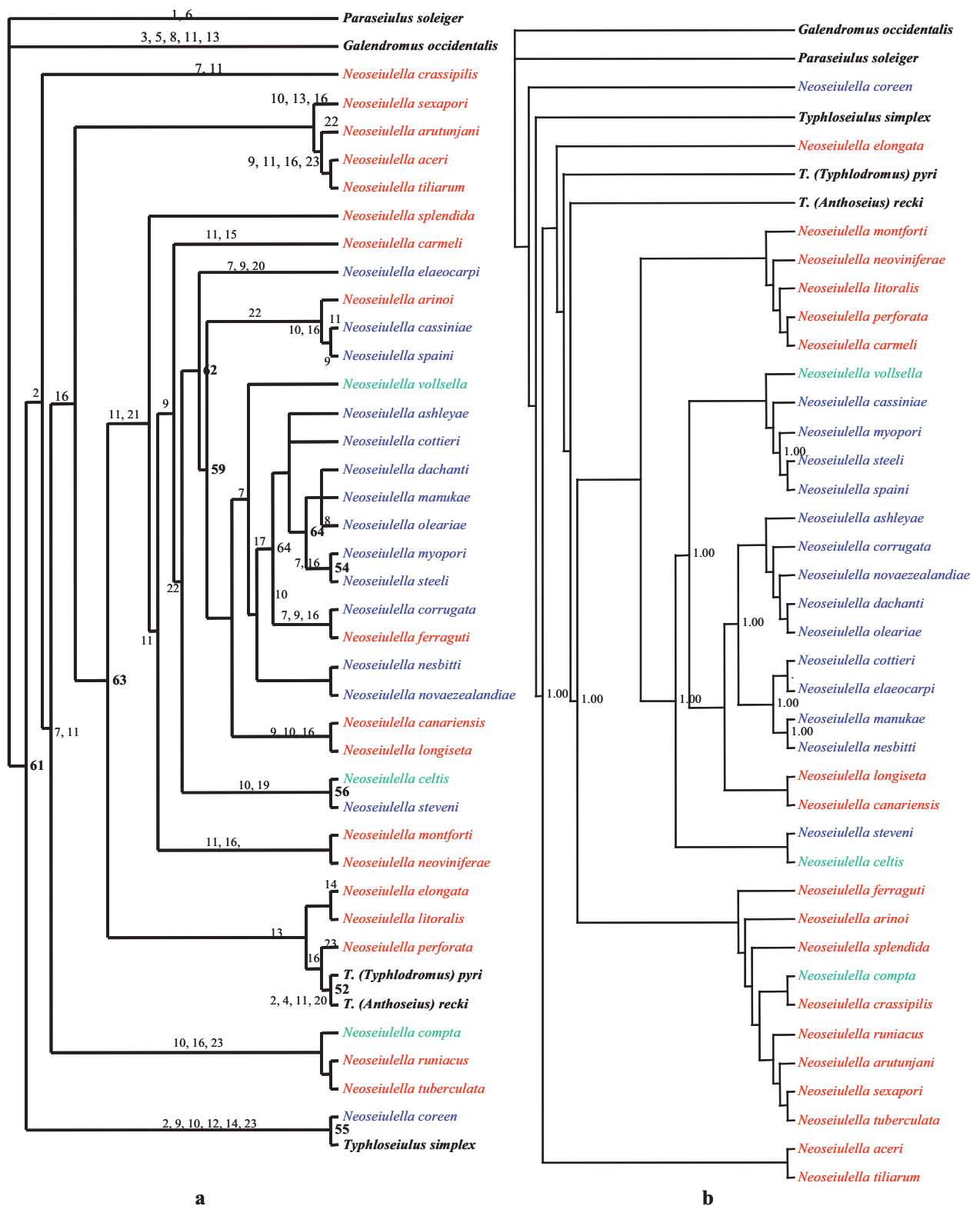


Figure 16. Arbre de consensus majoritaire à 50 % obtenu (a) pour l'analyse en parcimonie et (b) pour l'analyse bayésienne, à partir des 23 caractères morphologiques discrets des espèces du genre *Neoseiulella*, de 3 espèces de la tribu des Typhlodromini (« groupes internes ») et 2 espèces (« groupes externes ») (les numéros aux nœuds correspondent aux valeurs de (a) « bootstraps » et (b) probabilités *a posteriori*). En bleu, espèces australasiennes; en rouge, espèces ouest-paléarctiques; en vert, espèces orientales

Ces analyses ne permettent pas de déterminer au sein de la tribu des Typhlodromini un ancêtre commun du groupe australasien, d'une part, et un (ou plusieurs) ancêtre commun du groupe ouest-paléarctique, d'autre part. Les espèces ouest-paléarctiques ne semblent en effet pas constituer un groupe monophylétique et elles sont séparées en deux groupes géographiquement distincts (pourtour méditerranéen / Europe Centrale et du Nord). Les espèces australasiennes (excepté *N. coreen*) sont en revanche regroupées dans un clade majeur avec des espèces décrites des Îles Canaries et deux espèces orientales (*N. vollsella* et *N. celtis*, décrites d'Inde, région dans laquelle la seule espèce australasienne partagée avec la région Orientale est signalée).

Les genres inclus dans la tribu des Typhlodromini ont essentiellement une distribution ouest-paléarctique, excepté le sous-genre *Typhlodromus* (*Anthoseius*) qui présente de nombreuses espèces également dans les régions Est-Paléarctique et Orientale (Tixier *et al.*, 2008). En considérant l'hypothèse B (polyphylie du genre *Neoseiulella*), les espèces ouest-paléarctiques se regrouperaient avec les espèces paléarctiques de la tribu des Typhlodromini, tandis que les espèces australasiennes et orientales se regrouperaient avec les espèces orientales et est-paléarctiques de la tribu des Typhlodromini. Or, les deux analyses réalisées ne montrent pas une telle structuration. On pourrait donc pencher pour l'hypothèse A (monophylie du genre *Neoseiulella*), c'est à dire une origine commune des espèces du genre *Neoseiulella* au sein des Typhlodromini. Cependant, cette analyse ne montre pas non plus cette monophylie (figure 16). Etant données les incertitudes sur la classification supraspécifique des Phytoseiidae (chapitre I : paragraphe 1-5), on peut se demander si la tribu des Typhlodromini est réellement monophylétique, ce qui expliquerait les difficultés de conclure entre les hypothèses A et B. Pour tenter néanmoins de répondre à la question sur la monophylie du genre *Neoseiulella*, nous avons étudié la position taxonomique des espèces du genre *Neoseiulella* au sein de la sous-famille des Typhlodrominae.

III.C.3.3. Comment se situent les espèces du genre *Neoseiulella* au sein de la sous-famille des Typhlodrominae ?

Afin de répondre à cette question, nous présenterons en premier lieu les études phylogénétiques basées sur les caractères morphologiques des taxa étudiés. Puis, nous

présenterons les premiers résultats des analyses moléculaires, réalisées en utilisant les espèces que nous avons pu obtenir.

III.C.3.3.1. Analyses phylogénétiques avec des caractères morphologiques

Les données

Dans cette analyse, nous avons pris en considération les différents états de caractères morphologiques qui définissent les taxons supra-spécifiques au sein de la sous-famille des Typhlodrominae, d'après les informations issues de Chant et McMurtry (1994, 2007).

Le groupe interne comprend 12 espèces-groupes (« species groups ») à l'intérieur du genre *Neoseiulella* (Annexe 7). Le fait que les états de caractères discrets utilisés dans cette analyse soient communs à plusieurs espèces du genre *Neoseiulella* nous a conduit à définir 12 groupes d'espèces à l'intérieur du genre *Neoseiulella*. Ce groupe interne comprend également 34 espèces (figurées dans le Tableau VI), appartenant aux six tribus de la sous-famille des Typhlodrominae (Chant & McMurtry 2007).

Le groupe externe comprend une espèce appartenant à la tribu des Neoseiulini, sous-famille des Amblyseiinae : *Neoseiulus barkeri* Hughes. Cette tribu présente les espèces les plus « pileuses » (chaetotaxie idiosomale) de la sous-famille des Amblyseiinae (Chant & McMurtry, 2007). Le genre *Neoseiulus* (333 espèces) est distingué de ceux de la sous-famille des Typhlodrominae par l'absence de z3 et s6 (Chant & McMurtry, 2007).

Une matrice de 21 caractères morphologiques discrets (Tableau VI) a été utilisée dans cette analyse. L'ensemble de ces caractères possède une valeur taxonomique pour l'identification supra-spécifique des Phytoseiidae.

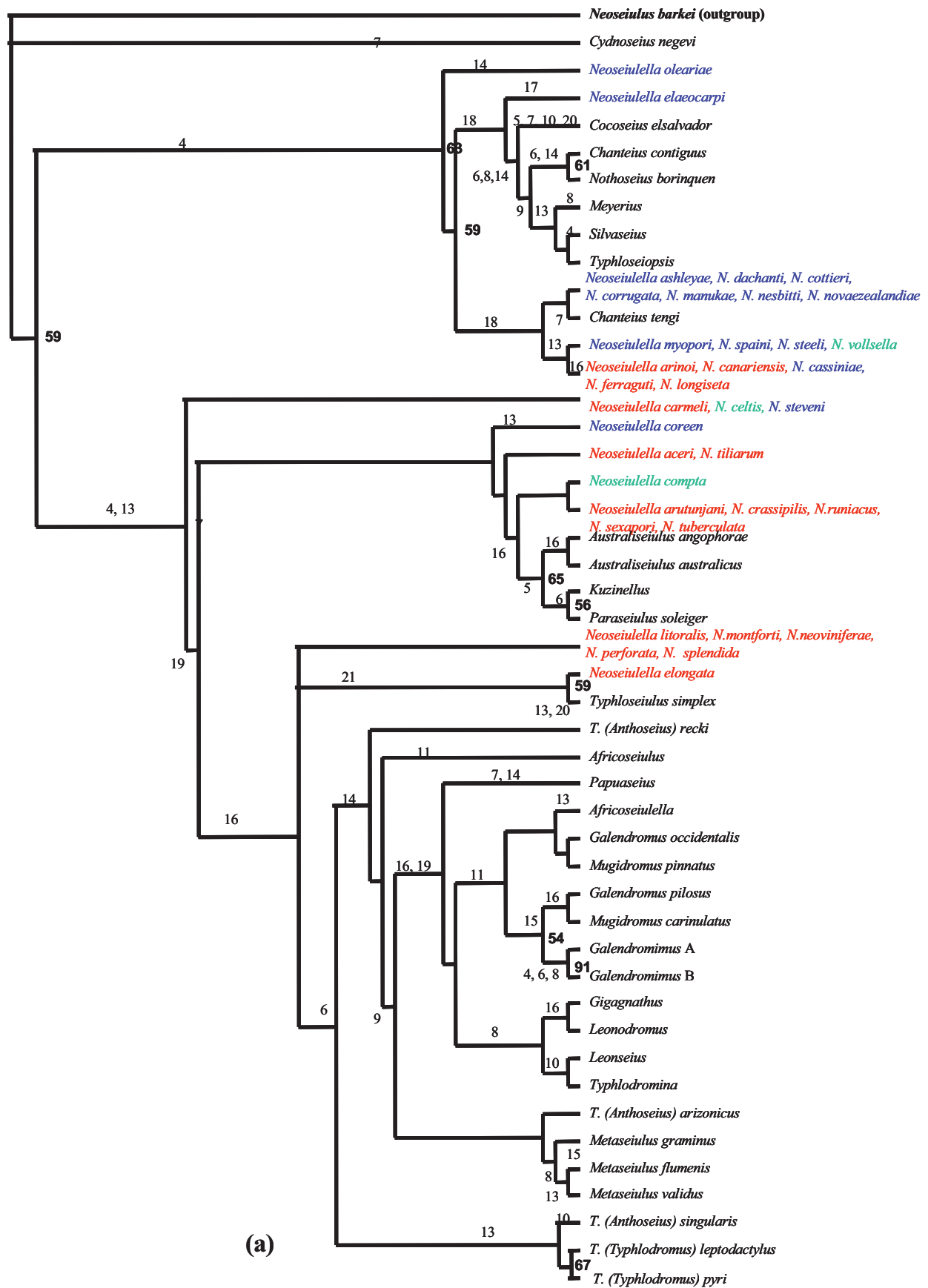
Résultats

La figure (17) montre les arbres obtenus à partir de l'analyse basée sur (a) la parcimonie (L = 14; CI = 0,62; HI = 0,39; RI = 0,91) et (b) l'analyse bayésienne. Les valeurs de bootstraps soutenant ces nœuds sont faibles, très certainement du fait d'un fort niveau d'homoplasie. En revanche, les probabilités *a posteriori* soutenant les nœuds de l'arbre bayésien sont plus élevées. Dans les deux analyses, le genre *Neoseiulella* semble être polyphylétique.

Tableau VI. Matrice des **21** caractères morphologiques discrets des espèces du genre *Neoseiulella*, de **34** espèces de la sous-famille des Typhlodrominae ("groupe interne"), et d'une autre espèce du genre *Neoseiulus* (Amblyseiinae) ("groupe externe"), utilisés pour réaliser les analyses phylogénétiques

Numéro de caractère	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Caractères	Présence de J1	Présence de J2	Présence de j6	Présence de z3	Présence de z6	Présence de Z1	Présence de s6	Présence de S2	Présence de S4	Présence de S5	Présence de R1	Présence de JV2	Présence de JV3	Présence de JV4	Présence de ZV3	Position de ST3	Présence de MS/ ge IV	Présence de MS/ tiIV	Présence de MS/ sti IV	PVA réduite ou non	Péritrème nature
Espèces																					
<i>Neoseiulella oleariae</i>	0*	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0
<i>Neoseiulella compta</i>	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	?	0	0	0	0	0
<i>Neoseiulella tiliarum</i>	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
<i>Neoseiulella elongata</i>	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
<i>Neoseiulella carmeli</i>	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0
<i>Neoseiulella perforata</i>	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0
<i>Neoseiulella coreen</i>	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
<i>Neoseiulella nesbitti</i>	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0
<i>Neoseiulella myopori</i>	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
<i>Neoseiulella canariensis</i>	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0
<i>Neoseiulella elaeocarp</i>	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0
<i>Neoseiulella arutunjani</i>	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
<i>Africoseiulus</i>	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0
<i>Africoseiulella</i>	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>T. (Anthoseius) arizonicus</i>	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0
<i>T. (Anthoseius) recki</i>	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0
<i>T. (Anthoseius) singularis</i>	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0
<i>Australiseiulus</i>																					
<i>angophorae</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
<i>Australiseiulus australicus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
<i>Chanteius tengi</i>	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0
<i>Chanteius contiguus</i>	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Cydnoseius negevi</i>	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0
<i>Galendromus occidentalis</i>	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Galendromus pilosus</i>	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gigagnathus</i>	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Kuzinellus</i>	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Meyerius</i>	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0
<i>Mugidromus carinulatus</i>	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mugidromus pinnatus</i>	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Papuaseius</i>	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
<i>Paraseiulus soleiger</i>	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>T. (Typhlodromus)</i>																					
<i>leptodactylus</i>	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0
<i>T. (Typhlodromus) pyri</i>	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0
<i>Typhloseiulus simplex</i>	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1
<i>Cocoseius elsalvador</i>	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0
<i>Nothoseius boringuen</i>	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0
<i>Galendromimus A</i>	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Galendromimus B</i>	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Leonodromus</i>	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Leonseius</i>	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Metaseiulus graminus</i>	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0
<i>Metaseiulus flumenis</i>	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Metaseiulus validus</i>	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Silvaseius</i>	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0
<i>Typhlodromina</i>	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Typhloseiopsis</i>	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0
<i>Neoseiulus barkei</i>	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0

* 0 = soie absente, 1 = soie présente [excepté pour les caractères **16** (0 = ST3 hors le bouclier sternal, 1 = ST3 sur le bouclier sternal); **20** (0 = bouclier ventral non réduit, 1 = réduit); **21** (0 = péritrème pointu, 1 = strié)]



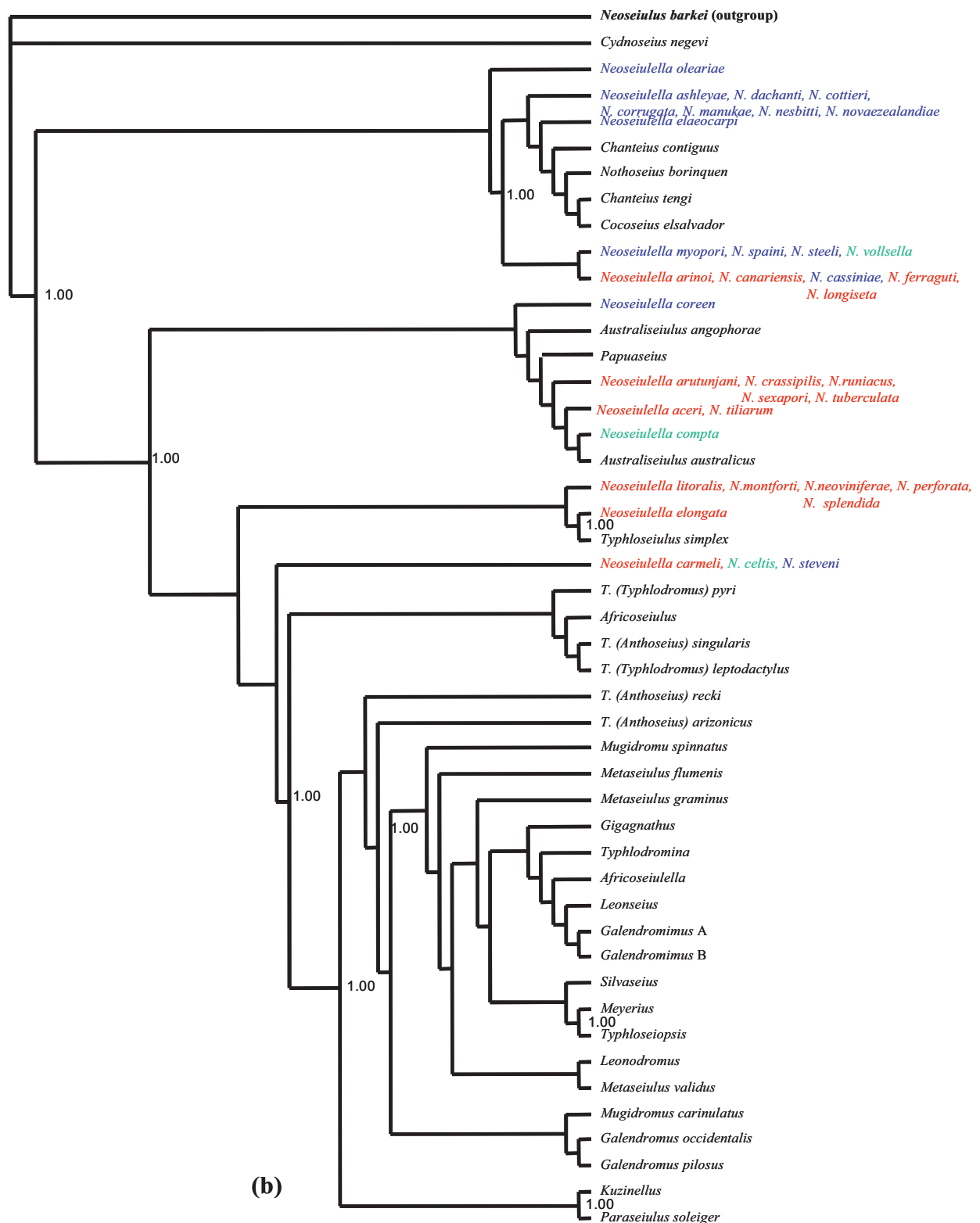


Figure 17. Arbre de consensus majoritaire à 50 % obtenu (a) pour l'analyse en parcimonie et (b) pour l'analyse bayésienne, à partir des 21 caractères morphologiques discrets des espèces de *Neoseiulella* et de 34 espèces des *Typhlodrominae* (« groupe interne ») et d'une espèce, *Neoseiulus barkeri* (*Amblyseiinae*) (« groupe externe »). (les numéros aux nœuds correspondent aux valeurs de (a) « bootstraps » et (b) probabilités a posteriori). En bleu, espèces australasiennes; en rouge, espèces ouest-paléarctiques; en vert, espèces orientales

Un premier clade comprend toutes les espèces australasiennes du genre *Neoseiulella* (excepté *N. coreen* et *N. steveni*), une espèce orientale (*N. vollsella*) et quatre espèces ouest-paléarctiques endémiques des Îles Canaries (*N. arinoi*, *N. canariensis*, *N. ferraguti* et *N. longiseta*). Ce clade est principalement caractérisé par la présence de trois macrosoies sur la patte IV; l'absence de JV3 et la position de ST3 (sur le bouclier sternal) pour la majorité des espèces. Il est intéressant de noter que ce premier clade comprend également d'autres genres de la sous-famille des Typhlodrominae, principalement localisés dans la zone gondwanienne, comme les genres *Chanteius* (région Orientale) ; *Meyerius* (région Ethiopienne) ; *Typhloseiopsis*, *Galendromimus* (*Nothoseius*), *Silvaseius* et *Cocoseius* (région Néotropicale).

Un deuxième clade comprend 8 espèces de *Neoseiulella*. Parmi ces espèces, 7 sont signalées de la région Ouest-Paléarctique (Europe centrale et du nord) : *N. aceri*, *N. tiliarum*, *N. arutunjani*, *N. crassipilis*, *N. tuberculata*, *N. sexapori* et *N. runiacus*, et une espèce est orientale (*N. compta*). Ce dernier clade est caractérisé par la présence de JV3 et l'absence de macrosoies sur les pattes III et IV. Ce clade comprend également les trois genres de la tribu des Paraseiulini : *Australiseiulus* (région Australasienne), *Paraseiulus* (régions Est-Paléarctique et Orientale) et *Kuzinellus* (régions Ethiopienne et Orientale). Il comprend de plus une espèce australasienne, *N. coreen*, en position plus basale.

Un troisième clade comprend 6 espèces du genre *Neoseiulella* endémiques de la zone méditerranéenne : *N. litoralis* (Israël, Espagne, Sud de la France), *N. montforti* (Israël), *N. neoviniferae* (Egypte), *N. perforata* (Algérie, Espagne, Maroc) et *N. splendida* et *N. elongata* (Îles Canaries). Dans ce clade, *N. elongata* est regroupée avec l'espèce du genre *Typhloseiulus* (tribu des Typhlodromini), endémique également de cette même zone. Les caractères qui définissent ce troisième clade sont : ST3 se situe hors du bouclier sternal ; JV3 présente ; 1 macrosoie sur le basitarse IV.

Enfin, un quatrième clade proche du clade précédent mais différent par la position de ST3 (sur le bouclier sternal) comprend trois espèces du genre *Neoseiulella* : *N. carmeli* (Région Ouest-Paléarctique), *N. celtis* (Région Orientale) et *N. steveni* (Région Australasienne).

Il est intéressant de noter que les espèces des autres genres de la tribu des Typhlodromini (*Typhlodromus* et *Typhloseiulus*) sont réparties dans des clades différents. Ils sont regroupés avec d'autres genres de la sous-famille, localisés principalement dans les régions Paléarctique et Orientale, suggérant la polyphylie de cette tribu.

Discussion

Ces analyses semblent montrer que le genre *Neoseiulella* est polyphylétique (hypothèse B). Les espèces de ce genre sont en effet distribuées dans des clades différents, comprenant également d'autres taxons de la sous-famille des Typhlodrominae.

