



Tavole Rotonde sui maggiori problemi
riguardanti l'Entomologia Agraria in Italia
Sotto gli auspici del MIPAAF

XXXVI. AVVERSITÀ E INTERESSE APISTICO DELL'EUCALIPTO IN AMBIENTE MEDITERRANEO



Estratto da:
ATTI DELLA
ACCADEMIA NAZIONALE
ITALIANA DI ENTOMOLOGIA
Anno LXVII - 2019



Tavole Rotonde sui maggiori problemi
riguardanti l'Entomologia Agraria in Italia
Sotto gli auspici del MIPAAF

XXXVI.
AVVERSITÀ E INTERESSE APISTICO DELL'EUCALIPTO
IN AMBIENTE MEDITERRANEO

Estratto da:
ATTI DELLA
ACCADEMIA NAZIONALE
ITALIANA DI ENTOMOLOGIA
Anno LXVII - 2019

PRESENTAZIONE

L'eucalipto rappresenta nell'immaginario collettivo una pianta di interesse ornamentale, diffusa in molti ambienti della nostra penisola. Questa specie invasiva, originaria del continente Australiano, ha gradualmente modificato l'assetto di diverse comunità vegetali, con un notevole impatto paesaggistico. La sua introduzione in Inghilterra, risalente a più di 200 anni fa, è stata seguita pochi anni dopo da quella in Italia, nel parco della Reggia di Caserta. La graduale diffusione in Italia dell'eucalipto come albero ornamentale è testimoniata dalla presenza di migliaia di esemplari di ragguardevoli dimensioni. L'occupazione territoriale è stata ampliata dal suo progressivo impiego come specie da legno, portando anche alla formazione di boschi di eucalipto nell'Italia Centro-meridionale.

La colonizzazione dei nostri ambienti da parte di questa specie aliena rappresenta per molti un evento dannoso per le comunità vegetali e una modifica innaturale del contesto ambientale. Tuttavia, l'inversione di un processo di invasione ormai ampiamente consolidato non è facilmente ipotizzabile e occorre considerare che l'eucalipto può rappresentare una risorsa di notevole interesse economico. Questa specie, infatti, ha enormi potenzialità produttive in termini di biomassa vegetale e il suo legno è di notevole qualità. Inoltre, aspetti

poco noti e non sempre pienamente apprezzati sono la sua ricca fioritura e la produzione di notevoli quantitativi di nettare e polline che consentono un'abbondante produzione di miele e rappresentano fonte di cibo per pronubi selvatici e molti altri organismi animali. Pertanto, l'uso ornamentale di questa pianta e il suo valore economico rendono necessario lo sviluppo di conoscenze sulle sue avversità e sui possibili metodi di controllo, in particolare quelli di natura biologica.

L'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia ha voluto approfondire questi aspetti per fare luce sul ruolo dell'eucalipto nei nostri ambienti e sulla sua importanza economica. La poliedricità dei contributi offerti da studiosi del tema fornisce un quadro completo della diffusione dei principali agenti di danno e dei loro antagonisti naturali, delle recenti e/o temute introduzioni di nuovi fitofagi e fitomizi, così come dell'importanza dell'eucalipto per l'apicoltura e la produzione di miele. Le ricerche presentate forniranno certamente elementi fondamentali per la definizione di strategie di gestione ambientale ecologicamente ed economicamente sostenibili.

FRANCESCO PENNACCHIO
Presidente
Accademia Nazionale Italiana di Entomologia

INDICE

Tavola Rotonda su:

AVVERSITÀ E INTERESSE APISTICO DELL'EUCALIPTO IN AMBIENTE MEDITERRANEO

IGNAZIO FLORIS – <i>Insect pests of Eucalyptus spp. and their impact in the mediterranean environment. Introduction to the Roundtable “Avversità e interesse apistico dell’eucalipto in ambiente mediterraneo”</i>	»	141
MIZUKI UEMURA, ANDREA BATTISTI – <i>Overview and preliminary risk assessment of the processionary caterpillar Ochrogaster lunifer (Lepidoptera: Notodontidae), a Eucalyptus pest from Australia</i>	»	143
VINCENZO PALMERI, ORLANDO CAMPOLO, FRANCESCA LAUDANI – <i>Eulofidi galligeni</i>	»	151
GAETANO SISCARO, GAETANA MAZZEO, SANTI LONGO – <i>Insetti xilofagi dell’eucalipto e loro antagonisti naturali</i>	»	159
STEFANIA LAUDONIA, ANTONIO PIETRO GARONNA – <i>Fitomizi alloctoni di Eucalyptus spp. in Italia</i>	»	165
IGNAZIO FLORIS, MICHELINA PUSCEDDU, ALBERTO SATTA – <i>Entomofauna pronuba e importanza mellifera dell’eucalipto</i>	»	171
BENEDETTO T. LINALDEDDU – <i>Malattie emergenti dell’eucalipto in Italia</i>	»	177
GIUSEPPE BRUNDU, ARTURO COCCO, GIOVANNI PIRAS, IGNAZIO FLORIS – <i>Un progetto per un Eucalyptus sentinel garden nella Rete Internazionale IPSN (International Plant Sentinel Network)</i>	»	181

SEDUTA PUBBLICA, FIRENZE 14 GIUGNO 2019

Tavola Rotonda su:

AVVERSITÀ E INTERESSE APISTICO DELL'EUCALIPTO
IN AMBIENTE MEDITERRANEO

Coordinatore:

IGNAZIO FLORIS, Accademico

140 - Pagina bianca

INSECT PESTS OF *EUCALIPTUS* SPP. AND THEIR IMPACT IN THE MEDITERRANEAN ENVIRONMENT

Introduction to the Roundtable

“Avversità e interesse apistico dell’eucalipto in ambiente mediterraneo”¹

IGNAZIO FLORIS ^a

^a Department of Agricultural Sciences, University of Sassari, Italy, Viale Italia 39, 07100 Sassari (Italy); e-mail: ifloris@uniss.it.

Introduzione alla Tavola Rotonda “Avversità e interesse apistico dell’eucalipto in ambiente mediterraneo”. Seduta pubblica dell’Accademia - Firenze, 14 giugno 2019.

The *Eucalyptus* species, including the three closely related genera *Eucalyptus*, *Angophora*, and *Corymbia*, are native to Australasia (Indonesia, the Philippines, and New Guinea). The genus *Eucalyptus* consists of over 800 species of trees, and this number continues to grow as new taxa are described.

For some, eucalypts are the trees of the future. They have earned a unique reputation among timber species because of several desirable characteristics: easy establishment, quick growth, and well adapted to intensive cultivation. The trees grow under a wide range of climatic and edaphic conditions. Vast plantations of eucalypts are found in South America (Brazil, Chile, and Argentina), sub-Saharan Africa (South Africa, Zambia, and Malawi), and the Mediterranean basin (Spain, Portugal, Italy, Tunisia, Algeria, and Israel). Although the eucalypt is an alien plant in countries in which it was introduced, after generations of planting it may be seen as almost part of the landscape. However, eucalypts are not considered a resource for all. For some people, eucalypts are a blight. The detractors’ perception is that some *Eucalyptus* species are partly responsible for changing the natural landscape, preventing the growth of native species.

Besides their economic value as commercial species, eucalypts have also been planted in many parts of the world as ornamental trees. The first introduction of *Eucalyptus* species in Europe (*E. obliqua*) occurred in 1774 by seed in the

greenhouses of the Royal Botanic Gardens (Kew Gardens), whereas the first species planted outdoors was *E. robusta* in the English Garden of the Royal Palace of Caserta (Italy) in 1792. Today, many *Eucalyptus* species can be found in urban or tourist contexts: equipped campsites, hotels and motels, recreation parks and as street trees. Another aspect, often underestimated, is its interest in beekeeping, due to its excellent nectar and pollen production.

With regard to the insect pests of eucalyptus, Australia has the largest community of insect herbivores adapted to feeding on these plant species. A very large number of leaf-eating insects, such as stick insects, leaf beetles, and scarabs, feed on eucalypts as do additional sucking and boring species, such as psyllids (lerps), termites and wood-borers. Out of the areas of origin, the presence of native myrtaceous species that is much greater in Africa and South America than in the Northern hemisphere may favour herbivorous insects that feed on eucalypts. In Europe, almost all populations of eucalypts have been grown from seed for centuries, thereby minimizing the risks of pest introduction as few parasites infest eucalypt seeds.

Until now, pests of *Eucalyptus* spp. include over 50 species of insects throughout the world. In addition, a number of polyphagous local species cause damage to eucalypts. By examining patterns and potential trends with respect to the global spread of eucalypt-feeding insects, the rate of introductions have increased nearly fivefold since the 1980s. It is possible that they occurred because of increased trade and movement of people, but the hypothesis that there were intentional introductions should also be considered.

The main eucalyptus phytophagous insects in the Mediterranean area are the two-closely related species of longhorn beetles, *Phoracantha*

¹ The coordinator of the roundtable gratefully acknowledge the “Regione Autonoma della Sardegna, Tavolo Tecnico Difesa Fitosanitaria Piante Forestali, Assessorato Difesa Ambiente - Servizio Tutela del suolo e politiche forestali” for the financial support of the research project “Programma di tutela fitosanitaria delle specie di *Eucalyptus*”.

semipunctata and *P. recurva*. The former species represents the first detection of eucalypt pests in Europe (1969), whereas the latter was recorded in 1998. However, *P. recurva* has almost completely displaced *P. semipunctata* as it emerges earlier than the congeneric species. Psyllid species are the most important pests of eucalyptus reported from Europe: *Ctenarytaina eucalypti* in central Europe in 1998, *C. spatulata* from France and Italy in 2003, *C. peregrina* described from the United Kingdom and Ireland in 2007, *Blastopsylla occidentalis* first reported in Italy in 2006, and *Glycaspis brimblecombei* recorded from Spain and Portugal in 2007. The invasive red gum lerp psyllid, *G. brimblecombei*, is the most serious eucalypt pest in the Mediterranean area, especially for *E. camaldulensis*. Finally, the bronze bug *Thaumastocoris peregrinus* represents the most recent introduction. In some instances, the bronze bug has been reported to “sting” people and was considered a nuisance. Other relevant phytophagous are gall wasps: *Ophelimus maskelli*, *Leptocybe invasa*, *Quadrastichodella nova*, *Leprosa milga*, *Megastigmus eucalypti*, and an *Aprostocetus* sp. *L. invasa* and *O. maskelli* have been recently considered as serious pests of eucalyptus trees. Among the leaf-feeding beetles, *Gonipteris scutellatus* is probably the most studied weevil species infesting eucalyptus trees worldwide. Actually, *G. scutellatus* species belongs to a complex of cryptic species, whose revision is still in progress. Another weevil is *Polydrusus (Metallites) parallelus*, an endemic species of Sardinia, Corsica and Elba, which feeds on eucalyptus trees within its distribution range. Damage caused by the feeding activity of *P. parallelus* appeared to be significant in young plants, due to annular erosions by adults on young branches.

Among native herbivores, the gypsy moth,

Lymantria dispar, is probably the most important pest. Although in the Mediterranean area it is mainly associated with *Quercus* tree species, it is capable of feeding also on eucalyptus being a very polyphagous pest. Complete defoliation of eucalypt trees has recently been observed in Sardinia. These occasional infestations are more likely to be due to *L. dispar* populations spreading either actively or passively from close outbreak foci.

In the last decade, especially after the introduction of the psylla lerp, eucalyptus plants in the Mediterranean area have suffered serious damage, also associated with the presence of new fungal diseases. The impact has been observed especially in urban and tourist areas, even though the negative incidence of the new pests was mainly on honey production.

The most realistic approach for the pest management of eucalyptus is certainly the biological control, for many practical and ecological reasons, and not only in the urban context. Biological control programmes are often held back by costs, which are regarded as high for the protection of a plant whose usefulness is often disputed. However, an example can help us to understand the role of biological control. In California, in a very similar context to the Mediterranean area, the estimated value of the total number of eucalypt street trees (476,527 trees based on tree inventories from 135 California cities) was more than US\$2.8 billion. Biological control programs that targeted pests of eucalypts in California have cost US\$2.6 million. Consequently, the return derived from protecting the value of this resource through the biological control efforts, per dollar expended, was about US\$ 1,070. This analysis demonstrated both the tremendous value of urban street trees, and the benefits that stem from successful biological control programs aimed at preserving these trees from invasive pests.

OVERVIEW AND PRELIMINARY RISK ASSESSMENT OF THE PROCESSIONARY CATERPILLAR *OCHROGASTER LUNIFER* (LEPIDOPTERA: NOTODONTIDAE), A *EUCALYPTUS* PEST FROM AUSTRALIA

MIZUKI UEMURA ^a - ANDREA BATTISTI ^a

^a University of Padova, Department of Agronomy, Food, Natural resources, Animals and Environment, Legnaro, Padova, Italy; e-mail: andrea.battisti@unipd.it
ORCID 0000-0002-2497-3064

Lettura tenuta durante la Tavola Rotonda “Avversità e interesse apistico dell’eucalipto in ambiente mediterraneo”. Seduta pubblica dell’Accademia - Firenze, 14 giugno 2019.

Overview and preliminary risk assessment of the processionary caterpillar Ochrogaster lunifer (Lepidoptera: Notodontidae), a Eucalyptus pest from Australia

As human population increases, so does the demand for resources from domestic and international suppliers for their quality and/or quantity. Increase in international trade, has exacerbated the introduction of non-native invasive pests causing ecological, societal and economic damage. In order to reduce this outcome, it is crucial to consider all possibilities of potential pests from foreign countries that could establish in Europe. *Eucalyptus* and *Acacia* spp. are used as ornamental plants in Europe, commonly planted in parks, suburban and recreational areas frequented by humans and pets/animals in the Mediterranean region. Here, we explore the potentials of a *Eucalyptus* and *Acacia* pest, *Ochrogaster lunifer* Herrich-Schäffer (Lepidoptera, Notodontidae), a medically important species from Australia, entering and establishing in Europe. In outbreak years, *O. lunifer* larvae completely defoliate host plants but more importantly, it can increase the number of cases of urticaria and allergic reactions in humans and domestic animals because each larva possess millions of urticating setae. The species may enter Europe as eggs, larva, pre-pupa and pupa found on the host plant, in the soil or in packaging material. Establishment and spread of *O. lunifer* will depend on the host plant availability, efforts by inspectors during quarantine checks and phytosanitary measures. *Ochrogaster lunifer* is only found in Australia, but with the severity of various health implications that they cause to humans and animals, and with the frequent introduction of eucalypt pests from that continent, it is necessary to assess risks for the introduction of this species into Europe.

KEY WORDS: Defoliator, medical importance, setae, social Lepidoptera

INTRODUCTION

As human population increases, so does the demand for resources from domestic and international suppliers for their quality and/or quantity. Increase in international trade, has introduced invasive pests causing ecological, societal and economic damage. Plant-insect pest management is economically demanding; however, it becomes more problematic when serious health implications are involved with humans and animals. A species of recent interest is the processionary caterpillar, *Ochrogaster lunifer* Herrich-Schäffer (Lepidoptera, Notodontidae), an urticating species found throughout Australia. The name ‘processionary caterpillar’ arises from their dispersal behaviour when larvae travel in a single file head-to-tail from the nest to search for a new host plant or a pupation site (FITZGERALD, 2003). Populations of *O. lunifer* are concentrated in coastal and inland habitats where *Acacia* and *Eucalyptus* spp. host plants occur (FLOATER, 1996; Fig. 1). There are other plants which *O. lunifer* feed on but

are less recognised as primary host plants, therefore, more confirmation is needed. In outbreak years, *O. lunifer* are known to cause severe damage to plants through complete defoliation (FROGGATT, 1911; VAN SCHAGEN *et al.*, 1992a; Fig. 2). Outbreak years can also increase the number of cases of urticaria and allergic reactions in humans and various medical problems in animals (see *Damage and health impacts of Ochrogaster lunifer on humans, animals and plants*).

Medical risks associated with *O. lunifer* is derived from their urticating microscopic hairs called setae, which are found on the abdominal segments of mid to late instars (BATTISTI *et al.*, 2011). From third instar, each larva produces approximately 4000 setae and progressively increases until they reach final instar (VIII) where the number of setae increases up to approximately 2.0-2.5 million (PERKINS *et al.*, 2016). Setae can be easily detached during inadvertent contact with the larva but can also be released and spread throughout the environment by wind (PERKINS *et al.*, 2019). *Ochrogaster lunifer*

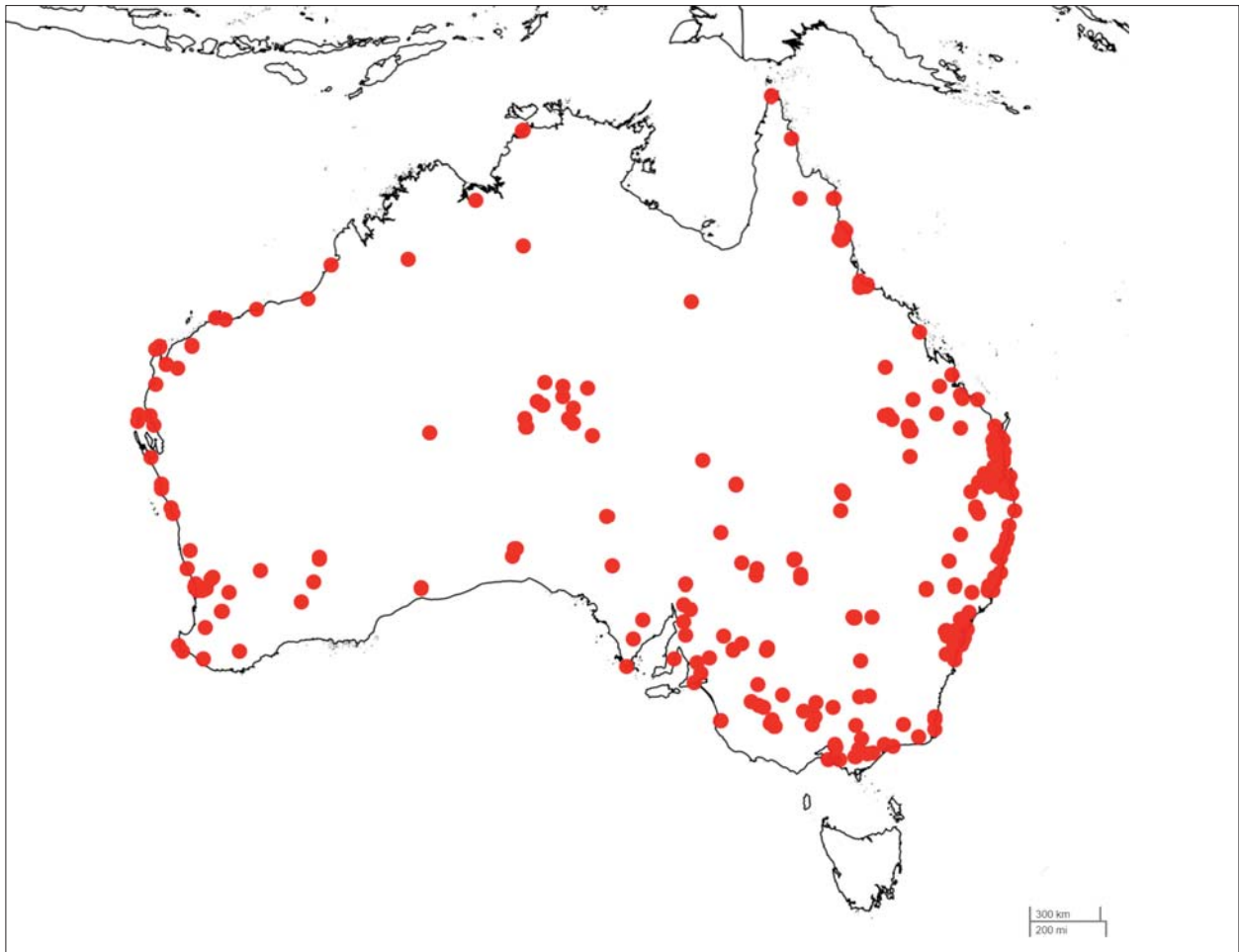


Fig 1 – Occurrence records of *Ochrogaster lunifer* in Australia represented as red dots (Atlas of Living Australia, 2020).

larvae live in a communal nest throughout all instar stages, with some nests easily exceeding a few hundred individuals. Within a nest, at each larval moult, there is an accumulation of exuviae containing millions of setae from each individual (PERKINS *et al.*, 2016). When the colony of final instar larvae abandon the nest in search for a pupation site, the structure of the nest deteriorates. As the nest breaks down over time, millions of setae that can remain active for at least a year (BATTISTI *et al.*, 2011) are now exposed and dispersed in the environment (PERKINS *et al.*, 2016; Fig. 3).

LIFE HISTORY OF *OCHROGASTER LUNIFER*

Ochrogaster lunifer are a univoltine species and remains gregarious from egg to pupa (FLOATER and ZALUCKI, 1999; Fig. 4). Adult moths emerge in Austral spring (October - November), and mated females deposit an egg mass consisting of 150-550 eggs on the host tree (FLOATER and ZALUCKI, 1999). The eggs are covered with material from the female moth's anal tuft, composed of filamentous scales

and long urticating setae which are thought to provide protection from natural enemies (FLOATER and ZALUCKI, 1999). Eggs hatch after a month and the neonates remain within the egg mass and do not feed until second instar (FLOATER, 1996). The neonates moult to second instar after approximately 14 days, and leave the egg mass and ascend to the canopy to feed on the foliage during the day (FLOATER, 1996). Later instars feed almost exclusively at night, leaving the nest at approximately sunset every day (FLOATER, 1996). The gregarious larvae continuously spin silk throughout all larval stages to build a communal nest within the tree (FLOATER, 1996). Within the species *O. lunifer*, there are five distinct nesting forms and they differ by phenotypic, genotypic and ecological characteristics (more information in *Nesting forms of Ochrogaster lunifer*). *Ochrogaster lunifer* has eight larval instars, with later instars showing sexual dimorphism with females being larger than males (FLOATER, 1996). As the larvae get older, the nest expands around the original egg batch (FLOATER, 1996). In *O. lunifer* that feeds exclusively on *Corymbia tessellaris* (syn. *Eucalyptus tessellaris*), at third instar, the larvae



Fig. 2 – Completely defoliated *Corymbia tessellaris* by *Ochrogaster lunifer* larvae in Gatton, Australia. Image taken by Mizuki Uemura.



Fig. 3 – Deteriorating abandoned *Ochrogaster lunifer* nest tangled on a branch of *Corymbia tessellaris* and blown by the wind, in Gatton, Australia. Image taken by Andrea Battisti.



Fig. 4 – Life history of *Ochrogaster lunifer* in south-east Australia. *Ochrogaster lunifer* has a univoltine lifecycle: 1 month as an egg in Oct-Dec, larva for 5 months in Dec-May, pre-pupal diapause for 4 months in May-Sep, pupa for 1 month in Sep-Oct, and adult for a few days in Oct-Nov. Going clockwise from the image in the top middle: 1) a golden above ground nest *O. lunifer* egg mass with L2 larvae, 2) above ground nest egg mass in the canopy of a eucalypt, 3) procession of late instar larvae on a eucalypt, 4) pre-pupation procession of last instar (VIII) larvae leaving the host tree to search for a pupation site, 5) uncovered pre-pupa in diapause, 6) cocoon, pupa and larval exuvia of a male *O. lunifer*, 7) *O. lunifer* female. Images 1 and 6 taken by Lynda Perkins, and images 2-5 and 7 taken by Mizuki Uemura.

move to the trunk and build a nest on the surface of the tree at approximately mid height (M. Uemura, pers. obs. 2017). If there is more than one egg mass on a host tree, different colonies may gather in one nest consisting of a few hundred individuals (FLOATER, 1996). In May, when final instar *O. lunifer* larvae are fully fed, the colony leaves the nest in a procession to find a pupation site underground (FLOATER, 1996). Processions may spend several days to find a suitable site, creating temporary ‘bivouacs’ during their journey (UEMURA *et al.*, 2020). When the colony finds a suitable pupation site, the larvae burrow together to a depth approximately 10-20 cm from the surface (M. Uemura, pers. obs. 2017) and goes into diapause for approximately three months as a pre-pupa (FLOATER and ZALUCKI, 1999). In September, pre-pupa spins a cocoon that is embedded with larval setae and emerges as an adult in October-November (FLOATER, 1996). Moths have reduced mouthparts and do not feed during the few days they are alive (FLOATER, 1996). Mated females find a suitable host tree by ‘sampling’ the leaves and branches of a tree, which may take a few attempts to find the right one (FLOATER, 1996).