- Les espèces australasiennes de *Neoseiulella* (excepté *N. coreen* et *N. steveni*) se situent dans un même clade, comprenant aussi des taxons de Typhlodrominae localisés de la zone gondwanienne. On pourrait donc situer l'apparition de ce groupe de « *Neoseiulella* » à la période après la dislocation du Gondwana (qui a débuté il y a 160 millions d'années). Ce groupe comprend également une espèce orientale (*N. vollsella*) et des espèces paléarctiques endémiques des Îles Canaries. Pour des animaux très anciens, des reliques de la faune gondwanienne ont été retrouvées dans les Îles Canaries (Juan *et al.*, 2000), ce qui pourrait expliquer ce dernier regroupement phylogénétique. Il est par ailleurs important de noter que près de la moitié des espèces végétales de la flore des Îles Canaries a été introduite de différentes zones géographiques (Ceballos & Ortuno, 1976; Hansen & Sunding, 1985; Kunel, 1992; Wiemers, 1995). On ne peut donc pas écarter l'hypothèse d'une introduction des espèces du genre *Neoseiulella* dans les Îles Canaries depuis la région australasienne. En effet, les espèces du genre *Neoseiulella* endémiques des Îles Canaries (situées dans ce clade) sont collectées sur des plantes appartenant aux familles Asteraceae, Ericaceae, Fabaceae, Fagaceae, Rosaceae, Urticaceae et Violaceae, sur lesquelles la majorité des espèces australasiennes de *Neoseiulella* sont signalées (Annexe 4).

- Le groupe des espèces ouest-paléarctiques est inclus dans un clade majeur comprenant tous les autres genres de la sous-famille des Typhlodrominae. Ce groupe semble cependant polyphylétique, car les espèces le constituant sont séparées dans trois sous-clades différents :

** Le premier sous-clade (le plus basal) inclut une espèce australasienne (*N. coreen*), une espèce orientale (*N. compta*) et les espèces d'Europe centrale et du nord, ainsi que d'autres genres de Typhlodrominae à distribution majoritairement gondwanienne (australasienne, éthiopienne) et, dans une moindre mesure, paléarctique. L'arbre, du fait de la position basale de *N. coreen* (figure 17a, b) semble montrer une origine australasienne, puis une dispersion vers la zone Orientale (*N. compta*) puis vers la zone Ouest-Paléarctique. Un même ancêtre commun aurait pu donner naissance aux genres actuels *Australiseiulus* (en Australie), *Kuzinellus* (en zones Ethiopienne et Est-Paléarctique) et *Paraseiulus* (Paléarctique). On pourrait penser que ce groupe d'espèces de *Neoseiulella* et les trois genres de la tribu des Paraseiulini auraient une origine est-gondwanienne.

** Le deuxième sous-clade, comprenant la quasi-totalité des espèces méditerranéennes, incluant également un genre de la tribu des Typhlodromini, présent uniquement dans cette même zone (*Typhloseiulus*). Ce clade présente une position intermédiaire entre le premier sous-clade et le clade comprenant tous les autres genres de Typhlodrominae. Tixier *et al.* (2008) ont suggéré que les genres de cette sous-famille auraient une origine laurasienne (Tixier *et al.*, 2008). Une dispersion depuis l'Amérique du nord vers l'Amérique du sud se serait produite après la fracturation de la Laurasie (vers 150 millions d'années). Notre travail confirme en partie cette dernière hypothèse car il semble quand même montrer une origine est-gondwanienne d'une partie des genres de la sous-famille (cf. paragraphe précédent). Pour ce deuxième clade, on pourrait penser qu'au moment de la formation de la Pangée, un premier clade se serait formé comprenant des genres présents dans les régions Ethiopienne, Australasienne, Orientale et Paléarctique (*Australiseiulus*, *Papuaeius*, *Kuzinellus*, *Paraseiulus* et le genre incluant les espèces de *Neoseiulella* d'Europe Centrale et du Nord). Puis après la séparation du Gondwana et de la Laurasie, on aurait pu voir apparaître plusieurs genres, dont le genre de *Neoseiulella* présent dans la zone méditerranéenne et le genre *Typhloseiulus*. Enfin, lors de la dislocation de la Laurasie entre la zone Ouest-Paléarctique et la zone Néarctique, certains genres de Typhlodrominae seraient apparus et ceux présents dans cette dernière zone se seraient dispersés dans la zone Néotropicale.

Ces résultats sont différents des hypothèses de Chant et McMurtry (1994) qui ont supposé que le genre *Neoseiulella* était monophylétique. Le scénario évolutif présenté dans notre travail a été imaginé à partir des arbres phylogénétiques obtenus. Il est cependant certainement simpliste et d'autres événements (une capacité de dispersion de ces taxons supérieure à celle envisagée et une origine récente des taxa ; des extinctions importantes, postérieures à la séparation du Gondwana) pourraient expliquer la position phylogénétique des espèces étudiées. De plus, les robustesses des arbres phylogénétiques sont faibles, ce qui confirme l'importance de pouvoir réaliser à terme des analyses incluant des caractères moléculaires.

Conclusion

Ce travail semble montrer que le genre *Neoseiulella* est polyphylétique. Il serait constituer de trois genres majeurs :

- Le genre **A** [*N. ashleyae*, *N. cassinia*, *N. cottieri*, *N. corrugata*, *N. dachanti*, *N. elaeocarpi*, *N. manukae*, *N. myopori*, *N. nesbitti*, *N. novaezealandiae*, *N. oleariae*, *N. spaini* et *N. steeli* (australasiennes); *N. vollsella* (orientale); *N. arinoi*, *N. canariensis*, *N. ferraguti* et *N. longiseta* (Îles Canaries)], défini par les états de caractères suivants (pour la majorité des espèces le composant) : JV3 absente; 3 macrosoies sur la patte IV (excepté *N. elaeocarpi* pour laquelle 2 macrosoies seulement sont présentes).
- Le genre **B** [*N. aceri*, *N. arutunjani*, *N. crassipilis*, *N. runiacus*, *N. sexapori*, *N. tiliarum* et *N. tuberculata* (ouest-paléarctiques); *N. coreen* (australasienne); *N. compta* (orientale)], défini par les états de caractères suivants: JV3 présente (excepté *N. coreen*); absence de macrosoies sur la patte IV.
- Le genre **C** [*N. carmeli*, *N. elongata*, *N. litoralis*, *N. montforti*, *N. neoviniferae*, *N. perforata* et *N. splendida* (ouest-paléarctiques); *N. celtis* (orientale); *N. steveni* (australasienne)], défini par les états de caractères suivants : JV3 présente; 1 macrosoie sur le basitarse IV.

La présence / absence de JV3 et de macrosoies sur la patte IV permettraient de bien différencier ces trois entités. Ces deux caractéristiques morphologiques avaient été considérées (en partie) pour séparer les espèces du genre *Neoseiulella* en deux sous-genres par Denmark et Rather (1996), ou en deux groupes d'espèces par Chant et McMurtry (1994, 2007).

Le nombre de caractères morphologiques utilisés pour réaliser les diverses analyses phylogénétiques présentées est relativement faible par rapport au nombre de taxons étudiés et donc, une étude moléculaire permettant d'utiliser plus de caractères serait très utile afin :

- (i) de compléter et fiabiliser les résultats présentés ;
- (ii) de statuer sur la réalité phylogénétique des trois taxa actuellement distingués et les espèces les composant ;
- (iii) d'apporter des éléments de réponses vis-à-vis des incertitudes concernant les groupes supra-spécifiques au sein des Phytoseiidae.

Nous avons réalisé quelques analyses moléculaires et, malgré la faiblesse de notre échantillonnage, nous avons malgré tout décidé de présenter ces résultats.

III.C.3.3.2. Analyses phylogénétiques avec des caractères moléculaires

Des analyses moléculaires, incluant différentes espèces du genre *Neoseiulella* et de certains genres de quelques tribus de la sous-famille des Typhlodrominae (Tableau VII), ont

été réalisées en utilisant deux méthodologies de reconstruction phylogénétique (en parcimonie et en inférence bayésienne), pour deux gènes (mitochondrial et nucléaire), 12S rRNA et ITS.

Les données

Le groupe interne comprend les taxa de la sous-famille des Typhlodrominae suivants : différentes populations de *N. aceri*, *N. tiliarum*, *N. littoralis* et *N. tuberculata* ; une population de *T. (Anthoseius)* sp. ; une population de *T. (Typhlodromus)* pyri ; deux populations de *Typhloseiulus simplex* ; une population de *Paraseiulus soleiger* ; une population de *G. (Galendromus) occidentalis*.

Le groupe externe est *Neoseiulus californicus* (McGregor), (tribu des Neoseiulini, sous-famille des Amblyseinae).

Le protocole d'extraction d'ADN, d'amplification de l'ADN avec les deux marqueurs utilisés, ainsi que les méthodologies des analyses sont ceux expliqués dans l'article A1.

Tableau VII. Origine des différentes populations des espèces des genres *Neoseiulella*, *Typhloseiulus*, *Typhlodromus* (*Typhlodromus*), *Typhlodromus* (*Anthoseius*), *Paraseiulus*, *Galendromus* (*Galendromus*) et *Neoseiulus*, utilisées pour réaliser l'étude moléculaire.

Espèce	Pays	Etat (ou ville)	Plantes supports
<i>N. aceri</i>	France	Valleraugue (Gard)	<i>Acer monspessulanum</i>
<i>N. aceri</i>	Croatie	Parc national (Rijeka)	<i>Acer</i> sp.
<i>N. aceri</i>	Ukraine	Parc national (Kiev)	<i>Acer platanoides</i>
<i>N. aceri</i>	Hongrie	Budapest	<i>Acer campestre</i>
<i>N. tiliarum</i>	France	Puy de Dôme (Massif Central)	<i>Tilia cordata</i>
<i>N. tiliarum</i>	France	Puy de Dôme (Massif Central)	<i>Corylus avellana</i>
<i>N. tiliarum</i>	Ukraine	Kiev	<i>Tilia cordata</i>
<i>N. littoralis</i>	France	Villeneuve lès Maguelone	<i>Halimione portulacoides</i>
<i>N. littoralis</i>	France	Villeneuve lès Maguelone	<i>Salicornia rubra</i>
<i>N. tuberculata</i>	France	Puy-du-Dôme (Massif Central)	<i>Acer platanoides</i>
<i>Typhloseiulus simplex</i>	Israël	Bet Oren	<i>Quercus calliprinos</i>
<i>Typhloseiulus simplex</i>	Croatie	Parc national de Rijeka	<i>Acer campestre</i>
<i>T. (Typhlodromus)</i> pyri	France	Valleraugue (Gard)	<i>Rubus</i> sp.
<i>T. (Anthoseius)</i> sp.	France	Restinclières	<i>Cardeus</i> sp.
<i>Paraseiulus soleiger</i>	Bologne	-	<i>Tilia</i> sp.
<i>G. (Galendromus) occidentalis</i>		Séquences issues de Genbank	
<i>Neoseiulus californicus</i>	Italie	Sicile	<i>Fragaria vesca</i>

Résultats

Des fragments de 741 et 654 pb ont respectivement été amplifiés pour les gènes ITS et 12S rRNA. Les analyses d'ADN ont montré des taux très similaires et constants de

substitutions nucléotidiques pour toutes les populations et les espèces étudiées. Parmi ces fragments amplifiés, 698 et 634 pb ont respectivement été alignés pour les gènes ITS et 12S.

Un test (**ILD**) « Incongruence Length Difference » (Mickey & Farris, 1981) pour évaluer la non-incongruence des données pour les deux gènes a été effectué ($P = 0,090$). Nous présenterons donc les résultats obtenus à partir des données combinées (figure 18). Les arbres obtenus à partir de l'analyse basée sur (a) la parcimonie ($L = 915$; $CI = 0,92$; $HI = 0,11$; $RI = 0,90$) et (b) l'analyse bayésienne montrent que les valeurs des (a) bootstraps et des (b) probabilités *a posteriori*, soutenant les nœuds, sont élevées.

Les résultats obtenus par les deux analyses (en parcimonie et analyse bayésienne) ne sont pas totalement congruents. Cependant, dans les deux cas, ni le genre *Neoseiulella*, ni la tribu des Typhlodromini ne semblent monophylétiques. Ces résultats sont par ailleurs semblables avec ceux obtenus par les analyses morphologiques présentées précédemment. *Neoseiulella aceri*, *N. tiliarum* et *N. tuberculata* (espèces localisées en Europe Centrale et du Nord) sont situées dans un même clade, différent de celui comprenant *N. litoralis* (zone méditerranéenne).

Il est clair que nos conclusions sont maigres car il serait nécessaire d'inclure de davantage d'espèces, notamment de *Neoseiulella* de la zone Australasienne, afin de donner des conclusions plus étoffées.

Conclusion

Il est important de souligner que ce travail a permis d'utiliser en «routine» des marqueurs moléculaires pour réaliser des analyses phylogénétiques au sein de deux sous-familles de Phytoseiidae : Amblyseiinae et Typhlodrominae. Ce travail constitue donc une base importante de départ, dans le but d'établir une phylogénie fiable de la famille des Phytoseiidae, en utilisant davantage de taxa des trois sous-familles. L'utilisation des marqueurs moléculaires en systématique des Phytoseiidae laisse en effet entrevoir des perspectives intéressantes, susceptibles d'apporter des réponses aux interrogations taxonomiques existantes au sein de cette famille. Ceci pourrait en effet nous permettre de :

- (1) préciser la position phylogénétique des différents taxa au sein de cette famille ;
- (2) caractériser les relations évolutives entre les différentes lignées actuelles ; et
- (3) étudier l'histoire évolutive des Phytoseiidae en fonction de critères phylogénétiquement valables.

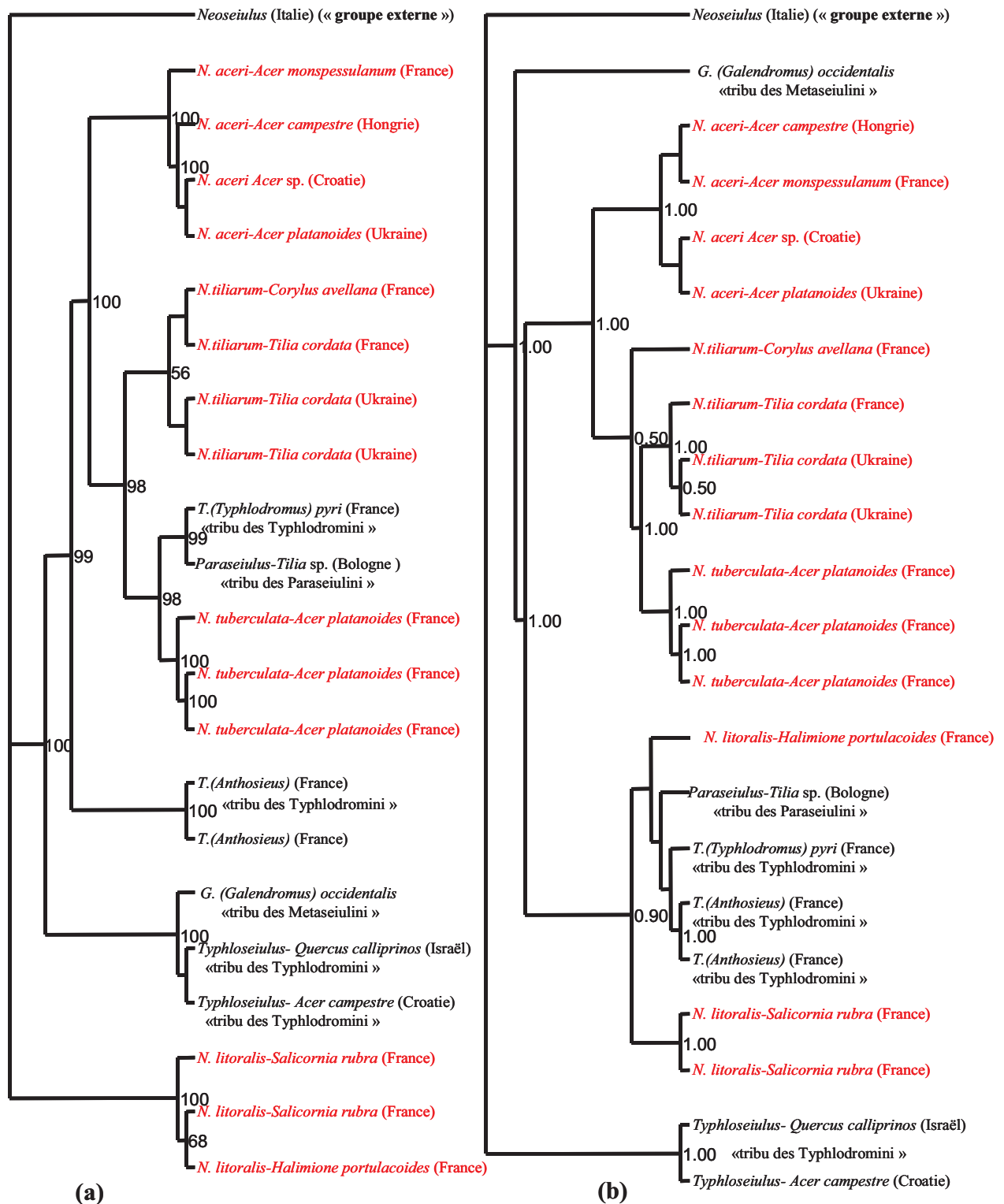


Figure 18. Arbre de consensus majoritaire à 50 % obtenu (a) pour l'analyse en parcimonie et (b) pour l'analyse bayésienne, construit par la combinaison des données des deux gènes 12S rRNA et ITS, des différentes populations des espèces collectées du genre *Neoseiulella* et avec les autres genres de la sous-famille des Typhlodrominae («groupe interne») et une espèce (*Neoseiulus californicus*) (sous-famille des Amblyseinae) («groupe externe»). En rouge, espèces paléarctiques du genre *Neoseiulella*.

CHAPITRE IV. CONCLUSIONS GENERALES ET PERSPECTIVES

IV.1. Bref rappel des objectifs

Etant donné l'absence de réelles études phylogénétiques concernant la taxonomie de la famille des Phytoseiidae, de nombreuses questions légitimes existent depuis longtemps sur la validité des taxons supra-spécifiques mais aussi spécifiques. Ce travail de thèse s'est intéressé à la taxonomie de deux genres de la famille des Phytoseiidae : le genre *Phytoseiulus* et le genre *Neoseiulella*. Les objectifs plus précis de ce travail, très ambitieux, étaient les suivants :

- (i) lever les ambiguïtés sur le diagnostic spécifique (synonymies / validité des espèces), plus particulièrement au sein du genre *Neoseiulella* ;
- (ii) tester la monophylie de chacun des deux genres, *Phytoseiulus* et *Neoseiulella* ;
- (iii) déterminer les valeurs phylogénétiques des caractères morphologiques définissant chacun de ces deux genres ;
- (iv) caractériser les relations phylogénétiques entre les espèces composant chacun des deux genres étudiés, ainsi que la position phylogénétique relative de ces taxa par rapport aux autres taxa morphologiquement proches (et donc taxonomiquement proches dans la classification actuelle) ;
- (v) développer et tester des hypothèses sur l'histoire évolutive des taxa étudiés, en lien avec des approches biogéographiques.

IV.2. Principaux résultats et conclusions des travaux

Ce travail a permis d'apporter les conclusions importantes suivantes :

(1) Ce travail présente les premières études phylogénétiques sur des taxa supra-spécifiques de la famille des Phytoseiidae, basées sur des caractères à la fois morphologiques et moléculaires. Les résultats obtenus par ces deux approches sont congruents et diffèrent des classifications actuellement admises. De tels résultats montrent donc l'utilité de généraliser ces démarches à d'autres taxa au sein de cette famille. Le développement des approches moléculaires, d'une application récente à la famille des Phytoseiidae, permettrait en effet de travailler sur des ensembles plus conséquents de données de caractères et limiterait ainsi les

convergences évolutives, difficiles à caractériser avec des analyses uniquement morphologiques.

(2) Les études phylogénétiques ont montré que les deux genres étudiés, *Phytoseiulus* (article A1) et *Neoseiulella* (chapitre III-C), ne semblent pas monophylétiques. Les espèces du genre *Neoseiulella* sont en effet situées dans des clades bien séparés, définis par certains caractères morphologiques comme la présence / absence de la soie caudoventrale JV3 et des macrosoies sur la patte IV. De plus, il semblerait que ces derniers clades soient regroupés avec d'autres taxa appartenant à d'autres tribus de la sous-famille des Typhlodrominae. Ces résultats remettent ainsi en cause, non seulement la monophylie de ce genre, mais également celle de certaines tribus de la sous-famille des Typhlodrominae. Les résultats obtenus pour le genre *Phytoseiulus* remettent de la même manière en cause la monophylie du genre et la définition d'au moins deux tribus de la sous-famille des Amblyseiinae..

(3) La confrontation des résultats des analyses phylogénétiques à ceux concernant l'étude de la distribution géographique (article A1; chapitre III-C) a permis de développer certaines hypothèses sur l'histoire évolutive des taxa étudiés : une origine ouest-gondwanienne pour les espèces du genre *Phytoseiulus*; des origines disjointes pour les espèces du genre *Neoseiulella* (est-gondwanienne pour les espèces australasiennes et les espèces localisées à l'Europe centrale et du nord; laurasienne pour les espèces méditerranéennes). A nouveau, il est intéressant de souligner que c'est l'une des premières fois que tels *scenarii* évolutifs sont présentés pour la famille des Phytoseiidae.

(4) Nous avons étudié plusieurs synonymies au sein du genre *Neoseiulella*, en réalisant la révision mondiale de ce genre. Dans deux cas (quand le matériel biologique en alcool à 100 était disponible), des approches moléculaires ont été développées, en complément d'observations morphologiques (article A2). Les résultats obtenus ont montré la faible valeur diagnostique de certains caractères morphologiques (position de R1 sur / hors du bouclier dorsal; position de ST3 sur / hors du bouclier sternal), alors qu'ils étaient considérés jusqu'à présent comme importants pour le diagnostic spécifique et même, dans certains cas, dans la différenciation de certains sous-genres. Cette étude a cependant mis en évidence des différences entre les résultats obtenus avec des fragments mitochondriaux (12S rRNA et Cytb) et nucléaires. Une plus grande différenciation génétique a été observée avec les premiers marqueurs. Les distances génétiques intraspécifiques étaient si élevées, par rapport aux études précédentes (portant sur des espèces de la sous-famille des Amblyseiinae), que nous nous sommes interrogés sur l'existence d'espèces cryptiques. A la fois les observations morphologiques et l'analyse des séquences nucléaires nous ont amené à ne pas retenir cette

dernière hypothèse et à conclure à l'existence au sein des espèces considérées d'une forte structuration mitochondriale des populations. Depuis, d'autres études sur cette même sous-famille (Typhlodrominae) ont été réalisées au sein du laboratoire et ont également montré une grande structuration mitochondriale, contrairement à ce qui avait été observé pour des espèces de la sous-famille des Amblyseiinae. Ce travail a ainsi permis de souligner l'utilité d'une approche de taxonomie intégrative pour la différenciation des espèces de Phytoseiidae.

IV.3. Perspectives

Du fait des problèmes d'échantillonnages rencontrés durant ce travail de thèse, les études phylogénétiques présentées, notamment pour le genre *Neoseiulella*, ont été principalement basées sur des aspects morphologiques. Pour confirmer les conclusions de nos études, il sera donc nécessaire de compléter ces études phylogénétiques par des analyses moléculaires, incluant les espèces de différentes régions biogéographiques.

(i). Le genre *Phytoseiulus* :

Afin de déterminer si effectivement *P. longipes* et *A. robertsi* appartiennent bien à un même clade, différencié des autres espèces du genre *Phytoseiulus*, il serait important d'obtenir des spécimens en alcool de *A. robertsi*, espèce pour laquelle seuls les caractères morphologiques ont été pris en considération. En effet, nos nombreux efforts pour retrouver cette espèce n'ont pas abouti.

De plus, afin de mieux caractériser la position de ce dernier clade par rapport à celui comprenant les trois autres espèces du genre *Phytoseiulus*, il semble également important d'inclure dans ces études phylogénétiques des espèces appartenant à d'autres genres de la sous-famille des Amblyseiinae, notamment des taxa pour lesquels la soie j5 et / ou S5 sont absentes. L'absence « simultanée » de ces deux soies n'existe pas en dehors des espèces *P. longipes* et *A. robertsi*, au sein de la sous-famille des Amblyseiinae et même de la famille entière. Par exemple, nous pourrions prendre en compte les taxa pour lesquels la soie j5 est absente, car cela représente peu de taxa : les espèces du genre *Phytoscutus* Muma, sous-tribu des Arrenoseiina, tribu des Amblyseiini et du genre *Flagroseius* Karg, sous-tribu des Proprioseiopsina, tribu des Amblyseiini. Il est intéressant de souligner qu'il serait aisé (du fait de sa large distribution dans le sud de la France) de prendre en considération également l'espèce *Typhloseiella isotricha* (Athias-Henriot), qui ne présente pas la soie S5. Une telle

démarche permettrait en effet de déterminer si la présence de cette soie dans des tribus éloignées des Phytoseiulini et Africoseiulini serait des convergences évolutives ou pas. Dans ce dernier cas, cela remettrait profondément en question la classification actuelle des Phytoseiidae.

L'obtention de ces espèces reste toutefois compliquée:

** *Afroseiulus robertsi* n'a été collectée qu'une seule fois et sur des insectes (Thripidae) au Cameroun (Afrique de l'Ouest), lors de la description originale. Vu la rareté et la difficulté d'échantillonner des espèces de Phytoseiidae sur des insectes, il semble désormais très difficile d'obtenir des spécimens de *A. robertsi*.

** Le genre *Flagroseius* (j5 absente) comprend deux espèces (synonymes d'après Chant & McMurtry, 2005a) : *F. mahabeus* (Schicha & Corpuz-Raros), collectée une seule fois sur *Astronia cumingiana* S. Vidal aux Philippines lors de la description originale; et *F. euflagellatus* (Karg), collectée également une seule fois sur *Camelia* sp. en Indonésie lors de la description originale. L'obtention de ces espèces semble donc également très difficile.

** Il semble plus facile d'obtenir des espèces du genre *Phytoscutus* (j5 absente), qui comprend 11 espèces (Chant & McMurtry, 2007) présentant une distribution gondwanienne (Ethiopienne, Néotropicale, Orientale, Australasienne) (Tixier *et al.*, 2008). Certaines espèces de ce dernier genre sont collectées plus fréquemment que d'autres et sur un nombre important de plantes supports :

- *Phytoscutus sexpilis* Muma : signalée du Brésil (Gondim & Moraes, 2001 ; Zacarias & Moraes, 2001), des Etats-Unis (Muma, 1961, 1964 ; Muma *et al.*, 1961, 1970), de Cuba (Rodriguez *et al.*, 1981), de Guadeloupe (Moraes *et al.*, 2000) et de Trinidad (De Leon, 1967). Vu les collectes récentes de cette espèce (1997, 1998) et les collaborations existantes avec certains spécialistes dans ces zones, notamment au Brésil et aux Antilles, des demandes de matériels en alcool à 100 auprès des laboratoires d'acarologie ou d'entomologie pourraient être envisagées; une mission sur le terrain (i.e. Brésil, Guadeloupe) pourrait également être réalisée.
- *Phytoscutus salebrosus* (Chant) : signalée de Chine (Wu *et al.*, 1997), d'Inde (Chant, 1960 ; Gupta, 1987), de Malaisie (Ehara, 2002), des Philippines (Corpuz-Raros & Garcia, 1994 ; Yoshida-Shaul & Chant, 1997), de Taiwan (Tseng, 1976) et de Thaïlande (Ehara & Bhandhufalck, 1977). Nous avons eu des contacts avec certains spécialistes dans ces pays, (i.e. Dr. Chyi-Chen Ho, Applied Zoology Division, ARI,

COA, Taiwan). Nous pourrions donc à nouveau contacter ces personnes pour obtenir cette espèce.

(ii). Le genre *Neoseiulella* : Ce travail a montré que les espèces du genre *Neoseiulella* pourraient être réparties dans trois genres différents. Cependant, ces conclusions sont uniquement basées sur des analyses phylogénétiques réalisées à partir de caractères morphologiques. Compte tenu des valeurs de bootstrap obtenues, d'importantes réserves existent malgré tout sur cette conclusion. De plus, les analyses moléculaires présentées, réalisées en utilisant un nombre très faible d'espèces (non représentatives) de ce genre, ne permettent pas de caractériser les relations évolutives entre les trois genres mis en évidence dans ce travail. De ce fait, il serait important de poursuivre ces analyses moléculaires en incluant, d'une part davantage d'espèces du genre *Neoseiulella*, notamment celles signalées d'Australie et d'autre part, davantage de taxa de la sous-famille des Typhlodrominae. Durant tout ce travail de thèse, nous avons tenté vainement d'obtenir du matériel en alcool à 100 pour les espèces australasiennes du genre *Neoseiulella*. Pourtant, comme explicité précédemment, cet objectif reste primordial. Donc, comment faire ? Que pouvons-nous donc proposer pour les études ultérieures ?

Certaines des espèces signalées de la zone australasienne et / ou des Îles Canaries semblent plus fréquentes que d'autres: *N. novaezealandiae*, *N. dachanti*, *N. nesbitti*, *N. oleariae*, *N. cottieri* et *N. ashleyae*. Ces espèces sont par ailleurs collectées à la fois d'Australie et de Nouvelle Zélande, et auraient une aire de distribution plus large [i.e. forêt pluvieuse en Nouvelle-Galles du Sud et / ou Tasmanie (Australie), Province Nelson (Nouvelle Zélande)]. Collyer (1982) a de plus mentionné que *N. novaezealandiae* et *N. dachanti* pourraient être retrouvées partout en Nouvelle Zélande. Une mission en Australie et / ou en Nouvelle Zélande pourrait donc être envisagée. Il pourrait d'autre part être planifié de collecter les espèces signalées des Îles Canaries, surtout à Tenerife, île dans laquelle la plupart de ces espèces sont signalées sur grande diversité de plantes supports. Les missions aux Îles Canaries seraient assez simples à réaliser et beaucoup moins coûteuses. Nous avons de plus des collaborations importantes avec les deux spécialistes qui ont décrit ces espèces (M. Moraza et F. Ferragut).

Bien que nous ayons collecté trois espèces du genre de la zone d'Europe centrale et du Nord (*N. aceri*, *N. tiliarum*, et *N. tuberculata*) et une espèce du genre de la zone méditerranéenne (*N. litoralis*) (Chapitre III-C : Tableau VII), il semble cependant important de collecter davantage d'espèces de ces deux genres, notamment de la zone méditerranéenne,

afin réaliser des analyses phylogénétiques moléculaires plus fiables et obtenir des résultats plus pertinents.

Enfin, toujours dans cette même optique, il sera important d'obtenir d'autres taxa des autres tribus de cette sous-famille notamment des genres *Galendromimus* Muma et *Silvasieus* Chant et McMurtry (tribu des Galendromimini), signalés de la région Néotropicale; et également du genres *Papuaseius* Chant et McMurtry (signalé de la région Australasienne) et *Cocoseius* Denmark et Andrews (signalé de la région Néotropicale) (tribu des Chanteninii).

Parallèlement aux études phylogénétiques, des travaux complémentaires sur **(1)** les synonymies et **(2)** les caractéristiques morphologiques de certaines espèces du genre *Neoseiulella* devront être réalisés. En effet, la révision du genre a porté sur l'observation d'un faible nombre d'individus (matériel typique). Il a été ainsi impossible de caractériser les variations intraspécifiques de façon correcte et représentative. De plus, les mauvaises préparations microscopiques typiques pour certaines espèces n'ont pas permis une observation adéquate, notamment pour la dentition des deux mors des chélicères et la présence des paires de solénostomes dorsaux et ventraux. L'examen d'un nombre plus important d'individus des espèces de *Neoseiulella* (issus d'échantillonnages) serait par conséquent intéressant afin de conclure définitivement sur :

(1) les questionnements liés aux synonymies, pour lesquels l'état de certains caractères morphologiques semblaient différent entre nos observations et celles figurant dans la littérature :

- L'examen de l'holotype de *N. aceris* (synonyme provisoire de *N. aceri* et *N. squamiger*) (article A3) a montré des résultats contradictoires par rapport à la bibliographie, notamment concernant le nombre de solénostomes dorsaux. Lehman (1982) a mentionné la conservation de plusieurs «paratypes» de cette espèce, collectés sur sept plantes supports en différents endroits de Pennsylvanie (Etats-Unis) (article A3). Il serait donc intéressant d'obtenir ce matériel (déposé dans la collection de Floride, Département d'Agriculture et Consumer Services, Etats-Unis). De plus, l'obtention de matériel en alcool de cette espèce serait également importante afin de conclure définitivement sur les synonymies avancées dans le présent travail. Cette espèce a uniquement été signalée du Sud-Est de la Pennsylvanie (mai à début novembre) (Lehman, 1982). Des demandes de collectes de spécimens de cette espèce auprès des collègues dans cette zone pourraient donc être initiées.

- *Neoseiulella armidalensis* et *N. nesbitti* sont uniquement différenciées par la présence / absence de macrosoies sur la patte IV et d'un « *pilus dentilis* » sur le mors fixe de la chélicère, selon Chant et Yoshida-Shaul (1989). A partir de l'observation du matériel typique, nous avons proposé la synonymie de ces deux espèces (article A3). Cependant, à nouveau, des analyses moléculaires nous permettraient de confirmer notre proposition. Pour ceci, des collectes dans les zones où ces espèces ont été signalées devraient être réalisées : en Australie, principalement dans la région de Nouvelle-Galles du Sud sur *Malus* sp. (Rosaceae) et *Eucalyptus* sp. (Myrtaceae).

(2) les caractéristiques morphologiques de certaines espèces du genre *Neoseiulella* pour lesquelles le matériel typique est très ancien et / ou les préparations microscopiques sont de mauvaise qualité :

- la spermatèque n'est pas visible sur le matériel typique étudié de l'espèce *N. montforti* (article A3). Des collaborations ont été établies en 2008, avec Eric Palevsky (Département d'Entomologie, Newe-Ya'ar Research Center, Agricultural Research Organization, Ministry of Agriculture, Israël) afin d'obtenir des spécimens de cette espèce (signalée d'Israël). Plusieurs espèces de la tribu des Typhlodromini, notamment du genre *Typhloseiulus*, ont été identifiées parmi le matériel envoyé. Aucune espèce du genre *Neoseiulella* n'a hélas été trouvée mais cette coopération pourrait être réitérée à l'avenir.
- L'examen du lectotype de *N. tuberculata* nous a montré la présence d'une paire de solénostomes (gd5), tandis que sur deux paralectotypes observés, ce pore était absent (article A3). De plus, l'examen de six spécimens de cette espèce, échantillonnés en France, a montré l'absence de gd5 sur tous les spécimens examinés (article A3). Une telle démarche pourrait être généralisée pour les autres espèces.

** Nous n'avons d'autre part pas pu obtenir les matériels typiques de certaines espèces de *Neoseiulella* [*N. vollsella* (Pakistan), *N. celti* (Jammu-et-Cachemire), *N. compta* (Philippines) et *N. multispinosa* (Taiwan)], ces deux dernières espèces étant des synonymes. Par conséquent, pour affiner nos observations et donner nos propres conclusions, il est important de continuer nos efforts pour l'obtention de ces matériels, malgré les problèmes politiques graves qui secouent ces pays, notamment le Pakistan et l'état du Jammu-et-Cachemire. De plus, nous n'avons pas non plus obtenu pour l'instant le type de *T. (A.) elisae*, de ce fait nous n'avons pas conclu sur l'inclusion de cette espèce dans le genre *Neoseiulella*. Les démarches

se poursuivent pour obtenir l'holotype de cette espèce, décrite à partir d'un seul spécimen (déposé dans la collection de Biological and Chemical Research Institute, Rydalmere, New South Wales, Australie).

IV.4. Conclusion générale

Ce travail de thèse a permis de répondre aux objectifs initiaux. Il remet en question au moins partiellement la classification des Phytoseiidae, que ce soit pour le genre *Neoseiulella*, le genre *Phytoseiulus* et plus largement pour les tribus de la sous-famille des Typhlodrominae. Il ne constitue cependant que la première étape d'un travail de systématique moléculaire. Il a en effet permis de développer certains outils, méthodologies et concepts, qui pourront être appliqués par la suite pour résoudre des questions taxonomiques et phylogénétiques concernant la monophylie d'autres taxa supra-spécifiques de la famille des Phytoseiidae. De plus, nous avons montré dans ce travail l'intérêt d'associer à des études phylogénétiques, des approches morphologiques (qui supposent une bonne connaissance des taxa étudiés) et biogéographiques, pour développer des *scenarii* évolutifs dans l'espace et dans le temps. Cependant, pour le développement d'un tel travail, certaines contraintes sont encore importantes :

- (i) **Les données biogéographiques** : de nombreux auteurs ne précisent pas les localités exactes et / ou les plantes supports dans et sur lesquels les espèces ont été signalées.
- (ii) **La qualité du matériel typique** : une mauvaise qualité du matériel typique a été observée pour de nombreuses espèces étudiées (mauvais montage ; matériel ancien ou très ancien). Cette mauvaise qualité ne nous a pas permis de bien voir certains caractères.
- (iii) **L'obtention des types** : l'obtention des matériels typiques a été très difficile, voire encore impossible après 4 ans de thèse, notamment pour ceux déposés dans certains pays orientaux. De ce fait, des missions en Ukraine et en Inde ont dû être organisées pour observer les espèces déposées dans les laboratoires de ces pays. De telles difficultés soulèvent forcément quelques réflexions concernant la nécessité : **(1)** de déposer les matériels typiques dans des muséums internationaux avec lesquels aucun problème de prêt ne serait rencontré et, **(2)** de faciliter le travail d'observation des types par le développement d'une base de données en ligne, contenant les photos (et éventuellement les mesures) des différentes parties du corps des types. Une telle démarche existe déjà, notamment pour la famille des Phytoseiidae. Les

photos des types et / ou « voucher specimens » de 31 espèces figurent par exemple sur le site internet suivant :

<http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/phytoseiidae/key/Phytoseiidae/Media/Html/species.htm>.

(site géré par le Dr. Maria Minor, Massey University, Palmerston North, New Zealand, avec l'aide du [Centre for Biological Information Technology](#), University of Queensland).

(iv). Etudes taxonomiques moléculaires : cette étude a également permis de souligner la difficulté d'obtenir des matériels en alcool ou vivants pour les taxa étudiés. Ces difficultés pourraient être levées : (1) en développant davantage les collaborations internationales entre les différents laboratoires d'Entomologie et / ou Acarologie et, (2) en développant une base internationale de données moléculaires des taxa (propre aux Phytoseiidae).

REFERENCES

Ali FS, 1998. Life tables of *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Gamasida: Phytoseiidae) at different temperatures. *Experimental and Applied Acarology*, 22, 335-342.

Amano H, Chant DA, 1977. Life history and reproduction of two species of predacious mites, *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot and *Amblyseius andersoni* (Chant) (Acarina : Phytoseiidae). *Canadian Journal of Zoology*, 55, 1978-1983.

Amano H, Chant DA, 1978. Mating behaviour and reproductive mechanisms of two species of predacious mites, *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot and *Amblyseius andersoni* (Chant) (Acarina : Phytoseiidae). *Acarologia*, 20, 196-213.

Aponte O, McMurtry JA, 1997. Damage on 'Hass' avocado leaves, webbing, webbing and nesting behaviour of *Oligonychus perseae* (Acari : Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 21, 265-272.

Archie J, 1985. Methods for coding variable morphological features for numerical taxonomic analysis. *Systematic Zoology*, 34, 326-345.

Arnault I, Cornillon M, Kruzskowsky C, 2008. Biological control of the lime mite in the Gardens of Villandry: natural enemies installed. *PHM Revue Horticole*, 449, 22-25.

Arutunjan ES, 1970. Phytoseiid mites (Phytoseiidae) on agricultural crops in the Armenian SSR. *Akademii Nauk Armyanskoi SSR, Otdelenie Biologicheskikh Nauk, Dissertatsii na Soiskanie Uchenoi Stepeni Candidata Biologicheskikh Nauk. Zooliya*, 97, 31 pp.

Athias-Henriot C, 1957. Phytoseiidae et Aceosejidae (Acarina, Gamasina) d'Algerie. I. Genres *Blattisocius* Keegan, *Iphiseius* Berlese, *Amblyseius* Berlese, *Phytoseius* Ribaga, *Phytoseiulus* Evans. *Bulletin de la Societe d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord, Alger*. 48, 319-352.

Athias-Henriot C, 1958. Contribution a la connaissance du genre *Typhlodromus* Scheuten (Acariens Parasitiformes, Phytoseiidae). *Description de deux espèces nouvelles*

d'Algérie et clé des espèces du groupe *finlandicus*. Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole de France, 37(2), 179-186.

Athias-Henriot C, 1960. Phytoseiidae et Aceosejidae (Acarina : Gamasina) d'Algérie. IV. Genre *Typhlodromus* Scheuten, 1857. Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord, 51, 62-107.

Athias-Henriot C, 1975. Nouvelles notes sur les Amblyseiini. II. Le relevé organotaxique de la face dorsale adulte (Gamasides protoadeniques, Phytoseiidae). Acarologia, 17(1), 20-29.

Athias-Henriot C, 1977. Nouvelles notes sur les Amblyseiini. III. Sur le genre *Cydnodromus* : Redéfinition, composition (Parasitiformes, Phytoseiidae). Entomophaga, 22, 61-73.

Athias-Henriot C, Fauvel G, 1981. *Pegodromus crassipilis*, n. g., n. sp., Typhlodromini nouveau du sud de la France (Parasitiformes : Phytoseiidae). International Journal of Acarology, 7, 71-74.

Badii MH, McMurtry JA, 1983. Effect of different foods on development, reproduction and survival of *Phytoseiulus longipes* (Acarina : Phytoseiidae). Entomophaga 28(2), 161-166.

Badii MH, McMurtry JA, 1984. Life history of and life table parameters for *Phytoseiulus longipes* with comparative studies on *P. persimilis* and *Typhlodromus occidentalis* (Acari : Phytoseiidae). Acarologia, 25 (2), 111-123.

Badii MH, McMurtry JA, 1988a. Effect of prey density on functional and reproductive responses of the predatory mite *Phytoseiulus longipes* (Acari : Phytoseiidae). International Journal of Acarology, 14, 61-69.

Badii M, McMurtry JA, 1988b. Response of the predatory mite *Phytoseiulus longipes* Evans to spatial variation in the density of female prey *Tetranychus pacificus* McGregor (Acari : Phytoseiidae, Tetranychidae). International Journal of Acarology, 14(2), 57-60.

Badii MH, McMurtry JA, Flores AE, 1999. Rates of development, survival and predation of imature stages of *Phytoseiulus longipes* (Acari : Mesostigmata : Phytoseiidae). Experimental and Applied Acarology, 23, 611-621.

Baker EW, Wharton GW, 1952. *An Introduction to Acarology*. Macmillan, New York, 465 pp.

Baker AS, 1990. A new species of the mite genus *Mesoseiulus* (Parasitiformes : Phytoseiidae) associated with thrips (Insecta : Thysanoptera). Journal of Zoology, 222(4), 617-622.

Ball JC, 1980. Development, fecundity, and prey consumption of four species of predaceous mites (Phytoseiidae) at two constant temperatures. Environmental Entomology, 9, 298-303.

Banks N, 1904. A treatise on the Acarina or mites. Proceedings U.S. National Museum, 28(1382), 1-114.

Barret D, Kreiter S, 1992. Rôle des relations morphométriques dans la coopération entre certaines plantes et des acariens prédateurs Phytoseiidae (Acari). Bulletin de la Société d'Ecophysiologie, 17(2), 129-143.

Barret D, Kreiter S, 1995. Morphometrics of some phytoseiid mites and characteristics of their habitat : consequences for biological control, 461-473. *In* The Acari. Physiological and Ecological Aspects of Acari-Host Relationships. (Edited by D. Kropczynska *et al.*). Warszawa, Poland.

Barret D, 1994. Influence de l'architecture du phylloplan dans l'organisation des peuplements de Phytoséiides (Acari) et dans leurs associations avec les plantes. PhD Thesis. Ecole Supérieure Agronomique de Montpellier, 174 pp.

Beard JJ, 1999. A revision of the Australian mite genus *Australiseiulus* Muma (Acarina : Phytoseiidae). Invertebrate Taxonomy, 13, 351-368.

Beglyarov GA, 1981. Keys to the determination of phytoseiid mites of the USSR. Information Bulletin International Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants, East Palaearctic Section, Leningrad, Russia, 2, 97 pp.

Berlese A, 1913. Systema Acarorum genera in familiis suis disposita. Acaroteca Italica, 1-2, 3-19.

Berry JS, Holtzer TO, Norman JM, 1991. Experiments using a simulation model of the Banks grass mite (Acari : Tetranychidae) and the predatory mite *Neoseiulus fallacis* (Acari : Phytoseiidae) in a corn microenvironment. Environmental. Entomology, 20, 1074-1078.

Blackwood JS, Schausberger P, Croft BA, 2001. Prey-stage preference in generalist and specialist phytoseiid mites (Acari : Phytoseiidae) when offered *Tetranychus urticae* (Acari : Tetranychidae) eggs and larvae. Environmental Entomology, 30,1103-1111.

Bravenboer L, Dosse G, 1962. *Phytoseiulus riegeli* Dosse als Prädator einiger Schadmilben aus der *Tetranychus urticae*-Gruppe. Entomologia Experimentalis and Applicata, 5, 291-304.

Brown JH, Lomolino MV, 1998. Biogeography, 2nd Edn (p. 560). Sunderland, MA : Sinauer Associates.

Ceballos O, Ortuño F, 1976. Study of the vegetation and forest flora of the western Canary Islands. Santa Cruz de Tenerife. Excmo Cabildo Insular, 433 pp, 2 ed.

Chant DA, 1955. Notes on mites of the genus *Typhlodromus* Scheuten, 1857 (Acarina: Laelaptidae), with descriptions of the males of some species and the female of a new species. The Canadian Entomologist, 87(11), 496-503.

Chant DA, 1957. Note on the status of some genera in the family Phytoseiidae (Acarina). The Canadian Entomologist, 89(11), 528-532.

Chant DA, 1959a. Observations sur la famille des Phytoseiidae. Acarologia, 1(1), 11-23.

Chant DA, 1959b. Phytoseiid mites (Acarina : Phytoseiidae). Part I. Bionomics of seven species in southeastern England. Part II. A taxonomic review of the family Phytoseiidae, with descriptions of thirty-eight new species. The Canadian Entomologist, Supplement 12, 166 pp.

Chant DA, 1960. Two new species of *Typhlodromus* from California (Acarina : Phytoseiidae). The Pan-Pacific Entomologist, 36, 135-138.

Chant DA, 1965. Generic concepts in the family Phytoseiidae (Acarina : Mesostigmata). The Canadian Entomologist, 97, 351-374.

Chant DA, 1985a. Systematics and taxonomic. In Spider Mites : Their Biology, Natural Enemies and Control. World Crop Pest. Vol. 1B, Helle W, Sabelis MW (eds.), Elsevier, 17-29.

Chant DA, 1985b. External Anatomy. In Spider Mites : Their Biology, Natural Enemies and Control. World Crop Pest. Vol. 1B, Helle W, Sabelis MW (eds.), Elsevier, 5-9.

Chant DA, 1993. Paedomorphosis in the family Phytoseiidae (Acari : Gamasina). Canadian Journal of Zoology, 71(7), 1334-1349.

Chant DA, Denmark HA, Baker EW, 1959. A new subfamily, Macroseinae Nov., of the family Phytoseiidae (Acarina : Gamasina). The Canadian Entomologist, 91(12), 808-811.

Chant DA, Hansell RIC, Rowell H, 1978. A numerical taxonomic study of variation in populations of *Typhlodromus caudiglans* Schuster (Acarina : Phytoseiidae). Canadian Journal of Zoology, 56(1), 55-65.

Chant DA, McMurtry JA, 1994. A review of the subfamilies Phytoseiinae and Typhlodrominae (Acari : Phytoseiidae). International Journal of Acarology, 20(4), 223-310.

Chant DA, McMurtry JA, 2003a. A review of the subfamily Amblyseiinae Muma (Acari : Phytoseiidae) : Part I. Neoseiulini new tribe. International Journal of Acarology, 29(1), 3-46.

Chant DA, McMurtry JA, 2003b. A review of the subfamily Amblyseiinae Muma (Acari : Phytoseiidae). Part II. The tribe Kampimodromini Kolodochka. International Journal of Acarology, 29(3), 179-224.

Chant DA, McMurtry JA, 2005a. A review of the subfamily Amblyseiinae Muma (Acari : Phytoseiidae). Part V. Tribe Amblyseiini, subtribe Proprioseiopsina Chant and McMurtry. International Journal of Acarology, 31, 3-22.