Larval numbers decreased as *O. lunifer* development progressed, due to natural enemies such as predators and parasitoids and from other natural causes (VAN SCHAGEN *et al.*, 1992b). There are various invertebrate predators and parasitoids that prey on *O. lunifer* at different life stages. Highest mortality occurred during the egg and first instar stages by dermestid larvae (Coleoptera: Dermestidae) predation (FLOATER, 1996). Two species of dermestid larvae present in *O. lunifer* egg masses were *Dermestes ater* De Geer and *Trogoderma apicipenne* Reitter however, the prevalence of dermestid predation was variable (FLOATER, 1996). Other predators recorded feeding on *O. lunifer* are predatory pyrrhocorid bug, *Dindymus circumcinctus* Stål (Hemiptera: Pyrrhocoridae) (FLOATER, 1996), predatory moth, *Titanoceros* sp. (Lepidoptera: Pyralidae) and spiders (VAN SCHAGEN *et al.*, 1992b). Egg parasitism by chalcid wasps *Anastatus fuligispina* Girault (Hymenoptera: Chalcidoidea) was a common occurrence with 95% of egg masses parasitised in Gatton, Australia (UEMURA *et al.*, 2019). However, this is possibly due to a concentration effect of the local *A. fuligispina* population in Gatton, since FLOATER (1996) found low prevalence of *A. fuligispina* in 1.2 - 3.6 % of egg masses surveyed (UEMURA *et al.*, 2019). An important mortality in *O. lunifer*, is larval parasitism by *Carcelimyia dispar* Macquart (Diptera: Tachinidae) and less commonly by sarcophagid flies (Diptera: Sarcophagidae)

(FLOATER, 1996). In the case of *C. dispar*, mated female flies deposit one or several eggs on the head capsule of *O. lunifer* larvae (FLOATER, 1996). As for vertebrate predators, adult moths were recorded to be predated by pied butcher bird *Craticus nigrogularis* Gould (Passeriformes: Artamidae) (VAN SCHAGEN *et al.*, 1992b) and noisy miner bird *Manorina melanocephala* Latham (Passeriformes: Meliphagidae) (M. Uemura, pers. obs. 2018). Vertebrate predators of larval *O. lunifer* are likely to be less abundant because of the inflammatory reaction to the short urticating setae, which are considered a defence mechanism against mammalian and avian predators (BATTISTI *et al.*, 2011). However, in addition to setae, the volatile chemicals present on the body of *O. lunifer* larva deterred predatory ants from attacking (UEMURA *et al.*, 2017). Therefore, the combination of setae and volatile chemicals produced by *O. lunifer* larvae may deem unpalatable to vertebrate predators (PERKINS *et al.*, 2019).

NESTING FORMS OF *OCHROGASTER LUNIFER*

Ochrogaster lunifer have five different nesting forms: canopy, trunk, tree-hugger, hanging and ground nests (PERKINS *et al.*, 2016; Fig. 5). The variation of nesting forms found within *O. lunifer* depend on the location of oviposition site, morphology and ecology of the species (MATHER *et al.*, 2019). Female moths from all nesting forms except for the ground nest, oviposits in the canopy of the host tree. Females from ground nests oviposit on the base of the host tree trunk (Floater, 1996), whereas the canopy nest females oviposit on the branches and twigs of the host tree. Additionally, the white colouration of the egg mass is found only in ground nests, which differs from other nesting forms which are golden (FLOATER, 1996; Fig. 6). The egg mass colouration is derived from the colour of the anal tuft scales present on the female moth. Correspondingly, the morphology of adult moths of both sexes differ between the nesting forms (Fig. 7). Size and colour of larvae appear to differ between above ground and ground nest forms (MILLS, 1951). Colouration of the silk produced by the larvae to build the nest is white in ground nests and yellow to golden in above ground nests (M. Uemura, pers. obs. 2017). Nesting forms found both on the ground and above ground feed on various *Acacia* spp., however, *O. lunifer* nests above ground feed on eucalypts (*Eucalyptus* and *Corymbia*) (FLOATER, 1996). Numerous scientists have raised the question if *O. lunifer* is a cryptic species. MATHER *et al.* (2019) have identified at

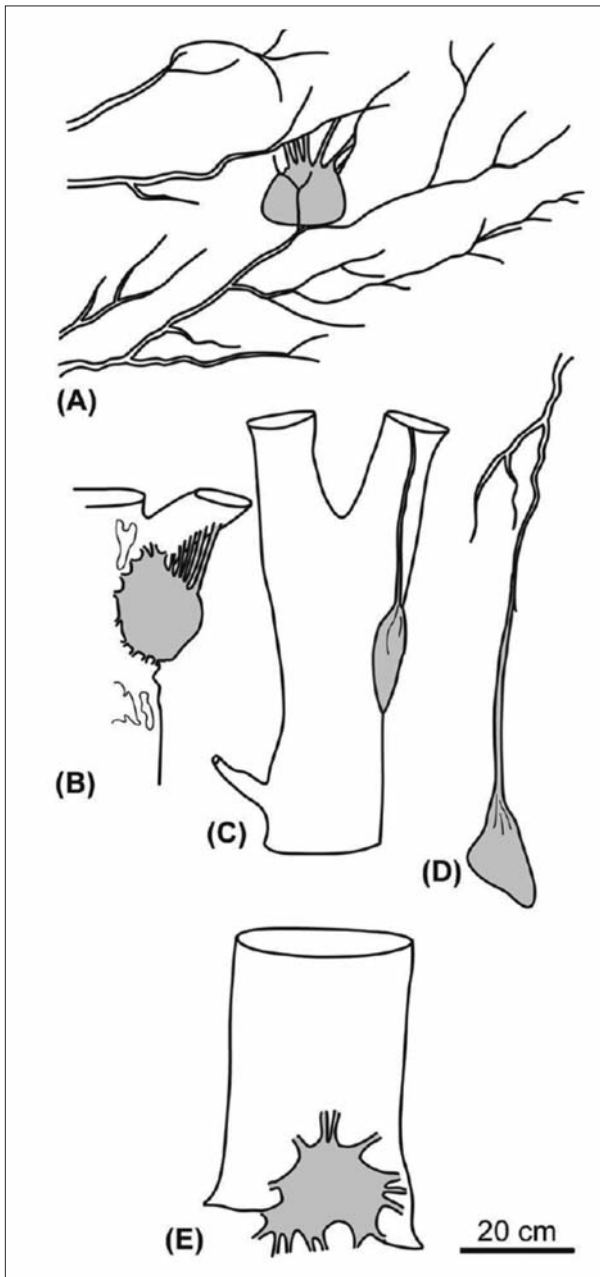


Fig. 5 – Schematic diagrams of the five nest types built by *Ochrogaster lunifer* larvae in Australia. (A) Canopy nest. (B) Trunk nest. (C) Tree-hugger nest. (D) Hanging nest. (E) Ground nest. (PERKINS *et al.*, 2016).

least two reproductively isolated species within the current concept of *O. lunifer* and is under further taxonomic review.

DAMAGE AND HEALTH IMPACTS OF *OCHROGASTER LUNIFER* ON HUMANS, ANIMALS AND PLANTS

Recently, more research efforts on *O. lunifer* arose after their role in equine amnionitis foetal loss (EAFL), a medical condition in pregnant mares which can result in miscarriage after accidental setae ingestion (CAWDELL-SMITH *et al.*, 2012). What

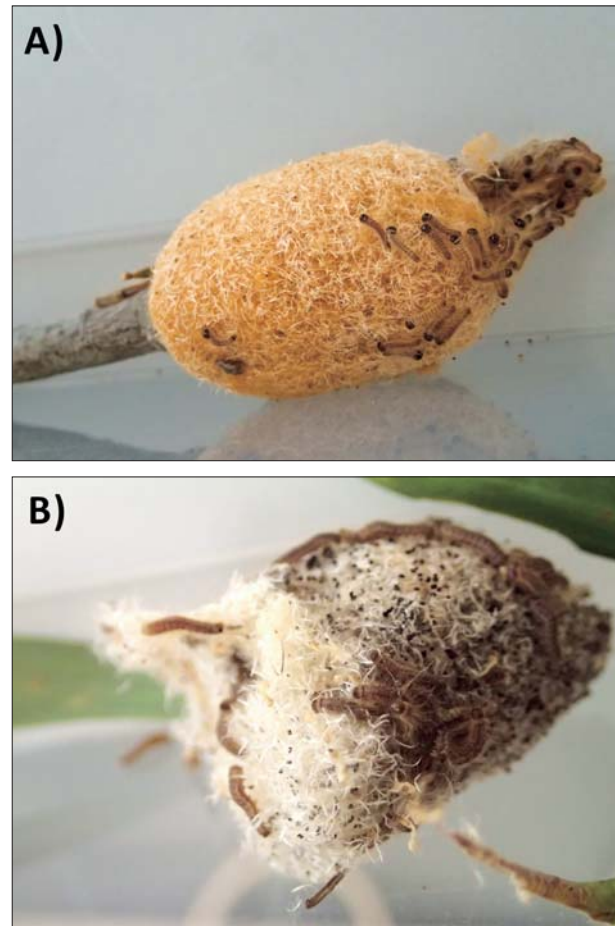


Fig. 6 – **A)** Golden above-ground nest and **B)** white ground nest *Ochrogaster lunifer* egg mass with second instar larvae crawling on the surface. Images taken by Lynda Perkins.

follows is based on the setae of the larvae, whereas those produced by the female moth to protect the eggs are still to be studied in detail. Urticating setae are used as a defence against natural enemies, and this defence is enhanced by living gregariously as seen in this species. Setae contain proteins which the mammalian immune system recognizes as foreign, which then results in inflammatory or immunological defence reactions of varying severities (BATTISTI *et al.*, 2011). In Australia, urticaria cases in humans from *O. lunifer* have been reported in literature as early as 1911 (FROGGATT, 1911) (as *Teara contraria*). Humans and animals can be exposed to urticating setae by direct contact with larvae, by wind carrying the setae, and by ingestion of contaminated feed and water (MULLEN, 2009). Direct contact with larvae may occur when humans and animals are near infested host trees but most commonly when the larvae leave the nest permanently to search for a pupation site (PERKINS *et al.*, 2016). During a study at the university campus in Australia, there were 22 cases out of 82 *O. lunifer* pre-pupation processions which came into contact

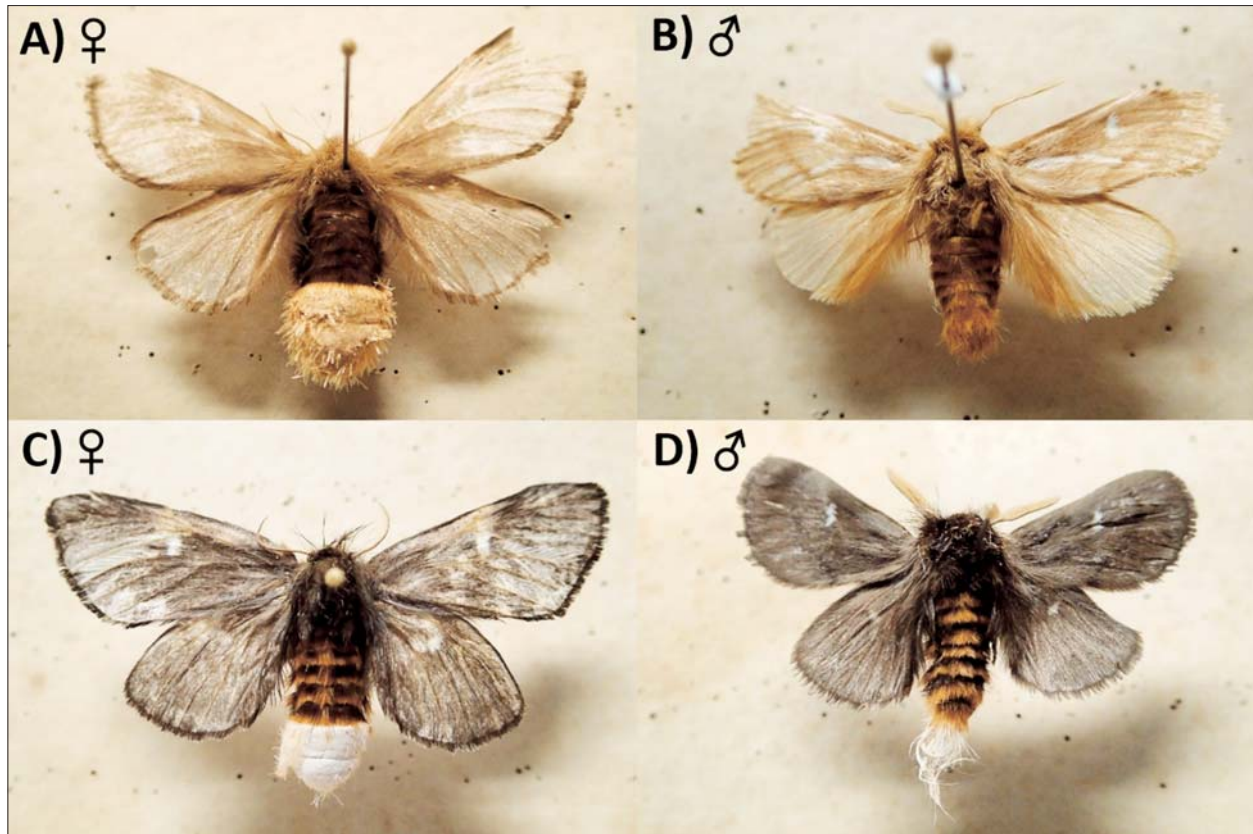


Fig. 7 – *Ochrogaster lunifer* female and male from above ground (A & B) and ground nests (C, D). There are variations of wing pattern and colouration within and between nest types and sex. Images taken by Mizuki Uemura.

with pedestrians or by vehicles (UEMURA *et al.*, 2020). After contact, the shoes, clothing and/or wheels may be contaminated with setae and brought back to the car, home, classroom, etc. (UEMURA *et al.*, 2020). Irritation and other reactions may occur even after some time, since the materials in the setae remain active and the microscopic scale of the setae can be undetected (UEMURA *et al.*, 2020). The health impacts and contamination are exacerbated because of the gregarious behaviour throughout all life stages, especially as larvae. Devastating impacts are not limited to humans and animals, it can also affect the host trees of *O. lunifer*, as larvae defoliate large stands of trees (FLOATER, 1996) which can then have an ecological and economic impact. Defoliation of trees may impact cattle and other animals which used the trees as shade to protect them from the harsh Australian sun. Complete defoliation of the host occurs most frequently at later instar stages when larvae need to feed more and when the cohort is large from merging of multiple egg masses (M. Uemura, pers. obs. 2017). The cohort of larvae move during the day to find another host and subsequently, people may encounter these processioning larvae.

PRELIMINARY RISK ASSESSMENT OF *OCHROGASTER LUNIFER* INTRODUCTION TO EUROPE

Pest distribution and occurrence

Ochrogaster lunifer occur throughout Australia, with higher density around the coastlines of the country (see Fig. 1). Within the occurrence areas, populations of *O. lunifer* are found in disturbed and non-disturbed environments. These environments include university campus, home and backyard, public parks, national parks, bushlands and roadsides. *Ochrogaster lunifer* are edge species therefore, female moths restrict their oviposition on isolated trees on the outer edges of forests, road verges, etc. (VAN SCHAGEN *et al.*, 1992a; FLOATER and ZALUCKI, 2000). The species is only found in Australia where it is not regulated.

Entry, establishment and spread in Europe

Ochrogaster lunifer may enter Europe through cargo ships and flight vessels for international trade and tourism. The species may enter as eggs, larva, pupa or pre-pupal larva found on the host plant, in the soil or in packaging. Adults are unlikely to survive because of the short life span of a few days (FLOATER, 1996). Eggs of *O. lunifer* may be

undetected in the canopy or the trunk of the host plant being shipped for planting. Eggs and neonates can survive without feeding/care for one and a half months, until the larvae moult to second instar which they can feed on the host foliage. Tree-hugger nest for example, are well camouflaged on the trunk of the tree therefore, the larvae living inside the nest may go unnoticed. Pupa and pre-pupal larva may be found within bare root host trees and/or contained in the soil of host plant liners. *Ochrogaster lunifer* processions searching for pupation sites were commonly found entering in human settlement (UEMURA *et al.*, 2020), including buildings which contained storage for dairy products (M. Uemura, pers. obs. 2019). Larvae are also capable of crawling up vertical surfaces such as walls (M. Uemura, pers. obs., 2018). Therefore, pre-pupal larvae may end up in packaging and commodities during this pre-pupation procession period. From the life stage of pre-pupal larva onwards, *O. lunifer* do not feed and remain in diapause as a pre-pupa for three months, pupa for a month and adult for a few days (FLOATER, 1996).

After successful entry of *O. lunifer* into Europe, the species may establish where host plants *Acacia*, *Eucalyptus*, *Corymbia* spp. and others occur (see FLOATER [1996]). There may be a higher possibility of establishment if *O. lunifer* are exposed to host plants that are readily available at harbors and airports. The Mediterranean basin has a similar climate to Australia, which can be favourable for *O. lunifer* development. This species occurs throughout all Australian landscapes therefore, climate may not be a limiting factor except for cold stress. However, normal development of *O. lunifer* may be complicated by day length and opposite seasonality (in northern and southern hemispheres).

Spread of *O. lunifer* will depend on the density and location of where host trees are present. *Eucalyptus* and *Acacia* spp. are used as ornamental plants in Mediterranean Europe, commonly planted in parks, suburban and recreational areas frequented by humans and pets/animals. Therefore, once established, *O. lunifer* could spread in areas with high human population density. This will create a higher risk for humans and animals affected by various medical problems associated with the setae (see *Damage and health impacts of Ochrogaster lunifer on humans, animals and plants*).

Availability and limits of mitigation measures

Currently in Australia, there are no mitigation measures for *O. lunifer* populations. Australian farmers and landowners with cattle, horses and other animals have used various methods to reduce/eliminate *O. lunifer* colonies from their own

property (land) by: removing host trees, cutting bag nests from trees, burning nests, removing nests and burying it underground, and pouring gasoline and/or burning egg masses (L. Perkins, pers. comm. 2017).

Many eucalypt pests have been introduced to Europe from international trading and *O. lunifer* could also be added to the list. Therefore, strict phytosanitary measures and quarantine checks should be done to mitigate the introduction of *O. lunifer* into Europe. However, with thousands of cargo ships and flights coming into Europe every day, it is unfeasible to check everything with the limited number of staff.

Ochrogaster lunifer is highly social throughout all life stages and the chance of survival decreases with fewer number of larvae. Additionally, *O. lunifer* is not an ‘hitch-hiker’ and will not be attracted to commodities of food or wood, nor can they disperse far in the environment. Therefore, the possibilities of *O. lunifer* introduction to Europe are limited to host plants shipped from infested places and possibly inside packaging of commodities from where *O. lunifer* nests occur nearby.

ACKNOWLEDGEMENTS

We acknowledge the facilities and scientific assistance from The University of Queensland, School of Biological Sciences (Myron Zalucki, Lynda Perkins).

FUNDING

This research was funded by the Hunter Valley Equine Research Foundation (HVERF), an Australian Research Council Linkage Project grant (LP 140100687), by the European Union’s Horizon 2020 Program for Research and Innovation under grant agreement no. 771271 ‘HOMED’ and by ‘Fondazione Cassa di Risparmio di Padova e Rovigo PhD programme 2018’.

RIASSUNTO

L’aumento degli scambi commerciali va di pari passo con la popolazione umana e comporta una continua esposizione al rischio di introduzione di specie esotiche di parassiti delle piante, che possono talvolta presentare un rischio per la salute dell’uomo e degli animali. La coltivazione di specie esotiche di piante per uso forestale e ornamentale, come gli eucalitti e le acacie nella regione mediterranea, rappresenta un caso tipico di esposizione

al rischio di introduzione di specie esotiche. In questo lavoro viene presentato il caso del rischio di introduzione di una specie di lepidottero notodontide, *Ochrogaster lunifer* Herrich-Schäffer, più noto come processionaria dell'eucalitto e dell'acacia, noto per causare danni ingenti agli alberi e alla salute pubblica in Australia. Negli anni di pullulazione le larve defogliano completamente le piante ospiti e inoltre producono, analogamente alle processionarie europee, ingenti numeri di setole urticanti che vengono disperse nell'ambiente e sono causa di rilevanti disturbi a uomini e animali allevati. La specie può essere introdotta in Europa come uovo, larva, prepupa e pupa associati a piante ospiti e relativo substrato di sviluppo, oppure come prepupa e pupa casualmente incluse in spedizioni di vario materiale. L'insediamento dipende dalla presenza di piante ospiti e dall'accuratezza dei controlli eseguiti dalle autorità specifiche. Al momento *Ochrogaster lunifer* è presente solo in Australia dove è causa di ingenti danni e disturbi. L'insediamento in Europa di molte specie di insetti legati all'eucalitto consiglia un'attenta valutazione dei rischi associati a una possibile introduzione.

Parole chiave: defogliatore, importanza medica, setole urticanti, socialità.

REFERENCES

- BATTISTI A., HOLM G., FAGRELL B., LARSSON S., 2011 - *Urticating Hairs in Arthropods: Their Nature and Medical Significance*. - Annu. Rev. Entomol., 56: 203–220.
- CAWDELL-SMITH A.J., TODHUNTER K.H., ANDERSON S.T., PERKINS N.R., BRYDEN W.L., 2012 - *Equine amnionitis and fetal loss: Mare abortion following experimental exposure to Processionary caterpillars* (*Ochrogaster lunifer*). - Equine Vet J., 44: 282–288.
- FITZGERALD T.D., 2003 - *Role of trail pheromone in foraging and processionary behavior of pine processionary caterpillars* *Thaumetopoea pityocampa*. - J. Chem. Ecol., 29: 513–532.
- FLOATER G.J., 1996 - *Life History Comparisons of Ground- and Canopy-Nesting Populations of Ochrogaster lunifer Herrich-Schäffer (Lepidoptera: Thaumetopoeidae): Evidence for Two Species?* - Aust. J. Entomol., 35: 223–230.
- FLOATER G.J., ZALUCKI M.P., 1999 - *Life tables of the processionary caterpillar Ochrogaster lunifer Herrich-Schäffer (Lepidoptera: Thaumetopoeidae) at local and regional scales*. - Aust. J. Entomol., 38: 330–339.
- FLOATER G.J., ZALUCKI M.P., 2000 - *Habitat structure and egg distributions in the processionary caterpillar Ochrogaster lunifer: Lessons for conservation and pest management*. - J. Appl. Ecol., 37: 87–99.
- FROGGATT W., 1911 - *Bag-shelter caterpillars of the family Liparidae that are reported to kill stock*. - Agric. Gaz. NSW., 22: 443–447.
- MATHER A., ZALUCKI M.P., FARRELL J., PERKINS L.E., COOK L.G., 2019 - *Australian processionary caterpillars, Ochrogaster lunifer Herrich-Schäffer (Lepidoptera: Notodontidae), comprise cryptic species*. - Austral Entomol., 58: 816–825.
- MILLS M., 1951 - *Bag shelter caterpillars and their habits*. - West. Aust. Nat., 3: 84–92.
- MULLEN G., 2009 - *Moths and Butterflies (Lepidoptera)*. In: *Medical and Veterinary Entomology*, Mullen G. & Durden L. Ed., Elsevier, Burlington, pp. 353–368.
- PERKINS L.E., CRIBB B.W., PAGENDAM D.E., ZALUCKI M.P., 2019 - *Variation in morphology and airborne dispersal of the urticating apparatus of Ochrogaster lunifer (Lepidoptera: Notodontidae), an Australian processionary caterpillar, and implications for livestock and humans*. - J. Insect Sci., 19: 1–8.
- PERKINS L.E., ZALUCKI M.P., PERKINS N.R., CAWDELL-SMITH A.J., TODHUNTER K.H., BRYDEN W.L., et al., 2016 - *The urticating setae of Ochrogaster lunifer, an Australian processionary caterpillar of veterinary importance*. - Med. Vet. Entomol., 30: 241–245.
- UEMURA M., PERKINS L.E., BATTISTI A., ZALUCKI M.P., 2019 - *Egg mass structure of the processionary caterpillar Ochrogaster lunifer (Lepidoptera: Notodontidae): is the outer egg layer sacrificed for attack by the egg parasitoid Anastatus fuligispina (Hymenoptera: Chalcidoidea: Eupelmidae)?* - Austral Entomol., 58: 810–815.
- UEMURA M., PERKINS L.E., ZALUCKI M.P., BATTISTI A., 2020 - *Movement behaviour of two social urticating caterpillars in opposite hemispheres*. - Mov. Ecol., 8: X–X.
- UEMURA M., PERKINS L.E., ZALUCKI M.P., CRIBB B.W., 2017 - *Predator-prey interaction between greenhead ants and processionary caterpillars is mediated by chemical defence*. - Anim. Behav., 129: 213–222.
- VAN SCHAGEN J., HOBBS R., MAJER J., 1992a - *Defoliation of trees in roadside corridors and remnant vegetation in the Western Australian wheatbelt*. - J. R. Soc. West. Aust., 75: 75–81.
- VAN SCHAGEN J., MAJER J., HOBBS R., 1992b - *Biology of Ochrogaster lunifer Herrich-Schäffer (Lepidoptera: Thaumetopoeidae), a defoliator of Acacia acuminata Benth, in the Western Australian wheatbelt*. - Aust. Entomol. Mag., 19: 19–24.

EULOFIDI GALLIGENI

VINCENZO PALMERI^a - ORLANDO CAMPOLO^a - FRANCESCA LAUDANI^a

^a Dipartimento di Agraria, Università degli studi Mediterranea di Reggio Calabria, Via dell'Università, 25 (già Salita Melissari) - 89124 Reggio Calabria; e-mail: vpalmeri@unirc.it
Lettura tenuta durante la Tavola Rotonda "Avversità e interesse apistico dell'eucalipto in ambiente mediterraneo". Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 14 giugno 2019.

Eulophid gall wasps

Eucalyptus are the most cultivated allochthonous forest species in the Mediterranean basin and the worldwide. In recent years, many alien pests have been accidentally introduced into all areas where these trees have been planted. Among these species, eucalyptus gall wasps represented a serious phytosanitary problem. The spread of these pests and the biological control strategies adopted in different Countries of the Mediterranean basin are here reported.

KEY WORDS: *Eucalyptus*, gall wasps, alien pests, Eulophids.

LE PIANTE DEL GENERE *EUCALYPTUS*

Il genere *Eucalyptus* appartiene alla famiglia delle Myrtaceae. Descritto per la prima volta dal botanico francese Heritier nel 1788 da campioni raccolti da un naturalista che viaggiava al seguito della terza missione di James Cook nei mari del sud. L'organizzazione sistematica molto complessa (a causa della naturale ibridazione) è ancora oggi in continua revisione. Oggi il genere viene diviso in sette sottogeneri a loro volta suddivisi in sezioni, serie, sottoserie, superspecie, specie e sottospecie che annoverano come riconosciute circa 700 unità tutte originarie dell'Australia continentale e di alcune isole vicine: Tasmania, Nuova Guinea, Isole di Timor, di Flores e di Wetar, isole della Sonda (nell'arcipelago indonesiano) e isola di Mindanao (Filippine) (JACOBS, 1976).

L'areale di distribuzione originario si estende dai 7° di latitudine nord ai 43° di latitudine sud. Il regno floristico di appartenenza indicato come "Australiano" viene considerato dai selvicoltori come "popolamento vegetale isolato".

Il clima dell'areale australiano è molto vario includendo settori tropicali a nord, con clima temperato a est, desertico nelle zone centrali, subtropicali a sud e temperato mediterraneo sulla costa meridionale (CIANCIO *et al.*, 1984).

Gli eucalitti sono la specie botanica che si è diffusa maggiormente al di fuori del proprio areale. Già un primo rapporto FAO (1955) stimava intorno ai 700.000 ettari le superfici con piantumazioni di eucalipto, che nel 1973, in un secondo rapporto, arrivavano a 3.700.000 ettari distribuiti in 58 differenti Paesi, Australia inclusa.

Dal '73 a oggi l'incremento ha portato tale stima a più di 4.000.000 di ettari includendo una cinquantina di ulteriori Paesi in cui la diffusione è dovuta a piccoli impianti e per lo più ornamentali (CIANCIO *et al.*, 1984).

Gli eucalitti vantano una lunga storia nel nostro Paese; la presenza di specie del genere *Eucalyptus* in Italia risale al 1803 ad opera di Graefer che in "Synopsis Plantarum Regii Viridarii Casertani" fa menzione di una pianta coltivata nel giardino botanico della Reggia di Caserta, da lì, e col passare degli anni, la loro introduzione fu sempre più frequente. In Campania all'inizio dell'800 nel giardino botanico affidato a Dehnhardt fu costituita la più importante collezione dell'epoca, con otto specie diverse, e fu proprio l'*Hortus Camaldulensis* a dare il nome a *Eucalyptus camaldulensis* una delle specie più diffuse in Italia e nel Mondo (AGOSTINI, 1953).

Nella metà dell'800 si affermò la credenza che gli eucalitti avessero virtù antimalariche e per tale motivo vennero realizzati degli impianti di considerevole estensione ad opera dei monaci della "Abbazia delle Tre Fontane" a Roma e nella Maremma toско-laziale. Ciò lo si attribuiva all'idea che potessero rendere salubre l'aria e per la capacità che le piante di eucalipto avevano di prosciugare rapidamente le aree paludose, riducendo e annullando la capacità dell'anofele di moltiplicarsi. Fra il 1930 e il 1940 ebbero un largo impiego nelle grandi opere di bonifica (Arbore in Sardegna, Agro Pontino nel Lazio) e nel dopoguerra in Puglia e in Maremma. A metà del '900 furono promossi a opera della Cassa del Mezzogiorno impianti per la difesa idrogeologica e successivamente per la

produzione di Eucalitteti a supporto della produzione industriale della carta. (CIANCIO & GEMIGNANI, 1979).

Nel dopoguerra l'eucalitticoltura si sviluppa in Italia e in Sicilia anche grazie all'attività del Centro di Sperimentazione Agricola e Forestale (Roma) fondato nel 1953 che rivolge la propria attività di ricerca principalmente all'eucalitto e al pioppo. Verso la fine del secolo si ebbe un largo impiego sia per la realizzazione di alberature lungo le linee ferrate sia per l'impiego dell'essenza per la costruzione delle stesse traversine ferroviarie; ed è per questa ragione che l'espansione dell'eucalitto è intimamente legata allo sviluppo delle ferrovie. Gli impianti di *Eucalyptus* in Italia si attestano oggi su una superficie di 50.000 ettari con una prevalente diffusione di quattro specie: *E. camaldulensis*, *E. globulus*, *E. x trautviti* ed *E. occidentalis*. A queste, allo stato di piantumazioni pilota e/o sperimentali o ancora in mescolanza, se ne sono aggiunte, negli anni, una decina includendo: *E. bicostata*, *E. botryoides*, *E. dalrympleana*, *E. gomphocephala*, *E. grandis*, *E. gunnii*, *E. leucoxylon*, *E. maidenii*, *E. rubida* ed *E. viminalis*. (CIANCIO *et al.*, 1984).

GLI ENTOMI INFEUDATI A *EUCALYPTUS* SPP. IN ITALIA

Nei nostri ambienti, gli eucalitti ospitano un limitato numero di specie autoctone di insetti, adattatesi ai nuovi ospiti. Molte sono le entità esotiche che sono state introdotte dalla regione australe; a partire dal 1970, infatti, con l'introduzione di *Phoracantha semipunctata* Fabricius, (TASSI, 1969) ad oggi una quindicina di insetti fitofagi vivono su *Eucalyptus* la maggior parte accidentalmente introdotti dai Paesi di origine.

Tra gli insetti endemici *Polydrusus* (*Metallites*) *parallelus* Chevrolat (Coleoptera: Curculionidae) è una delle poche specie che in Sardegna, Corsica e nell'isola d'Elba si è infediato alle piantumazioni di *Eucalyptus* (BUFFA, 2015).

Tra le prime specie esotiche introdotte si segnala, anche, il Punteruolo, *Gonipterus scutellatus* complex (ARZONE & MEOTTO, 1978), termine con il quale, si identifica un gruppo di coleotteri della famiglia dei Curculionidi, originari dell'Australia, che si alimentano su diverse specie di eucalitti. In Europa è stato segnalato nel 1976 in Italia, successivamente nel 1977 in Francia, e negli anni '90 in Portogallo e Spagna. Nel nostro Paese, tra il 1976 e il 2014 oltre alla Liguria, dove è stato segnalato per la prima volta in Europa, le regioni nelle quali è stata accertata la presenza sono: il Lazio, la Toscana, e la Sicilia, (MAZZA *et al.*, 2015).

Nel 2003 è stata registrata per la prima volta nelle regioni meridionali italiane (Puglia) la congenere *Phorachanta recurva* Newman (SAMA & BOCCHINI, 2003). Anche questa specie, introdotta accidentalmente, si è rapidamente diffusa in tutti i Paesi del bacino del

Mediterraneo dove attualmente si ritrova ubiquitariamente (COCQUEMPOT & SAMA, 2003); In Italia gli stessi SAMA & BOCCHINI (2003), hanno sottolineato come, in considerazione della capacità di espansione dimostrata dalla specie congenere *P. semipunctata*, fosse da attendersi una rapida diffusione di quest'altra specie in tutti i popolamenti italiani di *Eucalyptus*. Tra il 2006 e il 2007 la sua presenza, infatti, veniva segnalata nella Sardegna meridionale (CILLO *et al.*, 2006), in Sicilia (MAZZEO & SISCARO, 2007) e nello stesso 2006 ne è stata evidenziata la coesistenza con *P. semipunctata* in Calabria da PALMERI & CAMPOLO (2006), che hanno messo in evidenza la presenza di due esemplari di *P. recurva* raccolti nel 1992 e nel 1995 anticipando di fatto la data dell'accertata presenza della specie in Italia.

Successivamente quattro specie alloctone di Aphalaridae (Psylloidea) e una di Thaumastocoridae comuni su Myrtaceae e infestanti gli *Eucalyptus* Spp. sono state accidentalmente introdotte in Italia. Cronologicamente le specie introdotte sono state *Ctenarytaina eucalypti* (Maskell), *Ctenarytaina spatulata* Taylor, *Blastopsylla occidentalis* Taylor e *Glycaspis brimblecombei* Moore (LAUDONIA & GARONNA, 2010). A queste si è aggiunta, la Cimicetta della Bronzatura dell'Eucalitto (Hemiptera, Thaumastocoridae) *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé (LAUDONIA & SASSO, 2012).

Importanti defogliazioni di piante di Eucalitto sono state rilevate in Sardegna a seguito di pullulazioni di *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera, Erebidae) tipicamente associate al genere *Quercus*, che in altri areali viene riportato come altamente polifago e associato a più di 300 ospiti tra cui gli *Eucalyptus* (FLORIS *et al.*, 2018).

A partire dagli anni '70, nel bacino del Mediterraneo si è assistito all'introduzione accidentale degli Imenotteri galligeni (Hymenoptera: Eulophidae); in Italia il *seed galler* Tetrastichino *Quadrastichodella nova* Girault (BOUČEK, 1977) è stato il primo ad essere introdotto; successivamente furono intercettati *Ophelimus maskelli* (Ashmead) (ARZONE & ALMA, 2000) e *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle, (BELLA & LO VERDE, 2002; VIGGIANI *et al.*, 2002).

Questi fatti, in molti eucalitteti, hanno cambiato il rapporto della pianta con l'ambiente negli areali di diffusione, esterni al regno floristico di appartenenza. A esempio la presenza delle "Foracante" ha determinato la diffusione del Picchio rosso maggiore (*Dendrocopos major* L.). Gli Eucalitti nel frattempo – pur a fronte dei numerosi errori selvicolturali compiuti - sono diventati per certi versi, una importante e insostituibile risorsa nettarifera per gli apicoltori delle Regioni del meridione d'Italia, producono una qualificata massa legnosa, contribuiscono a fissare grosse quantità di carbonio.

EULOFIDI GALLIGENI DELL'EUCALITTO

Gli imenotteri galligeni afferiscono a sei famiglie (Agaonidae, Eulophidae, Eurytomidae, Pteromalidae, Tanaostigmatidae, Torymidae) incluse nella superfamiglia Chalcidoidea (LA SALLE, 2005). Tra le 4.200 specie di Eulofidi, incluse in 300 generi, solo due gruppi inducono galle: gli Ophelimini (tutti associati a galle) e i Tetrastichinae (che evidenziano diversi regimi trofici). Alla tribù degli Ophelimini, originaria dell'Australia, afferiscono due generi, *Ophelimus* (probabilmente il più numeroso genere di induttori di galle) e *Australcocodes* (al quale afferiscono solo poche specie) (GAUTHIER *et al.*, 2000). Alla sottofamiglia Tetrastichinae, afferiscono un elevato numero di specie con un ampio *host range* e biologia. Queste specie possono essere parassiti di insetti, di ragni e di nematodi galligeni. La capacità di indurre galle, è ben nota (LA SALLE, 2005) e le specie infeudate alle Myrtaceae (prevalentemente *Eucalyptus*) rappresentano una categoria a sé stante. Queste includono specie che afferiscono ai generi *Oncastincus*, *Epichrysocharis*, *Leprosa*, *Quadrastichodella* e *Leptocybe* (MENDEL *et al.*, 2004; LA SALLE, 2005).

Al di fuori del loro areale di distribuzione, e del regno floristico "Australiano" solo poche specie di imenotteri galligeni rappresentano un reale problema fitosanitario per gli impianti di eucalitto.

Quadrastichodella nova, la prima specie ad essere stata introdotta in Italia, induce la formazione di galle

nelle capsule dei semi di *Eucalyptus* spp. senza apparenti danni alle piante o alle produzioni (biomassa e nettare) ad esse associati. La specie, a seguito dell'ovideposizione all'interno del bocciolo florale induce la formazione delle galle, originatesi dal tessuto placentare, che assomigliano ai semi contenuti nella stessa capsula (DOĞANLAR & DOĞANLAR, 2008; KLEIN *et al.*, 2015).

Diversamente, *O. maskelli* (Ashmead) e *L. invasa* Fisher & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae), nei primi anni, hanno causato danni significativi agli impianti di eucalitto (BRANCO *et al.*, 2016). *Ophelimus maskelli* è una specie originaria dell'Australia introdotta accidentalmente nella regione mediterranea nel 1999, dove è stata erroneamente identificata come *O. eucalypti* (ARZONE & ALMA, 2000; VIGGIANI & NICOTINA, 2001). Dopo la prima segnalazione italiana, l'eulofide è stato riscontrato in altre aree del Mediterraneo prevalentemente su piante di *E. camaldulensis* (Fig. 1): Spagna (PUJADE-VILLAR & RIBA-FLINCH, 2004), Grecia (KAVALLIERATOS *et al.*, 2006), Francia (EPPO, 2006), Portogallo (BRANCO *et al.*, 2006) e Tunisia (DHAHRI *et al.*, 2010). *Ophelimus maskelli* induce delle galle lenticolari monocamera esclusivamente sulla foglia interessando entrambe le lamine (Fig. 1a). In particolari condizioni, la superficie delle foglie infestate può essere interamente ricoperta da galle (Fig. 1b) (BRANCO *et al.*, 2016). Forti infestazioni causano filloptosi con conseguente deperimento generale della pianta. La presenza del galligeno non è mai stata correlata a riduzione di incremento legnoso o di produzione di nettare.



Fig. 1 – Ceduo di *E. camaldulensis* infestato da *O. maskelli*: a) lamina fogliare interamente ricoperta da galle; b) sezione di galla matura di *O. maskelli*.

La rapida diffusione di questa specie nel bacino del Mediterraneo, ha indotto diversi Enti di ricerca ad avviare programmi di controllo biologico classico su larga scala introducendo, in diversi Paesi, il parassitoide specifico *Closterocerus chamaeleon* (Girault). In Italia, *C. chamaeleon*, allevato in Israele, è stato introdotto nel meridione (Campania) e nelle isole (MENDEL *et al.*, 2007) (SASSO *et al.*, 2008; CALECA *et al.*, 2011). A seguito del suo rilascio, è stata rilevata un'alta efficienza del parassitoide sulle popolazioni di *O. maskelli* diffondendosi, in poco tempo, anche in areali lontani dai siti di rilascio. A distanza di un anno il 60% delle galle risultava parassitato e già dopo tre anni dalla sua introduzione, *C. chamaeleon* è riuscito a controllare significativamente *O. maskelli* negli impianti di *E. camaldulensis* (MENDEL *et al.*, 2017). Allo stato attuale, *O. maskelli* può essere considerato un parassita secondario e occasionale di *E. camaldulensis*. Parallelamente al rilascio di *C. chamaeleon* (2006) è stata realizzata, ma senza successo, l'introduzione di un secondo parassitoide, appartenente al genere *Stethinium* (Chalcidoidea: Mymaridae) (SASSO *et al.*, 2008).

Nello stesso anno (2001) in cui è stato segnalato *O. maskelli*, un secondo eulofide veniva intercettato in Campania e considerato inizialmente come una nuova specie appartenente al genere *Aprostocetus* (VIGGIANI *et al.*, 2001), successivamente, incardinata in un nuovo genere e una nuova specie per l'Australia (*L. invasiva*). La capacità degli alieni di colonizzare nuovi areali sono note da tempo ma, *L. invasiva* ha manifestato un'efficacia e una velocità di diffusione non comuni. Grazie alla

sua elevata plasticità ecologica, *L. invasiva*, in 15 anni ha invaso i cinque continenti diffondendosi in circa 40 Paesi diventando una piaga per le piantumazioni di eucalitto nel mondo (NUGNES *et al.*, 2015; MENDEL *et al.*, 2004). Oltre alla sua plasticità ecologica, la diffusione dell'imenottero è stata facilitata anche dalla sua particolare modalità riproduttiva che, grazie alla simbiosi con *Rickettsia*, agente causale della partenogenesi, ha consentito a poche femmine di colonizzare nuovi territori in pochissimo tempo.

Leptocybe invasiva, è originaria dell'Australia (MENDEL *et al.*, 2004) e le sue infestazioni possono causare danni significativi e perdite di produzione (MENDEL *et al.*, 2004; PETRO *et al.*, 2015; AHMED *et al.*, 2017) in diverse tipologie di impianto. Questa specie, di norma, si riproduce per partenogenesi telitoca (MENDEL *et al.*, 2004), anche se sono stati trovati maschi adulti in Turchia (DOĞANLAR, 2005) e in India (AKHTAR *et al.*, 2012). Le femmine depongono in prossimità nervatura mediana, nel picciolo in via di sviluppo e nei giovani steli e germogli, inducendo una riduzione della crescita e la comparsa di vistose deformazioni (Fig. 2). A seguito dell'ovideposizione, viene indotta la formazione di galle multicamere (Fig. 2a), ognuna ospitante una larva, che assumono, con il passare del tempo una colorazione antocianica. Il danno causato dall'imenottero è probabilmente dovuto a cambiamenti nell'architettura idraulica delle foglie, in quanto è stata osservata una riduzione sia, nello sviluppo degli stomi, sia nella densità dei "vasi s.l." negli alberi infestati (TONG *et al.*, 2016).



Fig. 2 – Pianta di *E. camaldulensis* fortemente infestata da *L. invasiva*; a) sezione di galla multicamera di *L. invasiva*.

Sin dalla sua introduzione, *L. invasa* ha evidenziato un elevato potenziale biotico che gli ha consentito una rapida colonizzazione di tutto il territorio nazionale mentre, negli areali di origine la specie, limitata dalla presenza di numerosi antagonisti naturali, non raggiunge livelli di infestazioni tali da costituire alcun problema. (KIM *et al.*, 2008; NUGNES *et al.*, 2016; MENDEL *et al.*, 2017). Diverse sono le specie di nemici naturali che sono state associate alle galle indotte da *L. invasa* sia negli areali di origine, nonché nei Paesi in cui l'eulofide è stato introdotto accidentalmente: *Megastigmus* spp. (Torymidae), *Aprostocetus* sp. (Eulophidae: Tetrastichinae), *Parallelaptera* sp. (Mymaridae), e *Telenomus* sp. (Platygasteridae). La maggior parte di questi parassitoidi, ha avuto un impatto trascurabile o non accertato nel controllare le popolazioni di *L. invasa*, mentre, altri tre imenotteri *Selitrichodes krycery* Kim & La Salle (KIM *et al.*, 2008), *S. neseri* Kelly & La Salle (KELLY *et al.*, 2012), e *Quadrastichus mendeli* Kim & La Salle (KIM *et al.*, 2008) rilasciati in Israele e Italia nell'ambito di piani di controllo biologico sono riusciti a ridurre drasticamente le popolazioni di *L. invasa*. In Italia, sebbene due dei sucitati parassitoidi siano stati rilasciati solo in Calabria (PALMERI *et al.*, 2009), *Q. mendeli*, nel 2013, è stato riscontrato in Campania e negli anni successivi anche nelle regioni limitrofe del Centro e Sud Italia (NUGNES *et al.*, 2016). In Campania, il tasso di parassitizzazione da parte di *Q. mendeli* variava dal 27,3% al 100%.

Nel 2014, GARCIA *et al.*, (2014) hanno segnalato, in Francia e Portogallo, la presenza di un nuovo imenottero galligeno del genere *Ophelimus* (Hymenoptera: Eulophidae), presumibilmente originario dell'Australia, le cui galle sono apparentemente simili a quelle indotte da *O. maskelli*, ma che si differenziano per forma e dimensioni. Questa specie, classificata in un secondo tempo come *O. mediterraneus* sp. n., presentando un ciclo biologico sfasato rispetto a quello del parassitoide *C. chamaeleon*, riuscirebbe ad evitarne la parassitizzazione (GARCIA *et al.*, 2019). *Ophelimus mediterraneus* sembrerebbe avere un differente *host range* e numero di generazioni annuali rispetto al congenerico *O. maskelli*. Quest'ultimo parassitizza prevalentemente eucalitti appartenenti alla sezione *Transversaria* completando almeno due generazioni per anno mentre *O. mediterraneus*, probabilmente monovoltino, induce la formazione di galle in piante afferenti alla sezione *Maidenaria* (BOROWIEC *et al.*, 2018).

IL RINNOVATO INTERESSE PER GLI IMPIANTI
DA ARBORICOLTURA FORESTALE PRODUTTIVA DA LEGNO

Oltre alla produzione di biomassa e all'interesse apistico, l'eucalitto, negli ultimi anni, è stato oggetto di un rinnovato interesse nell'ambito degli impianti da

arboricoltura forestale produttiva, nell'ottica, però, di una differente tipologia delle produzioni; sono stati realizzati, infatti, investimenti intensivi in impianti di "nuove" specie (*E. cinerea*, *E. gunnii*, *E. parvifolia*, *E. populus*) destinate esclusivamente alla produzione di piante ornamentali e di fronde recise. Ciò sta indirizzando via via sempre più gli agricoltori verso l'utilizzazione di quelle superfici produttive che orograficamente hanno trovato, in passato, limitata destinazione d'uso. Nel nuovo scenario produttivo, il ruolo e l'impatto degli imenotteri galligeni assume una diversa importanza in quanto anche in presenza di densità di popolazioni insignificanti dal punto di vista selvicolturale, la presenza di poche galle potrebbe costituire, in tali contesti, un grave danno estetico alle produzioni.