Chant DA, McMurtry JA, 2006a. A review of the subfamily Amblyseiinae Muma (Acari : Phytoseiidae) : part VIII. The tribes Macroseiini Chant, Denmark and Baker, Phytoseiulini n. tribe, Africoseiulini n. tribe and Indoseiulini Ehara and Amano. International Journal of Acarology, 32(1), 13-25.

Chant DA, McMurtry JA, 2006b. A review of the subfamily Amblyseiinae Muma (Acari : Phytoseiidae) : part IX. An overview. International Journal of Acarology, 32(2), 125-152.

Chant DA, McMurtry JA, 2007. Illustrated keys and diagnoses for the genera and subgenera of the Phytoseiidae of the world (Acari : Mesostigmata). Michigan, Indira Publishing House, 220 pp.

Chant DA, Yoshida-Shaul E, 1982. A world review of the *soleiger* species group in the genus *Typhlodromus* Scheuten (Acarina : Phytoseiidae). Canadian Journal of Zoology, 60(12), 3021-3032.

Chant DA, Yoshida-Shaul E, 1983. A world review of the *simplex* species group in the genus *Typhlodromus* Scheuten (Acarina : Phytoseiidae). Canadian Journal of Zoology, 61, 1142-1151.

Chant DA, Yoshida-Shaul E, 1984. A world review of the *occidentalis* species group in the genus *Typhlodromus* Scheuten (Acarina : Phytoseiidae). Canadian Journal of Zoology, 62, 1860-1871.

Chant DA, Yoshida-Shaul E, 1986a. The subfamily Chantiinae in the family Phytoseiidae (Acari : Gamasina). Canadian Journal of Zoology, 64(9), 2024-2034.

Chant DA, Yoshida-Shaul E, 1986b. A new subfamily, Cydnodromellinae, in the family Phytoseiidae (Acari : Gamasina). Canadian Journal of Zoology, 64(12), 2811-2823.

Chant DA, Yoshida-Shaul E, 1987. A world review of the *pyri* species group in the genus *Typhlodromus* Scheuten (Acari : Phytoseiidae). Canadian Journal of Zoology, 5(7), 1770-1804.

Chant DA, Yoshida-Shaul E, 1989. A world review of the *tiliarum* species group in the genus *Typhlodromus* Scheuten (Acari : Phytoseiidae). Canadian Journal of Zoology, 67(4), 1006-1046.

Chant DA, Yoshida-Shaul E, 1992a. A revision of the tribe Phytoseiini Berlese with a world review of the *purseglovei* species group in the genus *Phytoseius* Ribaga (Acari : Phytoseiidae). International Journal of Acarology, 18(1), 5-23.

Chant DA, Yoshida-Shaul E, 1992b. Adult idiosomal setal patterns in the family Phytoseiidae (Acari : Gamasina). International Journal of Acarology, 18(3), 177-193.

Chappill JA, 1989. Quantitative characters in phylogenetic analysis. Cladistics, 5, 217-234.

Chaudhri WM, Akbar S, Rasool A, 1974. Taxonomic studies of the mites belonging to the families Tenuipalpidae, Tetranychidae, Tuckerellidae, Caligonellidae, Stigmaeidae and Phytoseiidae. University of Agriculture Technical Bulletin, Lyallpur, 1, 204-233.

Chaudhri WM, 1975. New subfamily Gnoriminae (Acarina : Phytoseiidae) with the new genus *Gnorimus* and description of new species *Gnorimus tabella* from Pakistan. Pakistan Journal of Agricultural Science, 12(1-2), 99-102.

Childers CC, Aguilar H, Villanueva R, Abou-Setta MM, 2001. Comparative residual toxicities of pesticides to the predator *Euseius mesembrinus* (Acari : Phytoseiidae) on *citrus* in Florida. Florida Entomologist, 84 (3), 391-401.

Cobanoglu S, 1996. *Typhloctonus* Muma, 1961 (Acarina : Phytoseiidae) species, from the Thrace region of Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 20, 353-357.

Cobanoglu S, 2000. Phytoseiid mites (Mesostigmata : Phytoseiidae) of Thrace, Turkey. Israel Journal of Entomology, 34, 83-107.

Cochereau P, 1976. Controle biologique, en Nouvelle Calédonie, de *Tetranychus urticae* (Acarien : Tetranychidae) au moyen de *Phytoseiulus persimilis* (Acarien, Phytoseiidae), en cultures maraîchères. Entomophaga, 21(2), 151-156.

Collyer E, 1956. Notes on the biology of some predacious mites on fruit trees in south-eastern England. *Bulletin of Entomological Research*, 47(2), 205-214.

Collyer E, 1958. Some insectary experiments with predaceous mites to determine their effect on the development of *Metatetranychus ulmi* (Koch) populations. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 1, 138-46.

Collyer E, 1982. The Phytoseiidae of New Zealand (Acarina) 1. The genera *Typhlodromus* and *Amblyseius* - keys and new species. *New Zealand Journal of Zoology*, 9, 185-206.

Collyer E, 1964. The occurrence of some mites of the family Phytoseiidae in New Zealand, and descriptions of seven new species. *Acarologia*, 6, 632-646.

Corpuz-Raros LA, Garcia RC, 1994. New species records and new geographic and habitat records for some Philippine Phytoseiidae (Acari). *Philippine Entomologist*, 9(4), 359-376.

Cranston PS, Humphries CJ, 1988. Cladistics and computers : a chironomid conundrum ? *Cladistics*, 4, 72-92.

Croft BA, Coop LB, 1998. Heat units, release rate, prey density, and plant age effects on dispersal by *Neoseiulus fallacis* (Acari : Phytoseiidae) after inoculation into strawberry. *Journal of Economic Entomology*, 91, 94-100.

Croft BA, Kim SS, Kim DI, 1996. Intra- and interspecific predation on four life stage groups by the adult females of *Metaseiulus occidentalis*, *Typhlodromus pyri*, *Neoseiulus fallacis* and *Amblyseius andersoni*. *Experimental and Applied Acarology*, 20, 435-444.

Croft BA, MacRae IV, 1992. Biological control of apple mites by mixed populations of *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt) and *Typhlodromus pyri* Scheuten (Acari : Phytoseiidae). *Journal of Environmental Entomology*, 21(1), 202-209.

Croft BA, McMurtry JA, 1972. Comparative studies on four strains of *Typhlodromus occidentalis* Nesbitt (Acarina : Phytoseiidae). IV. Life history studies. *Acarologia*, 13, 460-470.

Croft BA, Shearer P, Fields GJ, Riedl HW, 1990. Distribution of *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt) and *Typhlodromus pyri* scheuten (parasitiformes : phytoseiidae) in apple orchards of the Hood River Valley, Oregon. Canadian Entomologist, 122 (1-2), 5-14.

Croft BA, Slone DH, 1997. Equilibrium densities of European red mite (Acari : Tetranychidae) after exposure to three levels of predaceous mite diversity on apple. Environmental Entomology, 26, 391-399.

Cunliffe F, Baker EW, 1953. A guide to the predatory phytoseiid mites of the United States. Pinellas Biology Laboratory, 1, 28 pp.

Da Silva F, Vasconcelos G, Gondim M, Oliveira J, 2005. Exigências térmicas e tabela de vida de fertilidade de *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari : Phytoseiidae). Neotropical Entomology, 34, 291-296.

Davies JT, Ireson JE, Allen GR, 2009. Pre-adult development of *Phytoseiulus persimilis* on diets of *Tetranychus urticae* and *Tetranychus lintearius* : implications for the biological control of *Ulex europaeus*. Experimental and Applied Acarology, 47, 133-145.

De Courcy WME, Kravar-Garde L, Fenton JS, Sunderland KD, 2004. Phytoseiid mites in protected crops : the effect of humidity and food availability on egg hatch and adult life span of *Iphiseius degenerans*, *Neoseiulus cucumeris*, *N. californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari : Phytoseiidae). Experimental and Applied Acarology, 32, 1-13.

De Leon D, 1967. Some mites of the Caribbean Area. Part I. Acarina on plants in Trinidad, West Indies. Allen Press Inc., Lawrence, Kansas, 66 pp.

De Leon JB, Corpuz LA, 2005. Survival, consumption and reproduction of *Amblyseius longispinosus* (Evans) (Acari : Phytoseiidae) on various food items and its comparative biology on two species of spider mites. Philippine Agricultural Scientist, 88(1), 72-77.

Denmark HA, Edland T, 2002. The subfamily Amblyseinae Muma (Acari : Phytoseiidae) in Norway. International Journal of Acarology, 28(3), 195-220.

Denmark HA, Kolodochka LA, 1990. Revision of the genus *Chelaseius* Muma and Denmark (Acari : Phytoseiidae). International Journal of Acarology, 16(4), 219-233.

Denmark HA, Kolodochka LA, 1993. Revision of the genus *Indoseiulus* Ehara (Acari : Phytoseiidae). International Journal of Acarology, 19(3), 249-257.

Denmark HA, Schicha E, 1983. Revision of the genus *Phytoseiulus* Evans (Acarina : Phytoseiidae). International Journal of Acarology, 9, 27-35.

Denmark HA, Welbourn WC, 2002. Revision of the genera *Amblydromella* Muma and *Anthoseius* De Leon (Acari : Phytoseiidae). International Journal of Acarology, 28(4), 291-316.

Denmark HA, Rather AQ, 1984. Revision of the genus *Typhloctonus* Muma, 1961 (Acarina : Mesostigmata). International Journal of Acarology, 10, 163-177.

Denmark HA, Rather AQ, 1996. Revision of the genus *Neoseiulella* Muma (Acari : Phytoseiidae). International Journal of Acarology, 22(1), 43-77.

Duso C, 1992. Role of the predatory mites *Amblyseius aberrans* (Oudemans), *Typhlodromus pyri* Scheuten and *Amblyseius andersoni* (Chant) (Acari : Phytoseiidae) in vineyards. III. Influence of variety characteristics on the success of *A. aberrans* and *T. pyri* releases. Journal of Applied Entomology, 114, 455-462.

Duso C, Pasqualetto C, 1993. Factors affecting the potential of phytoseiid mites (Acari : Phytoseiidae) as biocontrol agents in North-Italian vineyards. Experimental and Applied Acarology, 17, 241-258.

Edland T, Evans GO, 1998. The genus *Typhlodromus* (Acari : Mesostigmata) in Norway. European Journal of Entomology, 95, 275-295.

Ehara S, 1966. A tentative catalogue of predatory mites of Phytoseiidae known from Asia, with descriptions of five new species from Japan. Mushi, 39, 9-30.

Ehara S, 2002. Some phytoseiid mites (Arachnida : Acari : Phytoseiidae) from west Malaysia. Species Diversity, 7, 29-46.

Ehara S, Bhandhufalck A, 1977. Phytoseiid mites of Thailand (Acarina : Mesostigmata). Journal of the Faculty of Education, Tottori University, Natural Science, 27(2), 43-82.

El-Badry EA, 1967. Three new species of phytoseiid mites preying on the cotton whitefly, *Bemisia tabaci*, in the Sudan (Acarina : Phytoseiidae). The Entomologist, 100, 106-111.

El-Badry EA, 1968. On a new predatory mite of economic importance from Sudan (Acarina : Phytoseiidae). Acarologia, 10, 432-436.

El-Banhawy EM, Hafez SM, Saber SA, 2001. Response of *Amblyseius cydnodactylon* (Phytoseiidae) to increasing prey density of *Tetranychus urticae* (Tetranychidae) in absence or presence of nymphs of *Bemesia tabaci* (Homoptera) in Egypt. International Journal of Acarology, 27(3), 241-244.

Escudero LA, Ferragut F, 2005. Life-history of predatory mites *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari : Phytoseiidae) on four spider mite species as prey, with special reference to *Tetranychus evansi* (Acari : Tetranychidae). Biological Control, 32, 372-384.

Evans GO, 1952. On a new predatory mite of economic importance. Bulletin of Entomological Research, 43, 397-401.

Evans GO, 1957. An introduction to the British Mesostigmata (Acarina) with keys to families and genera. Journal of the Linnean Society of Zoology, 43, 203-259.

Evans GO, 1958. A new mite of the genus *Phytoseiulus* Evans (Acarina : Phytoseiidae) from southern Rhodesia. Journal of the Entomological Society of South Africa, 21, 306-308.

Evans GO, 1992. Principles of Acarology. CABI Publishing Wallingford, Oxon OX10 8DE, 563 pp.

Evans GO, Griffiths D, Macfarlane D, Murphey PW, Till WM, 1985. The Acari. A practical manual, vol. 1. Morphology and classification. University of Nottingham, School of Agricultural, 1-256.

Fadini MAM, Venzon M, Oliveira H, Pallini A, Vilela EF, 2010. Response of the predatory mite *Phytoseiulus macropilis* (Banks) to volatiles produced by strawberry plants in

response to attack by Tetranychid mites (Acari : Phytoseiidae : Tetranychidae). Neotropical Entomology, 39(2), 248-252.

Fan YQ, Pettitt FL, 1994. Biological Control of Broad Mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks), by *Neoseiulus barkeri* Hughes on Pepper. Biological Control, 4(4), 390-395.

Fernando MHJP, Hassell MP, 1980. Predator-prey responses in an acarine system. Researches on Population Ecology, 22, 301-322.

Ferreira J, Eshuis B, Janssen A, 2008. Domatia reduce larval cannibalism in predatory mites. Ecological Entomology, 33, 374-379.

Ferrero M, Gigot C, Tixier MS, Van Houten Y, Kreiter S, 2010. Egg hatching response to a range of relative humidities for six species of predatory mites [Acari : Phytoseiidae]. Entomologia Experimentalis et Applicata, 135, 237-244.

Ferrero M, Moraes GJ de, Kreiter S, Tixier MS, Knapp M, 2007. Life tables of *Phytoseiulus longipes* feeding on *Tetranychus evansi* at four temperatures (Acari : Phytoseiidae, Tetranychidae). Experimental and Applied Acarology, 41, 45-53.

Flaherty DL, Hoy MA, 1971. Biological control of Pacific mites and Willamette mites in San Joaquin Valley vineyards. III. Role of tydeid mites. Researches on Population Ecology, 13, 80-96.

Flaherty DL, Hufaker CB, 1970. Biological control of Pacific mite and Willamette mite in San Joaquin Valley vineyards. I. Role of *Metaseiulus occidentalis*. 11. Influence of dispersion patterns of *Metaseiulus occidentalis*. Hilgardia, 40, 267-330.

Fraga AIA, 1996. Biologia de *Phytoseiulus fragariae* Denmark & Schicha, 1983 (Acari : Phytoseiidae) em morango (*Fragaria x ananassa* Duch.). MSc thesis, Faculdade de Ciências Agrônomicas-Universidade Estadual Paulista, São Paulo, Brazil, 73 pp.

Furtado IP, Moraes GJ de, Kreiter S, Tixier MS, Knapp M, 2007. Potential of a Brazilian population of the predatory mite *Phytoseiulus longipes* as a biological control agent of *Tetranychus evansi* (Acari : Phytoseiidae, Tetranychidae). Biological Control, 42(2), 139-147.

Galazzi D, Nicoli G, 1996. Comparative study of strains of *Phytoseiulus persimilis* 1. Development and adult life. Bollettino dell'Istituto di Entomologia 'Guido Grandi' della Universita degli Studi di Bologna, 50, 215-231.

Gerson U, Smiley RL, Ochoa T, 2003. Mites (Acari) for pest control. Blackwell Science, Oxford, United Kingdom, 539 pp.

Gondim MGC Jr, Moraes GJ de, 2001. Phytoseiid mites (Acari : Phytoseiidae) associated with palm trees (Arecaceae) in Brazil. Systematic and Applied Acarology, 6, 65-94.

Gonzalez RH, Schuster RO, 1962. Especies de la familia Phytoseiidae en Chile I. (Acarina : Mesostigmata). Boletim Tecnico de la Estacion Experimental Agronomica, 16, 1-35.

Grafton-Cardwell EE, Ouyang Y, Striggow RA, 1997. Predaceous mites (Acari : Phytoseiidae) for control of spider mites (Acari : Tetranychidae) in nursery citrus. Environmental Entomology, 26, 121-130.

Gupta SK, 1987. Some new species and records of Phytoseiidae (Acari : Mesostigmata) from north-east India. Oriental Insects, 21, 111-128.

Hansen A, Sunding P, 1985. Flora of Macaronesia : checklist of vascular plants. 3rd rev, edn. Oslo : University of Oslo.

Helle, W, Sabelis MW, 1985. Spider Mites. Their Biology, Natural Enemies and Control, Vol. IB. Elsevier, Amsterdam, 458 pp.

Hirschmann W, 1962. Gangsystematik der Parasitiformes. Acarologie Schriftenreihe fur Vergleichende Milbenkunde, Hirschmann-Verlag, Furth/Bay, 5(5-6), 80 pp.+ 32 plates.

Hirschmann W, 1957. Gangsystematik der Parasitiformes. Teil 1. Rumpfbehaarung und Rückenflächen. Acarologie, Fürth, 1-20.

Huelsenbeck JP, Ronquist F, 2001. MRBAYES : Bayesian inference of phylogeny. Bioinformatics, 17, 754-755.

Humphries CJ, Parenti LR, 1999. Cladistic Biogeography : interpreting patterns of plant and animal distributions, second edition. 187 pp.

Jaccard P, 1901. Distribution de la flore alpine dans le bassin des Dranses et dans quelques régions voisines. Bulletin de la Societe Vaudoise des Sciences Naturelles, 37, 241-272.

Jeppson LR, Keifer HH, Baker EW, 1975. *In* : Mites injurious to economic plants, 153-155. University of California Press, Berkeley, Etats-Unis, 615 pp.

Juan C, Emerson BC, Oromí P, Hewitt GM, 2000. Colonization and diversification: towards a phylogenetic synthesis for the Canary Islands. Trends in Ecology and Evolution, 15, 104-109.

Karban R, English-Loeb G, Walker MA, Thaler J, 1995. Abundance of phytoseiid mites on *Vitis* species : effects of leaf hairs, domatia, prey abundance and plant phylogeny. Experimental and Applied Acarology, 19, 189-197.

Karg W, 1960. Zur Kenntnis der Typhlodromiden (Acarina : Parasitiformes) aus Ackerund Grunlandboden. Zeitschrift fur Angewandte Entomologie, 47, 440-452.

Karg W, 1972. Untersuchungen uber die Korrelation zwischen dominierenden Raubmilben arten und ihrer moglichen Beute in Apfelanlagen. Archiv fur Pflanzenschutz, Berlin, 8(1), 29-52.

Karg W, 1975. Nutzlingsschonende Spinnmilbenbekämpfung im Obstbau. Gartenbau, 22, 51-54.

Karg W, 1983. Systematische untersuchung der Gattungen und Untergattungen der Raubmilbenfamilie Phytoseiidae Berlese, 1916, mit der beschreibung von 8 neuen Arten. Mitteilungen Zoologisches Museum in Berlin, 59(2) 293-328.

Kazak C, 2008. The development, predation, and reproduction of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari : Phytoseiidae) from hatay fed *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval (Acari : Tetranychidae) larvae and protonymphs at different temperatures. Turkish Journal of Zoology, 32, 407-413.

Kennett CE, Caltagirone LE, 1968. Biosystematics of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acarina : Phytoseiidae). *Acarologia*, 10(4), 563-577.

Khalk AA, Momen F, 2007. Mating and prey stage affecting life history, reproduction and life table of the predacious mite *Phytoseiulus marcopilis* (Banks) (Acari : Phytoseiidae). *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 40.

Kinn DN, Doult RL, 1972. Initial survey of arthropods found in North Coast vineyards of California. *Environmental Entomology*, 1, 508-512.

Kolodochka LA, 2009. A review of predaceous mites of the genus *Typhloctonus* Muma (Parasitiformes, Phytoseiidae) in Ukraine with the description of unknown male of *T. tuberculatus*. *Vestnik Zoologii*, 43(6), 481-494.

Kolodochka LA, Denmark HA, 1996. Revision of the genus *Okiseius* Ehara (Acari : Phytoseiidae). *International Journal of Acarology*, 22(4), 231-251.

Kostiainen TS, Hoy MA, 1996. The Phytoseiidae as biological control agents of pest mites and insects. A bibliography. Monograph 17, Gainesville. University of Florida, Agricultural Experiment Station, Institute of Food and Agricultural Sciences, 355 pp.

Krantz GW, 1978. A Manual of Acarology (2nd. edition). OSU Book Stores, Corvallis, OR, 509 pp.

Kreiter S, 1994. Les caractéristiques biologiques des acariens prédateurs d'acariens et leur utilisation en lutte biologique. 9ème Cours International d'Acarologie, Montpellier, 152-176.

Kreiter, S, Barret D, Cotton D, Perrot-Minnot M-J, 1991. Les *Typhlodromes*, qui sont-ils, que font-ils ? Des acariens prédateurs qui font parler d'eux en viticulture et arboriculture (1ère Partie). *Phytoma La Défense des végétaux*, 428, 46-54.

Kreiter S, Brian F, 1987. Possibilités offertes par la lutte biologique contre les acariens phytophages en viticulture en France : résultats préliminaires et perspectives de travaux. *In* : *La difesa integrata della vite in Europa*, 4, 111-118.

Kreiter S, Sentenac G, 1995. Gestion des populations d'auxiliaires : recolonisation naturelles ou introductions de phytoséiides en vignobles. In : Comptes rendus de la "Journée d'informations sur les auxiliaires entomophages", Valence, F. Leclant, J. N. Reboulet (eds.), ANPP. 49-63.

Kreiter S, Tixier M-S, Bonafos R, Auger P, Guichou S, Cheval B, Bourgois T, Laporte M, Caumette S, 2003. Les acariens ravageurs et auxiliaires des plantes. Formation continue, journée "Formation-Information", 160 pp.

Kreiter S, Tixier M-S, Croft BA, Auger P, Barret D, 2002. Plants and leaf characteristics influencing the predaceous mite *Kampimodromus aberrans* (Acari : Phytoseiidae) in habitats surrounding vineyards. *Environmental Entomology*, 31(4), 648-660.

Kreiter S, Weber M, Sentenac G, Valentin G, Hardy P, 1993. Bilan de cinq années d'expérimentations de lutte biologique contre les acariens phytophages de la vigne à l'aide d'acariens prédateurs Phytoseiidae. *Annales ANPP*, 2, 341-349.

Kunkel G, 1992. Die Kanarischen Inseln und ihre Pflanzenwelt, 3rd edn. Fischer, Stuttgart.

Landeros J, Rodriguez S, Badii MH, Cerda PA, Flores AE, 2001. Functional response and population parameters of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot on *Tetranychus urticae* Koch. *Southwest Entomologist*, 26, 253-257.

Lehman RD, 1982. Mites (Acari) of Pennsylvania conifers. *Transactions of the American Entomological Society*, 108, 181-286.

Lindquist EE, 1994. Some observations on the chaetotaxy of the caudal body region of Gamasine mites (Acari : Mesostigmata), with a modified notation for some ventrocaudal body setae. *Acarologia*, 35, 323-326.

Lindquist EE, Chant DA, 1964. A redescription of *Aceodromus* Muma and its transfer to the Blattisociinae (Acarina : Blattisociidae). *Canadian Entomologist*, 96, 500-507.

Lindquist EE, Evans GO, 1965. Taxonomic concepts in the Ascidae, with a modified setal nomenclature for the Idiosoma of the Gamasina (Acarina : Mesostigmata). *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 47, 1-64.

Lindquist EE, Krantz GW, Walter DE, 2009. Order Mesostigmata. pp. 124-232. *In*: Krantz GW, Walter DE (eds.). A Manual of Acarology, Third edition. Texas Tech University Press, Lubbock, Texas. 807 pp.

Lopez-Avila A, 1986. Natural enemies. *Bemisia tabaci* - a literature survey of the cotton whitefly with an annotated bibliography. Cock MJW (eds.), 27-35. C.A.B, International Institute of Biological Control, 121 pp.,

Luczynski A, Nyrop JP, Shi A, 2008. Pattern of female reproductive age classes in mass-reared populations of *Phytoseiulus persimilis* (Acari : Phytoseiidae) and its influence on population characteristics and quality of predators following cold storage. Biological Control, 47, 159-166.