BIBLIOGRAFIA

- AGOSTINI R., 1953. – *Cenni storici sulla introduzione degli eucalitti in Italia*. – It. For. e Mont., 3: 117-122.
- AHMED M.Z., HERNANDEZ Y.V., SKELLEY P., ROHRIG E., MCKENZIE C., OSBORNE L.S., MANNION C., 2017 – *Eucalyptus gall wasp, Leptocybe invasa Fisher & La Salle (Insecta: Hymenoptera: Eulophidae), an emerging pest of eucalyptus in Florida*. - Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry, Issue No. 436.
- AKHTAR M., PATANKAR N., GAUR A., 2012 – *Observations on the biology and male of eucalyptus gall wasp Leptocybe invasa Fisher & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae)*. - Indian J. Entomol., 74: 173-175.
- ARZONE A., ALMA A., 2000 – *Eulofide galligeno dell'Eucalitto in Italia*. – Inf. Fitopatol., 50: 43-46.
- ARZONE A., MEOTTO F., 1978 – *Reperti biologici su Gonipterus scutellatus Gyll. (Col. Curculionidae) infestante gli Eucalitti della Riviera ligure*. - Redia, 61: 205-222.
- BELLA S., LO VERDE G., 2002 - *Presenza nell'Italia continentale e in Sicilia di Ophelimus prope eucalypti (Gahan) e Aprostocetus sp., galligeni degli eucalitti (Hymenoptera Eulophidae)*. - Naturalista siciliano, 26: 191-197.
- BOROWIEC N., LA SALLE J., BRANCACCIO L., THAON M., WAROT S., BRANCO M. ET AL., 2019 - *Ophelimus mediterraneus sp. n. (Hymenoptera, Eulophidae): a new Eucalyptus gall wasp in the Mediterranean region*. - Bull. Entomol. Res., 109(5): 678-694.
- BOUČEK Z., 1977 - *Descriptions of Tachinobia gen. n. and three new species of Tetrastichinae (Hymenoptera: Eulophidae), with a tentative key to genera*. - Bull. Entomol. Res., 67(1): 17-30.
- BRANCO M., BATTISTI A., MENDEL Z., 2016 – *Foliage Feeding Invasive Insects: Defoliators and Gall Makers*. In: Insects and Diseases of Mediterranean Forest Systems, Paine T.D. & Lieutier F. Ed., Springer International Publishing, Switzerland, pp. 211-238.
- BRANCO M., FRANCO J., VALENTE C., MENDEL Z., 2006 – *Survey of Eucalyptus gall wasps in Portugal*. - Bol. San. Veg. Plagas, 32: 199-202.
- BUFFA F., 2015 – *Problematiche entomologiche dell'eucalitto in Sardegna e monitoraggio del fitofago di nuova introduzione Psylla lerp (Glycaspis brimble-*

- combei). PhD thesis, Department of Agriculture, University of Sassari, Sassari, Italy, pp. 78.
- CALECA V., LO VERDE G., RIZZO M.C., RIZZO R., 2011 – *Dispersal rate and parasitism by Closterocerus chamaeleon (Girault) after its release in Sicily to control Ophelimus maskelli (Ashmead) (Hymenoptera, Eulophidae)*. – Biol. Control, 57: 66-73.
- CIANCIO O., GEMIGNANI G., 1979. – *Gli Eucaliutti in Italia*. – Agricoltura e Ricerca, II(3): 38-45.
- CIANCIO O., MERCURIO R., NOCENTINI S. 1984 – *Le Specie forestali esotiche nella selvicoltura italiana*. – Anali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, vol. XII e XIII, 731 pp.
- CILLO D., LEO P., SECHI D., 2006 - *Segnalazioni Faunistiche Italiane*. 449. *Phoracantha recurva Newman, 1840 (Coleoptera Cerambycidae)*. – Boll. Soc. entomol. Ital., 138(1): 77-78.
- COCQUEMPOT C., SAMA G., 2003 — *L'expansion circum-méditerranéenne de Phoracantha recurva Newman, 1840*. – Entomologiste, 59 (5-6): 209-214.
- DHAHRI S., BEN JAMAA M., LO VERDE G., 2010 – *First record of Leptocybe invasa and Ophelimus maskelli eucalyptus gall wasps in Tunisia*. – Tunis. J. Plant Prot., 5: 229-234.
- DOĞANLAR O., 2005 – *Occurrence of Leptocybe invasa Fisher & La Salle, 2004 (Hymenoptera: Chalcidoidea: Eulophidae) on Eucalyptus camaldulensis in Turkey, with description of the male sex*. – Zool. Middle East, 35: 112-114.
- DOĞANLAR O., DOĞANLAR, M., 2008 - *First record of the eucalyptus seed gall wasp, Quadrastichodella nova Girault, 1922, (Eulophidae: Tetrastichinae) from Turkey* - Turkish J. Zoology, 32(4): 457-459.
- EPPO, 2006 – *First report of two new eucalyptus pests in the South of France: Ophelimus maskelli and Leptocybe invasa*. – EPPO Rep. Serv. 2006:189.
- FLORIS I., COCCO A., BUFFA F., MANNU R., SATTÀ A., 2018 - *Insect pests of Eucalyptus plantations in Sardinia (Italy)*. – Redia, 101: 61-71.
- GARCIA A., GONÇALVES H., BOROWIEC N., FRANCO J. C., BRANCO M. 2019 - *Ophelimus sp., a new invasive gall wasp of Eucalyptus globulus in Europe, escapes the parasitism by Closterocerus chamaeleon due to an asynchronous life cycle*. – Biol. control, 131: 1-7.
- GARCIA A., MATOS S., BOROWIEC N., BRANCO M., 2014 - *A new gall wasp Ophelimus sp. affecting Eucalyptus globulus in Southwestern Europe*. Xth European Congress of Entomology, York, United Kingdom.
- GAUTHIER N., LASALLE J., QUICKE, D.L., GODFRAY, H.C.J., 2000 - *Phylogeny of Eulophidae (Hymenoptera: Chalcidoidea), with a reclassification of Eulophinae and the recognition that Elasmidae are derived eulophids*. – Systematic Entomology, 25(4): 521-539.
- JACOBS M. R., 1976 – *Eucalyptus for planting*. (FAO Report) N0. FO: Misc. 76/10 Ed. 1, 398 pp.
- KAVALLIERATOS N., KONTODIMAS D., ANAGNOU-VERONIKI M., EMMANOUEL N.G., 2006 – *First record of the gall inducing insect Ophelimus eucalypti (Gahan) (Hymenoptera: Chalcidoidea: Eulophidae) in Greece*. – Ann. Benaki Phytopatol. Inst., 20: 125-128.
- KELLY J., LA SALLE J., HARNEY M., DITTRICH-SCHRÖDER G., HURLEY B.P., 2012 – *Selitrachodes neseri n. sp., a new parasitoid of the Eucalyptus gall wasp Leptocybe invasa Fisher & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae: Tetrastichinae)*. – Zootaxa, 3333: 50-57.
- KIM I.K., MENDEL Z., PROTASOV A., BLUMBERG D., LA SALLE J., 2008 - *Taxonomy, biology, and efficacy of two Australian parasitoids of the eucalyptus gall wasp, Leptocybe invasa Fisher & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae: Tetrastichinae)*. – Zootaxa, 1910(1): 1-20.
- KLEIN H., HOFFMANN J.H., NESER S., DITTRICH-SCHRÖDER G. 2015 - *Evidence that Quadrastichodella nova (Hymenoptera: Eulophidae) is the only gall inducer among four hymenopteran species associated with seed capsules of Eucalyptus camaldulensis (Myrtaceae) in South Africa*. – African Entomology, 23(1): 207-223.
- LA SALLE J., 2005 - *Biology of gall inducers and evolution of gall induction in Chalcidoidea (Hymenoptera: Eulophidae, Eurytomidae, Pteromalidae, Tanaostigmatidae, Torymidae)*. In: Raman, A; Schaefer, CW; Withers, TM, editor/s. *Biology, ecology, and evolution of gall-inducing arthropods*. Enfield, New Hampshire, USA: Science Publishers, Inc. 507-537.
- LAUDONIA S., GARONNA A.P., 2010 – *The red gum lerp psyllid, Glycaspis brimblecombei, a new exotic pest of Eucalyptus camaldulensis in Italy*. – Bull. Insectology, 63: 233-236.
- LAUDONIA S., SASSO R., 2012 – *The bronze bug Thaumastocoris peregrinus: a new insect recorded in Italy, damaging to Eucalyptus trees*. – Bull. Insectology, 65: 89-93.
- MAZZA G., INGHILESI A.F., TRICARICO E., MONTAGNA M., LONGO S., ROVERSI P.F., 2015 - *First report of Gonipterus scutellatus complex (Coleoptera Curculionidae) in Sicily (Italy)*. – Redia, 98: 149-150.
- MAZZEO G., SISCARO G., 2007 — *Presenza di Phoracantha recurva su eucalipto in Sicilia*. – Inf. fitopatol., 3: 35-37.
- MENDEL Z., PROTASOV A., BLUMBERG D., BRAND D., SAPHIR N., MADAR Z., LA SALLE J. 2007 – *Release and recovery of parasitoids of the Eucalyptus gall wasp Ophelimus maskelli in Israel*. – Phytoparasitica, 35: 330-332.
- MENDEL Z., PROTASOV A., FISHER N., LA SALLE J., 2004 – *Taxonomy and biology of Leptocybe invasa gen. & sp. n. (Hymenoptera: Eulophidae), an invasive gall inducer on Eucalyptus*. – Aust. Entomol., 43: 101-113.
- MENDEL Z., PROTASOV A., LA SALLE J., BLUMBERG D., BRAND D., BRANCO M., 2017 – *Classical biological control of two Eucalyptus gall wasps; main outcome and conclusions*. – Biol. Control, 105: 66-78.
- NUGNES F., GEBIOLA M., MONTI M.M., GUALTIERI L., GIORGINI M., WANG J., BERNARDO U., 2015 – *Genetic diversity of the invasive gall wasp Leptocybe invasa (Hymenoptera: Eulophidae) and of its Rickettsia endosymbiont, and associated sex-ratio differences*. – PLoS ONE, 10(5): e0124660.
- PALMERI V., CAMPOLO O., 2006 — *Sulla presenza di Phoracantha recurva Newman e Phoracantha semipunctata F. (Coleoptera Cerambycidae) in Calabria*. – Boll. Zool. agraria Bachicoltura, 38(3): 251-254.
- PALMERI V., CAMPOLO O., ALGERI G.M., GRANDE S.B., CHIERA E. 2009 - *Sulla introduzione in Italia degli imenotteri Eulofidi Quadrastichus mendeli e Selitrachodes kryceri, parassitoidi di Leptocybe invasa in Italia*. – Proceedings XXII CNIE, Ancona, Italia.
- PETRO R., MADOFFE S.S., IDDI S., 2015 – *Infestation density of Eucalyptus gall wasp, Leptocybe invasa Fisher and La Salle (Hymenoptera: Eulophidae) on five commercially grown Eucalyptus species in Tanzania*. – J. Sust. Forest, 33: 276-297.
- PUJADE-VILLAR J., RIBA-FLINCH J., 2004 – *Dos especies australianas de eulófidos, muy dañinas para Eucalyptus spp., introducidas en el Nordeste ibérico (Hymenoptera: Eulophidae)*. – Bol. Soc. Entomol. Aragon., 35: 299-301.

- SAMA G., BOCCHINI R., 2003 — *Segnalazioni faunistiche. Phoracantha recurva Newman, 1840 (Insecta Coleoptera Cerambycidae), prima segnalazione per la fauna italiana.* - Quad. Studi Notizie Stor. Nat. Romagna, Cesena, 18:168.
- SASSO R., LAUDONIA S., VIGGIANI G., 2008 – *Dati preliminari per il controllo biologico di Ophelimus maskelli (Ashmead) (Hymenoptera: Eulophidae) in Campania a seguito dell'introduzione del suo antagonista Closterocerus chamaeleon (Girault) (Hymenoptera: Eulophidae).* - Boll. Lab. Ent. Agr. Filippo Silvestri, 62: 51-55.
- TASSI F., 1969 — *Un Longicorne australiano per la prima volta in Italia.* - Boll. Ass. romana Entomol., 24: 69-71.
- TONG Y.G., DING X.X., ZHANG K.C., YANG X., HUANG W., 2016 – *Effect of the gall wasp Leptocybe invasa on hydraulic architecture in Eucalyptus camaldulensis plants.* - Front. Plant. Sci., 7: 130.
- VIGGIANI G., LAUDONIA S., BERNARDO U., 2001 – *Aumentano gli insetti dannosi agli eucalipti.* - Inf. Agr, 58(12): 86-87.
- VIGGIANI G., NICOTINA M., 2001 – *L'Eulofide galligeno fogliare degli eucalipti Ophelimus eucalypti (Gahan) (Hymenoptera: Eulophidae) in Campania.* - Boll. Zool. agraria Bachicoltura, 33(1):79-82.
- VIGGIANI, G., LAUDONIA, S., BERNARDO U., 2002 - *Aumentano gli insetti dannosi agli eucalipti.* - Inform. Agr., 12: 86-87.

158 - Pagina bianca

INSETTI XILOFAGI DELL'EUCALIPTO E LORO ANTAGONISTI NATURALI

GAETANO SISCARO^a - GAETANA MAZZEO^a - SANTI LONGO^a

^a Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente (Di3A), Università di Catania; e-mail: gsiscaro@unict.it

Lettura tenuta durante la Tavola Rotonda "Avversità e interesse apistico dell'eucalipto in ambiente mediterraneo". Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 14 giugno 2019.

Wood borer pests of eucalyptus and their natural enemies

Updates on diffusion and impact of the main eucalyptus wood borers are provided, with particular emphasis toward *Phoracantha semipunctata* e *P. recurva* (Coleoptera: Cerambycidae) and their natural enemies. Insights are also given about the egg parasitoid *Oobius* (= *Avetianella*) *longoi*.

KEY WORDS: Eucalyptus, wood borers, Cerambycidae, *Phoracantha* spp., natural enemies, egg parasitoids.

INSETTI XILOFAGI DELL'EUCALIPTO

Gli insetti fitofagi dell'eucalipto afferiscono a diverse categorie sistematiche ed ecologico-funzionali. Specie strettamente xilofaghe, afferenti principalmente all'ordine dei Coleotteri, sono considerate quelle che infestano piante vive, o comunque apparentemente vive e *in situ*; dovrebbero quindi escludersi, quelle che vivono sul legno in opera e su legname. Vengono in genere escluse le termiti poiché, sebbene vivano sia su piante sane che su piante morte, non è sempre possibile dalla letteratura desumere esattamente il loro ruolo trofico (MANSFIELD, 2016). Nel mondo sono più di 40 le specie australiane di insetti associate con il genere *Eucalyptus* e che si trovano almeno in un paese oltre l'Australia (MANSFIELD, 2016).

Gli insetti che hanno colonizzato l'eucalipto in altre aree del mondo dove la pianta è stata introdotta, non mostrano una diffusione uniforme e alcune specie si sono insediate stabilmente soltanto in limitati territori. Si ritiene che il trasferimento di insetti australiani su eucalipto nel mondo si sia verificato in due fasi: inizialmente associato ai movimenti di uomini e di merci nell'Impero Britannico e successivamente associato a quelli più intensi e ampi a partire dalla seconda metà del XX secolo. Nei paesi dove l'eucalipto è stato diffuso, le specie native di insetti che si sono adattate a tale ospite sono numerose; per esempio, solo per il Brasile sono state segnalate ben 224 specie indigene, il 10% delle quali ritenute nocive. Per quanto riguarda gli xilofagi, sempre in questo paese, sono stati riscontrati su eucalipto alcuni scolitidi e platipodidi (PAINE *et al.*, 2011).

Se si considerano, invece, le specie esotiche introdotte in Australia, infeudate all'eucalipto, il numero è limitato;

infatti, tra gli xilofagi, si annoverano soltanto gli scolitini *Xyleborinus saxeseni* (Ratzeburg) e *Hypothenemus birmanus* (Eichhoff) nonché il platipodide *Platypus parallelus* (Fabricius), specie considerate di scarsa importanza. Ciò può essere ricondotto sia alla forte esclusione competitiva da parte di insetti nativi, sia alla mancanza di preesistenti adattamenti a nutrirsi di eucalipti, nonché alle stringenti procedure di quarantena australiane che limitano il numero di introduzioni (PAINE *et al.*, 2011).

In generale, per gli eucalipti australiani, un pericolo può essere rappresentato dalle specie polifaghe, *Chilecomadia valvidiana* (Philippi) e *Coryphodema tristis* Drury che, nelle loro aree di origine del Sud Africa, sono state già ritrovate a carico di eucalipti, probabilmente favorite dalla presenza di piante sottoposte a forti stress in aree a ridotta presenza di antagonisti naturali. Altro potenziale pericolo può scaturire anche da *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky) che, sebbene non sia stata ancora segnalata su eucalipto, è in grado di infestare numerose specie legnose. Infine, i rischi più alti di introduzione di insetti esotici in Australia provengono dagli scambi commerciali dai paesi vicini (Sud e Sud-Est asiatico, Papua Nuova Guinea). Tra le 10 specie di temuta introduzione, sono inclusi i coleotteri buprestidi *Agrilus opulentus* Kerremans e *Agrilus sexsignatus* (Fisher), i cerambicidi *Celosterna scabrator* Fabricius e *Oxymagis horni* (Heller) nonché il cosside *Zeuzera coffeae* Nietner (PAINE *et al.*, 2011).

CERAMBICIDI DELL'EUCALIPTO

Nell'ambito degli insetti xilofagi infeudati all'eucalipto, i coleotteri cerambicidi occupano un ruolo di assoluto

rilievo, sia nelle aree d'origine che in quelle di introduzione della pianta.

La famiglia Cerambycidae, comunemente nota come *longicorns*, *longhorns*, *longicorn beetles*, è ritenuta tra le più biodiverse ed economicamente importanti dei coleotteri. Il numero di specie descritte nel mondo è di oltre 36.300 raggruppate in più di 5.300 generi, ampiamente distribuiti in tutto il mondo, fino a 4.200 m s.l.m.m., ovunque siano presenti le loro piante ospiti (MONNÉ *et al.*, 2017).

Gli adulti, la cui lunghezza può variare da meno di 2 mm (in *Cyrtinus pygmaeus* (Haldeman)) a oltre 170 mm in *Titanus giganteus* (L.) (MONNÉ *et al.*, 2017) hanno, in genere, attività crepuscolare, possono o meno avere bisogno di nutrirsi ed emettono feromoni sessuali e di aggregazione. Molte larve si alimentano di vegetali morti e svolgono un ruolo importante nel riciclo delle piante morte in ambienti naturali; altri attaccano sia piante sottoposte a stress ambientali, sia apparentemente in buone condizioni vegetative.

Ad oggi, sono circa 200 le specie di cerambicidi in tutto il mondo che hanno un impatto economico in agricoltura, silvicoltura e orticoltura, causando miliardi di dollari di danni, disastri ambientali e aumento dei costi di gestione. Possono danneggiare le piante mediante l'alimentazione diretta e/o la trasmissione di fitopatie (MONNÉ *et al.*, 2017).

La sottofamiglia Cerambycinae è la più vasta e importante, con oltre 11.200 specie in 1750 generi, 22 dei quali afferiscono alla tribù Phoracanthini Newman, che include specie di origine australiana (MONNÉ *et al.*, 2017). Sia gli adulti che le larve sono quasi esclusivamente fitofagi con diverse tipologie di trofismo, che vanno dalla monofagia alla polifagia su piante vive e sane, su legno umido, su piante morte e su legno secco. Le larve sono in grado di digerire i tessuti legnosi con l'aiuto di enzimi che ottengono da batteri, funghi e protozoi simbiotici o che esse stesse secernono (HAACK, 2017). Essenzialmente fitofaghe, esse, tuttavia, manifestano fenomeni di predazione inter e intraspecifica quando competono per lo stesso substrato. Gli adulti possono alimentarsi di fiori, corteccia, fogliame, coni, linfa, frutta, radici e funghi oltre che di polline e nettare.

Il genere *Phoracantha* Newman comprende circa 40 specie, principalmente di origine australiana, associate soprattutto agli eucalipti e secondariamente ad acacie. In base alla tipologia di piante attaccate e alla loro diversa capacità trofica (WANG, 1995), si possono distinguere le specie che si nutrono su alberi morti (o morenti), come *P. semipunctata* (F.), *P. recurva* Newman, *P. tricuspidis* Newman e *P. punctata* (Donovan) e quelle che, invece, attaccano alberi in buone condizioni vegetative come *P. mastersi* (Pascoe), *P. acanthocera* (Macleay), *P. frenchi* (Macleay), *P. impavida* Newman,

P. synonyma Newman, *P. solida* (Blackburn) e *P. odewahni* Pascoe.

Le specie che assumono più ampio interesse fitosanitario, in aree di nuova introduzione, sono *P. recurva* e *P. semipunctata* afferenti entrambe al primo gruppo.

Phoracantha recurva è originaria dell'Australia e della Papua Nuova Guinea ed è considerata la specie di *Phoracantha* più comune in Australia. Questa specie è stata accidentalmente introdotta in diversi continenti, compresi Africa (Libia, Malawi, Marocco, Sud Africa, Tunisia e Zambia), Asia (Israele e Turchia), Europa (Cipro, Francia, Grecia, Italia, Malta, Portogallo e Spagna), Nord America (Stati Uniti) e Sud America (Argentina, Brasile, Cile e Uruguay) (EPPO, 2019). Le segnalazioni della specie in Nuova Zelanda, derivate da un'errata identificazione, sono da considerare non valide (WANG, 2017).

Le sue larve si sviluppano preferibilmente su varie specie di eucalipto, sebbene in Sud Africa sia stata occasionalmente segnalata anche su alcuni altri generi (*Angophora*, *Cupressus*, *Syncarpia*) (WANG, 2017).

In Australia e in California svolge una generazione completa e una parziale all'anno. In Italia, in eucalipteti siciliani è stato osservato un comportamento simile (MAZZEO e SISCARO, 2007; SUMA *et al.*, 2018). Come la congenere *P. semipunctata*, questa specie è stata segnalata in Italia per la prima volta in Sardegna (nel 2006) anche se si ritiene fosse presente in Calabria dal 1992 e in Sicilia dal 2005 (ROMANO, 2007).

Phoracantha semipunctata è una delle specie di cerambicidi più comuni in Australia dove, solitamente, attacca pesantemente piante del genere *Eucalyptus* morte, morenti o malate. A causa dei gravi danni alle piantagioni di eucalipto fuori dall'Australia, la specie è stata ben studiata biologicamente.

Originaria dell'Australia e della Papua Nuova Guinea, è stata diffusa, con il commercio di legnami, in diversi continenti, quali Africa (Algeria, Egitto, Lesotho, Libia, Malawi, Mauritius, Marocco, Mozambico, Sudafrica, Swaziland, Tunisia, Zambia e Zimbabwe), Asia (Israele, Libano e Turchia), Europa (Cipro, Francia, Italia, Malta, Portogallo e Spagna), Nord America (Messico, Stati Uniti), Sud America (Argentina, Bolivia, Brasile, Cile, Perù e Uruguay) e Oceania (Nuova Zelanda) (EPPO, 2019).

Nelle aree di origine svolge fino a 2 generazioni per anno ma riesce a svolgerne 3 nelle zone a clima tropicale. In Australia, è considerato un fitofago minore che infesta piante stressate, morte di recente o tagliate, mentre in molti paesi in cui la specie è stata accidentalmente introdotta è diventata un fitofago di rilievo, con conseguente mortalità diffusa di eucalipti ornamentali e di piantagioni. Nel bacino del Mediterraneo è stata individuata intorno agli anni '40-50, inizialmente in

Israele ed Egitto. In Italia, il cerambicide è stato segnalato per la prima volta in Sardegna nel 1969; successivamente è stato riscontrato in Sicilia (1975) e nelle regioni meridionali, fino a raggiungere anche alcune regioni centrali (ROMANO, 2007; MAZZEO e SISCARO, 2007; FLORIS *et al.*, 2018; SUMA *et al.*, 2018).

In molte aree in cui sono state introdotte le due specie, *P. recurva* tende a prevalere su *P. semipunctata*; in California è stato accertato che *P. recurva* ha quasi completamente sostituito la congenera (WANG, 2017) e lo stesso sembra verificarsi anche in Italia (MAZZEO e SISCARO, 2007; FLORIS *et al.*, 2018). I fattori che possono spiegare questo tipo di interazione tra le due popolazioni sono diversi; tra questi, la maggiore longevità degli adulti di *P. recurva*, unitamente ad una più rapida maturazione delle sue uova che, in genere, vengono in primavera deposte dalle femmine più precocemente (già a partire da febbraio in California) rispetto a *P. semipunctata* (LUTHRING *et al.*, 2000; 2004). Come diretta conseguenza, le larve di *P. recurva* si sviluppano prima e possono competere più efficacemente con quelle della congenera nell'acquisizione del substrato. Altro fattore si ritiene sia la minore accettabilità delle uova di *P. recurva* da parte del parassitoide oofago *Oobius* (= *Avetianella*) *longoi* (Siscaro) (Hymenoptera, Encyrtidae), considerato il principale agente biotico di mortalità di questi cerambicidi, sia nelle aree di origine che in quelle di nuova diffusione (LUTHRING *et al.*, 2000; 2014; PAINE, 2017).

ANTAGONISTI NATURALI DI *PHORACANTHA* SPP.