McMurtry JA, 1963. Diaspidine scale insects as prey for certain phytoseiid mites, *In* : Advances in Acarology. Comstock Publishing Associates, Ithaca, N.Y., 151-154.

McMurtry JA, 1982. The use of phytoseiids for biological control: progress and future prospects. *In*: Hoy MA, (Ed.), Recent advances in knowledge of the Phytoseiidae. Division of Agricultural Sciences, University of California, USA, Publications, 3284, 23-48.

McMurtry JA, 1992. Dynamics and potential impact of generalist phytoseiids in agroecosystems and possibilities for establishment of exotic species. Experimental and Applied Acarology, 14, 371-382.

McMurtry JA, Croft BA, 1997. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. Annual Review of Entomology, 42, 291-321.

McMurtry JA, Huffaker CB, van de Vrie M, 1970. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies : a review. I. Tetranychid enemies : their biological characters and the impact of spray practices. Hilgardia, 40, 331-390.

Messelink GJ, van Holstein-Saj R, 2006. Potential for biological control of the bulb scale mite (Acari : Tarsonemidae) by predatory mites in amaryllis. Proceedings to the Netherlands Entomological Society Meeting, (17), 113-118.

Meyerdirk DE, Coudriet I, 1985. Predation and developmental studies of *Euseius hibisci* (Chant) (Acarina : Phytoseiidae) feeding on *Bemisia tabaci*. Environmental Entomology 14, 24-27.

Michalska K, 2003. Climbing of leaf trichomes by eriophyid mites impedes their location by predators. Journal of Insect Behavior, 16(6), 833-844.

Mickevich MF, Farris SJ, 1981. The implications of congruence in Menidia. Systematic Zoology, 30, 351-370.

Momen FM, El-Saway SA, 1993. Biology and feeding behaviour of the predatory mite, *Amblyseius swirskii* (Acari : Phytoseiidae). Acarologia, 35, 199-204.

Moraes, GJ de, Kreiter S, Lofego AC, 2000. Plant mites (Acari) of the French Antilles. 3. Phytoseiidae (Gamasida). Acarologia, 40(3), 237-264.

Moraes GJ de, McMurtry JA, Denmark HA, 1986. A catalog of the mite family Phytoseiidae. References to taxonomy, synonymy, distribution and habitat. EMBRAPA - DDT, Brasilia, 353 pp.

Moraes GJ de, McMurtry JA, Denmark HA, Campos CB, 2004. A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. Zootaxa, 434, 1-494.

Morris MA, Berry RE, Croft BA, 1999. Phytoseiid mites in peppermint and effectiveness of *Neoseiulus fallacis* to *Tetranychus urticae* (Acari : Phytoseiidae, Tetranychidae) in arid growing regions. Journal of Economic Entomology, 92, 1078-1078.

Morrone JJ, 1994. On the identification of areas of endemism. Systematic Biology, 43, 438-441.

Muma MH, 1961. Subfamilies, genera, and species of Phytoseiidae (Acarina : Mesostigmata). Florida State Museum Bulletin, 5(7), 267-302.

Muma MH, 1963a. The genus *Galendromus* Muma, 1961 (Acarina : Phytoseiidae). The Florida Entomologist, 1, 15-41.

Muma MH, 1963b. Generic synonymy in the Phytoseiidae (Acarina : Mesostigmata). The Florida Entomologist, 46, 11-16.

Muma MH, 1964. The population of Phytoseiidae on Florida citrus. The Florida Entomologist, 7, 5-11.

Muma MH, 1975. Mites associated with citrus in Florida. University of Florida Agricultural Experiment Station Bulletin, 640A, 1-92.

Muma MH, Denmark HA, De Leon D, 1970. Phytoseiidae of Florida. Arthropods of Florida and neighboring land areas, 6. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry, Gainesville, USA, 150 pp.

Muma MH, Selhime AG, Denmark HA, 1961. An annotated list of predators and parasites associated with insects and mites on Florida citrus. Florida Agricultural Experiment Station Technical Bulletin, 634, 3-39.

Naher L, Haque M, 2007. Biological Control of *Tetranychus Urticae* (Acari : Tetranychidae) Using *Phytoseiulus persimilis* (Acari : Phytoseiidae). Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 3(6), 550-553.

Nascimento G, Moraes GJ, Delalibera I, Knapp M, 2008. Life history of the predatory mite *Phytoseiulus fragariae* on *Tetranychus evansi* and *Tetranychus urticae* (Acari : Phytoseiidae, Tetranychidae) at five temperatures. Experimental and Applied Acarology, 44, 27-36.

Nelson-Rees WA, Hoy MA, Housh TT, 1980. Heterochromatisation, chromatin elimination and haploidization in the parahaploid mite *Metaseiulus occidentalis*. Chromosoma, 77, 263-276.

Nesbitt HHJ, 1951. A taxonomic study of the Phytoseiidae (Family Laelaptidae) predaceous upon Tetranychidae of economic importance. Zoologische Verhandelingen, The Netherlands, 12, 64 pp.+ 32 plates.

Nomikou M, Janssen A, Sabelis MW, 2003. Phytoseiid predators of whiteflies feed and reproduce on non-prey food sources. Experimental and Applied Acarology, 31,, 15-26.

Nomikou M, Janssen A, Schraag R, Sabelis MW, 2001. Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*. *Experimental and Applied Acarology*, 25, 271-291.

Nomikou M, Janssen A, Schraag R, Sabelis MW, 2002. Phytoseiid predators suppress populations of *Bemisia tabaci* on cucumber plants with alternative food. *Experimental and Applied Acarology*, 27, 57-68.

Nomikou M, Janssen A, Schraag R, Sabelis MW, 2004. Vulnerability of *Bemisia tabaci* immatures to phytoseiid predators : consequences for oviposition and influence of alternative food. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 110, 95-102.

Nomikou M, Meng R, Schraag R, Sabelis MW, Janssen A, 2005. How predatory mites find plants with whitefly prey. *Experimental and Applied Acarology*, 36, 263-275.

Oliveira H, Janssen A, Pallini A, Venzon M, Fadini M, Duarte V, 2007. A Phytoseiid predator from the tropics as potential biological control agent for the spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari : Tetranychidae). *Biological Control*, 42, 105-109.

Oomen, PA, 1982. Studies on population dynamics of the scarlet mite, *Brevipalpus phoenicis*, a pest of tea in Indonesia. Med. Landbouwhogeschool, Wageningen, 82(1), 88 pp.

Ovemeer WPJ, 1985. Alternative prey and other food resources. *In* : World Crops Pests, vol. IB, Helle W, Sabelis M (eds.), Elsevier publications, 131-139.

Ozman-Sullivan SK, 2006. Life history of *Kampimodromus aberrans* as a predator of *Phytoptus avellanae* (Acari : Phytoseiidae, Phytoptidae). *Experimental and Applied Acarology*, 38, 15-23.

Pimentel R, Riggins R, 1987. The nature of cladistic data. *Cladistics*, 3, 201-209.

Popov SY, Kondryakov AV, 2008. Reproductive tables of predatory phytoseiid mites (*Phytoseiulus persimilis*, *Galendromus occidentalis*, and *Neoseiulus cucumeris*). *Entomological Review*, 88, 658-665.

Pozzebon A, Duso C, 2008. Grape downy mildew *Plasmopara viticola*, an alternative food for generalist predatory mites occurring in vineyards. *Biological Control*, 45, 441-449.

Pozzebon A, Loeb GM, Duso C, 2009. Grape powdery mildew as a food source for generalist predatory mites occurring in vineyards : effects on life-history traits. *Annals of Applied Biology*, 155, 81-89.

Prasad V, 1967. Biology of the predatory mite *Phytoseiulus macropilis* in Hawaii (Acarina : Phytoseiidae). *Annual Entomology Society American*, 60, 905-908.

Praslicka J, Uhlik V, 1999. Influence of temperature and relative humidity on the development of predatory mite *Phytoseiulus persimilis*. *Acta fytotechnica et zootechnica*, 4, 11-113.

Pritchard AE, Baker EW, 1962. Mites of the family Phytoseiidae from Central Africa, with remarks on genera of the world. *Hilgardia*, 33, 205-309.

Putman WL, 1962. Life-history and behaviour of the predacious mite *Typhlodromus (T.) caudiglans* Schuster (Acarina : Phytoseiidae) in Ontario, with notes on the prey of related species. *Canadian Entomologist*, 94, 163-177.

Ragusa Di Chiara S, Tsolakis H, 1994. Revision of the genus *Kampimodromus* Nesbitt, 1951 (Parasitiformes, Phytoseiidae), with a description of a new species. *Acarologia*, 35(4), 305-322.

Ragusa S, Athias-Henriot C, 1983. Observations on the genus *Neoseiulus* Hughes (Parasitiformes, Phytoseiidae). Redefinition. Composition. Geography. Description of two new species. *Revue Suisse de Zoologie*, 90(3), 657-678.

Ragusa S, Tsolakis H, 1998. Phytoseiid mites (Parasitiformes, Phytoseiidae) of Lesbos Island (Greece) with a description of a new species. *Entomologia Hellenica*, 12, 55-64.

Rahmani H, Hoffmann D, Walzer A, Schausberger P, 2009. Adaptive learning in the foraging behavior of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis*. *Behavioral Ecology*, 20(5), 946-950.

Ramakers PMJ, 1980. Biological control of *Thrips tabaci* (Thysanoptera : Thripidae) with *Amblyseius* spp. (Acari : Phytoseiidae). *IOBC/WPRS Bulletin*, 3, 203-207.

Raworth DA, Bjornson S, 2002. Fecundity and survival of mass reared *Phytoseiulus persimilis* (Acari : Phytoseiidae). Bulletin IOBC/WPRS, 25, 233-236.

Rodriguez N, Farinas ME, Sibat R, 1981. Acaros depredadores (Acari : Phytoseiidae) presentes en los citricos de Cuba. Ciencia y Tecnica de la Agricultura. Serie Citricos y Otros Frutales, 2(2), 81-89.

Rodriguez H, Ramos M, 2006. Feeding behavior of *Amblyseius largoensis* (Muma) and *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae) on *Panonychus citri* (McGregor) (Acari : Tetranychidae). Revista de Proteccion Vegetal, 21(2), 114-118.

Ronquist F, Huelsenbeck JP, 2003. MRBAYES 3 : Bayesian phylogenetic inference under mixed models. Bioinformatics, 19, 1572-1574.

Rosen BR, 1988. From fossils to earth history : applied historical biogeography. Analytical biogeography : an integrated approach to the study of animal and plant distributions (ed. by Myers AA and Giller PS), 437-481.

Rowell HJ, Chant DA, Hansell RIC, 1978. The determination of setal homologies and setal patterns on the dorsal shield in the family Phytoseiidae (Acarina : Mesostigmata). The Canadian Entomologist, 110, 859-876.

Sabelis MW, 1985a. Development. In: Spider Mites : Their Biology, Natural Enemies and Control. World Crop Pest. Vol. 1, Helle BW et Sabelis MW (eds.), Elsevier. Amsterdam, 43-53.

Sabelis MW, 1985b. Predator-Prey Interaction. In : Spider Mites : Their Biology, Natural Enemies and Control. World Crop Pest. Vol. 1, Helle BW et Sabelis MW (eds.), Elsevier. Amsterdam, 103-129.

Sabelis MW, 1999. Evolution of plant-predator mutualisms : an introduction to the symposium. In : Needham GR, Mitchell R, Horn DJ, Welbourn WC, 1999, Acarology IX Symposia Ohio Biological Survey, Ohio, 205-213.

- Sabelis MW, Van der Meer J, 1986. Local dynamics of the interaction between predatory mites and two-spotted spider mites, in “Dynamics of Physiologically Structured Populations” (Metz JAJ, Diekmann O, (eds.), Lecture Notes in Biomathematics, 68, 322-344, Springer-Verlag, Berlin.
- Saeed M, Ferrero M, Tixier MS, Kreiter S, 2008. Feeding preference of two strains of a predatory mite, *Phytoseiulus longipes* Evans (Acari : Phytoseiidae). AFPP-8ème Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture, Montpellier, France, 1 pp.
- Santi F, Maccagnani B, 2000. Influence of the humidity on mortality rate and embryonic development time of two strains of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acarina : Phytoseiidae). Bollettino dell'Istituto di Entomologia Guido Grandi della Università degli Studi di Bologna, 54, 1-11.
- Schausberger P, 2003. Cannibalism among phytoseiid mites : a review. Experimental and Applied Acarology, 29, 173-191.
- Schausberger, P, Croft BA, 1999. Predation on and discrimination between con- and heterospecific eggs among specialist and generalist phytoseiid mite species (Acari : Phytoseiidae). Environmental Entomology, 28, 523-528.
- Schausberger, P, Croft BA, 2000. Cannibalism and intraguild predation among phytoseiid mites : Are aggressiveness and prey preference related to diet specialisation? Experimental and Applied Acarology, 24, 709-725.
- Schausberger P, Walzer A, 2001. Combined versus single species release of predaceous mites : predator-predator interactions and pest suppression. Biological Control, 20, 269-278.
- Schicha E, 1978. *Typhlodromus nesbitti* Womersly redescribed (Acari : Phytoseiidae). Australian Entomology Magazine, 5(1), 5-7.
- Schicha E, 1987. Phytoseiidae of Australia and neighboring areas. Indira Publishing House, West Bloomfield, Michigan, 187 pp.

Schulten GGM, 1985a. Mating. In : Spider Mites : Their Biology, Natural Enemies and Control World Crop Pest. Helle W, Sabelis MW (eds.), Vol. 1B, Elsevier. Amsterdam, 43-53.

Schulten GGM, 1985b. Pseudo-arrhenotoky. In : World Crop Pests : Spider Mites, Their Biology, Natural Enemies and Control, Helle W, Sabelis MW (eds.), Vol. 1B, Elsevier, Amsterdam, 67-71.

Schultz FW, 1974. Some aspects of the ecology of *Amblyseius (Amblyseius) teke* Prichard and Baker and *A. (Mesoseiulus) longipes* (Evans) (Acarina : Phytoseiidae). *Phytophylactica*, 6, 1-10.

Seelmann L, Auer A, Hoffmann D, Schausberger P, 2007. Leaf pubescence mediates intraguild predation between predatory mites. *Oikos*, 116, 807-817.

Shih CI, Poe SL, Cromroy HL, 1979. Biology and predation of *Phytoseiulus macropilis* on *Tetranychus urticae*. *Florida Entomology*, 62, 48-53.

Skirvin DJ, Fenlon JS, 2003. The effect of temperature on the functional response of *Phytoseiulus persimilis* (Acari : Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*, 31, 37-49.

Skirvin DJ, Williams MC, 1999. Differential effects of plant species on a mite pest (*Tetranychus urticae*) and its predator (*Phytoseiulus persimilis*) : implications for biological control. *Experimental and Applied Acarology*, 23, 497-512.

Steinberg S, Cohen M, 1992. Biological control of the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) in apple orchards by inundative releases of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis*. A feasibility study. *Phytoparasitica*, 20(Supp), 37S-44S.

Strong WB, Croft BA, 1995. Inoculative release of phytoseiid mites (Acarina : Phytoseiidae) into the rapidly expanding canopy of hops for control of *Tetranychus urticae* (Acarina : Tetranychidae). *Environmental Entomology*, 24, 446-453.

Swirski E, Ragusa S, Tsolakis H, 1998. Keys to the phytoseiid mites (Parasitiformes : Phytoseiidae) of Israel. *Phytophaga*, 8, 85-154.

Swofford DL, 2002. PAUP – Phylogenetic Analysis Using Parsimony (*and Other Methods), Ver. 4. 0. Beta [computer software]. Sunderland, MA : Sinauer Associates.

Takafuji A, Chant DA, 1976. Comparative studies of two species of Predaceous Phytoseiid mite (Acarina : Phytoseiidae), with special reference to their responses to the density of their prey. *Researches on Population Ecology*, 17, 255-310.

Takahashi F, Chant DA, 1992a. Adaptive strategies in the genus *Phytoseiulus* Evans (Acari : Phytoseiidae). I. Developmental times. *International Journal of Acarology*, 18, 171-176.

Takahashi F, Chant DA, 1993a. Phylogenetic relationships in the genus *Phytoseiulus* Evans (Acari : Phytoseiidae). I. Geographic distribution. *International Journal of Acarology*, 19, 15-22.

Takahashi F, Chant DA, 1993b. Phylogenetic relationships in the genus *Phytoseiulus* Evans (Acari : Phytoseiidae). II. Taxonomic review. *International Journal of Acarology*, 19, 23-37.

Takahashi F, Chant DA, 1993c. Phylogenetic relationships in the genus *Phytoseiulus* Evans (Acari : Phytoseiidae). III. Cladistic analysis. *International Journal of Acarology*, 19, 233-241.

Takahashi F, Chant DA, 1994. Adaptive strategies in the genus *Phytoseiulus* Evans (Acari : Phytoseiidae). II. Survivorship and Reproduction. *International Journal of Acarology*, 20, 87-97.

Tanigoshi LK, Hoyt SC, Croft BA, 1983. Basic biology and management components for mite pests and their natural enemies. In : *Integrated management of insect pests of pome and stone fruits*, Croft BA, Hoyt SC (eds.), 153-202. John Wiley & Sons, New York.

Tello V, Vargas R, Araya J, Cardemil A, 2009 Biological parameters of *Cydnodromus picanus* and *Phytoseiulus persimilis* raised on the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus* (Acari : Phytoseiidae, Tetranychidae). *Ciencia Investigation Agraria*, 36(2), 277-290.

Thiele K, 1993. The holy grail of the perfect character : the cladistic treatment of morphometric data. *Cladistics*, 9, 275-304.

Tixier M-S, Ferrero M, Okassa M, Guichou S, Kreiter S, 2010. On the specific identity of specimens of *Phytoseiulus longipes* Evans (Mesostigmata : Phytoseiidae) showing different feeding behaviours : morphological and molecular analyses. *Bulletin of Entomological Research*, 100(5), 569-579.

Tixier M-S, Kreiter S, Auger P, Weber M, 1998. Colonisation of Languedoc vineyards by phytoseiid mites (Acari : Phytoseiidae) : influence of wind and crop environment. *Experimental and Applied Acarology*, 22, 523-542.

Tixier M-S, Kreiter S, Barbar Z, Ragusa S, Cheval B, 2006b. The status of two cryptic species : *Typhlodromus exhilaratus* Ragusa and *Typhlodromus phialatus* Athias-Henriot (Acari : Phytoseiidae) : consequences for taxonomy. *Zoologica Scripta*, 35, 115-122.

Tixier M-S, Kreiter S, Ferragut F, Cheval B, 2006a. The suspected synonymy of *Kampimodromus hmiminai* and *Kampimodromus adrianae* (Acari : Phytoseiidae) : morphological and molecular investigations. *Canadian Journal of Zoology*, 84, 1216-1222.

Tixier M-S, Kreiter S, Moraes GJ de, 2008. Biogeographic distribution of the mites of the family Phytoseiidae (Acari : Mesostigmata). *Biological Journal of the Linnean Society*, 93, 845-856.

Toledo SN, 2007. Metodologia de cria de *Phytoseiulus fragariae*, Denmark and Schicha (Acari : Phytoseiidae), predador del complejo tetranychidae. *Avance Agroindustrial*, 28(3), 44-47.

Toyoshima S, Amano H, 1999. Comparison of development and reproduction in offspring produced by females of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari : Phytoseiidae) under two prey conditions. *Applied Entomology and Zoology*, 34, 285-292.

Treat AE, 1970. Worm-like objects (?nematode larvae) on two gamasine mites taken from noctuid moths. *Annals of the Entomological Society of America*, 63, 619-620.

Treat AE, 1975. Mites of moths and butterflies. Comstock Publishing Associates, Cornell University Press, Ithaca, USA, 362 pp.

Tseng YH, 1976. Systematics of the mite family Phytoseiidae from Taiwan, with a revised key to genera of the world (II). Journal of the Agricultural Association of China, New Series, 94, 85-128.

Tsolakis H, Ragusa E, Ragusa di Chiara S, 2000. Distribution of phytoseiid mites (Parasitiformes, Phytoseiidae) on hazelnut at two different altitudes in Sicily (Italy). Population Ecology, 29, 1251-1257.

Van der Merwe GG, 1968. A taxonomic study of the family Phytoseiidae (Acari) in South Africa with contributions to the biology of two species. Entomology Memoirs, South Africa Department of Agricultural Technical Services, 18, 1-198.

Van Maanen R, Vila E, Sabelis MW, Janssen A, 2010. Biological control of broad mites (*Polyphagotarsonemus latus*) with the generalist predator *Amblyseius swirskii*. Experimental and Applied Acarology, 52, 29-34.

Vasconcelos GJN de, Moraes GJ de, Delalibera I Jr, Knapp M, 2008. Life history of the predatory mite *Phytoseiulus fragariae* on *Tetranychus evansi* and *Tetranychus urticae* (Acari : Phytoseiidae, Tetranychidae) at five temperatures. Experimental and Applied Acarology, 44, 24-36.

Villaroga P, Garcia-Mari F, 1988. The tetranychid mites and their natural enemies of hazelnut cultivation in Catalonia. Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas, 14(1), 39-44.

Villaroga P, Garcia-Mari F, 1992. Relationship between species of tetranychid and phytoseiid mites in hazelnut orchards in Tarragona.. Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas, 18(2), 441-454.

Vitzthum H von, 1941. Acarina. In : Bronns HG (eds.), Klassen und Ordnungen des Tierreichs 5, Akademischer Verlag, Leipzig, 764-767.

Wainstein BA, 1962. Revision du genre *Typhlodromus* Scheuten, 1857 et systematique de la famille des Phytoseiidae (Berlese 1916) (Acarina : Parasitiformes). Acarologia, 4, 5-30.

Wainstein BA, 1977. A contribution to the fauna of the family Phytoseiidae (Parasitiformes) in Australia. Zoologicheskii Zhurnal, 56, 1413-1416.

Wallace AR, 1876. The Geographical Distribution of Animals. Washington : Smithsonian Institution Press.

Walter DE, Lindquist EE, 1997. Australian species of *Lasioseius* (Acari : Mesostigmata : Ascidae) : the *porulosus* group and other species from rainforest canopies. Invertebrate Taxonomy, 11, 525-547.

Walter DE, O'Dowd DJ, 1992. Leaf morphology and predators : effect of leaf domatia on the abundance of predatory mites (Acari : Phytoseiidae). Environmental Entomology, 21(3), 478-484.

Walter DE, 1992. Leaf surface structure and the distribution of Phytoseius mites (Acarina : Phytoseiidae) in south-eastern Australian forests. Australian journal of zoology, 40, 593-603.

Walter DE, 1996. Living on Leaves: Mites, Tomenta, and Leaf Domatia. Annual Review of Entomology, 41, 101-114.

Walter DE, 1997. Notes on Australian Typhlodrominae (Acari : Mesostigmata : Phytoseiidae), with descriptions of two new species of *Neoseiulella* Muma from Tropical Rainforests in far northern Queensland. Australian Journal of Entomology, 36, 333-338.

Walzer A, Schausberger P, 1999. Predation preferences and discrimination between con- and heterospecific prey by the phytoseiid mites *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus*. Biocontrol, 43, 469-478.

Weintraub PG, Kleitman S, Mori R, Shapira N, Palevsky E, 2003. Control of the broad mite (*Polyphagotarsonemus latus* (Banks)) on organic greenhouse sweet peppers (*Capsicum annuum* L.) with the predatory mite, *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans). Biological Control, 27, 300-309.

Wiemers M, 1995: The butterflies of the Canary Islands. A survey on their distribution, biology and ecology (Lepidoptera : Papilionoidea and Hesperioidea). Linnean Belgica, 15, 63-84, 87-118.

Wilson LT, Trichilo PJ, Gonzalez D, 1991. Natural enemies of spider mites (Acari : Tetranychidae) on cotton : density regulation or casual association ? Environmental Entomology, 20, 849-856.

Womersley H, 1954. Species of the subfamily Phytoseiinae (Acarina : Laelaptidae) from Australia. Australian Journal of Zoology, 2, 169-191.