Sono scarse le informazioni relative ai predatori dei due cerambicidi; in Portogallo è stata osservata una certa attività predatoria sulle uova da parte di formiche, quali *Linepithema humile* (Mayr) e *Pheidole pallidula* (Nylander), ma il loro effettivo ruolo nel contenimento dello xilofago resta da definire (WAY *et al.*, 1992). In Italia sono stati saltuariamente osservati vari predatori, quali forme giovanili di un Araneide Eusparasside del genere *Micrommata* e alcuni tisanotteri e rincoti eterotteri, la cui attività oofaga è risultata, nel complesso, di trascurabile entità (LONGO *et al.*, 1993).

La biocenosi parassitaria associata a *Phoracantha* è stata ben caratterizzata in Australia, dove sono state individuate 19 specie di parassitoidi primari, secondari, obbligati e facoltativi associati a *P. semipunctata*. Sono riportati sia parassitoidi primari larvali e pupali afferenti alle famiglie Braconidae, Ichneumonidae e Megalyridae, sia iperparassitoidi larvali afferenti agli Eurytomidae e Pteromalidae (AUSTIN *et al.*, 1994; 1997; AUSTIN e DANGERFIELD, 1997; FRAVAL e HADDAN, 1988; PAINE, 2017). Tra questi parassitoidi, in una prima fase, sono stati segnalati come candidati per

un programma di controllo biologico classico nelle aree di nuova colonizzazione dei due xilofagi, i due imenotteri braconidi *Jarra phoracantha* Austin and Marsh e *Syngaster lepidus* Brulle, entrambi ectoparassitoidi larvali idiobionti (il primo gregario e il secondo solitario) e l'encirtide oofago *O. longoi* (PAINE, 2017). Le femmine dei due braconidi individuano le larve ospiti sotto la corteccia, probabilmente usando una combinazione di segnali vibrazionali di superficie e segnali chimici percepiti quando l'ospite viene punto, e depongono uova maschili sulle larve giovani e uova femminili sulle larve mature (PAINE, 2017). Tra le altre specie ritenute efficaci per l'impiego in programmi di lotta biologica classica vi è anche il braconide ectoparassitoide solitario *Callibracon limbatus* (Brullé) che, insieme a *S. lepidus*, è considerato tra i parassitoidi dominanti delle specie *Phoracantha* nell'Australia sud-orientale (AUSTIN *et al.*, 1994; HANKS *et al.*, 2001).

Tra i parassitoidi oofagi, risulta come detto di primario interesse l'encirtide *O. longoi*, sia in Australia che nelle aree di introduzione di *Phoracantha* spp.. Segnalato a carico di *P. semipunctata* per la prima volta in Italia (SISCARO, 1992), è un endoparassitoide idiobionte gregario (LONGO *et al.*, 1993; HANKS *et al.*, 1995;).

Il parassitoide, ritenuto di origine australiana, per molto tempo è sfuggito ai rilievi effettuati in quell'area geografica dove è stato segnalato a partire dagli anni '90 (AUSTIN *et al.*, 1994). In Italia, dove la sua presenza è stata documentata in Sicilia e Calabria (SISCARO, 1992), l'encirtide risulta il principale fattore di mortalità del cerambicide, con una rilevante capacità di localizzazione delle ovature (superiore al 90%) e di parasitizzazione delle stesse (con picchi variabili dall'80,53 al 99,36%) (LONGO *et al.*, 1993). Ulteriori indagini, condotte in alcune località siciliane, hanno evidenziato che il fenomeno del superparassitismo è frequente in questo parassitoide sia in laboratorio che in campo (LONGO *et al.*, 1993; Siscaro, dati non pubblicati). L'uovo, grazie alla sua conformazione pedunculata e alla presenza di una piastra aeroscopica, una volta deposto lascia una porzione di ancoraggio all'esterno (*peduncolo*) dell'uovo dell'ospite, che può essere rilevato mediante osservazione microscopica. Dall'analisi di questo parametro, è stato possibile quantificare fino ad un massimo di 8 uova deposte dal parassitoide per singolo uovo del cerambicide, dalle quali tuttavia si ottengono fino ad un massimo di 4 individui (LONGO *et al.*, 1993). Allo sfarfallamento la femmina (sinovigenica) presenta fino ad oltre 20 uova ovariche mature e il numero di uova complessivamente deposte e il numero di adulti sfarfallati del parassitoide è positivamente correlato al numero di uova per ovatura di *P. semipunctata* (Siscaro, dati non pubblicati). Resta da investigare se tale comportamento si debba interpretare come fenomeno adattativo vantaggioso in casi di

risorse limitate; questa strategia riproduttiva infatti potrebbe contribuire a spiegare l'elevata resilienza ecologica del parassitoide.

Dalle osservazioni condotte in Italia (LONGO *et al.*, 1993) e in altri Paesi in cui l'encirtide è stato introdotto (California) (HANKS *et al.*, 1995), emerge che l'efficacia del parassitoide è correlata al ciclo biologico sensibilmente più breve rispetto al suo ospite, alla sopravvivenza degli adulti relativamente lunga (circa 1 mese) associata a una fertilità di circa 200 uova; l'impatto parassitario risulta altresì amplificato da una certa quota di *host feeding* e dalla possibilità di parassitizzare uova a vario grado di sviluppo (fino a 4 giorni dalla loro deposizione) (HANKS *et al.*, 1995).

Da primi studi condotti al fine di valutare la capacità di parassitizzazione da parte di *O. longoi* a carico delle uova dei due cerambicidi (LUHRING *et al.*, 2000; 2004), si è osservata una marcata preferenza di *O. longoi* a svilupparsi solo a carico di *P. semipunctata*; inoltre, la sopravvivenza dei parassitoidi sfarfallati risultava significativamente più bassa nelle uova di *P. recurva*, per tutte le classi di età, rispetto alle uova di *P. semipunctata*. Nel caso in cui il parassitoide era messo in condizione di poter scegliere tra i due ospiti (*choice-test*), il tasso di ovideposizione era significativamente più alto nelle uova di *P. semipunctata*, indipendentemente dall'età dell'uovo ospite. Anche la sopravvivenza degli adulti del parassitoide sfarfallati da uova di *P. semipunctata* risultava più alta. In tutti gli esperimenti, comunque, l'encirtide solo in qualche caso si è sviluppato a carico di *P. recurva*, a causa di fenomeni di "egg-encapsulation" mentre si è sempre sviluppato con successo su uova di *P. semipunctata* (LUHRING *et al.*, 2000; 2004).

Studi condotti più di recente in eucalipteti australiani (WANG *et al.*, 2008) hanno evidenziato la coesistenza di due diversi ceppi di *O. longoi*, identificati sia su base morfologica che genetica (UMEDA e PAINE, 2015). Un primo ceppo, denominato "S-strain", è in grado di riprodursi a carico di uova di *P. semipunctata*, mentre un secondo, denominato "R-strain", si riproduce efficacemente su *P. recurva*. L'impatto di quest'ultimo sulla popolazione dell'ospite è in corso di valutazione, ma si ritiene che questo nuovo ceppo potrebbe rappresentare un importante agente di controllo biologico di *P. recurva* anche in altre nuove aree di colonizzazione. Sulla base di questi elementi sarebbe interessante poter verificare l'eventuale presenza anche in Italia di questo ceppo "R" e poterne valutare l'impatto sull'andamento delle infestazioni nei nostri eucalipti.

BIBLIOGRAFIA

AUSTIN A.D., QUICK D.L.J., MARSH P.M., 1994 - *The hymenopterous parasitoids of eucalypt longicorn beetles, Phoracantha spp. (Coleoptera: Cerambycidae) in Australia*. - Bull. Entomol. Res., 84: 145-174.

AUSTIN A.D., DANGERFIELD P.C., 1997 - *A new species of Jarra Marsh and Austin (Hymenoptera: Braconidae) with comments on other parasitoids associated with the eucalypt longicorn Phoracantha semipunctata (F.) (Coleoptera: Cerambycidae)*. - Aust. J. Ent., 36: 327-331.

EPPO, 2019 - EPPO Global Database (available online). <https://gd.eppo.int>

FRAVAL A., HADDAN M., 1988 - *Platystasius transversus [Hym.: Platygasteridae] parassitoide oophage de Phoracantha semipunctata [Col.: Cerambycidae], au Maroc*. - Entomophaga, 33: 381-382.

FLORIS I., COCCO A., BUFFA F., MANNU R., SATTA A., 2018 - *Insect pests of eucalyptus plantations in Sardinia (Italy)*. - Redia, 101: 61-71. <http://dx.doi.org/10.19263/REDIA-101.18.09>

HAACK R. A., 2017 - *Cerambycid pests in forests and urban trees*. In: Wang, Q. (Ed.) *Cerambycidae of the world: biology and pest management*. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida.

HANKS L.M., GOULD J.R., PAINE T.D., MILLAR J.G., WANG Q., 1995 - *Biology and host relations of Avetianella longoi (Hymenoptera: Encyrtidae), an egg parasitoid of the Eucalyptus longhorned borer (Coleoptera: Cerambycidae)*. - Annls. Entomol. Soc. Am., 88: 666-671.

HANKS L.M., MILLAR J.G., PAINE T.D., WANG Q., PAINE E.O., 2001 - *Patterns of host utilization by two parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) of the eucalyptus longhorned borer (Coleoptera: Cerambycidae)*. - Biol. Contr., 21: 152-159.

LONGO S., PALMERI V., SOMMARIVA D., 1993 - *Sull'attività di Avetianella longoi Siscaro, ooparassitoide di Phoracantha semipunctata Fabr. nell'Italia meridionale*. - Redia, 76: 223-239.

LUHRING K.A., PAINE T.D., MILLAR J. G., HANKS L.M., 2000 - *Suitability of the eggs of two species of Eucalyptus longhorned borers (Phoracantha recurva and P. semipunctata) as hosts for the Encyrtid parasitoid Avetianella longoi*. - Biol. Contr. 19: 95-104.

LUHRING K.A., MILLAR J.G., PAINE T.D., REED D., CHRISTIANSEN H., 2004 - *Ovipositional preferences and progeny development of the egg parasitoid Avetianella longoi: factors mediating replacement of one species by a congener in a shared habitat*. - Biol. Contr., 30: 382-391.

MANSFIELD S., 2016 - *New communities on eucalypts grown outside Australia*. - Front. Plant Sci. 7:1812. doi: 10.3389/fpls.2016.01812

MAZZEO G., SISCARO G., 2007 - *Presenza di Phoracantha recurva su eucalipto in Sicilia*. - Inf.tore fitopatol., 3: 35-37.

MONNÉ M.L., MONNÉ M.A., WANG Q., 2017 - *General morphology, classification, and biology of Cerambycidae*. In: Wang, Q. (Ed.) *Cerambycidae of the world: biology and pest management*. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida.

PAINE T.D., 2017 - *Natural enemies and biological control of cerambycid pests*. In: Wang, Q. (Ed.) *Cerambycidae of the world: biology and pest management*. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida

PAINE T.D., STEINBAUER M.J., LAWSON S.A., 2011 - *Native and exotic pests of Eucalyptus: A worldwide perspective*. - Ann. Rev. Ent., 56: 181-201.

ROMANO M., 2007 - *Nuovi dati sulla presenza in Sicilia di Phoracantha recurva Newman, 1840 (Coleoptera Cerambycidae)*. - Naturalista Siciliano, ser. IV, 31: 241-247.

SISCARO G., 1992 - *Avetianella longoi sp. n. (Hymenoptera: Encyrtidae) egg parasitoid of Phoracantha semipunctata F.*

- (Coleoptera: Cerambycidae). - Boll. Zool. agr. Bachic., Ser. II, 24 (2): 205-212.
- SUMA P., NUCIFORA S., CALECA V., LO VERDE G., TORTORICI F., RAPISARDA C., BELLA S., 2018 - *A review on introduced alien insect pests and their associated parasitoids on eucalyptus trees in Sicily*. - Redia, 101: 81-88. <http://dx.doi.org/10.19263/REDIA-101.18.11>
- UMEDA C., PAINE T.D., 2015 - *Evidence of a genetic basis for differences in parasitization success between strains of Avetianella longoi (Siscaro)*. - PLoS ONE 10(6): e0129558. doi:10.1371/journal.pone.0129558
- WANG Q., 1995 - *A taxonomic revision of the Australian genus Phoracantha Newman (Coleoptera: Cerambycidae)*. - Invertebr. Taxon., 9: 865-958.
- WANG Q., MILLAR J.G., REED D.A., MOTTERN, J.L., HERATY J.M., TRIAPITSYN S.V., PAINE, T.D., XIONG, Z.H.E., 2008 - *Development of a strategy for selective collection of a parasitoid attacking one member of a large herbivore guild*. - J. Econ. Ent., 101: 1771-1778.
- WANG Q. (Ed.), 2017 - *Cerambycidae of the world: biology and pest management*. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida.
- WAY M.J., CAMMELL M.E., PAIVA M.R., 1992 - *Studies on egg predation by ants (Hymenoptera: Formicidae) on the eucalyptus borer Phoracantha semipunctata (Coleoptera: Cerambycidae) in Portugal*. - Bull. Entomol. Res., 82: 425-432.

164 - Pagina bianca

FITOMIZI ALLOCTONI DI *EUCALYPTUS* SPP. IN ITALIA

STEFANIA LAUDONIA^a - ANTONIO PIETRO GARONNA^a

^a Università degli Studi di Napoli Federico II: Dipartimento di Agraria, Sezione di Biologia e Protezione dei sistemi agricoli e forestali (BiPAF), Via Università 100, 80055, Portici, Italy; e-mail: laudonia@unina.it

Lettura tenuta durante la Tavola Rotonda "Avversità e interesse apistico dell'eucalipto in ambiente mediterraneo". Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 14 giugno 2019.

Allochthonous sap-suckers of Eucalyptus spp. in Italy

Sap-suckers can be a serious phytosanitary problem of *Eucalyptus* species worldwide. During the last 30 years four allochthonous species of Aphalaridae: Spondyliaspinae (Psylloidea) and one species of Thaumastocoridae living on Myrtaceae and infesting mainly *Eucalyptus* spp. have been accidentally introduced in Italy.

This paper reviewed the harmfulness of some of these invasive pests established in Italy providing new information about their pest status.

KEY WORDS: Red gum, Psylloidea, Lerp, Bronze Bug, biological control.

INTRODUZIONE

Il genere *Eucalyptus* (Myrtaceae), è costituito da specie tutte di origine australiana, alcune delle quali sono presenti in Italia da oltre 2 secoli. Attualmente, l'eucalipto è ampiamente coltivato nel Bacino del Mediterraneo perché costituisce una delle principali fonti di biomassa, ciò anche e soprattutto a causa delle caratteristiche botaniche della specie, in quanto estremamente rustica e frugale e dalla grandissima capacità di accrescimento (MUGHINI, 2016). Negli ultimi 50 anni numerosi insetti alloctoni, tutti di origine australiana, infedati su Myrtaceae e che infestano principalmente *Eucalyptus* spp., sono stati introdotti accidentalmente in Italia (FLORIS *et al.*, 2017) con conseguenze a volte preoccupanti per la sopravvivenza di queste specie. La presenza di impianti in ambiente naturale, lungo i litorali ed in ambito urbano incide sulle differenti possibilità di gestione fitosanitaria da considerare per fronteggiare nuovi problemi che si sono via via manifestati, talvolta in maniera rilevante. Tra le specie accidentalmente introdotte, che hanno causato impatti ecologici ed economici negativi non trascurabili sono da riportare 4 fitomizi Psylloidea: Aphalaridae: Spondyliaspinae e *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero e Dellapé (Thaumastocoridae). Le infestazioni dei fitomizi, ed in particolare degli Aphalaridae, hanno negli ultimi anni danneggiato, anche gravemente il settore apistico. La produzione della melata da parte delle psille ha determinato una attività di bottinaggio dell'Ape contestuale a quella sui fiori, con conseguenti alterazioni delle caratteristiche organolettiche e chimico-fisiche del miele uniflorale di *Eucalyptus* (BUFFA, 2015; FLORIS *et al.*, 2017).

Le Psille degli eucalipti introdotte accidentalmente in Italia sono, in ordine cronologico di segnalazione, *Ctenarytaina eucalypti* (Maskell), *Ctenarytaina spatulata* Taylor, *Blastosylla occidentalis* Taylor e *Glycaspis brimblecombei* Moore.

CENNI MORFO-BIOLOGICI DELLE PSILLE DEGLI EUCALIPTI

Le caratteristiche morfologiche del genere *Ctenarytaina* includono: metacoxa con meracanto a forma di corno; presenza di setole alle estremità distali delle tibie medie, disposte a pettine; ali con cellula apicale breve, generalmente più breve della vena cubitale (CABI, 2020). All'interno del genere la discriminazione delle diverse specie si basa essenzialmente sulle differenze morfologiche che caratterizzano gli apparati genitali di entrambi i 2 sessi (BURCKHARDT *et al.* 1999).

Ctenarytaina eucalypti: la sua effettiva presenza in Italia, che fu segnalata in Liguria, limitatamente alla Riviera di Ponente (CAVALCASELLE, 1986), a distanza ormai di alcuni decenni, andrebbe probabilmente riconfermata. La specie predilige insediarsi sulle foglie giovani, per l'alimentazione e lo sviluppo degli stadi preimaginali (BRENNAN *et al.*, 2001). HODKINSON (1999) elenca 21 specie di *Eucalyptus* come ospiti della psilla e di queste, quattro che possono favorire la permanenza di ragguardevoli popolazioni del fitomizo. Tra le specie indicate dall'Autore, *E. globulus*, è l'unica specie presente in Italia (Portale della Flora d'Italia, 2020). Gli adulti di *C. eucalypti*, lunghi circa 2 mm, si riconoscono per il colore variabile tra il verde

ed il marrone chiaro, con capo e dorso del torace più scuro, marrone/nero. Le ali anteriori sono di colore bianco sporco con le venature scure a contrasto (Burckhardt *et al* 1999).

Ctenarytaina spatulata: la sua presenza in Italia, fu segnalata nel 2003, anch'essa limitatamente alla Riviera Ligure, e da allora pochissimo indagata (COSTANZI *et al.*, 2003). In Francia e in Italia, la specie è stata osservata solo su *E. parvifolia* coltivato per l'uso commerciale delle foglie recise. La specie predilige, per l'alimentazione e lo sviluppo degli stadi preimaginali, foglie pienamente sviluppate (BRENNAN *et al.*, 2001). Gli adulti sono nei 2 sessi abbastanza simili, ad eccezione delle diverse strutture annesse all'apparato genitale e per le dimensioni leggermente più piccole dei maschi. Sono di un colore giallo chiaro, non appena formati e poi assumono una colorazione più scura arancione, con piccole macchie marroni sul lato ventrale del torace. L'addome è fasciato con le parti intersegmentali più chiare (BURCKHARDT *et al* 1999; QUEIROZ SANTANA & ROCHA ZANOL, 2001). Altri caratteri discriminanti sono riportati in TAYLOR (1997) e BURCKHARDT *et al.* (1999).

Blastopsylla occidentalis: è stata descritta su materiale raccolto in Australia, New Zealand e California, su diverse specie di *Eucalyptus*. La specie è considerata originaria dell'Australia Occidentale (TAYLOR, 1985), ed è stata segnalata in diversi Paesi dell'Africa, dell'Asia e dell'America. In Europa è stata segnalata in Italia del 2006 e successivamente in Turchia, Spagna e Portogallo (AYTAR 2007; LAUDONIA, 2006 a e b; PÉREZ-OTERO, 2011; EPPO, 2020). Gli adulti di *B. occidentalis* sono lunghi circa 1,5 -2,0 mm. Il maschio presenta una colorazione ocracea con parti marroni sul pronoto e sul mesoscuto. La femmina è decisamente più scura del maschio e di colore marrone. I coni frontali sono piccoli e con profilo arrotondato. Le antenne, filiformi e costituite da 10 articoli, presentano sensilli in posizione apicale sul IV, VI, VIII e IX articolo. Le ali anteriori sono lunghe circa 2.5 volte la loro larghezza con la vena Mediana e Cubitale con una origine in comune. La specie si differenzia dalle altre del genere per la conformazione dell'apparato genitale maschile (TAYLOR, 1985; BURCKHARDT *et al.*, 1999). In Italia, la specie che è favorita da presenza di condizioni climatiche pre-primaverili, con temperature miti ed elevata umidità (LAUDONIA, 2006 a e b; SOUFO & TAMESSE, 2015; FLORIS *et al.*, 2018). Su *E. camaldulensis* depone uova ovoidali, gialle e peduncolate preferibilmente nei punti di inserzione delle foglie al ramo o in prossimità di protuberanze o cavità ruvide. Gli stadi giovanili, come gli adulti, si alimentano preferibilmente a carico dei nuovi germogli e delle infiorescenze in formazione, causando una colatura precoce dei fiori nella successiva primavera (BUFFA, 2015). Gli stadi preimaginali della Psilla, oltre alla melata, producono una secrezione

cerosa di consistenza fioccosa, che aggrava la presenza di fumaggini (TAYLOR, 1985).

Glycaspis brimblecombei: questa psilla è meglio conosciuta con il nome di Psilla lerp dell'Eucalipto rosso, dal nome comune in lingua inglese “red gum lerp”, è originaria dell'Australia e diventata specie invasiva nell'ultimo decennio. A partire dalla sua prima segnalazione in California nel 1998 (BRENNAN *et al.*, 1999), in pochi anni l'emittero si è rapidamente diffuso attraverso il continente americano, ed è attualmente presente in quasi tutto il Centro ed il Sud America, in diversi paesi dell'Africa ed in Medio Oriente (EPPO, 2020). Le prime segnalazioni per l'Europa e l'area Palearctica riguardano la Penisola Iberica (VALENTE & HODKINSON, 2009) e l'Italia nel 2010 (LAUDONIA & GARONNA, 2010). Attualmente è presente in Italia centro meridionale (GERMINARA *et al.*, 2011; LO VERDE *et al.*, 2011; FRASCONI *et al.*, 2013; BUFFA, 2015; EPPO, 2020) e in quasi tutti i Paesi Europei del Bacino del Mediterraneo (EPPO, 2020). La velocità della sua invasione mondiale ha pochi precedenti, in particolare per specie originarie dell'Australia, e oggi, la specie è considerata cosmopolita e riportata, come presente o invasiva, in 26 Paesi.

G. brimblecombei è facilmente riconoscibile per la presenza, sul corpo degli stadi giovanili, di un essudato anale che dà luogo ad una sorta di follicolo solido, conico, di colore bianco e struttura cristallina, che prende il nome di lerp. Dal punto di vista della composizione chimica, il lerp è costituito essenzialmente da amido, zuccheri solubili, lipidi e piccole quantità di sostanza proteica (WOINARSKI *et al.*, 1989; SHARMA *et al.*, 2013). Gli stadi preimaginali si nutrono e crescono protetti dai lerp. Durante lo sviluppo e nei passaggi da uno stadio al successivo, ingrandiscono il lerp che li ricopre, o lo abbandonano per costruirne uno nuovo. Al termine dello sviluppo preimaginale, gli adulti alati lasciano definitivamente il lerp protettivo. L'ospite d'elezione è *E. camaldulensis* con una dannosità economica diretta, dovuta a filloptosi ed indebolimento strutturale degli alberi, ed indiretta per associazioni con altri fitofagi e patogeni (DEIDDA *et al.*, 2016; DEIANA *et al.*, 2018; FLORIS *et al.*, 2018) ed effetti negativi sul settore apistico essenzialmente e dovuti alla escrezione di notevoli quantità di melata (BUFFA, 2015). Gli adulti della Psilla sono lunghi mediamente 3 mm, di colore da verde chiaro a tendente al bruno, con macchie arancioni e gialle e sono facilmente riconoscibili per i loro coni frontali molto lunghi e il torace dorsalmente appiattito. Le uova di colore giallo arancio sono peduncolate e generalmente deposte in gruppi indifferentemente su foglie giovani o pienamente sviluppate. Le forme giovanili, fino alla IV età, sono di colore arancione, mentre la ninfa di V età è di colore tendente al rosso ramato con gli abbozzi alari più scuri. Come in Australia (MORGAN, 1984), anche in

Italia, nelle aree di neo-colonizzazione, la specie è polivoltina, con sovrapposizione di generazioni ed apparentemente nessuna diapausa. Contrariamente a quanto riportato in letteratura per altri Paesi, in Italia durante l'inverno, con temperature al di sotto dei 20°C, si osservano tutti gli stadi preimaginali della Psilla, non confermando la quiescenza delle uova descritta da PERIS-FELIPO *et al.* (2011) né una diapausa invernale di alcuno stadio (LAUDONIA *et al.*, 2014). Durante l'inverno si assiste a una rarefazione anche spinta della Psilla, le cui popolazioni cominciano nuovamente ad aumentare verso la metà della primavera e con temperature di poco superiori ai 20°C. Durante l'estate, le alte temperature e l'assenza di precipitazioni influenzano negativamente il tasso di crescita ed abbattano le popolazioni (LAUDONIA *et al.*, 2014; FERREIRA-FILHO *et al.*, 2008). Oltre ai fattori abiotici, si sono individuati negli ambienti di neo-colonizzazione rapporti di natura antagonista con nemici naturali aspecifici autoctoni, il cui ruolo è risultato comunque piuttosto limitato per il contenimento delle popolazioni. Tra questi il più comune è certamente *Anthocoris nemoralis* Fabricius (Hemiptera: Anthocoridae) (LAUDONIA & GARONNA, 2010; GARONNA *et al.*, 2018). L'introduzione accidentale nel Bacino del Mediterraneo, di *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae), parassitoide specifico di Psille, ha modificato lo scenario del controllo biologico della specie. Recentemente, uno studio sull'interazione ospite-parassitoide ha mostrato che anche *P. bliteus*, pur essendo attivo anche con bassa densità del proprio ospite, è strettamente influenzato dagli stessi fattori abiotici che influenzano l'ospite. Applicando al sistema ospite-parassitoide, un modello matematico predittivo, si è evidenziato che l'attività del parassitoide determina potenzialmente una riduzione della densità della popolazione di *G. brimblecombei* che può giungere fino al 64% (MARGIOTTA *et al.*, 2017). Per l'identificazione di *G. brimblecombei* e la discriminazione dalle altre psille infedate sull'eucalipto in Italia, si rimanda alla chiave dicotomica di LAUDONIA & GARONNA (2010).

CENNI MORFO-BIOLOGICI DI *THAUMASTOCORIS PEREGRINUS*

Particolare preoccupazione ha destato l'introduzione accidentale della Cimicetta della Bronzatura dell'Eucalipto, il *T. peregrinus*. La specie è anch'essa originaria dell'Australia, dove è infedata su numerose specie di eucalipti (CARPINTERO & DELLAPÈ, 2006; NOACK *et al.*, 2011; SOLIMAN *et al.*, 2012; MUTITU *et al.*, 2013). La Cimicetta, a partire dalle aree d'origine, si è diffusa in Sud Africa, Réunion, Sud e Nord America e Nuova Zelanda (EPPO, 2020). Tra i Thaumastocoridae è, ad oggi, l'unica specie della Fauna d'Europa, segnalata per la prima volta nel Bacino del Mediterraneo

in Italia (LAUDONIA & SASSO, 2012) dove è attualmente presente in diverse regioni centro-meridionali (SUMA *et al.*, 2014; DEIANA *et al.*, 2018). In Europa *T. peregrinus* è presente in Portogallo (GARCIA *et al.*, 2013), Spagna (VIVAS *et al.*, 2015) e Albania (VAN DER HEYDEN, 2017). I sintomi tipici dell'infestazione di *T. peregrinus* sono di diversa entità a seconda dell'intensità dell'infestazione (WYLIE & SPEIGHT 2012; NADEL *et al.*, 2010). L'attività trofica è svolta, sia in età giovanile che da adulto, a carico del mesofillo fogliare con l'inserimento degli stiletti boccali attraverso le aperture stomatiche di foglie mature e completamente sviluppate (SANTADINO *et al.*, 2017). La conseguente riduzione dell'attività fotosintetica determina filloptosi spesso intense. Lo stress provocato dall'attacco di *T. peregrinus* favorisce l'azione di altri fitofagi secondari, in particolare xilofagi, tra cui molto comune *Phoracantha recurva* Newman. La reiterazione dell'attacco di *T. peregrinus* può condurre al deperimento di intere branche e infine alla morte l'albero nel giro di 2-3 anni (LAUDONIA & SASSO, 2012). Gli adulti di *T. peregrinus* sono caratterizzati da un corpo allungato e appiattito dorso-ventralmente lungo tra i 2 e 3,5 mm e da un angolo antero-laterale del pronoto fortemente tubercolato. Hanno una colorazione marrone chiaro con aree più scure, antenne composte da 4 articoli di cui quello apicale più scuro. Il maschio presenta l'organo copulatore asimmetrico con l'apertura sul lato destro del corpo (CARPINTERO & DELLAPÈ, 2006). Le uova sono tipicamente scure, ovali (0,5 mm di lunghezza - 0,2 mm di larghezza) con un corion scolpito, e sono spesso deposte a gruppi su foglie e rametti o scabrosità delle capsule (SUMA *et al.*, 2014). La neanide di prima età ha colorazione giallo molto tenue con corpo esile lungo circa 0.6 mm e occhi rossi bene evidenti. Gli stadi di sviluppo successivi assumono generalmente una colorazione marrone chiara con macchie nere sul torace e sui segmenti addominali. Le uova, le 5 fasi preimaginali e gli adulti, possono essere contestualmente presenti sulla medesima foglia.

I rilievi relativi alla fenologia di *T. peregrinus*, al fine di determinare l'andamento annuale delle popolazioni nelle aree di neo-colonizzazione campane, hanno consentito, posti a confronto con i dati climatici, l'individuazione di un range termico ottimale compreso tra gli 11 e 30 °C. L'analisi delle medie e delle varianze dei vari periodi e dei diversi stadi fenologici descrivono una distribuzione spaziale di tipo binomiale. Particolarmente rilevanti sono i dati del periodo che intercorre tra aprile a novembre nei quali il valore della varianza risulta essere maggiore rispetto a quello della media sia per le neanidi che per le uova vitali suggerendone un modello di distribuzione di tipo contagioso (SOUTHWOOD & HENDERSON, 2000; GARONNA *et al.*, 2018; LAUDONIA *et al.*, 2016). Fino ad ora, nessun nemico naturale autoctono è stato rinvenuto in associazione

alla Camicetta. L'assenza del controllo naturale, unitamente all'ampio range termico in cui il *T. peregrinus* è in grado di sopravvivere, spiega la rapida espansione delle aree interessate dalla presenza del fitofago. Per le aree d'origine è nota una attività parassitaria a carico delle uova di *Cleruchoides noackae* Lin e Huber (Hymenoptera: Mymaridae) (LIN *et al.*, 2007) ed attualmente utilizzato in progetti di controllo in diversi Paesi (NYEKO, 2011; BARBOSA *et al.*, 2017; MARTÍNEZ *et al.*, 2018).

CONCLUSIONI

La diffusione accidentale dei fitomizi di *Eucalyptus* spp. su scala intercontinentale ha determinato un impatto economico serio per un genere di piante arboree versatili impiegate a livello globale per la produzione di legname, cellulosa, fogliame, e per applicazioni industriali quale fonte di biomassa. In alcuni casi, le espansioni territoriali hanno riguardato anche gli organismi antagonisti che riescono ad insediarsi nelle aree geografiche per la presenza dell'ospite naturale. Questo è il caso di *P. bliteus*, attualmente considerato un valido fattore di contenimento della psilla lerp in Italia e in numerosi Paesi del Bacino del Mediterraneo. In un momento storico in cui sembra concretizzarsi, anche per il nostro Paese, la possibilità di attuare programmi di lotta biologica classica di tipo propagativo, è da considerare con attenzione l'opportunità di progettare l'importazione di antagonisti naturali di *T. peregrinus* dall'areale di origine, allo scopo di contenere le popolazioni del fitomizo e limitarne dannosità e diffusione.

BIBLIOGRAFIA

- AYTAR F., 2007 - *Description, distribution and hosts of Blastopsylla occidentalis (Homoptera: Psyllidae), a new pest of Eucalyptus spp. in Turkey*. Poster presented at the 2nd Plant Protection Congress of Turkey, Isparta (TR), 2007-08-27/29.
- BARBOSA L.R., RODRIGUES A.P., DA SILVA SOLER L., VIQUE FERNANDES B., MONTEIRO DE CASTRO E CASTRO B., WILCKEN C.F., ZANUNCIO J. C., 2017 - *Establishment in the Field of Cleruchoides noackae (Hymenoptera: Mymaridae), an Exotic Egg Parasitoid of Thaumastocoris peregrinus (Hemiptera: Thaumastocoridae)*. - Florida Entomologist, 100(2):372-374. <https://doi.org/10.1653/024.100.0237>
- BRENNAN E. B., GILL R. J., HRUSA G.F., WEINBAUM S.A., 1999 - *First record of Glycaspis brimblecombei (Moore) (Homoptera: Psyllidae) in North America: initial observations and predator associations of a potentially serious new pest of eucalyptus in California*. - Pan-Pac. Entomol., 75: 55-57.
- BRENNAN E.B., WEINBAUM S.A., ROSENHEIM J.A., KARBAN R., 2001- *Heteroblasty in Eucalyptus globulus (Myricales: Myricaceae) affects ovipositional and settling preferences of Ctenarytaina eucalypti and C. spatulata (Homoptera: Psyllidae)*. - Environ Entomol., 30:1144-1149.
- BUFFA F., 2015 - *Problematiche entomologiche dell'eucalipto in Sardegna e monitoraggio del fitofago di nuova introduzione Psilla lerp (Glycaspis brimblecombei)*. PhD thesis, Department of Agriculture, University of Sassari, Sassari, Italy, pp. 78.
- BURCKHARDT D., SANTANA D.L.Q., TERRA A.L. ANDRADE F.M.DE, PENTEADO S.R.C., IEDE E.T., MOREY C.S., 1999 - *Psyllid pests (Hemiptera, Psylloidea) in South American eucalypt plantations*. - Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft, 72(1/2): 1-10.
- CABI, 2020 - *Ctenarytaina eucalypti*. In: Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International. www.cabi.org/isc.
- CARPINTERO D.L., DELLAPÈ P.M., 2006 - *A new species of Thaumastocoris Kirkaldy from Argentina (Heteroptera: Thaumastocoridae: Thaumastocorinae)*. - Zootaxa, 1228: 61-68.
- CAVALCASELLE B., 1986 - *Les insectes nuisibles aux eucalyptus en Italie: importance des dégâts et méthodes de lutte*. - EPPO Bulletin, 16: 293-297. doi:10.1111/j.1365-2338.1986.tb00280.x
- COSTANZI M., MALAUSA J.C., COCQUEMPOT C., 2003 - *Un nouveau psylle sur les Eucalyptus de la Riviera Ligure et de la Côte d'Azur. Premières observations de Ctenarytaina spatulata Taylor dans le Bassin Méditerranéen occidental*. - Phytoma - La Défense des Végétaux, no. 566: 48-51.
- DEIANA V., COCCO A., BUFFA F., MANNU R., SATTÀ A., 2018 - *Insect pests of Eucalyptus plantations in Sardinia (Italy)* Redia, 101: 101-106 <http://dx.doi.org/10.19263/REDIA-101.18.13>
- DEIDDA A., BUFFA F., LINALEDU B.T., PINNA C., SCANU B., DEIANA V., SATTÀ A., FRANCESCHINI A., FLORIS I., 2016 - *Emerging pests and diseases threaten Eucalyptus camaldulensis plantations in Sardinia, Italy*. - iForest Biogeosciences and Forestry, 9: 883-891.
- EPPO, 2020 - Global Database. <https://gd.eppo.int>
- FERREIRA-FILHO P.J., WILCKEN C.F., OLIVEIRA N.C., DAL POGETTO M.H., LIMA A.C.V., 2008 - *Dinâmica populacional do psilideo-de-concha Glycaspis brimblecombei (Moore, 1964) (Hemiptera: Psyllidae) e de seu parasitóide Psyllaephagus bliteus (Hymenoptera: Encyrtidae) em floresta de Eucalyptus camaldulensis. [Population dynamics of red gum lerp psyllid, Glycaspis brimblecombei (Moore, 1964) (Hemiptera: Psyllidae) and its parasitoid, Psyllaephagus bliteus (Hymenoptera: Encyrtidae), in Eucalyptus camaldulensis plantation]* - Ciência Rural., 38: 2109-2114.
- FLORIS I., COCCO A., BUFFA F., MANNU R., SATTÀ A., 2018 - *Insect pest of Eucalyptus plantations in Sardinia (Italy)*. - Redia, 101: 61-71. <http://dx.doi.org/10.19263/REDIA-101.18.09>
- FLORIS I., LAUDONIA S., LUCIANO P., (EDITOR), 2017 - *Avversità dell'eucalipto (manuale per il riconoscimento)*. Nuova Stampa Color, Muros (Sassari): 42 pp. ISBN: 978-88-99323-07-3.
- FRASCONI C., ROSSI E., ANTONELLI R., LONI A., 2013 - *First record of the red gum lerp psyllid Glycaspis brimblecombei Moore (Hemiptera: Psyllidae) in Tuscany (Italy)*. - Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 43(1): 167-168.
- GARCIA A., FIGUEIREDO E., VALENTE C., MONSERRAT V.J., BRANCO M., 2013 - *First record of Thaumastocoris peregrinus in Portugal and of the neotropical predator*

- Hemerobius bolivari in Europe. - Bulletin of Insectology, 66(2): 251-256. <http://www.bulletino-finsectology.org/>
- GARONNA A.P., BERNARDO U., GUALTIERI L., LAUDONIA S., NUGNES F., 2018 - The present pest status of Eucalyptus sap-suckers and gall wasp in Campania (Italy). - Redia, 101: 73-79. <http://dx.doi.org/10.19263/REDIA-101.18.10>.
- GERMINARA G.S., CATALDO M.D.I., PALMA A.D.I., RONTUNDO G., 2011. *Segnalata psilla lerp sul litorale adriatico centro-meridionale. [Report of lerp psyllid from the Adriatic coast in south-central Italy]*. - Inf. Agrar., 67(45): 66-67.
- HODKINSON I.D., 1999 - *Biocontrol of eucalyptus psyllid Ctenarytaina eucalypti by the Australian parasitoid Psyllaephagus pilosus: a review of current programmes and their success*. - Biocontrol News and Information, 20(4):129-134.
- LAUDONIA S., 2006a - *Un nuovo psillide su eucalipto*. - L'Informatore agrario, 9: 89.
- LAUDONIA S., 2006b - *Blastopsylla occidentalis Taylor (Homoptera: Psyllodea) on Italian Eucalyptus spp: a new exotic pest for European Fauna*. - Proceedings VIII European Congress of Entomology Supplementary abstract book 2 pp. RVVP-74
- LAUDONIA S., GARONNA A.P., 2010 - *The red gum lerp psyllid, Glycaspis brimblecombei, a new exotic pest of Eucalyptus camaldulensis in Italy*. - Bulletin of Insectology, 63(2): 233-236.
- LAUDONIA S., MARGIOTTA M., SASSO R., 2014 - *Seasonal occurrence and adaptation of the exotic Glycaspis brimblecombei Moore (Hemiptera: Aphalaridae) in Italy*. - Journal of Natural History, 48:11-12, 675-689, DOI: 10.1080/00222933.2013.825021
- LAUDONIA S., SASSO R., 2012 - *The bronze bug Thaumastocoris peregrinus: a new insect recorded in Italy, damaging to Eucalyptus trees*. - Bulletin of Insectology, 65: 89-93.
- LIN N.Q., HUBER J.T., LA SALLE J., 2007.- *The Australian genera of Mymaridae (Hymenoptera: Chalcidoidea)*. - Zootaxa, 1596: 1-111.
- LO VERDE G., BELLA S., CALECA V., RAPISARDA C., SIDOTI A., 2011 - *Presenza in Sicilia di Glycaspis brimblecombei Moore (Hemiptera Psyllidae) su Eucalyptus camaldulensis Dehnh.* - Naturalista siciliano, S. IV, XXXV (425): 425-434.
- MARGIOTTA M., BELLA S., BUFFA F., CALECA V., FLORIS I., GIORNO V., LO VERDE G., RAPISARDA C., SASSO R., SUMA P., TORTORICI F., LAUDONIA S., 2017 - *Modeling environmental influences in the Psyllaephagus bliteus (Hymenoptera: Encyrtidae) – Glycaspis brimblecombei (Hemiptera: Aphalaridae) Parasitoid-Host System*. - Journal of Economic Entomology, 110 (2): 1–11. doi: 10.1093/jee/tow253
- MARTÍNEZ G., GONZÁLEZ A., DICKE M., 2018 - *Rearing and releasing the egg parasitoid, a biological control agent for the Eucalyptus bronze bug*. - Biological Control, 123: 97-104. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.05.008>.
- MUGHINI G., 2016 - *Suggerimenti per una eucalitticoltura clonale sostenibile nelle aree a clima mediterraneo dell'Italia centro-meridionale*. - Forest@ 13: 47-58. - doi: 10.3832/efor2059-013
- MUTITU E.K., GARNAS J.R., HURLEY B.P., WINGFIELD M.J., HARNEY M., BUSH S.J., SLIPPERS B., 2013 - *Biology and Rearing of Cleruchoides noackae (Hymenoptera: Mymaridae), an Egg Parasitoid for the Biological Control of Thaumastocoris peregrinus (Hemiptera: Thaumastocoridae)*. - Journal of Economic Entomology, 106 (5): 1979–1985. <https://doi.org/10.1603/EC13135>
- NADEL R.L., SLIPPERS B., SCHOLLES M.C. NADEL R.L., SLIPPERS B., SCHOLLES M.C., LAWSON S.A., NOACK A.E., WILCKEN C.F., BOUVET, J.P., WINGFIELD M.J., 2010 - *DNA bar-coding reveals source and patterns of Thaumastocoris peregrinus invasions in South Africa and South America*. - Biol. Invasions, 12: 1067-1077. <https://doi.org/10.1007/s10530-009-9524-2>
- A.E., CASSIS G., ROSE H.A., 2011 - *Systematic revision of Thaumastocoris Kirkaldy (Hemiptera: Heteroptera: Thaumastocoridae)*. - Zootaxa, 3121, pp. 1-60.
- NYEKO P., 2011 - *Advances in research and management of tree pests and diseases: experiences from FABI*. Saw log production grant scheme, SPGS, pp. 16.
- PÉREZ-OTERO R., MANSILLA J.P., BORRAJO P., RUIZ F., 2011 - *Primera cita en la Península Ibérica de Blastopsylla occidentalis Taylor (Homoptera: Psyllidae) [First record of Blastopsylla occidentalis Taylor (Homoptera: Psyllidae) in the Iberian Peninsula]*. - Boletín de Sanidad Vegetal Plagas, 37(2): 139-144.
- PERIS-FELIPO F.J., MANCUSI G., TURRISI G.F., JIMÉNEZ-PEYDRÓ R., 2011 - *New corological and biological data of the Red Gum Lerp Psyllid, Glycaspis brimblecombei Moore, 1964 in Italy (Hemiptera, Psyllidae)*. - Biodiversity Journal, 2(1): 13-17.
- PORTALE DELLA FLORA D'ITALIA. *Disponibile a <http://dryades.units.it/floritaly> [Consultato: 21/01/2020]*
- QUEIROZ SANTANA D.L., ROCHA ZANOL R.M., 2005 - *Morfologia externa das ninfas e adultos de Ctenarytaina spatulata Taylor (Hemiptera, Psyllidae)*. - Revista Brasileira de Entomologia, 49(3): 340-346.
- SANTADINO M., BRENTASSI M.E., FANELLO D.D., COVIELLA C., 2017 - *First evidence of Thaumastocoris peregrinus (Heteroptera: Thaumastocoridae) feeding from mesophyll of Eucalyptus leaves*. - Environmental Entomology, 46 (2): 251–257. <https://doi.org/10.1093/ee/nvw163>
- SHARMA A., RAMAN A., TAYLOR G., FLETCHER M., 2013 - *Nymphal development and lerp construction of Glycaspis sp. (Hemiptera: Psyllodea) on Eucalyptus sideroxylon (Myrtaceae) in central-west New South Wales, Australia*. - Arthropod Structure & Development, 42(6): 551-564. <https://doi.org/10.1016/j.asd.2013.07.005>.
- SOLIMAN E.P., WILCKEN C.F., PEREIRA J.M., DIAS T.K.R., ZACHÉ B., DAL POGETTO M.H.F.A., BARBOSA L.R., 2012 - *Biology of Thaumastocoris peregrinus in different Eucalyptus species and hybrids*. - Phytoparasitica, 40: 223-230.
- SOUFO L., TAMESSE J.L., 2015 - *Population Dynamic of Blastopsylla occidentalis Taylor (Hemiptera: Psyllidae), a Psyllid Pest of Eucalypts*. - Neotropical Entomology, 44(5): 504-512.
- SOUTHWOOD T., HENDERSON P., 2000 - *Ecological Methods*. London: Blackwell Science Limited. 575 pp.
- SUMA P., NUCIFORA S., BELLA S., 2014 - *New distribution record of the invasive bronze bug Thaumastocoris peregrinus Carpintero and Dellapé (Heteroptera, Thaumastocoridae) in Italy*. - EPPPO Bulletin, 44(2): 179-182 <https://doi.org/10.1111/epp.12122>
- TAYLOR K.L., 1985 - *Australian psyllids: A new genus of Ctenarytainini (Homoptera: Psyllodea) on Eucalyptus, with nine new species*. - Journal of the Australian Entomological Society, 24: 17-30.
- TAYLOR, K.L., 1997 - *A New Australian Species of Ctenarytaina Ferris and Klyver (Hemiptera: Psyllidae)*

- Spondyliaspidae) established in Three Other Countries.* - Australian Journal of Entomology, 36: 113-115. doi:10.1111/j.1440-6055.1997.tb01442.x
- VALENTE C., HODKINSON I., 2009 - *First record of the redgum lerp psyllid, Glycaspis brimblecombei Moore (Hem.: Psyllidae), in Europe.* - Journal of Applied Entomology, 133(4): 315-317.
- VAN DER HEYDEN T., 2017 - *The first record of Thaumastocoris peregrinus Carpintero & Dellapé, 2006 (Hemiptera: Heteroptera: Thaumastocoridae) for Albania.* - Revista gaditana de Entomología, 8(1): 33-135.
- VIVAS L., CRESPO J., JACINTO V., 2015 - *Primer registro de la especie invasora Thaumastocoris peregrinus Carpintero & Dellapé, 2006 en España y nuevos datos para Portugal (Hemiptera: Thaumastocoridae).* - BV news Publicaciones Científicas, 4(48): 30-35.
- WOINARSKI J.C.Z., CULLEN J.M., HULL C., NAYUDU R., 1989 - *Lerp-feeding in birds: A smorgasbord experiment.* - Australian Journal of Ecology, 14: 227-234.
- WYLIE F.R., SPEIGHT M.R., 2012 - *Insect pests in tropical forestry.* 2nd edition. Wallingford, UK, CABI.

ENTOMOFAUNA PRONUBA E IMPORTANZA MELLIFERA DELL'EUCALIPTO¹

IGNAZIO FLORIS^a - MICHELINA PUSCEDDU^a - ALBERTO SATTA^a

^aDipartimento di Agraria, Sezione di Patologia vegetale ed Entomologia, Università di Sassari Viale Italia 39, 07100 Sassari (Italia); e-mail: ifloris@uniss.it

Lettura tenuta durante la Tavola Rotonda "Avversità e interesse apistico dell'eucalipto in ambiente mediterraneo". Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 14 giugno 2019.

Floral visitors and honey production of Eucalyptus

Eucalyptus species are of worldwide importance for their multipurpose use such as timber, pulp and fuelwood. These species establish easily, grow quickly, even on poor soils without irrigation, and can be cultivated intensively, thus having many advantages compared to other hardwood plantation species. Consequently, vast plantations of eucalyptus are found in South America (Brazil, Chile, and Argentina), in sub-Saharan Africa (South Africa, Zambia, and Malawi) and in the Mediterranean basin (Spain, Portugal, Italy, Tunisia, Algeria, and Israel). Besides their value as commercial species, eucalyptus are planted in many Temperate and Subtropical regions as ornamental trees, particularly in urban and touristic contexts. As melliferous plants, *Eucalyptus* species are a source of nectar and pollen for the production of large quantities of honey. In addition, they can provide food for many other nectarivorous and pollenophagous species, such as insects, birds and mammals. In the last decades, several invasive pests of eucalyptus have spread and established in the Mediterranean basin. Among these, some sap-sucking insects, such as the psyllids *Blastopsylla occidentalis* and *Glycaspis brimblecombei*, and the bronze bug *Thaumastocoris peregrinus*, have become major threats to eucalyptus plantations. These insects have also had an impact on the production and quality of unifloral eucalyptus honey, with a strong decrease in honey production after 2011, and a greater presence of the honeydew produced by these insects, thus negatively influencing chemical-physical parameters and pollen spectrum of eucalyptus honey.