Wu WN, Liang LR, Lan WM, 1997. Acari : Phytoseiidae. Economic Insect Fauna of China, Science Press, Beijing, 53, 227 pp.

Xiao Y, Fadamiro HY, 2010. Functional responses and prey-stage preferences of three species of predacious mites (Acari : Phytoseiidae) on citrus red mite, *Panonychus citri* (Acari : Tetranychidae). Biological Control, 53, 345-352.

Yaninek JS, Moraes GJ de, Markham RH, 1989. Handbook on the Cassava Green Mite *Mononychellus tanajoa* in Africa : A Guide to their Biology and Procedures for Implementing Classical Biological Control. IITA Publication Series, Ibadan, Nigeria, 140 pp.

Yoshida-Shaul E, Chant DA, 1997. A world review of the genus *Phytoscutus* Muma (Phytoseiidae : Acari). Acarologia, 38(3), 219-238.

Zacarias MS, Moraes GJ de, 2001. Two new species of phytoseiid mites (Acari : Phytoseiidae) from the State of São Paulo, Brazil. Systematic and Applied Acarology, 6, 95-100.

Zemek R, 2005. The effect of powdery mildew on the number of prey consumed by *Typhlodromus pyri* (Acari : Phytoseiidae). Journal of Applied Entomology, 129, 211-216.

Zemek R, Prenerova E, 1997. Powdery mildew (Ascomycotina : Erysiphales) : an alternative food for the predatory mite *Typhlodromus pyri* Scheuten (Acari : Phytoseiidae). Experimental and Applied Acarology, 21, 405-414.

Zhang YX, Zhang ZQ, Lin JZ, Liu QY, 1998. Predation of *Amblyseius longispinosus* (Acari : Phytoseiidae) on *Aponychus corpuzae* (Acari : Tetranychidae). Systematic and Applied Acarology, 3, 53-58.

Zhang YX, Zhang ZQ, Ji J, Lin JZ, 1999. Predation of *Amblyseius longispinosus* (Acari : Phytoseiidae) on *Schizotetranychus nanjingensis* (Acari : Tetranychidae), a spider mite injurious to bamboo in Fujian, China. *Systematic and Applied Acarology*, 4, 63-68.

Annexe 1 - Répartition géographique détaillée des espèces du genre *Phytoseiulus*.

Espèce	Pays	Etat (ou ville)	Plantes supports	Références
<i>P. macropilis</i>	Angola	Luanda	<i>Brassica oleracea</i> ; <i>Cucumis sativus</i> ; <i>Phaseolus vulgaris</i>	Carmona (1968)
<i>P. macropilis</i>	Argentine	Buenos Aires; Los Hornos; Salta; Tucumán	<i>Nicandra physaloides</i> ; <i>Nicotiana glauca</i> ; <i>Salpichroa organifolia</i> ; <i>Solanum melongena</i> ; <i>Vassobia breviflora</i>	Herrero (1984); Cedola (1999); Guanilo <i>et al.</i> (2008c)
<i>P. macropilis</i>	Australie		<i>Carica papaya</i> ; <i>Cocos nucifera</i> ; <i>Colocasia esculenta</i> ; <i>Manihot esculenta</i> ; <i>Musa paradisiaca</i> ; <i>Nephelium litchi</i> ; <i>Passiflora</i> sp.; <i>Phaseolus vulgaris</i> ; <i>Psophocarpus tetragonolobus</i> ; <i>Pueraria phaseoloides</i> ; <i>Solanum melongena</i> ; <i>Zea mays</i>	Schicha (1987)
<i>P. macropilis</i>	Brésil	Atibaia, Piracicaba (Sao Paulo); Pacatuba (Ceara); Lavras- Minas gerais; Rio Claro; Rio Grand De Sul; Tiangüia;	<i>Acalypha</i> sp.; <i>Callistephus hortensis</i> ; <i>Carica papaya</i> ; <i>Carica</i> sp.; <i>Hibiscus</i> sp.; <i>Manihot esculenta</i> ; <i>Phaseolus vulgaris</i> ; <i>Prunus persica</i> ; <i>Prunus</i> sp.; <i>Sapindus saponaria</i> ; <i>Solanum paniculatum</i> ; <i>Solanum</i> sp.	Ehara (1966b); Denmark & Muma (1973); Samways (1979); Moraes <i>et al.</i> (1990); Gondim & Moraes (2001); Ferla & Moraes (2002); Furtado <i>et al.</i> (2004)
<i>P. macropilis</i>	Canada	Nova Scotia	<i>Malus</i> sp.	Sanford (1967)
<i>P. macropilis</i>	Colombie	Antioquia; Bello; Bolivar; Cesar; Cordoba; Sucre	<i>Ipomoea batatas</i> ; <i>solanum melongena</i> ; <i>passiflora edulis</i> ; <i>Phaseolus vulgaris</i>	Moraes & Mesa (1988); Moraes <i>et al.</i> (1991)
<i>P. macropilis</i>	Costa Rica	Alajuela; Los Yoses (San Jose); Turrialba	<i>Canavalia ensiformis</i> ; <i>Datura arborea</i> ; <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> ; <i>Jatropha multifida</i> ; <i>Rosa</i> sp.; <i>Solanum bellatum</i> ; <i>Solanum</i> sp.; <i>Viola odorata</i>	Denmark <i>et al.</i> (1999)
<i>P. macropilis</i>	Cuba	—	<i>Ananas comosus</i> ; <i>Citrus</i> sp.	Smith & Summers (1949); Rodriguez <i>et al.</i> (1981)
<i>P. macropilis</i>	Espagne	Îles Canaries	<i>Lycopersicon</i> sp.	Evans (1952); Chant (1959b); Ferragut & Pena-Estevez (2003)
<i>P. macropilis</i>	Etats- Unis	Californie; Texas	<i>Fragaria</i> sp.; <i>Ipomoea</i> sp.; <i>Phaseolus</i> sp.; <i>Pinus muricata</i>	McGregor & McDonough (1917); Smith & Summers (1949); Cunliffe & Baker (1953); McGregor (1956); Kennett (1958); Schuster & Pritchard (1963); Charlet & McMurtry (1977); Moraes <i>et al.</i> (2000)

<i>P. macropilis</i> Etats- Unis	Florida	<i>Amaranthus tricolor</i> ; <i>Antirrhinum</i> sp.; <i>Bidens pilosa</i> ; <i>Chenopodium ambrosioides</i> ; <i>Melia azedarach</i> ; <i>Citrus</i> sp.; <i>Cocos nucifera</i> ; <i>Crotalaria</i> sp.; <i>Eichhornia</i> sp.; <i>Euphorbia pulcherrima</i> ; <i>Fragaria</i> sp.; <i>Hieracium venosum</i> ; <i>Hydrangea</i> sp.; <i>Indigofera</i> sp.; <i>Ipomoea cairica</i> ; <i>Ipomoea leptophylla</i> ; <i>Lathyrus odoratus</i> ; <i>Lippia nodiflora</i> ; <i>Magnolia grandiflora</i> ; <i>Passiflora</i> sp.; <i>Pittosporum</i> sp.; <i>Pontederia</i> sp.; <i>Quercus stellata</i> ; <i>Rhododendron nidicum</i> ; <i>Ricinus communis</i> ; <i>Rubus</i> sp.; <i>Taxodium</i> sp.; <i>Tradescantia</i> sp.; <i>Ulmus parvifolia</i> ; <i>Viburnum</i> sp.; <i>Viola</i> sp.; <i>Zea mays</i>	Banks (1904); McGregor & McDonough (1917); Cunliffe & Baker (1953); Muma <i>et al.</i> (1961, 1970); Muma (1964b); Moraes <i>et al.</i> (2000)
<i>P. macropilis</i> Fiji	—	<i>Colocasia esculenta</i> ; <i>Manihot utilissima</i> ; <i>Phaseolus vulgaris</i> ; <i>Solanum melongena</i>	Chazeau & Gutierrez (1977); Gutierrez & Schicha (1984)
<i>P. macropilis</i> Guadeloupe	Abymes aéroport; Col des Mamelles; Ferry; Gosier; Gourbeyre; Petit-Bourg; Pointe-à-Pitre; Pointe Noire; Vernou	<i>Acnistus cauliflorum</i> ; <i>Allamanda cathartica</i> ; <i>Amphilophium paniculatum</i> ; <i>Centrosema pubescens</i> ; <i>Cecropia schreberiana</i> ; <i>Cleome spinosa</i> ; <i>Daphnopsis americana</i> ; <i>Erythrina corallodendron</i> ; <i>Erythrina</i> sp.; <i>Ipomoea</i> sp.; <i>Pennisetum purpureum</i> ; <i>Phaseolus vulgaris</i> ; <i>Piper dilatatum</i> ; <i>Ricinus communis</i>	Kreiter & Moraes (1997); Moraes <i>et al.</i> (2000)
<i>P. macropilis</i> Guatemala	Aguacatan; Guatemala City	<i>Allium sativum</i> ; <i>Alocasia</i> sp.; <i>Caladium bicolour</i> ; <i>Greyina robusta</i> ; <i>Malva</i> sp.	McMurtry (1983); Denmark <i>et al.</i> (1999)
<i>P. macropilis</i> Hawaii	Kauai; Lanai; Mauai; Malokai; Oahu	<i>Arctium</i> sp.; <i>Eucalyptus</i> sp.; <i>Carica papaya</i> ; <i>Citrullus lanatus</i> ; <i>Colocasia</i> sp.; <i>Croton</i> sp.; <i>Cynodon</i> sp.; <i>Ficus carica</i> ; <i>Ipomoea batatas</i> ; <i>Jasminum sambac</i> ; <i>Litchi</i> sp.; <i>Manihot</i> sp.; <i>Passiflora</i> sp.; <i>Phaseolus</i> sp.; <i>Pipturus albidus</i> ; <i>Plumeria</i> sp.	Summers & Smith (1949); Cunliffe & Baker (1953); Carrett & Haramoto (1967); Prasad (1968b)
<i>P. macropilis</i> Honduras	Lancetilla	<i>Ficus</i> sp	Denmark <i>et al.</i> (1999)

<i>P. macropilis</i>	Iles Cook	Rarotonga	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	Collyer (1980); McMurtry & Moraes (1984)
<i>P. macropilis</i>	Jamaïque	Belmore; Kingston; Shirley Castle	<i>Bourreria laevis</i> ; <i>Carica papaya</i> ; <i>Cymbopogon citrates</i>	Denmark & Muma (1978)
<i>P. macropilis</i>	La Barbade	—	<i>Leonotis nepetaefolia</i>	De Leon (1967)
<i>P. macropilis</i>	Les Saintes	Le Bourg, Terre-de-Haut	<i>Mangifera indica</i>	Moraes <i>et al.</i> (2000)
<i>P. macropilis</i>	Marie Galante	Rabi	<i>Solanum torvum</i>	Moraes <i>et al.</i> (2000)
<i>P. macropilis</i>	Martinique	Case Pilote,Fond Boucher; La trinité; Le François; Le Lamentin	<i>Hibiscus abelmoschus</i> ; <i>Ipomoea</i> sp.; <i>Leonotis nepetaefolia</i> ; <i>Manihot esculenta</i>	Moraes <i>et al.</i> (2000)
<i>P. macropilis</i>	Mexique	Campeche; Mexico City; Tabasco; Villahermosa	<i>Persea</i> sp.	Moraes <i>et al.</i> (1991)
<i>P. macropilis</i>	Monténégro	—	<i>Citrus</i> sp.	Mijuskovic & Tomasevic (1975)
<i>P. macropilis</i>	Nouvelle Calédonie	Noumea	<i>Ipomoea obscura</i> ; <i>Lycopersicon esculentum</i> ; <i>Manihot</i> sp.; <i>M. utilissima</i> ; <i>Phaseolus atropurpureus</i> ; <i>P. vulgaris</i> ; <i>Ricinus communis</i> ; <i>Sida acuta</i> ; <i>Solanum nigrum</i> ; <i>Zea mays</i>	Chazeau & Gutierrez (1977); Gutierrez & Schicha (1984)
<i>P. macropilis</i>	Panama	Canal zone	—	Chant (1959b); Chant & Baker (1965)
<i>P. macropilis</i>	Paraguay	Caacupé	<i>Fragaria vesca</i>	Noda <i>et al.</i> (2002)
<i>P. macropilis</i>	Pérou	La Libertad; Lima; Salta; Tucuman	<i>Lippia nodiflora</i> ; <i>Nicandra physaloides</i> ; <i>Manihot esculenta</i>	Murphy (1984); Yaseen & Bennett (1976); Guanilo <i>et al.</i> (2008b)
<i>P. macropilis</i>	Pologne	Warsaw	<i>Malus</i> sp.	Dabrowski (1968)
<i>P. macropilis</i>	Porto Rico	Dona Juana Forest; El Yunque; Hato Rey; Mameyes; Mayaguez; Naranjito; Naval Station; Ponce; Rio Piedras; Santurce	<i>Ananas comosus</i> ; <i>Cedrela odorata</i> ; <i>Convolvulus</i> sp.; <i>Desmodium purpureum</i> ; <i>Desmodium tortuosum</i> ; <i>Elephantopus mollis</i> ; <i>Hibiscus syriacus</i> ; <i>Ipomoea batatas</i> ; <i>Ipomoea rubra</i> ; <i>Ipomoea</i> sp.	Smith & Samways (1949); Cunliffe & Baker (1953); Medina Gaud (1964); De Leon (1965a); Denmark & Muma (1975)
<i>P. macropilis</i>	Portugal	Leiria; Lisbon; Santarem	<i>Datura arborea</i> ; <i>Fragaria</i> sp.; <i>Phaseolus vulgaris</i> ; <i>Ulmus</i> sp.; <i>Vitis</i> sp.	Carmona (1966)
<i>P. macropilis</i>	Saint Martin	Anse Marcel	<i>Cordyline fruticosa</i>	Moraes <i>et al.</i> (2000)
<i>P. macropilis</i>	Tahiti	—	—	Schicha (1987)

<i>P. macropilis</i>	Venezuela	Distrito Federal	<i>Fragaria ananassa</i>	Aponte & McMurtry (1993)
<i>P. macropilis</i>	Yougoslavie	Sud Adriatique Littorale	<i>Citrus</i> sp.	Mijuskovic & Tomasevic (1975)
<i>P. persimilis</i>	Afrique du sud	—	—	Meyer (1981)
<i>P. persimilis</i>	Algérie	Staoueli (Alger)	<i>Fragaria ananassa</i> ; <i>Phaseolus coccineus</i> ; <i>Phaseolus vulgaris</i> ; <i>Pyrus communis</i> ; <i>Rosa</i> sp; <i>Ulmus campestris</i>	Athias-Henriot (1957a, 1959, 1960); Denmark <i>et al.</i> (1999)
<i>P. persimilis</i>	Australie	Gosford; New South Wales; Northern Territory; Queensland; Victoria; Sydney; Tasmanie	<i>Cineria</i> sp; <i>Chenopodium album</i> ; <i>Cucurbita pepo</i> ; <i>Fragaria ananassa</i> ; <i>Lycopersicon</i> sp.; <i>Malus domestica</i> ; <i>Medicago sativa</i> ; <i>Melia azedarach</i> <i>Musa</i> sp.; <i>Prunus domestica</i> ; <i>Sonchus olearceus</i>	Goodwin & Schicha (1979); Ridland <i>et al.</i> (1986); Schicha (1987)
<i>P. persimilis</i>	Bangladesh	Rajshahi	mass-reared (<i>Solanum melongena</i>)	Khalequzzaman <i>et al</i> (2007)
<i>P. persimilis</i>	Chili	Santiago; Valparaiso	<i>Eihornia crassipes</i> ; <i>Malus domestica</i>	Dosse (1958a); Gonzalez (1961); Gonzalez & Schuster (1962); Kennett & Caltagirone (1968)
<i>P. persimilis</i>	China	Hebei	mass-reared	Dong <i>et al.</i> (1986); Yang <i>et al.</i> (1989); Wu <i>et al.</i> (1997c); Li <i>et al.</i> (2004)
<i>P. persimilis</i>	Corée du Sud	—	mass-reared (<i>Fragaria</i> sp.)	Ryu & Lee (1997); Kim (2001)
<i>P. persimilis</i>	Costa Rica	Turrialba	<i>Canavalia ensiformis</i> ; <i>Manihot esculenta</i>	Denmark <i>et al.</i> (1999)
<i>P. persimilis</i>	Espagne	Andalucia; Valencia	<i>Citrus</i> sp.	Farragut <i>et al.</i> (1983); Garcia-Mari <i>et al.</i> (1987)
<i>P. persimilis</i>	Espagne Canaries)	(Iles —	<i>Carica papaya</i> ; <i>Citrus</i> sp.; <i>Lycopersicon</i> sp.; <i>Prunus persica</i>	Pande <i>et al.</i> (1989)
<i>P. persimilis</i>	Etats- Unis	Californie	<i>Convolvulus</i> sp.; <i>Fragaria ananassa</i> ; <i>Malva</i> sp.; <i>Phaseolus lunatus</i> ; <i>Solanum</i> sp.	McMurtry <i>et al.</i> (1978)
<i>P. persimilis</i>	Finlande	Sud de Finlande	<i>Malus</i> sp.	Tuovinen (1993)
<i>P. persimilis</i>	France	La Corse; Landes; Montpellier (Hérault)	<i>Sambucus ebulus</i> ; <i>Ulex europeus</i>	Rambier (1972; 1974)
<i>P. persimilis</i>	Grèce	Chania Kassiopi (Corfu)	<i>Corylus avelana</i> ; <i>Malva</i> sp.; <i>Morus alba</i> ; <i>Solanum</i> sp. <i>Vitis vinifera</i>	Swirski & Ragusa (1976; 1977) Ragusa (2006)
<i>P. persimilis</i>	Guatemala	Aguacatan	<i>Allium sativum</i>	Denmark <i>et al.</i> (1999)
<i>P. persimilis</i>	Hongrie	—	mass-reared	Bozai (1997)

<i>P. persimilis</i>	Ile de la Réunion	Colimaçons; Etang-Salé; La Guillaume; La Possession; Le Tampon; Saint-Denis	<i>Carica papaya</i> ; <i>Citrus</i> sp.; <i>Ipomoea</i> sp.; <i>Melia azedarach</i> ; <i>Prunus persica</i> ; <i>Rosa</i> sp.; <i>Solanum nigrum</i>	Gutierrez & Etienne (1986); Quilici <i>et al.</i> (1997, 2000)
<i>P. persimilis</i>	Israël	Central District; Coastal Plain; Haifa; Hula Valley; Jerusalem; Northern District; Nahal Poleg; Northern Negev; Rosh Haniqra; Tel Aviv; Yizre'el Valley	<i>Adhatoda vasica</i> ; <i>Beta vulgaris</i> ; <i>Carica papaya</i> ; <i>Citrus paradisi</i> ; <i>Citrus</i> sp.; <i>Convolvulus</i> sp.; <i>Fragaria</i> sp.; <i>Gossypium</i> sp.; <i>Lantana camara</i> ; <i>Malus sylvestris</i> ; <i>Musa sapientum</i> ; <i>Polygonum equisetiforme</i> ; <i>Polygonum</i> sp.; <i>Prunus amygdalus</i> ; <i>Prunus</i> sp.; <i>Pyrus communis</i> ; <i>Ricinus communis</i> ; <i>Solanum lycopersicum</i> ; <i>Solanum</i> sp.; <i>S. villosum</i> ; <i>Viola</i> sp.	Swirski & Amitai (1968, 1084); Amitai & Swirski (1978)
<i>P. persimilis</i>	Italie	Lazio; Sicily	<i>Citrus</i> sp.; <i>Corylus avellana</i> ; <i>Phaseolus</i> sp.; <i>Ricinus communis</i>	Lombardini (1959); Kennett & Caltagirone (1968); Ragusa (1974); McMurtry (1977b); Ragusa (1977) Allawi (1991)
<i>P. persimilis</i>	Jordanie	Masharia	<i>Malva sylvestris</i>	Allawi (1991)
<i>P. persimilis</i>	Liban	Beirut	<i>Citrus</i> sp.; <i>Cucumis sativus</i> ; <i>Phaseolus</i> sp.; <i>Ricinus communis</i> ; <i>Rubus</i> sp.; <i>Solanum meloena</i>	Dosse (1967)
<i>P. persimilis</i>	Libye	Tarabulus	<i>Citrus</i> sp. <i>Ipomoea leari</i> ; <i>Viola</i> sp.	Damiano (1961); Hessein(1976)
<i>P. persimilis</i>	Maroc	Beni-Melal; El Jadida; Sidi Bennau	<i>Ficus carica</i> ; <i>Fragaria</i> sp.; <i>Malva</i> sp.; Mass-reared (<i>Capsicum frutescens</i>)	McMurtry & Bounfour (1989)
<i>P. persimilis</i>	Nouvelle-Calédonie	—	<i>Ageratum conyzoides</i> ; <i>Amaranthus paniculatus</i> ; <i>Brassica oleracea</i> ; <i>Citrullus lanatus</i> ; <i>Cucumis sativus</i> ; <i>Eclipta alba</i> ; <i>Emileia sonchifolia</i> ; <i>Lycopersicon esculentum</i> ; <i>Phaseolus atropurpureus</i> ; <i>Phaseolus semierectus</i> ; <i>Phaseolus vulgaris</i> ; <i>Solanum nigrum</i>	Cochereau (1976)
<i>P. persimilis</i>	Pays-Bas	—	<i>Cucumis sativus</i> ; <i>Lycopersicon esculentum</i> ; <i>Prunus persica</i>	Bravenboer & Dosse (1962)

<i>P. persimilis</i>	Pérou	Ica; La Libertad; Lambayeque; Lima; Santa Rosa; Tacna	<i>Brugmansia arborea</i> ; <i>Brugmansia arborea</i> ; <i>Datura stramonium</i> ; <i>Ipomoea batatas</i> ; <i>Lycopersicon peruvianum</i> ; <i>Nicandra physaloides</i> ; <i>Passiflora edulis</i> ; <i>Ricinus communis</i> ; <i>Solanum melongena</i>	El-Banhawy (1979); Guanilo & Martinez (2007); Guanilo <i>et al.</i> (2008b)
<i>P. persimilis</i>	Tunisie	Oasis de Gafsa ; Sousse; Hammamet; Metline	<i>Lycopersicon esculentum</i> ; <i>Cucumis salivus</i> ; <i>Citrus</i> sp.;	Rambier (1972); Kreiter <i>et al.</i> (2002)
<i>P. persimilis</i>	Turquie	Alanya	<i>Malus domestica</i> <i>Malva neglecta</i> ; <i>Solanum melongena</i> ; <i>S. nigrum</i>	Sekeroglu & Kazak (1993)
<i>P. persimilis</i>	Venezuela	Bajo Seco (Distrito Federal); Cataurito (État d'Aragua)	<i>Fragaria ananassa</i>	Aponte & McMurtry (1993)
<i>P. fragariae</i>	Argentine	Los Hornos, Olmos (La Plata); San Martin; Tucuman	<i>Amaranthus quitensis</i> ; <i>Anthemis cotula</i> ; <i>Brugmansia suaveolens</i> ; <i>Chenopodium album</i> ; <i>Cucurbita</i> sp.;	Cedola (1999); Furtado <i>et al.</i> (2007); Guanilo <i>et al.</i> (2008a, b)
			<i>Fragaria</i> sp.;	
			<i>Lycopersicon</i> sp.;	
			<i>Nicandra physaloides</i> ;	
			<i>Nicotiana glauca</i> ;	
			<i>Phaseolus</i> sp.;	
			<i>Physalis pubescens</i> ;	
			<i>Salpichroa organifolia</i> ;	
			<i>Solanum caricaefolium</i> ;	
			<i>Solanum melongena</i> ;	
			<i>Trifolium pratense</i>	
<i>P. fragariae</i>	Brésil	Botucatu (São Paulo); Rio Grande do Sul	<i>Fragaria</i> sp.;	Denmark & Schicha (1983);
			<i>Glycine</i> sp.	Guedes <i>et al.</i> (2007)
<i>P. fragariae</i>	Colombie	Valle del Cauca (Palmira)	<i>Manihot esculenta</i>	Moraes <i>et al.</i> (1991)
<i>P. fragariae</i>	Paraguay	Ità	<i>Fragaria vesca</i>	Noda <i>et al.</i> (2002)
<i>P. longipes</i>	Afrique du Sud	Cape Town; Newcastle; Potchefstroom; Pretoria; Stellenbosch	<i>Beta vulgaris</i> ; <i>Digitalis</i> sp.;	Van der Merwe (1968); Badii & McMurtry (1984)
			<i>Hydrangea hortensia</i> ;	
			<i>Pharbitis hispida</i> ;	
			<i>Phaseolus vulgaris</i> ;	
			<i>Rosa</i> sp.	
<i>P. longipes</i>	Argentine	Nord Patagonie; Rio Negro; Tucuman	<i>Citrus</i> sp.;	Herrero <i>et al.</i> (1990);
			<i>Fragaria ananassa</i>	Lemme <i>et al.</i> (1996); Müther (1998)
<i>P. longipes</i>	Brésil	Sud et Sud-Est	<i>Solanum</i> sp.	Furtado <i>et al.</i> (2006)
<i>P. longipes</i>	Chili	Maipu	<i>Marrubium vulgare</i> ;	Gonzalez & Schuster (1962)
			<i>Medicago sativa</i>	
<i>P. longipes</i>	Zimbabwe	Salisbury (Mashonaland du Sud)	<i>Digitalis</i> sp.	Evans (1958b)