KEY WORDS: eucalyptus, floral visitors, *Apis mellifera*, honey production.

INTRODUZIONE

Le specie di *Eucalyptus* sono tra gli alberi più diffusi per la produzione di legno da cellulosa nelle regioni temperate del mondo (ELDRIDGE *et al.*, 1993). Oltre al loro valore commerciale, grazie ai vari usi del legno e al frequente impiego come alberi ornamentali nei contesti urbani e turistici (FAO, 1981), sono piante molto rinomate anche per l'abbondante fioritura e la produzione di nettare e di polline, utili alle api (CLEMSON, 1985), a molte altre specie di insetti e di vertebrati, in particolare uccelli nettariatori e pollinifagi (HINGSTON e POTTS, 1998). Ad oggi, tuttavia, sono ancora scarse le informazioni sulla loro importanza per le api da miele e gli altri antofili associati ai loro fiori (YATES *et al.*, 2005), come sono poco noti gli effetti sulla produzione di miele e sulla sua qualità arrecati dai principali fitofagi, in particolare fitomizi di recente introduzione, che infestano queste piante. I problemi fitosanitari registrati negli ultimi decenni (PAINE *et al.*, 2010;

PAINE *et al.*, 2011), a partire dal 2006 con l'introduzione della *Blastopsylla occidentalis* (LAUDONIA, 2006), più recentemente della psilla lerp *Glycaspis brimblecombei* (LAUDONIA e GARONNA, 2010) e in ultimo della cimicetta della bronzatura *Thaumastocoris peregrinus* (DEIANA *et al.*, 2018; LAUDONIA e SASSO, 2012), hanno avuto un forte impatto negativo sulla salute delle piante con conseguenze sulla fioritura, sulla produzione e la qualità del miele, anche per la contemporanea produzione di melata (FLORIS *et al.*, 2017). Il miele uniflorale è commercializzato in tutto il mondo. In Europa le principali aree di produzione sono l'Italia, la Spagna e il Portogallo (PERSANO ODDO *et al.*, 2004). Al di fuori dell'Europa, grandi quantità di miele di eucalipto sono prodotte nei paesi di origine di queste piante (Australia e Nuova Zelanda) (MARTOS *et al.*, 2000; SOMMERVILLE, 2010) o in altri in cui sono state ampiamente introdotte e diffuse per vari scopi (Nord e Sud Africa, Israele, America centrale e meridionale, Asia) (GUY, 1974). Secondo CRANE (1975), il potenziale mellifero dell'eucalipto varia molto tra le specie. Alcuni studi hanno valutato che la produzione di nettare (DAVIS, 1997), in condizioni di crescita favorevoli, ad esempio per *E. eritrosis*, può raggiungere 970 g (sostanza secca) per pianta, equivalenti, in una piantagione (6 x 6 m) con 280 alberi/ha, a 250 kg/ha; nel caso di piantagioni più dense (4 x 4 m) con 620

¹ Gli autori ringraziano la "Regione Autonoma della Sardegna, Tavolo Tecnico Difesa Fitosanitaria Pianta Forestali, Assessorato Difesa Ambiente - Servizio Tutela del suolo e politiche forestali" per il supporto finanziario del "Programma di tutela fitosanitaria delle specie di *Eucalyptus*". delle specie di *Eucalyptus*".

alberi/ha, si può addirittura prevedere una resa di 600 kg/ha (LUPO e EISIKOWITCH, 1990) corrispondenti a circa 700 kg di miele. L'interesse apistico è stato valutato anche per altre specie come ad esempio *E. globulus*, *E. grandis* e *E. nitens*, le quali sono state definite di media o scarsa importanza per la produzione di miele, ma più utili come sorgenti di polline per supportare lo sviluppo degli alveari dopo lo svernamento (GOODMAN, 1973) o per favorirne lo sviluppo in preparazione degli spostamenti verso flussi nettariiferi più vantaggiosi (CLEMSON, 1985), (BLAKE e ROFF, 1988; GOODMAN, 1973; GOODMAN, 2001). Ancora, per specie come *E. albens*, *E. caleyi*, *E. calophylla*, *E. crebra*, *E. diversicolor*, *E. macrorhyncha*, *E. maculata*, *E. marginata*, *E. melanophloia*, *E. melliodora*, *E. microtheca*, *E. muelleriana*, *E. ochrophloia*, *E. paniculata*, *E. pauciflora*, *E. redunca*, *E. sideroxylon*, sono riportati valori di potenziale mellifero variabili da minimi di 20 (*E. redunca* ed *E. marginata*) a massimi di 160 kg (*E. paniculata*) per alveare e valori di polline da scarsi ad elevati (SOMERVILLE, 1998; MONCUR e KLEINSCHMIDT, 1992). In Italia, la diffusione dell'eucalipto e la relativa produzione di miele riguarda soprattutto le regioni centro-meridionali, incluse le isole maggiori. Le piantagioni di eucalipto si stima che coprano almeno 50.000 ettari, corrispondenti ad una produzione potenziale di 10.000 tonnellate di miele all'anno se si considera una resa di 200 kg/ha (RICCIARDELLI D'ALBORE e PERSANO ODDO, 1978). La specie più comune e più importante per l'apicoltura è *E. camaldulensis*, a fioritura estiva, seguita da *E. occidentalis* (fioritura settembre - ottobre), *E. globulus* (fioritura novembre - giugno), *E. viminalis* (fioritura maggio - giugno), *E. niphophila*, *E. parviflora* (fioritura luglio - agosto) e *E. glaucescens* (fioritura settembre - ottobre).

API E ALTRE SPECIE ANTOFILE

La fauna antofila associata all'eucalipto non include solo specie di insetti, per quanto prevalenti, ma anche vertebrati come diverse specie di uccelli e mammiferi. Gli uccelli (soprattutto pappagalli antofili e uccelli muraioli) possono addirittura risultare gli impollinatori più importanti nel sud dell'Australia durante l'inverno, quando le condizioni climatiche limitano il volo degli insetti (HINGSTON e POTTS, 1998). Anche in Europa (Spagna) è stato studiato il ruolo degli uccelli nell'impollinazione di *E. globulus* (CALVIÑO-CANCELA e NEUMANN, 2015). Non sono stati evidenziati uccelli nettariivori specializzati, ma l'interazione tra questa specie di eucalipto e gli uccelli è emersa dall'abbondanza di polline rilevata negli uccelli catturati tramite reti. Il polline di eucalipto era presente in 171 individui appartenenti a 19 specie (su 485 uccelli catturati e 33

specie). I grandi carichi di polline trovati sono indicativi dell'uso frequente dei fiori di eucalipto da parte della comunità degli uccelli, a dimostrazione dell'alta rilevanza ecologica di questa interazione anche negli ambienti di introduzione degli eucalipti.

Gli insetti antofili restano comunque prevalenti, con una composizione geografica variabile, che include oltre ad *Apis mellifera* (specie dominante) altri Apoidei, Ditteri, Coleotteri, Ortotteri e Lepidotteri.

L'*Apis mellifera* e altri antofili diurni associati ai fiori di *E. camaldulensis* sono stati valutati recentemente in Sardegna (FLORIS *et al.*, 2020). Le api sono state rilevate a livello di genere o specie, mentre gli altri taxa sono stati identificati a livello di famiglia o di ordine (Ditteri, Lepidotteri, Imenotteri Formicoidei, Coleotteri e Ortotteri). Le osservazioni sui fiori di *E. camaldulensis* sono state effettuate seguendo il metodo di UTELLI e ROY (2000). Per distinguere i visitatori generali dagli impollinatori veri e propri, è stato osservato il comportamento degli insetti sul fiore, verificando così un probabile contatto con le antere e i pistilli. Il coefficiente di correlazione di Pearson (r) è stato utilizzato per verificare le correlazioni tra il numero di api da miele con la temperatura ambientale e il numero di fiori aperti per infiorescenza (SANZANA *et al.*, 2012). L'analisi dei dati ha evidenziato che gli insetti più frequenti che hanno visitato i fiori di *E. camaldulensis* appartenevano all'ordine degli Imenotteri (~ 87%), la specie più abbondante è stata *A. mellifera* (~ 64% del totale dei visitatori), seguita da altre specie di Apoidei (~ 15%) e da Formicidi (~ 8%). I Ditteri e i Coleotteri hanno rappresentato rispettivamente il 9% e il 3% del totale dei visitatori. Mentre, gli Ortotteri (0,4%) e i Lepidotteri (0,1%) sono stati trovati solo sporadicamente. Nel periodo di fioritura di *E. camaldulensis*, la maggiore attività delle api da miele è stata registrata, nelle ore centrali della giornata (13-14 h), soprattutto a partire da fine giugno (primo mese di fioritura), mostrando un andamento variabile nel tempo. Mentre, nelle prime settimane di giugno, la principale attività di impollinazione è stata svolta da api selvatiche appartenenti alle seguenti specie: *Andrena thoracica*, *A. nigroaenea*, *A. flavipes*, *A. morio*; *Nomiapis diversipes*; *Lasioglossum villosulum*, *L. pauxillum*, *L. pauperatum*, *L. malachurum*, *L. interruptum*; *Nomada sp.*; *Ceratina dallatorreana*; *Hylaeus clypearis*, *H. cornutus*; e *Bombus terrestris sassaricus* (Tavola 1).

IL MIELE UNIFLOREALE

Il miele di eucalipto si produce in Italia, in altri paesi del bacino del Mediterraneo (soprattutto Spagna), nel Sud America (Uruguay) e in Australia. In Spagna è presente una DOP che certifica il miele di eucalipto della Galizia.

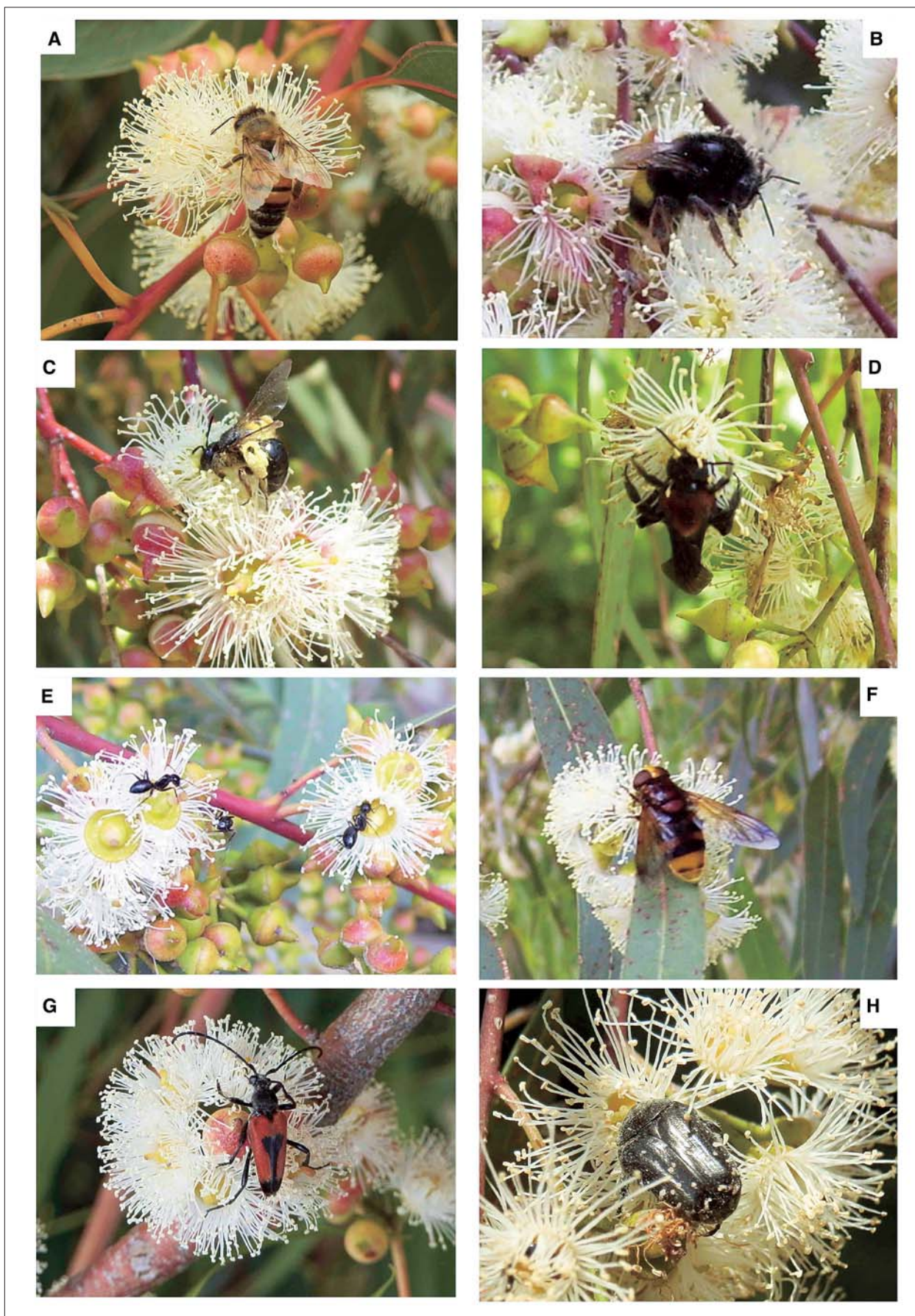


Tavola I – Insetti rilevati in Sardegna su fiori di eucalipto (Floris *et al.*, 2000): (A) *Apis mellifera ligustica*; (B) *Bombus terrestris sassaricus*; (C) *Andrena* sp.; (D) *Andrena thoracica*; (E) Formicidae; (F) *Volucella zonaria*; (G) *Stictoleptura cordigera*; (H) *Oxythyrea funesta*. (Foto di Franco Buffa).

È un miele che tende a cristallizzare spontaneamente in tempi abbastanza rapidi, dando luogo ad una massa compatta con cristalli fini o medi, talvolta si presenta tenace, asciutto, con cristalli medio-grossi o grossi, sabbiosi e taglienti. Il colore è medio (compreso fra 35 e 80 mm Pfund), da ambrato chiaro a scuro nel miele liquido, beige grigiastro in quello cristallizzato. L'odore è abbastanza intenso, molto caratteristico, aggressivo, di funghi secchi, di liquirizia, di affumicato, di caramello. Il sapore, da normalmente a molto dolce; l'aroma di media intensità, molto caratteristico, richiama le sensazioni olfattive.

Si distinguono due tipologie di miele: estivo e autunnale. L'estivo ha valori più elevati di attività enzimatica (indice diastatico > di 15 unità Schade/g) mentre quello autunnale ha un basso tenore naturale di enzimi (indice diastatico compreso fra 5 e 15 unità Schade/g). Possono trovarsi mieli misti con caratteristiche intermedie. I valori di conducibilità elettrica sono medio-alti (0,40 – 0,70 mS/cm). Questi parametri, tuttavia, sono relativi ai mieli prodotti e/o commercializzati in Italia. In Germania alcuni parametri hanno limiti leggermente differenti: conducibilità elettrica > 0,30 mS/cm, colore compreso fra 20 e 100 mm Pfund.

Sotto il profilo melissopalinologico, *E. camaldulensis* è una pianta dal polline fortemente iper-rappresentato nel miele, mentre *E. occidentalis* ha un polline normalmente rappresentato nel miele. Pertanto, i mieli italiani per poter essere definiti uniflorali, devono avere un percentuale minima del 90% di polline di *Eucalyptus* (nei mieli estivi) o superiore al 45% (nei mieli autunnali). Esistono anche mieli che sono miscele delle due tipologie e per i quali si considera il limite del 45% di polline di *Eucalyptus* per la definizione dell'unifloralità.

La quantità di elementi figurati (polline, elementi indicatori di melata etc.) rintracciabile in questa tipologia di miele è elevata nei mieli estivi (III classe di rappresentatività) con una media di 269.000 in 10g di miele, mentre è media in quelli autunnali (II classe di rappresentatività) con valori compresi tra 20.000 e 100.000. Nei mieli misti delle due specie, le caratteristiche sono intermedie. Lo spettro pollinico dei mieli prodotti in Italia è caratterizzato dalla presenza costante di *Eucalyptus*, Brassicaceae, *Trifolium repens* gr., *Hedysarum*, e con minore frequenza, *Rubus* f., *T. pratense* gr., Apiaceae, *Papaver* ed *Olea*.

In Italia, alcuni pollini possono essere considerati marcatori dei mieli delle singole regioni (PALMIERI *et al.*, 2020). In Calabria, ad esempio, l'associazione botanica tipica della regione è caratterizzata dalla presenza costante di *Castanea*, Apiaceae, *Hedysarum* e Oleaceae. Nei mieli di eucalipto autunnali, al contrario, si evidenziano, oltre ad *E. occidentalis*, marcatori quali *Asparagus acutifolius*, *Artemisia*, *Amaranthus*, *Phoenix* e *Xanthium* (questi ultimi due presenti anche

in Sicilia). Per quanto riguarda lo spettro pollinico dei mieli provenienti dalla Sicilia, da rilevare in particolare la presenza costante di *Citrus*, Compositae forma S, Apiaceae e Anacardiaceae. I mieli di eucalipto provenienti dalla Sardegna, accanto ai pollini sopra citati, hanno evidenziato anche la presenza costante di *Echium*, *Cistus*, *Galactites* meno frequentemente di *Lavandula stoechas*, *Pistacia* e *Myrtus* f.

Lo spettro pollinico dei mieli spagnoli (RODRÍGUEZ FLORES *et al.*, 2014) evidenzia un'associazione caratteristica formata da *Eucalyptus*, sempre presente ma in percentuale mediamente più bassa rispetto a quanto rilevato nei mieli italiani; diverse Compositae, *Echium*, alcune Leguminosae, tra cui *Vicia*; Lamiaceae (*Lavandula* e *Rosmarinus*), Ericaceae, *Reseda* e *Campanula* f. e tra i non nettariiferi diverse specie di *Cistus* e *Hypecoum*. Mentre, lo spettro dei mieli provenienti dai paesi del Sud America (Uruguay) è caratterizzato da *Baccharis* f., *Hyptis*, *Bursera*, *Epilobium*, *Acacia*, *Mutisia*, *Elaeis*, *Borreria*, *Weinmannia*, *Mimosa* spp. e *Cecropia*.

In Europa, non essendo presente una legislazione specifica, si adotta la regola tedesca che consente di definire come uniflorali i mieli che presentano una percentuale di polline di *Eucalyptus* maggiore dell'85%, ma sono tollerati anche mieli con una percentuale maggiore del 70%.

Una recente indagine svolta in Sardegna (FLORIS *et al.*, 2020) ha consentito di evidenziare l'impatto dei nuovi fitofagi dell'eucalipto sulla produzione di miele. Nel 2011, prima della diffusione e dell'insediamento di questi nuovi parassiti, le rese medie per alveare erano mediamente di 35 kg, mentre nei due anni successivi (2012-14) all'introduzione della citata psilla lerp si è registrato un crollo con valori medi da 3,1 a 6,6 kg/alveare, saliti a circa 15 kg/alveare nel 2015 e nel 2016, e fino a circa 18-20 kg/alveare negli ultimi anni (2017-18). I mieli di eucalipto contaminati da melata sono risultati leggermente più scuri, passando da 52,8 a 85 mm Pfund. Inoltre, la presenza della melata prodotta dagli insetti fitomizi è risultata responsabile delle variazioni di alcune caratteristiche chimico-fisiche (glucosio, fruttosio e conducibilità elettrica) e melissopalinologiche rispetto agli standard definiti per questo miele. Le percentuali di polline talvolta sono risultate leggermente inferiori al limite richiesto del 90% per i mieli estivi (PERSANO ODDO *et al.*, 2000), mettendo a rischio la possibilità di classificazione uniflorale.

BIBLIOGRAFIA

- BLAKE S., ROFF C., 1988 - *Honey Flora of Queensland*. Department of Primary Industries, Queensland Government.
- CALVIÑO-CANCELA M., NEUMANN M., 2015 - *Ecological*

- integration of eucalypts in Europe: Interactions with flower-visiting birds.* - Forest Ecology and Management, 358: 174-179.
- CLEMONS A., 1985 - *Honey and Pollen Flora*. Department of Agriculture, New South Wales. Inkata Press, Melbourne, Australia.
- CRANE E., 1975 - *Honey. A comprehensive survey*. Heinemann, London.
- DAVIS A.R., 1997 - *Influence of floral visitation on nectar-sugar composition and nectary surface changes in Eucalyptus*. - Apidologie, 28 (1): 27-42.
- FAO, 1981 - *Eucalyptus for planting*. FAO Forestry Series No. 11. FAO, Rome.
- FLORIS I., BUFFA F., SATTA A. 2017 - *Interesse apistico dell'eucalipto e impatto degli attacchi di fitomizi sulla produzione di miele uniflorale*. In: Atti Convegno "Problematiche fitosanitarie dell'eucalipto", Tramatza (Oristano) 25-26 marzo 2017.
- FLORIS I., PUSCEDDU M., MANNU R., BUFFA F., QUARANTA M., SATTA A., 2020 - *Impact of sap-sucking insect pests (Blastopsylla occidentalis Taylor and Glycaspis brimblecombei Moore, Hemiptera: Psyllidae) on unifloral eucalyptus honey*. - Annals of Selvicultural Researches (accepted for publication).
- GOODMAN R., 1973 - *Honey Flora of Victoria*. Department of Agriculture, Victoria.
- GOODMAN R., 2001 - *Beekeepers' Use of Honey and Pollen Flora Resources in Victoria*. Rural Industries Research and Development Corporation. Canberra. Publication No. 01/050. www.rirdc.gov.au.
- GUJ R., 1974 - *Eucalyptus grandis Hill ex Maiden, as honey plant in South Africa*. - South Africa Bee Journal, 46 (1): 6-7.
- HINGSTON A.B., POTTS B.M., 1998 - *Floral visitors of Eucalyptus globulus subsp. globulus in eastern Tasmania*. - Tasforesfs, 10: 125-139.
- LAUDONIA S., 2006 - *Un nuovo psillide su eucalipto*. - L'Informatore Agrario, 62(9): 89.
- LAUDONIA S., GARONNA A.P., 2010 - *The red gum lerp psyllid, Glycaspis brimblecombei, a new exotic pest of Eucalyptus camaldulensis in Italy*. - Bulletin of Insectology, 63(2): 233-236.
- LAUDONIA S., SASSO R., 2012 - *The bronze bug Thaumastocoris peregrinus: a new insect recorded in Italy, damaging to Eucalyptus trees*. - Bulletin of Insectology, 65(1): 89-93.
- LUPO A., EISIKOWITCH D., 1990 - *Eucalyptus erythrociris: a source of nectar and pollen for honey bees in Israel*. - Apidologie, 21(1): 25-33.
- MARTOS I., FERRERES F., YAO L., D'ARCY B., CAFFIN N., TOMÁS-BARBERÁN F.A., 2000 - *Flavonoids in monospecific eucalyptus honeys from Australia*. - Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48: 4744-4748.
- MONCUR M.W., KLEINSCHMIDT G.J., 1992 - *A role for honeybees in Eucalyptus plantations*. Forestry Symposium Bordeaux, France.
- PAINE T.D., MILLAR J.G., DAANE K.M., 2010 - *Accumulation of Pest Insects on Eucalyptus in California: Random Process or Smoking Gun*. - Journal of Economic Entomology, 103(6): 1943-1949.
- PAINE T.D., STEINBAUER M.J., LAWSON S.A., 2011 - *Native and exotic pests of eucalyptus: a worldwide perspective*. - Annual Review of Entomology, 56(1): 181-201.
- PALMIERI N., GRILLENZONI F., CORVUCCI F., GAZZIOLA F., FERRAZZI P., RICCIARDELLI D'ALBORE G., PIANA L., FLORIS I., 2020 - *Honey diversity*. In: Italian Apiculture, a Journey through the History and Honey Diversity. Ed. I. Floris. Accademia Nazionale Italiana di Entomologia (in press).
- PERSANO-ODDO L., PIRO R., 2004 - *Main European unifloral honeys: Descriptive sheets*. - Apidologie, 35(1): 38-81.
- RICCIARDELLI D'ALBORE G., PERSANO-ODDO L., 1978 - *Flora Apistica Italiana*. Istituto sperimentale per la zoologia agraria, Firenze.
- RODRÍGUEZ FLORES M.S., ESCUREDO PÉREZ O., SEIJO COELLO M.C., 2014 - *Characterization of Eucalyptus globulus honeys produced in the Eurosiberian area of the Iberian peninsula*. - International Journal of Food Properties, 17: 2177-2191.
- SANZANA M.J., PARRA L.E., BENÍTEZ H.A., ESPEJO J., 2012 - *Entomofauna polinizadora de Eucalyptus nitens en huertos semilleros del centro sur de Chile [Pollinator insects of Eucalyptus nitens in a clonal seed orchard in South Central Chile]*. - Bosqua, 33(1): 25-31.
- SOMERVILLE D.C., 1998 - *State Forests. A valuable beekeeping Resource*. ANU, Forestry Research Colloquium, February.
- SOMMERVILLE D., 2010 - *Forestry Plantations and Honeybees*. RIRDC Publication No. 10/076 (June 2010) Ed. Rural Industries Research and Development Corporation. ISBN 978-1-74254-047-4 - ISSN 1440-6845: 27 pp.
- UTELLI A.B., ROY B.A., 2000 - *Pollinator abundance and behavior on Aconitum lycoctonum (Ranunculaceae): an analysis of the quantity and quality components of pollination*. - Oikos, 89(3): 461-470.