Annexe 2 - Les 47 espèces du genre *Neoseiulella* figurant dans les révisions successives (✓ = l'espèce a été incluse comme valide dans la révision; ✓s = l'espèce a été listée comme synonyme junior dans la révision; ✕ = l'espèce n'a pas été incluse dans la révision)

Date de description originale	Espèces	Révision Denmark & Rather (1984)	Chant & Yoshida-Shaul (1989)	Denmark & Rather (1996)	Moraes <i>et al.</i> (2004)	Chant & McMurtry (2007)
1930	<i>Neoseiulella tiliarum</i> (Oudemans)	✓	✓	✓	✓	✓
1954	<i>Neoseiulella nesbitti</i> (Womersley)	✕	✓	✓	✓	✓
1957	<i>Neoseiulella aceri</i> (Collyer)	✓	✓	✓	✓	✓
1958	<i>Neoseiulella formosa</i> (Wainstein)	✕	✓s	✓s	✓s	✓
1958	<i>Neoseiulella tuberculata</i> (Wainstein)	✓	✓	✓	✓	✓
1960	<i>Neoseiulella squamiger</i> (Wainstein)	✓	✓s	✓	✓s	✓
1960	<i>Neoseiulella perforata</i> (Athias-Henriot)	✕	✓	✓	✓	✓
1964	<i>Neoseiulella cottieri</i> (Collyer)	✕	✓	✓	✓	✓
1964	<i>Neoseiulella dachanti</i> (Collyer)	✕	✓	✓	✓	✓
1964	<i>Neoseiulella manukae</i> (Collyer)	✕	✓	✓	✓	✓
1964	<i>Neoseiulella novaezealandiae</i> (Collyer)	✕	✓	✓	✓	✓
1966	<i>Neoseiulella compta</i> (Corpuz-Raros)	✕	✓	✕	✓	✓
1974	<i>Neoseiulella vollsella</i> (Chaudhri, Akbar & Rassol)	✓	✓s	✓s	✓	✓
1975	<i>Neoseiulella multispinosa</i> (Tseng)	✕	✓s	✕	✓s	✓
1980	<i>Neoseiulella armidalensis</i> (Schicha & Elshafie)	✕	✓	✓	✓	✓
1980	<i>Neoseiulella carmeli</i> (Rivnay & Swirski)	✓	✓	✓	✓	✓
1980	<i>Neoseiulella glenfieldensis</i> (Schicha)	✕	✓	✓s	✓s	✓
1980	<i>Neoseiulella montforti</i> (Rivnay & Swirski)	✓	✓	✓	✓	✓
1980	<i>Neoseiulella runiacus</i> (Kolodochka)	✓	✓	✓	✓	✓
1981	<i>Neoseiulella crassipilis</i> (Athias-Henriot & Fauvel)	✕	✓	✕	✓	✓
1981	<i>Neoseiulella transitans</i> (Gupta)	✕	✓	✓	✓s	✓
1982	<i>Neoseiulella aceris</i> (Lehman)	✓s	✓s	✓s	✓s	✓
1982	<i>Neoseiulella cassiniae</i> (Collyer)	✓	✓	✓	✓	✓
1982	<i>Neoseiulella myopori</i> (Collyer)	✓	✓	✓	✓	✓
1982	<i>Neoseiulella oleariae</i> (Collyer)	✕	✓	✓	✓	✓
1982	<i>Neoseiulella spaini</i> (Collyer)	✕	✓	✓	✓	✓
1983	<i>Neoseiulella corrugata</i> (Schicha)	✕	✓	✓	✓	✓
1983	<i>Neoseiulella eleglidus</i> (Tseng)	✕	✕	✕	✓	✓
1984	<i>Neoseiulella arutunjani</i> (Kuznetsov)	✕	✕	✕	✓	✓
1984	<i>Neoseiulella litoralis</i> (Swirski & Amitai)	✕	✕	✓	✓	✓
1984	<i>Neoseiulella prunus</i> (Denmark & Rather)	✓	✓s	✓s	✓s	✓
1986	<i>Neoseiulella schusteri</i> (Yousef & El-Brollosy)	✕	✕	✕	✓	✓
1986	<i>Neoseiulella steeli</i> (Schicha & McMurtry)	✕	✓	✓	✓	✓
1987	<i>Neoseiulella steveni</i> (Schicha)	✕	✓	✓	✓	✓
1987	<i>Neoseiulella sexapori</i> (Karg & Edland)	✕	✓s	✕	✓s	✓
1989	<i>Neoseiulella ashleyae</i> (Chant & Yoshida-Shaul)	✕	✓	✓	✓	✓
1993	<i>Neoseiulella elaeocarpi</i> (Schicha)	✕	✕	✓	✓	✓
1996	<i>Neoseiulella celtis</i> Denmark & Rather	✕	✕	✓	✓	✓
1997	<i>Neoseiulella coreen</i> Walter	✕	✕	✕	✓	✓
1997	<i>Neoseiulella eiko</i> Walter	✕	✕	✕	✓	✓
2003	<i>Neoseiulella canariensis</i> Ferragut & Pena-Estevez	✕	✕	✕	✓	✓
2003	<i>Neoseiulella elongata</i> Ferragut & Pena-Estevez	✕	✕	✕	✓	✓
2003	<i>Neoseiulella splendida</i> Ferragut & Pena-Estevez	✕	✕	✕	✓	✓
2004	<i>Neoseiulella neoviniferae</i> Basha, Mahrous and Mostafa	✕	✕	✕	✕	✓
2005	<i>Neoseiulella longiseta</i> Moraza, Pena-Estévez & Ferragut	✕	✕	✕	✕	✓
2005	<i>Neoseiulella arinoi</i> Moraza, Pena-Estévez & Ferragut	✕	✕	✕	✕	✓
2006	<i>Neoseiulella ferraguti</i> Moraza & Pena-Estévez	✕	✕	✕	✕	✕

Typhlodromus (*Anthosieus*) *elisae* (Schicha & McMurtry, 1986) a été incluse dans la révision de Chant et Yoshida-Shaul (1989).

Annexe 3 - Répartition géographique détaillée des espèces du genre *Neoseiulella*.

Espèce	Pays	Etat (ou ville)	Plantes supports	Références
<i>N. aceri</i>	Angleterre	Writtle, Stondon Massey (Essex)	<i>Acer campestre</i> <i>Corylus avellana</i>	Collyer (1957)
<i>N. aceri</i>	Arménie	-	<i>Acer</i> sp. <i>Cornus</i> sp.	Arutunjan (1970, 1971b)
<i>N. aceri</i>	Azerbaïdjan	-	<i>Acer</i> sp. <i>Cerasus</i> sp. <i>Juglans regia</i> <i>Prunus armeniaca</i> <i>Rubus</i> sp. <i>Zelkova</i> sp.	Abbasova (1972)
<i>N. aceri</i>	Belgique	-	-	Andre (1986)
<i>N. aceri</i>	Croatia	Ucka Nature Park	<i>Acer campestre</i> <i>A. pseudoplatanus</i> <i>Carpinus betulus</i> <i>Corylus avellana</i> <i>Fraxinus ornus</i> <i>Ostrya carpinifolia</i>	Tixier <i>et al.</i> (2010)
<i>N. aceri</i>	Czech Republic	Revnice; Prag park	<i>Acer platanoides</i> <i>Aesculus hippocastanum</i>	Kabicek & Rehakova (2004) Kabicek (2005)
<i>N. aceri</i>	Etats-Unis	Pennsylvanie; Virginia; Washington	<i>Acer macrophyllum</i> <i>A. platanoides</i> <i>Aesculus hippocastanum</i> <i>Ilex crenata rotundifolia</i> <i>Juniperus virginiana</i> <i>Pinus sylvestris</i> <i>Taxus media hicksii</i> <i>Tsuga canadensis</i>	Chant (1959b) Lehman (1982) Chant & Yoshida-Shaul (1989) Congdon (2002)
<i>N. aceri</i>	Finlande	-	-	Tuovinen (1993) Tuovinen & Rokx (1993)
<i>N. aceri</i>	France	Dijon	<i>Prunus</i> sp.	Chant & Yoshida-Shaul (1989)
<i>N. aceri</i>	Grèce	Krapsi	<i>Juglans regia</i>	Papadoulis & Emmanouel (1990a)
<i>N. aceri</i>	Hongrie	Balatszentgyörgy; Budapest	<i>Acer campestre</i> <i>A. platanoides</i> <i>A. pseudoplatanus</i> <i>Corylus avellana</i> <i>Trifolium pratense</i>	Bozai (1993, 1996, 1997) Szabo (1980) Ripka (1998, 2006)
<i>N. aceri</i>	Italie	Italie du nord; Palerme Province; Vicenza	<i>Acer campestre</i> <i>A. pseudoplatanus</i> <i>Quercus ilex</i>	Ragusa & Paoletti (1985) Duso <i>et al.</i> (1993) Duso <i>et al.</i> (2004)
<i>N. aceri</i>	Moldavie	Kishinev	<i>Acer platanoides</i> <i>Cerasus</i> sp. <i>Juglans regia</i> <i>Prunus</i> sp.	Wainstein (1960, 1973) Beglyarov & Malov (1977b)
<i>N. aceri</i>	Norvège	—	—	Karg & Edland (1987)
<i>N. aceri</i>	Suède	Alnarp	<i>Alnus incana</i>	Steepps <i>et al.</i> (1993)
<i>N. aceri</i>	Turquie	Edirne Province	<i>Juglans regia</i> <i>Morus alba</i>	Cobanoglu (1996, 2000)
<i>N. aceri</i>	Ukraine	Crimea; Kiev; Kaniv	<i>Acer platanoides</i> <i>Acer</i> sp. <i>Juglans regia</i> <i>Picea</i> sp. <i>Pyrus</i> sp.	Livshitez & Kuznetsov (1972) Kolodochka (1973, 1974, 1978) Akimov <i>et al.</i> (2007) Kolodochka & Omeri (2007)

<i>N. arinoi</i>	Îles Canaries	Chamorga, Chivisaya (Tenerife)	<i>Castanea sativa</i> <i>Echium virescens</i> Lichens sur bûche morte litière de <i>Ficus carica</i>	Moraza <i>et al.</i> (2005)
<i>N. arutunjanii</i>	Ukraine	Yalta	<i>Artemisia</i> sp.	Kuznetsov (1984)
<i>N. ashleyae</i>	Nouvelle- Zélande	Perry, Lac Sylvestre, Canaan, Fringed Hill (Nelson Province)	<i>Citrus</i> sp. <i>Elaeocarpus hookerianus</i> <i>Nothofagus menziesii</i> <i>Pinus uncinata</i>	Chant & Yoshida-Shaul (1989)
<i>N. canariensis</i>	Îles Canaries	Andén Verde; Barranco Oscuro; Barranco de Azuaje	<i>Ageratina adenophora</i> <i>Bencomia caudata</i> <i>Bosea yervamora</i> <i>Carlina salicifolia</i> <i>Chamaecytisus proliferus</i> <i>Crambe pritzelli</i> <i>Cynara cardunculus</i> <i>Echium</i> sp. <i>Erica arborea</i> <i>Geranium canariensis</i> <i>Teline microphylla</i> <i>Viburnum rigidum</i>	Ferragut & Peña-Estevez (2003)
<i>N. carmeli</i>	Israël	Bet Oren, Cramel; Nahal Oren (Mt. Carmel, Haïfa); Zikhron Ya'aqov	<i>Phillyrea latifolia</i> <i>Quercus calliprinos</i> <i>Salvia</i> sp. <i>Styrax officinalis</i>	Rivnay & Swirski (1980) Swirski & Amitai (1997)
<i>N. cassinia</i>	Nouvelle- Zélande	Lac Sylvestre (Nelson Province); Taranaki	<i>Cassinia</i> sp. <i>Hebe</i> sp.	Collyer (1982)
<i>N. celti</i>	Inde	Shalimar (New Delhi)	<i>Celtis australica</i>	Denmark & Rather (1996)
<i>N. compta</i>	Philippines	Los Banos- Laguna	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Corpuz-Raros (1966)
<i>N. compta</i>	Taiwan	Ile de lanyu- Taitung	<i>Acacia confuse</i>	Tseng (1975)
<i>N. coreen</i>	Australie	Ravenshoe state forêt, Milla Falls, Tchupalla Falls, Palmerston Natioal Park, Wrights Creek, et Lake Eacham National Park (Queensland)	Sur des feuilles des arbres forestiers	Walter (1997)
<i>N. corrugata</i>	Australie	Tasmania - Ranelagh	<i>Malus domestica</i>	Schicha (1983)
<i>N. cottieri</i>	Nouvelle- zélande	Chateau Tongariro; Cable Bay; Canaan, Jenkins Hill (Nelson Province); Punakaiki	<i>Astelia</i> sp. <i>Cassinia</i> sp. <i>Hebe</i> sp.	Collyer (1982)
<i>N. cottieri</i>	Australie	Île Flinders; Tasmanie; Victoria	<i>Fragaria ananassa</i> <i>Trifolium repens</i>	Wainstein (1977) Schicha (1980, 1987)
<i>N. crassipilis</i>	France	Montpellier (Hérault)	<i>Pyrus amygdaliformis</i>	Athias-Henriot & Fauvel (1981) Viollier & Fauvel (1984)
<i>N. crassipilis</i>	Grèce	-	-	Ragusa & Tsolakis (1998)
<i>N. dachanti</i>	Nouvelle- zélande	Playia (Kefalonia) Waitakeres (Auckland); Ile du Nord; Côte de l'ouest (Île du Sud)	<i>Pyrus</i> sp. <i>Brachyglottis repanda</i> <i>Coprosma</i> sp. <i>Cytisus</i> sp. <i>Elaeocarps dentatus</i>	Ragusa (2006) Collyer (1964, 1982)

			<i>Erica</i> sp. <i>Melicytus ramiflorus</i> <i>Nothofagus</i> sp. <i>Nothopanax</i> sp. <i>Podocarpus</i> sp. <i>Pseudopanax</i> sp. <i>Rubus</i> sp.	
<i>N. dachanti</i>	Australie	New South Wales; Queensland	arbres natifs <i>Eucalyptus</i> sp.	Schicha (1987)
<i>N. elaeocarp</i>	Australie	Queensland	<i>Elaeocarpus coorangooloo</i>	Schicha & O'Dowd (1993)
<i>N. elongata</i>	Îles Canaries	Caldera de los Marteles	<i>Pinus canariensis</i>	Ferragut & Peña- Estevez (2003)
<i>N. ferraguti</i>	Îles Canaries	Chamorga, Tamargo (Tenerife)	Lichens sur bûche morte Sol et litière sous <i>Cheirolophus canariensis</i> var. <i>subexpinnatus</i>	Moraza & Peña-Estévez (2006)
<i>N. litoralis</i>	Israël	Asdad; Ashqelon; Netanya; Qesari; Yavne	<i>Ammophila arenaria</i> <i>Artemisia monosperma</i> <i>Echiohilon fruticosum</i> <i>Inula crithmoides</i> <i>Crucianella maritima</i> <i>Lotus creticus</i> <i>Oenothera drummondi</i> <i>Polygonum equisetiforme</i> <i>Retama roetam</i> <i>Scrophularia hypericifolium</i>	Swirski & Amitai (1984)
<i>N. litoralis</i>	Espagne	Andalusia	<i>Vitis vinifera subspecies</i> <i>sylvestris</i>	Ferragut <i>et al.</i> (2008)
<i>N. litoralis</i>	France	Villeneuve-lès- Maguelone	<i>Halimione portulacoides</i> <i>Salicornia rubra</i>	Kanouh <i>et al.</i> (2010)
<i>N. longiseta</i>	Îles Canaries	Arure, Degollada Peraza, Tazo et Tunel de la Culata (La Gomera); Pico del Inglés (Tenerife)	<i>Aeonium</i> sp. <i>Asplenium</i> sp. <i>Monanthes</i> sp. <i>Cistus monspeliensis</i> <i>Juniperus turbinata</i>	Moraza <i>et al.</i> (2005)
<i>N. manukae</i>	Australie	Bathurt, Glenfield et Tumut (New South Wales)	<i>Citrus</i> sp. <i>Eucaliptus parvifolia</i> <i>Leptospermum scoparium</i> <i>Malus domestica</i> <i>Quercus</i> sp.	Schicha (1980, 1987)
<i>N. manukae</i>	Nouvelle- zélande	Awanui - Inlet, Waitakeres (Auckland)	<i>Leptospermum ericodes</i> <i>L. scoparium</i>	Collyer (1964, 1982)
<i>N. montforti</i>	Israël	Nahal Qeziv- Montfort- Galilee de l'ouest; Dor; Herzliyya; Haïfa	<i>Artemisia monosperma</i> <i>Inula crithmoides</i> <i>Quercus calliprinos</i>	Rivnay & Swirski (1980) Swirski & Amitai (1984, 1997)
<i>N. myopori</i>	Nouvelle- Zélande	Clifton Coast (Napier du sud); Mt. Dun (Nelson)	<i>Dacrydium bidwilli</i> <i>Myoporum laetum</i>	Collyer (1982) Chant & Yoshida-Shaul (1989)
<i>N. neoviniferae</i>	Egypte	El-Khattara (El- Sharkia)	<i>Vitis vinifera</i>	Basha <i>et al.</i> (2004)
<i>N. nesbitti</i>	Australie	Armidale, Bathurt, Coffs Harbour et Goulburn (New South Wales); Tasmanie	<i>Actinida chinensis</i> <i>Banksia integrifolia</i> <i>Casuarina</i> sp. <i>Eucaliptus parvifolia</i> <i>Eucalyptus</i> sp. <i>Medicago arborea</i> <i>Hydrangea x macrophyllis</i>	Womersley (1954) Wainstein (1977) Schicha (1975, 1978, 1987) Schicha & Elshafie (1980)

			<i>Malus domestica</i> <i>M. sativa</i>	
<i>N. nesbitti</i>	Inde	Delhi	<i>Mangifera indica</i>	Narayanan & Ghai (1961, 1963)
<i>N. novaezealandiae</i>	Nouvelle-Zélande	Alexandra (Île du Sud); Île Kawau (Auckland); Île du Nord; Lea Valley (Nelson); Waitakere	<i>Brachyglottis repanda</i> <i>Caesonia mollissima</i> <i>Dacrudium cupressinum</i> <i>Elaeocarpus dentatus</i> <i>Elatostema rugosum</i> <i>Eriobotrya</i> sp. <i>Leptospermum scoparium</i> <i>Malus domestica</i> <i>Metrosideros excelsa</i> <i>Nothofagus</i> sp. <i>Passiflora</i> sp. <i>Podocarpus</i> sp. <i>Pseudopanax</i> sp. <i>Pyrus communis</i> <i>Quercus</i> sp. <i>Sophora tetraptera</i> <i>Vitex lucens</i>	Collyer (1964, 1982)
<i>N. novaezealandiae</i>	Australie	Black Wattle, Rainforest (New South Wales); Queensland	<i>Callicoma serratifolia</i> <i>Eucalyptus</i> sp. <i>Leptospermum scoparium</i>	Schicha (1987) Walter (1999)
<i>N. oleariae</i>	Nouvelle-zélande	Île du nord; Île du sud; Magister Ridge (Westland); Pillans Pass (Manapouri); Rangiwahia Ski Hut area (Ruahine Range); Strachan Ridge (Westland de sud)	<i>Carmichaelia</i> sp. <i>Carpodetus serratus</i> <i>Coprosma polymorpha</i> <i>Dacrophyllum</i> sp. <i>Olearia colensoi</i> <i>O. lacumosa</i> <i>Pseudowintera axillaris</i> <i>Vitex lucens</i>	Collyer (1982)
<i>N. perforata</i>	Algérie	Baraki (Alger); Tipasa (Rouiba)	<i>Asparagus acutifolius</i> <i>Astericus maritimus</i> <i>Beta vulgaris</i> <i>Cistus monspeliensis</i> <i>Daucus maximus</i> <i>Fraxinus</i> sp. <i>Galactites tomentosa</i> <i>Inula graveolens</i> <i>I. viscosa</i> <i>Lotus creticus</i> <i>Ononis monophylla</i> <i>Plantago lagopus</i> <i>Pulicaria sicula</i> <i>Ridolfia segetum</i> <i>Stachys hirta</i> <i>Trifolium pratense</i> <i>Verbascum sinuatum</i>	Athias- Henriot (1960)
<i>N. perforata</i>	Maroc	El- Jadida	<i>Ricinus communis</i>	McMurtry & Bounfour (1989)
<i>N. perforata</i>	Espagne	Palma de Mallorca	<i>Adenostoma</i> sp.	Chant & Yoshida-Shaul (1989)
<i>N. runiacus</i>	Ukraine	Perechinskii (zakarpatskoy); Polonina Runa	<i>Alnus viridis</i> <i>Fagus sylvatica</i>	Kolodochka (1980a)

<i>N. runiacus</i>	Angleterre	Lac Windermere	-	Chant & Yoshida-Shaul (1989)
<i>N. sexapori</i>	Norvège	Gjesdal	<i>Rubus fruticosus</i>	Karg & Edland (1987)
<i>N. spaini</i>	Nouvelle-Zélande	Mt. Manuoha (Urewera Parc National); Rangiwahia Ski Hut area (Ruahine Range)	<i>Olearia colensoi</i>	Collyer (1982)
<i>N. splendida</i>	Iles Canaries	Andén Verde; Charca de Maspalomas; Degollada de Tasartico; Dunas de Maspalomas; El Risco	<i>Argyranthemum lidii</i> <i>A. scarviei</i> <i>Cynara cardunculus</i> <i>Hypericum reflexum</i> <i>Nauplius stenophylls</i> <i>Pennisetum setaceum</i> <i>Schizogyne glaberrima</i> <i>Sonchus brachilobus</i> <i>Suaeda vera</i> <i>S. vermiculata</i>	Ferragut & Pena- Estevez (2003)
<i>N. steeli</i>	Australie	Stirling Range Parc National	<i>Eucalyptus</i> sp.	Schicha & McMurtry (1986)
<i>N. steveni</i>	Australie	Jervis Bay- New South Wales	<i>Banksia</i> sp.	Schicha (1987)
<i>N. tiliarum</i>	Algérie	Alger	<i>Inula viscosa</i>	Athias-Henriot (1958)
<i>N. tiliarum</i>	Allemagne	Baden Wurttemberg; Bayern; Dahlem (Rheinland Pfalz); Potsdam	<i>Carpinus betulus</i> <i>Cornus sanguinea</i> <i>Corylus avellana</i> <i>Fagus sylvatica</i> <i>Frangula alnus</i> <i>Malus domestica</i> <i>Pteridium aquilinum</i> <i>Pyrus aucuparia</i> <i>P. malus</i> <i>Tilia platyphyllos</i> <i>Tilia</i> sp. <i>T. ulmifolia</i> <i>Ulmus campestris</i>	Oudemans (1930) Dosse (1956, 1857) Westerboer & Bernhard (1963) Thill (1964) Karg (1970, 1971, 1972, 1975)
<i>N. tiliarum</i>	Angleterre	Essex; Kent	<i>Agrimonia</i> sp. <i>Malus domestica</i> <i>Prunus domestica</i> <i>Ulmus</i> sp. <i>Urtica dioica</i>	Nesbitt (1951) Chant (1955, 1956) Collyer (1956)
<i>N. tiliarum</i>	Arménie	-	<i>Corylus</i> sp. <i>Juglans regia</i> <i>Phaseolus</i> sp. <i>Prunus</i> sp.	Arutunjan (1970, 1971)
<i>N. tiliarum</i>	Autriche	Burgenland; Niederosterreich; Vienne ; Styrie	<i>Carpinus betulus</i> <i>Cercis canadensis</i> <i>Malus domestica</i> <i>Prunus domestica</i> <i>Tilia</i> sp. <i>Vitis vinifera</i>	Bohm (1960) Ragusa & Ragusa (1997)
<i>N. tiliarum</i>	Azerbaïdjan	—	<i>Acer</i> sp. <i>Cornus</i> sp. <i>Ficus carica</i> <i>Fraxinus</i> sp. <i>Juglans regia</i> <i>Malus</i> sp. <i>Mespilus</i> sp.	Abbasova (1972)

			<i>Prunus armeniaca</i> <i>P. cerasifera</i> <i>Prunus sp.</i> <i>P. spinosa</i> <i>Rubus sp.</i> <i>Tilia sp.</i> <i>Ulmus sp.</i> <i>Ulmus suberosa</i> <i>Vitis sp.</i> <i>Zelkova sp.</i>	
<i>N. tiliarum</i>	Canada	New Brunswick; Wolfville (Nova Scotia)	<i>Alnus sp.</i> <i>Malus domestica</i> <i>Pyrus communis</i> <i>Tilia sp.</i>	Nesbitt (1951) Herbert (1952) Chant <i>et al.</i> (1974)
<i>N. tiliarum</i>	Croatie	Ucka Nature Park	<i>Corylus avellana</i>	Tixier <i>et al.</i> (2010)
<i>N. tiliarum</i>	Czech Republic	Prag park	<i>Aesculus hippocastanum</i>	Kabicek & Rehakova (2005)
<i>N. tiliarum</i>	Denmark	—	<i>Corylus avellana</i> <i>Pyrus communis</i> <i>Tilia sp.</i> <i>Ulmus sp.</i>	Hansen & Johnsen (1986)
<i>N. tiliarum</i>	Espagne	Valence	<i>Actinidia deliciosa</i> <i>Castanea sativa</i> <i>Corylus avellana</i>	Chant & Yoshida-Shaul (1989) Villaronga & Garcia-Marie (1988, 1992) Minarro <i>et al.</i> (2005) Treat (1970, 1975)
<i>N. tiliarum</i>	Etats-Unis	Massachusetts	<i>Graphiphora haruspica</i> <i>Spaelotis clandestina</i>	
<i>N. tiliarum</i>	France	Sud de la France Tours	<i>Vitis vinifera</i> <i>Vitis sp.</i>	Gunthart (1957, 1960) Rambier (1974) Kreiter & Brian (1987) Kreiter <i>et al.</i> (2000) Tixier <i>et al.</i> (2000) Arnault <i>et al.</i> (2008)
<i>N. tiliarum</i>	Georgie	-	<i>Alnus sp.</i> <i>Cydonia sp.</i> <i>Ficus carica</i> <i>Malus sp.</i> <i>Mespilus sp.</i> <i>Prunus sp.</i> <i>Pyrus sp.</i>	Wainstein (1958) Samsoniya (1972, 1977) Wainstein & Vartapetov (1973)
<i>N. tiliarum</i>	Georgie (ou Ukraine)	-	support non spécifié	Wainstein (1958)
<i>N. tiliarum</i>	Grèce	Chania- Crète	<i>Castanea sativa</i>	Swirski & Ragusa (1976) Ragusa & Tsolakis (1998)
<i>N. tiliarum</i>	Hongrie	Balatonederics; Budapest; Egervar; Keszthely ; Szigetbecse ; Szokedencs, Balatonfenyves- Somogy	<i>Acer campestre</i> <i>Aesculus hippocastanum</i> <i>Cerasus avium</i> <i>Corylus avellana</i> <i>Fraxinus angustifolia</i> <i>Juglans regia</i> <i>Malus domestica</i> <i>Malus pumils</i> <i>Prunus domestica</i> <i>Quercus cerris</i> <i>Ribes nigrum</i> <i>Tilia americana</i> <i>T. cordata</i> <i>T. miqueliana</i> <i>T. platyphyllos</i>	Kropczynska & Jenser (1968) Bozai (1975, 1978, 1979, 1980, 1985, 1992, 1994, 1995, 1996, 1997) Dellei & Szendrey (1991) Sarospataki <i>et al.</i> (1992) Bream & Bozai (1995) Ripka (1998, 2006)

Tilia sp.
Vitis grapiuiniferae

<i>N. tiliarum</i>	Iran	Sari	<i>Ulmus pumila</i> <i>Zelkova carpinifolia</i>	Daneshvar (1987)
<i>N. tiliarum</i>	Italie	le nord de l'Italie; Vicenza	<i>Acer campestre</i> <i>Corylus avellana</i> <i>Vitis vinifera</i>	Gunthart (1957) Gunthart (1960) Viggiani <i>et al.</i> (1983) Coiutti (1993) Duso <i>et al.</i> (1993) Michelatti <i>et al.</i> (1994) Nicotina & Cioffi (1998) Duso <i>et al.</i> (2004)
<i>N. tiliarum</i>	Moldavie	-	<i>Acer</i> sp. <i>Corylus</i> sp. <i>Malus</i> sp. <i>Olea</i> sp. <i>Quercus</i> sp. <i>Ribes</i> sp. <i>Rosa</i> sp. <i>Rubus</i> sp. <i>Citrus</i> sp.	Wainstein (1973) Beglyarov & Malov (1977)
<i>N. tiliarum</i>	Monténégro	-		Mijuskovic & Tomasvic (1975)
<i>N. tiliarum</i>	Norvège	-	-	Karg & Edland (1987)
<i>N. tiliarum</i>	Pays-Bas	-	<i>Malus domestica</i> <i>Pyrus communis</i> <i>Tilia</i> sp.	Nesbitt (1951) Van de Vrie & Fluiter (1958) Van de Vrie (1963, 1972) Miedema (1987)
<i>N. tiliarum</i>	Pologne	Rzeszow; Skierniewice- Lodz; Varsovie	<i>Corylus avellana</i> <i>Malus domestica</i> <i>Prunus domestica</i>	Wiackowski & Suski (1963) Boczek (1964) Dabrowski (1968, 1970) Skorupska (1981) Chant & Yoshida-Shaul (1989)
<i>N. tiliarum</i>	Région Caucase	Bol' Shom Kavkaz	<i>Cornus</i> sp. <i>Prunus armeniaca</i> <i>P. cerasifera</i> <i>P. spinosa</i> <i>Prunus</i> sp. <i>Rubus</i> sp.	Abbasova (1966)
<i>N. tiliarum</i>	Russe Krasnodar	-	<i>Corylus</i> sp. <i>Prunus</i> sp. <i>Quercus</i> sp.	Beglyarov (1962)
<i>N. tiliarum</i>	Suisse	Tessin	<i>Malus domestica</i> <i>Tilia cordata</i> <i>Vitis vinifera</i>	Gunthart (1957, 1960) Genini & <i>et al.</i> (1983) Klay (1987)
<i>N. tiliarum</i>	Tunisie	Sousse	<i>Malus domestica</i>	Kreiter <i>et al.</i> (2002)
<i>N. tiliarum</i>	Turquie	Akyurt; Ankara; Bahçekoy; Bunyan; Kastamonv; Kayseri; Nallihan; Nevsehir; Nigde; Saray	<i>Corylus avellana</i> <i>Corylus</i> sp. <i>Malus domestica</i>	Swirski & Amitai (1982) Duzgunes & Kiliç (1983) Cobanoglu (1991, 1992, 1996, 2000)
<i>N. tiliarum</i>	Ukraine	Crimea; Kaniv	<i>Corylus</i> sp. <i>Juglans regia</i> <i>Malus</i> sp.	Wainstein (1958) Livshitz & Kuznetsov (1972) Kolodochka (1974, 1978)

			<i>Olea</i> sp.	Beglyarov & Malov (1977)
			<i>Prunus</i> sp.	Kolodochka & Omeri (2007)
			<i>P. spinosa</i>	
			<i>Pyrus</i> sp.	
			<i>Ribes</i> sp.	
			<i>Rosa</i> sp.	
			<i>Rubus</i> sp.	
			<i>Sorbus</i> sp.	
			<i>Ulmus laevis</i>	
			<i>Ulmus scabra</i>	
			<i>Ulmus</i> sp.	
<i>N. tuberculata</i>	Croïtia	Ucka Nature Park	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Tixier <i>et al.</i> (2010)
<i>N. tuberculata</i>	France	Macif central	<i>Acer platanoides</i>	Kanouh <i>et al.</i> (2010)
<i>N. tuberculata</i>	Georgie	Onskogo, Zapadnoy	<i>Acer</i> sp.	Wainstein (1958)
<i>N. tuberculata</i>	Grèce	-	-	Papadoulis & Emmanouel (1997)
<i>N. tuberculata</i>	Moldavie	-	<i>Cydonia</i> sp.	Wainstein (1973)
<i>N. tuberculata</i>	Norvège	-	-	Chant & Yoshida-Shaul (1989)
<i>N. tuberculata</i>	Région Caucase	Bol'Shom Kavkaz	<i>Acer</i> sp.	Abbasova (1966)
			<i>Cerasus</i> sp.	
			<i>Juglans regia</i>	
			<i>Prunus armeniaca</i>	
<i>N. tuberculata</i>	Ukraine	Crimea	<i>Acer steveni</i>	Kolodochka (1981)
<i>N. vollsella</i>	Pakistan	Murree-Punjab	<i>Pinus</i> sp.	Chaudhri <i>et al.</i> (1974)
<i>N. vollsella</i>	Inde	Anantnag, Nishat	<i>Morus</i> sp.	Gupta (1981)
		Bag, Srinagar	<i>Prunus armeniaca</i>	Denmark & Rather (1984)
		(Jammu & Kashmir)	<i>Pyrus communis</i>	

Annexe 5 - Moyennes des 32 caractères morphologiques continus des espèces du genre *Neoseiulella* utilisés pour réaliser l'Analyse en Composantes Principales (ACP).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Caractère		bouclier dorsal (largeur à s4)	bouclier dorsal (largeur à Z1)	j1 dim	j2 dim	j3 dim	j4 dim	j5 dim	j6 dim	j2 dim	j3 dim	j4 dim	j5 dim	j6 dim	Z1 dim	Z4 dim	Z5 dim	s4 dim	s6 dim	S2 dim	S4 dim	S5 dim	r3 dim	R1 dim	bouclier sternal (longueur)	bouclier sternal (largeur)	bouclier génital (longueur)	bouclier génitale (largeur)	bouclier ventrianal (longueur)	bouclier ventrianal (largeur)	JV5 longueur	mors mobile (longueur)
<i>N. aceri</i>	318	170	201	16	26	18	18	24	31	14	21	26	27	16	30	35	38	31	31	31	26	14	21	20	37	53	126	60	99	83	14	22
<i>N. tiliarum</i>	350	164	182	20	30	19	21	20	26	7	25	31	32	20	26	38	44	34	36	40	35	18	29	21	82	84	123	62	103	60	26	27
<i>N. tuberculata</i>	380	197	242	19	25	12	14	20	25	13	15	25	27	16	22	29	44	27	25	26	24	19	20	19	60	59	124	65	114	98	17	35
<i>N. sexapori</i>	330	179	222	16	25	14	14	19	23	11	17	25	24	15	22	28	41	26	25	24	22	17	20	15	53	59	124	59	103	83	15	27
<i>N. arutunijani</i>	313	155	160	13	19	12	12	19	20	10	12	19	20	13	20	24	38	22	20	22	20	16	13	24	63	51	105	49	110	78	13	29
<i>N. arinoi</i>	409	191	202	34	37	18	20	36	49	12	18	30	42	24	46	75	80	41	52	63	60	47	41	41	75	78	122	74	141	110	62	33
<i>N. canariensis</i>	364	185	209	28	42	21	20	32	37	32	22	40	22	21	35	61	90	47	46	51	41	30	30	31	61	60	110	54	102	77	34	36
<i>N. carneli</i>	409	204	188	38	47	24	22	24	28	12	26	33	25	24	27	42	55	38	37	39	35	38	35	30	87	90	134	87	142	136	54	55
<i>N. crassipilis</i>	454	248	290	35	51	39	37	50	63	17	35	45	62	30	65	73	67	57	58	68	75	39	49	44	47	79	143	82	160	186	44	30
<i>N. elongata</i>	394	175	178	20	16	12	11	14	16	11	14	16	16	11	20	23	29	17	19	20	21	19	23	24	83	73	140	66	134	93	20	44
<i>N. ferraguti</i>	365	226	264	28	49	31	32	38	34	19	15	54	47	29	34	77	94	62	64	71	54	33	28	35	67	68	130	66	127	112	66	37
<i>N. litoralis</i>	393	184	197	23	24	15	13	15	18	14	13	22	18	14	19	50	63	20	28	37	29	29	23	23	59	69	130	67	140	98	45	37
<i>N. longiseta</i>	405	202	238	31	41	12	16	26	16	14	10	46	25	15	15	88	117	67	71	75	63	45	24	34	75	75	140	75	136	129	83	46
<i>N. montforti</i>	383	193	196	30	36	25	23	31	37	13	24	32	34	23	41	48	58	38	43	45	43	40	35	41	74	80	150	76	133	116	52	39
<i>N. neoviniferæ</i>	386	175	191	23	24	14	12	16	15	15	10	24	19	14	17	47	62	23	26	35	33	28	28	25	62	67	128	66	130	98	48	38
<i>N. perforata</i>	380	191	182	21	21	13	12	14	17	13	13	20	21	13	19	34	52	23	24	29	31	29	24	22	68	66	128	61	136	108	46	32
<i>N. runiaca</i>	382	220	271	18	23	18	18	28	32	17	17	26	25	20	30	39	44	27	28	31	26	24	22	15	51	64	136	67	110	108	16	23
<i>N. splendida</i>	361	189	195	26	34	16	16	18	19	17	17	34	24	16	20	62	78	34	40	41	27	26	30	27	69	69	125	68	134	86	50	36
<i>N. manukæ</i>	440	226	224	34	46	15	14	16	16	14	17	30	31	15	15	55	134	36	25	28	17	21	20	17	92	88	133	74	143	110	50	33
<i>N. neshitti</i>	399	228	233	25	27	18	19	20	21	12	19	28	28	18	20	38	57	26	27	31	25	23	21	20	86	82	126	73	144	110	41	35
<i>N. ashleyæ</i>	464	302	285	35	53	17	13	20	24	11	18	48	26	11	28	61	91	51	38	51	31	27	24	22	93	101	147	78	152	128	46	42

<i>N. cassinia</i>	473	235	260	20	20	11	11	12	11	11	11	15	14	9	14	27	39	20	21	19	14	14	19	18	71	76	167	87	157	131	36	37
<i>N. corren</i>	266	132	145	16	22	24	29	30	28	9	18	25	25	16	31	25	31	23	29	30	24	20	22	14	58	56	95	39	79	47	14	24
<i>N. corrugata</i>	409	247	272	29	40	28	26	30	35	12	25	37	37	24	37	66	117	42	40	48	36	29	23	22	80	92	126	83	148	120	53	33
<i>N. cottieri</i>	385	215	255	29	43	5	6	9	8	11	6	48	7	6	6	121	232	67	7	9	10	11	15	12	77	70	120	68	124	101	93	30
<i>N. dachanti</i>	394	225	226	27	41	7	8	12	13	7	11	39	13	8	13	48	111	42	17	23	12	10	14	15	83	80	104	68	121	88	39	35
<i>N. elaeocarpi</i>	356	201	226	18	20	16	16	18	22	9	16	20	20	17	21	25	42	19	21	22	23	25	18	18	67	72	128	67	122	92	22	31
<i>N. myopori</i>	462	266	259	36	52	13	11	14	18	14	17	32	29	11	18	46	91	34	24	23	19	17	21	18	87	97	151	86	153	117	37	38
<i>N. novaezealandiae</i>	400	235	231	24	27	17	15	18	21	12	17	24	23	17	22	40	59	24	22	25	23	21	21	17	85	84	121	74	139	110	35	33
<i>N. oleariae</i>	418	258	269	38	56	31	23	30	37	11	28	50	38	11	46	87	112	57	54	58	33	35	40	31	92	94	121	76	152	123	53	38
<i>N. spaini</i>	412	209	218	25	26	11	11	15	16	12	10	16	17	11	15	31	48	23	23	20	17	17	20	16	84	91	126	72	140	118	44	33
<i>N. steeli</i>	426	250	246	26	36	13	11	15	16	11	13	18	18	12	19	42	82	21	17	17	15	16	20	15	82	85	139	86	144	113	28	32
<i>N. steveni</i>	359	175	190	24	31	17	16	17	21	11	18	33	30	18	20	52	74	38	43	46	25	25	28	20	73	77	128	63	124	98	49	29
<i>N. celtis</i>	369	185	?	20	25	16	17	20	25	11	19	24	22	17	20	20	47	24	28	32	32	26	28	25	?	?	?	?	?	?	?	?
<i>N. compta</i>	286	?	156	12	13	10	10	13	13	6	9	11	12	10	13	16	17	10	12	12	15	17	11	11	?	?	?	?	84	77	11	15
<i>N. vollsella</i>	327	187	171	18	25	16	17	20	24	10	19	25	24	18	22	31	46	27	27	31	30	23	25	22	71	69	110	67	103	68	38	23

Annexe 6 – Etat de caractères des **25** caractères morphologiques discrets des espèces du genre *Neoseiulella* utilisés pour réaliser l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	Caractères																								
Espèces	gd1	gd2	gd4	gd5	gd6	gd8	gd9	solénostomes ventraïanal	JV3	JV4	AL/ge II	AV/ge II	macrosoie/ ge III	macrosoies/ ti III	macrosoies/ ge IV	macrosoies/ ti IV	macrosoies/ sti IV	Pilus dentilis	mors fixe	mors mobile	Position de ST3	Soies dorsales/ tubercules	longueur du péritrème	Nature du péritrème	Spermathèque forme
<i>N. aceri</i>	1*	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
<i>N. tiliarum</i>	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1
<i>N. tuberculata</i>	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1
<i>N. sexapori</i>	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1
<i>N. arutunjani</i>	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1
<i>N. arinoi</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	2
<i>N. canariensis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	2
<i>N. carmeli</i>	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	2
<i>N. crassipilis</i>	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1
<i>N. elongata</i>	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1
<i>N. ferraguti</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	2
<i>N. litoralis</i>	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	2
<i>N. longiseta</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	2
<i>N. montforti</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	2
<i>N. neoviniferae</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1
<i>N. perforata</i>	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
<i>N. runiaca</i>	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1
<i>N. splendida</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	2
<i>N. manukae</i>	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
<i>N. nesbitti</i>	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
<i>N. ashleyae</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	2
<i>N. cassiniae</i>	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1
<i>N. corren</i>	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	2
<i>N. corrugata</i>	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	2
<i>N. cottieri</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	2
<i>N. dachanti</i>	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1
<i>N. elaeocarpi</i>	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1
<i>N. myopori</i>	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
<i>N. novaezealandiae</i>	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
<i>N. oleariae</i>	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	2
<i>N. spaini</i>	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1
<i>N. steeli</i>	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
<i>N. steveni</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	2
<i>N. celtis</i>	?	?	?	?	?	?	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	?	1	1	1	0	1	0	1
<i>N. compta</i>	?	?	?	?	?	1	?	1	1	1	?	?	?	?	0	0	0	1	0	0	?	0	1	0	?
<i>N. vollsella</i>	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1

* 0 = solénostome, soie ou macrosoie absentes, 1 = présente (excepté les caractères : **19** (0 = mors fixe comporte de 1-5 dents, 1 = > 5 dents); **20** (0 = mors mobile dépourvu de dents, 1 = comporte 1-3 dents); **21** (0 = ST3 hors le bouclier sternal, 1 = ST3 sur le bouclier sternal); **22** (0 = soies simples, 1 = soies insérées sur tubercules); **23** (0 = péritrème courte s'étend à s4, z4 ou z2, 1 = péritrème longue s'étend à j1 ou j3); **24** (0 = péritrème pointu, 1 = strié); **25** (0 = spermathèque cup-shaped, 1 = U-shaped).

Annexe 7 - Les **12** groupes d'espèces constitués au sein du genre *Neoseiulella*, représentant les différents états de 21 caractères morphologiques discrets utilisés pour réaliser des analyses phylogénétiques au sein de la sous-famille des Typhlodrominae.

- **Groupe 1.** *Neoseiulella oleariae* : elle diffère des autres espèces de *Neoseiulella* par l'absence de JV4.
- **Groupe 2.** *Neoseiulella elongata* : elle diffère des autres espèces de *Neoseiulella* par la nature du péritrème qui a une surface antérieure striée (pointue chez les autres espèces).
- **Groupe 3.** *Neoseiulella coreen* : elle est caractérisée par la présence de 3 paires de soies sur le bouclier sternal et 2 paires de soies sur le bouclier ventrianal. La patte IV ne porte pas de macrosoie.
- **Groupe 4.** *Neoseiulella elaeocarpi* : elle est caractérisée par la présence de 3 paires de soies sur le bouclier sternal et 2 paires de soies sur le bouclier ventrianal. La patte IV porte 2 macrosoies sur le genou et le basitarse.
- **Groupe 5.** *Neoseiulella ashleyae*, *N. dachanti*, *N. cottieri*, *N. corrugata*, *N. manukae*, *N. nesbitti* et *N. novaezealandiae* : elles sont caractérisées par la présence de 3 paires de soies sur le bouclier sternal et 2 paires de soies sur le bouclier ventrianal. La patte IV porte 3 macrosoies sur le genou, le tibia et le basitarse.
- **Groupe 6.** *Neoseiulella aceri* et *N. tiliarum* : elles sont caractérisées par la présence de 3 paires de soies sur le bouclier sternal et 3 paires de soies sur le bouclier ventrianal. La patte IV ne porte pas de macrosoie.
- **Groupe 7.** *Neoseiulella compta* : elle est caractérisée de 3 paires de soies sur le bouclier ventrianal. La patte IV ne porte pas de macrosoie. Le nombre de paires de soies sur le bouclier sternal n'est pas distinguable.
- **Groupe 8.** *Neoseiulella carmeli*, *N. celtis* et *N. steven* : elles sont caractérisées par la présence de 3 paires de soies sur le bouclier sternal et 3 paires de soies sur le bouclier ventrianal. La patte IV porte 1 macrosoie sur le basitarse.
- **Groupe 9.** *Neoseiulella myopori*, *N. spaini*, *N. steeli* et *N. vollsella* : elles sont caractérisées par la présence de 3 paires de soies sur le bouclier sternal et 3 paires de soies sur le bouclier ventrianal. La patte IV porte 3 macrosoies sur le genou, le tibia et le basitarse.
- **Groupe 10.** *Neoseiulella arinoi*, *N. canariensis*, *N. cassiniae*, *N. ferraguti* et *N. longiseta* : elles sont caractérisées par la présence de 2 paires de soies sur le bouclier

sternal et 3 paires de soies sur le bouclier ventrianal. La patte IV porte 3 macrosoies sur le genou, le tibia et le basitarse.

- **Groupe 11.** *Neoseiulella litoralis*, *N. montforti*, *N. neoviniferae*, *N. perforata* et *N. splendida* : elles sont caractérisées par la présence de 2 paires de soies sur le bouclier sternal et 3 paires de soies sur le bouclier ventrianal. La patte IV porte 1 macrosoie sur le basitarse.
- **Groupe 12.** *Neoseiulella arutunjani*, *N. crassipilis*, *N. runiacus*, *N. sexapori* et *N. tuberculata* : elles sont caractérisées par la présence de 2 paires de soies sur le bouclier sternal et 3 paires de soies sur le bouclier ventrianal. La patte IV ne porte pas de macrosoie.