176 - Pagina bianca

MALATTIE EMERGENTI DELL'EUCALIPTO IN ITALIA

BENEDETTO T. LINALDEDDU^a

^a Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali, Università di Padova, Viale dell'Università 16, 35020, Legnaro (PD), Italy; e-mail: benedetto.linaldeddu@unipd.it

Lettura tenuta durante la Tavola Rotonda "Avversità e interesse apistico dell'eucalipto in ambiente mediterraneo". Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 14 giugno 2019.

Emerging diseases of eucalypts in Italy

The increasing occurrence of invasive and exotic plant pathogenic oomycetes and fungi in Italy is impacting severally rural livelihoods and biodiversity of natural and semi-natural ecosystems. Here it is provided an overview of emerging pathogens targeting eucalypt plantations. Scientific data concerning this growing emergency are until now limited to Sardinian formations. An improved knowledge of taxonomy, distribution and damage caused by these organisms to national scale will be crucial for developing suitable strategies to manage these emerging diseases.

KEY WORDS: exotic species, invasive plant pathogenic oomycetes and fungi.

INTRODUZIONE

Il genere *Eucalyptus* è un importante raggruppamento tassonomico di piante arboree ed arbustive che racchiude circa 700 specie, la maggior parte delle quali native dell'Australia. Qui, le piante di eucalipto caratterizzano oltre il 70% delle formazioni boschive e rappresentano la componente chiave di vari ecosistemi forestali, fornendo cibo e habitat per una miriade di animali e microrganismi (AUSTIN e MEYERS, 1996; LADIGES *et al.*, 2003; THORNHILL *et al.*, 2019). Nel corso degli ultimi due secoli l'elevata adattabilità ecologica delle piante di eucalipto e l'ottima qualità del legname da loro prodotto ne hanno favorito la diffusione su scala globale (MARTIN, 2003). In Italia sono state introdotte varie specie di eucalipto fin dagli inizi del 1800, dapprima con scopi ornamentali all'interno di parchi e giardini e, successivamente, con finalità produttive su territori anche vasti di diverse regioni dell'Italia centro-meridionale, tanto da divenire col tempo parte integrante del paesaggio rurale.

Sotto il profilo sanitario, numerose avversità biotiche concorrono ad insidiare la produttività e la consistenza degli impianti di eucalipto. In particolare, importanti malattie causate sia da patogeni fungini, quali *Teratosphaeria* (= *Mycosphaerella*) *nubilosa* (LUNDQUIST, 1987), *Austropuccinia psidii* (PLESSIS *et al.*, 2019) e *Neofusicoccum parvum* (GEZAHGNE *et al.*, 2004), sia da oomiceti fitopatogeni come *Phytophthora cinnamomi* (DAVISON, 2015) arrecano danni gravi di natura economica ed ecologica in tutti gli areali di coltivazione dell'eucalipto.

Per quanto riguarda più da vicino la situazione fitosanitaria degli impianti di eucalipto in Italia, nell'ultimo decennio si è avuta una rapida diffusione di forme di deperimento negli impianti produttivi, nelle formazioni adibite a fasce frangivento e nelle alberature stradali della Sardegna. Le ricerche effettuate per chiarire l'eziologia dei quadri sintomatologici riscontrati hanno consentito di accertare per la prima volta in Italia la presenza di infezioni causate da patogeni esotici ed invasivi afferenti alla famiglia delle *Botryosphaeriaceae* e al genere *Phytophthora* (DEIDDA *et al.*, 2015, 2016).

CANCRI E DISECCAMENTI DA *BOTRYOSPHAERIACEAE*

A partire dal 2010 è stata riscontrata una malattia grave, nuova per l'Italia, su piante sia giovani sia adulte di *Eucalyptus camaldulensis*. Le piante colpite manifestano un graduale declino vegetativo con disseccamento progressivo di rami e branche (Fig. 1a). Lungo le branche e il fusto si formano cancri dall'aspetto depresso, in corrispondenza dei quali la rimozione della corteccia lascia intravedere lesioni necrotiche bruno-scuri nei tessuti legnosi più interni. La sezione trasversale degli organi colpiti mette in evidenza un caratteristico settore necrotico a forma di "V" che si estende progressivamente su porzioni sempre più ampie di tessuti corticali e legnosi, causando il disseccamento delle parti distali (Fig. 1b).

Tali quadri sintomatologici sono molto simili a quelli recentemente descritti su varie specie di eucalipto interessate da attacchi di *Botryosphaeriaceae* in



Fig. 1 – Principali quadri sintomatologici causati dagli attacchi di *Botryosphaeriaceae* su piante di *Eucalyptus camaldulensis*: disseccamento di rami e branche con progressiva rarefazione della chioma (a); sezione trasversale di una branca con in evidenza i settori necrotici a forma di “V” in corrispondenza dei cancri (b). Morfologia della colonia di *Neofusicoccum australe* dopo 4 giorni di crescita a 25°C su PDA (c).

Australia e Sudafrica (WINGFIELD *et al.*, 2008; SLIPPERS *et al.*, 2009).

Anche dalle indagini effettuate in Sardegna è emerso che nell’eziologia dei cancri e disseccamenti degli organi legnosi di piante di eucalipto sono coinvolti diversi patogeni fungini appartenenti alla famiglia delle *Botryosphaeriaceae*, il più aggressivo dei quali appare il *Neofusicoccum australe* (Fig. 1c), un patogeno polifago nativo dell’Australia (BURGESS *et al.*, 2006).

MARCIUMI RADICALI E MORIA DA *PHYTOPHTHORA*

A partire dal 2014, in alcune piantagioni di *Eucalyptus camaldulensis* della Sardegna centro-meridionale sono state riscontrate piante con sintomi di microfillia, clorosi e necrosi lungo il fusto e al colletto, spesso associate ad essudazioni nerastre (Fig. 2a, b, c). Inizialmente questi sintomi sono stati attribuiti ad attacchi di *Phytophthora alticola*, una specie patogena recentemente descritta in Sudafrica su *Eucaliptus* spp. (MASEKO *et al.*, 2007; DEIDDA *et al.*, 2015).

Successive indagini, effettuate negli stessi impianti

di *E. camaldulensis* visitati cinque anni prima, hanno consentito di accertare anche la presenza di un altro patogeno, *Phytophthora plurivora* (Fig. 2d, e), una specie polifaga coinvolta nel deperimento e moria di numerose specie arboree di interesse forestale in Europa (HAQUE *et al.*, 2014; MORA-SALA *et al.*, 2019). Questa è la prima segnalazione di *P. plurivora* su eucalipto in Italia. Di certo, la diffusione di *P. alticola* e *P. plurivora* nelle piantagioni di eucalipto rappresenta una nuova e seria minaccia per lo sfruttamento produttivo di questa importante risorsa forestale.

CONCLUSIONI

L’elevata polifagia e la numerosità delle specie patogene ed invasive recentemente rinvenute nelle piantagioni di eucalipto deperenti della Sardegna, oltre a rimarcare la gravità del problema fitosanitario di queste formazioni, sottolineano l’elevato rischio di diffusione di patogeni potenzialmente dannosi anche alle coltivazioni agrarie adiacenti agli impianti di eucalipto.

Al fine di prevenire l’ulteriore insorgenza di malattie

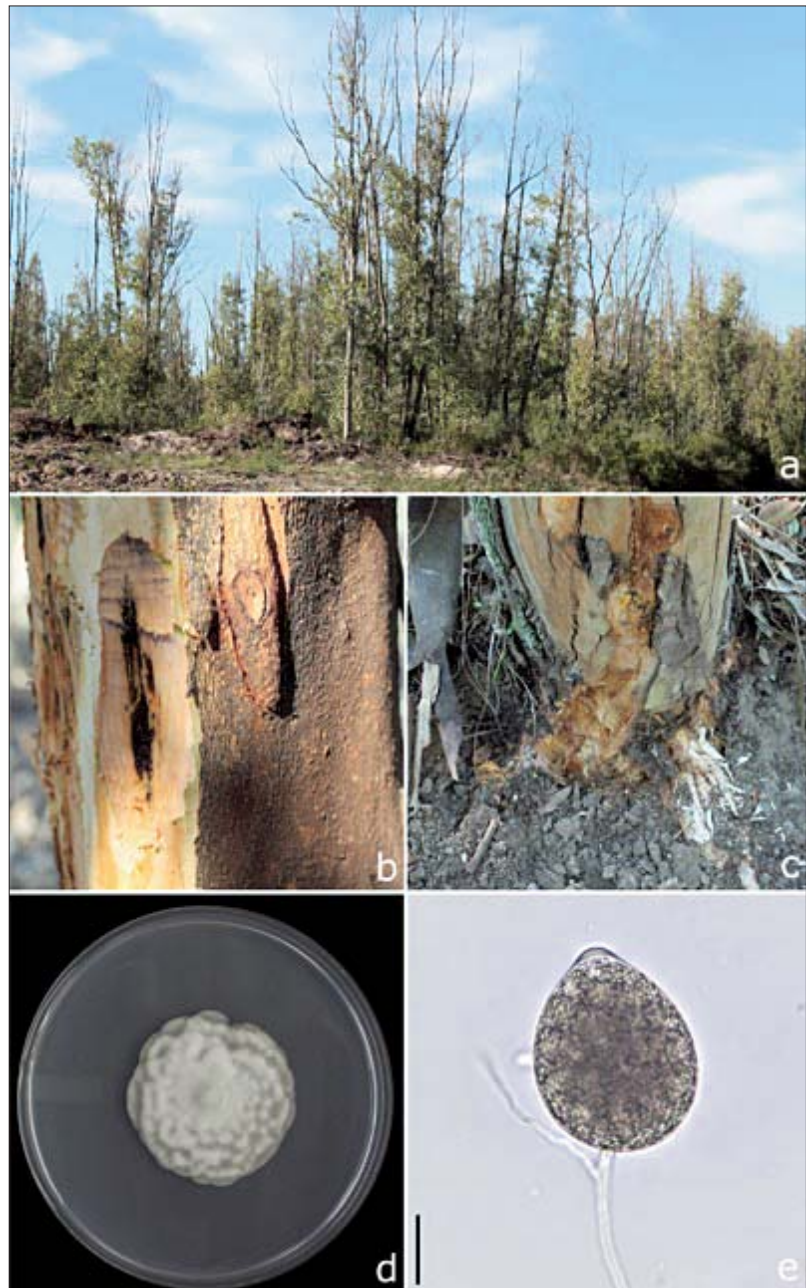


Fig. 2 – Principali quadri sintomatologici causati dagli attacchi di *Phytophthora* spp. su piante di *Eucalyptus camaldulensis*: rarefazione della chioma, disseccamento progressivo di rami e comparsa di getti epicormici su fusto e branche (a); particolare delle necrosi sotto corticali a livello del fusto (b) e del colletto (c). Morfologia della colonia di *Phytophthora plurivora* dopo 7 giorni di crescita a 20°C su PDA (d); particolare di uno sporangio persistente e semipapillato (e). La barra della scala indica 20 µm

nei popolamenti di eucalipto sarebbe auspicabile l'adozione di un piano di monitoraggio fitosanitario su scala nazionale e lo sviluppo di nuovi strumenti diagnostici utili nell'intercettare la presenza dei patogeni più pericolosi nel materiale di propagazione anche asintomatico.

BIBLIOGRAFIA

- AUSTIN M.P., MEYERS J.A., 1996 – *Current approaches to modelling the environmental niche of eucalypts: implications for management of forest biodiversity*. - For. Ecol. Manage., 85: 95-106.
- BURGESS T.I., SAKALIDIS M.L., HARDY G.E.S., 2006 – *Gene flow of the canker pathogen Botryosphaeria australis between Eucalyptus globulus plantations and native eucalypt forests in Western Australia*. - Austral. Ecol., 31: 559-566.
- DEIDDA A., LINALDEDDU B.T., SCANU B., FRANCESCHINI A., 2015 – *Neofusicoccum australe and Phytophthora alticola: the main pathogens associated with declining Eucalyptus camaldulensis trees in Sardinia (Italy)*. - Phytopathol. Mediter., 54(1): 150.
- DEIDDA A., BUFFA F., LINALDEDDU B.T., PINNA C., SCANU B., DEIANA V., SATTÀ A., FRANCESCHINI A., FLORIS I., 2016 – *Emerging pests and diseases threaten Eucalyptus camaldulensis plantations in Sardinia, Italy*. - iForest, 9: 883-891.
- DU PLESSIS E., GRANADOS G.M., BARNES I., HO W.H., ALEXANDER B.J.R., ROUX J., McTAGGART A.R., 2019 – *The pandemic strain of Austropuccinia psidii causes myrtle rust in New Zealand and Singapore*. - Australas. Plant Path., 48: 253-256.
- GEZAHGNE A., ROUX J., SLIPPERS B., WINGFIELD M.J., 2004 – *Identification of the causal agent of Botryosphaeria stem*

- canker in Ethiopian Eucalyptus plantations*. - S. Afr. J. Bot., 70: 241-248.
- HAQUE M.M., MARTÍNEZ-ÁLVAREZ P., LOMBA J.M., MARTÍN-GARCÍA J., DIEZ J.J., 2014 – *First report of Phytophthora plurivora causing collar rot on common alder in Spain*. - Plant Dis., 98: 425-425.
- LADIGES P.Y., UDOVICIC F., NELSON G., 2003 – *Australian biogeographic connections and the phylogeny of large genera in the plant family Myrtaceae*. - J. Biogeogr., 30: 989-998.
- LUNDQUIST J.E., PURNELL R.C., 1987 – *Effects of Mycosphaerella leaf spot on growth of Eucalyptus nitens*. - Plant Dis., 71: 1025-1029.
- MARTIN B., 2003 – *Eucalyptus: a strategic forest tree*. In: *Eucalyptus Plantations; Research, Management and Development* (Wei R-P, Xu D, eds). World Scientific Singapore, pp. 3-18.
- MASEKO B., COUTINHO T.A., BURGESS T.I., WINGFIELD B.D., WINGFIELD M.J., 2007 – *Two new species of Phytophthora from South African eucalypt plantations*. - Mycol. Res., 111: 1321-1338.
- MORA-SALA B., GRAMAJE D., ABAD-CAMPOS P., BERBEGAL M., 2019 – *Diversity of Phytophthora species associated with Quercus ilex L. in three Spanish regions evaluated by NGS*. - Forests, 10: 979.
- SLIPPERS B., BURGESS T., PAVLIC D., AHUMADA R., MALEME H., MOHALI S., RODAS C., WINGFIELD M.J., 2009 – *A diverse assemblage of Botryosphaeriaceae infect Eucalyptus in native and non-native environments*. - South. For., 71: 101-110.
- THORNHILL A.H., CRISP M.D., KÜLHEIM C., LAM K.E., NELSON L.A., YEATES D.K.F., MILLER J.T., 2019 – *A dated molecular perspective of eucalypt taxonomy, evolution and diversification*. - Aust. Syst. Bot., 32: 29-48.

UN PROGETTO PER UN *EUCALYPTUS SENTINEL GARDEN* NELLA RETE INTERNAZIONALE IPSN (INTERNATIONAL PLANT SENTINEL NETWORK)

GIUSEPPE BRUNDU^a - ARTURO COCCO^a - GIOVANNI PIRAS^b - IGNAZIO FLORIS^a

^a Dipartimento di Agraria, Sezione di Patologia vegetale ed Entomologia, Università di Sassari, Viale Italia 39, 07100 Sassari (Italia); e-mail: ifloris@uniss.it

^b Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato della Difesa dell'Ambiente, Servizio tutela della natura e politiche forestali, Via Roma 80, 09123 Cagliari (Italia)

Lettura tenuta durante la Tavola Rotonda "Avversità e interesse apistico dell'eucalipto in ambiente mediterraneo". Seduta pubblica dell'Accademia - Firenze, 14 giugno 2019.

A project for a Eucalyptus sentinel garden in the International Plant Sentinel Network (IPSN)

The sentinel garden is an increasingly widespread strategy tool for early identification of plant pests before they spread becoming a risk to other species of major economic interest. Moreover, the use of sentinel gardens can strengthen and improve pest risk analysis by reporting little-known invasive organisms and revealing numerous new host plant-phytophagous associations. The increase in the number of alien insects on *Eucalyptus* sp.pl. has been among the highest in Europe and worldwide, and the quarantine protocols have proved ineffective in limiting the spread of invasive insects. Sentinel *Eucalyptus* plants are therefore a suitable option for early warning of new introductions prior to their spread. During 2019, seeds of 50 *Eucalyptus* species (the most common in the Mediterranean area) were acquired from the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation - Australian Tree Seed Center (CSIRO-ATSC) and planted in greenhouses at the Fo.Re.S.T.A.S. Regional Agency nursery in Campulongu (OR). An area of about 4 hectares was allocated with the aim to establish in 2020 the sentinel garden, which has already joined the International Plant Sentinel Network (IPSN).

KEY WORDS: specie aliene invasive, monitoraggio, prevenzione, valutazione del rischio.

ASPETTI GENERALI ED APPLICATIVI SUI *SENTINEL GARDENS*

Il commercio di piante vive, in particolare ornamentali, è considerato la via principale d'introduzione per organismi nocivi (virus, batteri, funghi e insetti) con il rischio di conseguenti danni all'agricoltura, alle foreste ed al paesaggio (LIEBOLD *et al.*, 2012). Ogni anno, il numero di piante vive e quello di specie vegetali commercializzate aumenta, rappresentando nuove minacce per l'ambiente e per l'economia a livello mondiale. Nonostante i controlli in atto (Direttiva n. 2000/29/CE, D. Lgs. n. 214/2005 e ss.mm.ii.) ed i vigenti divieti di introduzione per molte piante e prodotti vegetali in tutti gli stati membri dell'Unione Europea da Paesi non europei, i confini dell'Europa, e particolarmente dell'Italia, risultano piuttosto permeabili e vulnerabili (ESCHEN *et al.*, 2015; KLAPWIJK *et al.*, 2016). Numerosi sono gli esempi riportati in letteratura, anche di recente, sulla crescente incidenza di questo problema a livello fitosanitario (BRADLEY *et al.*, 2012).

Le analisi del rischio fitosanitario effettuate sono spesso limitate ai parassiti o agenti patogeni più noti o probabili, di cui le piante importate possono essere vettori. Le analisi si basano su ricerche in letteratura, e sono quindi condizionate dalle conoscenze acquisite, talvolta incomplete, piuttosto che su riscontri diretti

sulla reale più vasta gamma di potenziali minacce. Numerosi insetti e funghi invasivi recentemente introdotti in Europa non erano noti per essere dannosi nel loro areale di origine e non erano, dunque, soggetti a nessuna misura fitosanitaria di controllo (VETTRAIANO *et al.*, 2015). Alcune di queste specie non erano neppure note prima della loro introduzione. L'associazione pianta ospite-fitofagi può riguardare decine o centinaia di specie, la gran parte delle quali non segnalate in letteratura, con alcuni casi di possibile adattamento su specie native (ROQUES *et al.*, 2015).

Il *sentinel garden* rappresenta una strategia sempre più diffusa per segnalare tempestivamente o identificare i parassiti delle piante in una particolare regione prima della loro diffusione. Questa tecnica consente di monitorare gli insetti o i patogeni che si possono sviluppare su una determinata specie vegetale e costituire un rischio anche per altre specie di rilevante interesse economico. Per questo motivo, l'impiego di *sentinel garden ex patria* di specie vegetali europee si sta sviluppando nelle aree di origine dei parassiti, soprattutto l'Asia, con l'obiettivo di identificare insetti e fitofagi potenzialmente invasivi prima della loro introduzione (ROQUES *et al.*, 2015; VETTRAIANO *et al.*, 2015; ESCHEN *et al.*, 2019). Ad esempio, nel caso della piralide del bosso, *Cydalima perspectalis*, possono essere impiegati i vivai sentinella, impiantati nelle regioni di esportazione

per evidenziare eventuali parassiti che verrebbero diffusi attraverso il commercio (KENIS *et al.*, 2018). Queste forme di monitoraggio permanente consentono di superare i limiti delle conoscenze acquisite e documentate, fornendo un quadro più realistico dei rischi potenziali e le piante ospiti più soggette a infestazioni da organismi alieni.

L'uso di *sentinel gardens in patria* ed *ex patria* può rafforzare e migliorare le procedure di valutazione del rischio (*pest risk analysis*) segnalando organismi invasivi poco noti (MANSFIELD *et al.*, 2019), contribuire ad aumentare le conoscenze sulla biologia di fitofagi poco studiati e rivelare numerose nuove associazioni pianta ospite-fitofago (ESCHEN *et al.*, 2019). I *sentinel gardens* ubicati in ambiente urbano che utilizzano arboreti e giardini botanici esistenti, svolgono anche un essenziale ruolo di segnalazione precoce delle invasioni biologiche (PAAP *et al.*, 2017). Infatti, le aree urbane, vista la vicinanza a porti e aeroporti e l'alta diversità di specie coltivate, sono siti di indagine prioritari in quanto facilitano l'acclimatamento di specie invasive sin dalle prime fasi successive al loro arrivo (BRANCO *et al.*, 2019).

Un ulteriore enorme vantaggio del ricorso ai *sentinel gardens* è quello di acquisire conoscenze su parassiti e patogeni associati ad una data pianta in modo da consentire ai paesi importatori di adottare opportune misure di prevenzione fitosanitaria (inclusione nelle liste di quarantena, ispezioni mirate), e di sviluppare nuovi protocolli di rilevamento e di gestione delle invasioni rapidi ed efficaci. È il caso di studi preventivi su organismi di grande rilevanza fitosanitaria, *Xylella fastidiosa* e il suo vettore *Homalodisca vitripennis*, condotti in California per conoscere la suscettibilità di piante native della Nuova Zelanda dove il complesso batterio-vettore non è presente (GROENTEMAN *et al.*, 2015). Infine, consentirebbe anche ai paesi esportatori di identificare meglio i parassiti specifici su cui concentrare l'individuazione e i trattamenti fitosanitari nella fase che precede l'esportazione.

Gli eucalitti, dopo la loro introduzione in Europa, sono stati ampiamente impiegati come piante ornamentali e industriali senza essere minacciati da fitofagi parassiti per circa due secoli (FLORIS *et al.*, 2018). Il motivo è da ricercarsi nel commercio/esportazione delle piante, che avveniva principalmente come seme. L'evoluzione del commercio globale ha determinato l'introduzione inizialmente di insetti xilofagi (commercio di legname) e, più recentemente, di fitofagi localizzati sulle foglie (commercio di piante a fini ornamentali e da fronda) (ROQUES, 2015).

L'incremento di segnalazioni di insetti alieni su *Eucalyptus* sp.pl. è stato tra i più alti in Europa (ROQUES, 2015) e nel mondo (HURLEY *et al.*, 2016), e i protocolli di quarantena si sono mostrati inefficaci a limitare la

diffusione degli insetti invasivi. Impianti di eucalitti sentinella rappresentano dunque una opzione per la segnalazione precoce di nuove introduzioni prima della loro diffusione.

IL PROGETTO DI *EUCALYPTUS SENTINEL GARDEN* IN SARDEGNA

La famiglia *Myrtaceae* Jussieu, *nom. cons.* comprende al suo interno un elevato numero di specie legnose (circa 5500), suddivise in 144 generi e 17 tribù (BAYLY *et al.*, 2013; VASCONCELOS *et al.*, 2017). La distribuzione attuale interessa prevalentemente l'emisfero meridionale. Si tratta di una famiglia che include un certo numero di generi molto conosciuti e di grande interesse economico, come ad esempio il genere *Eucalyptus* L'Hér.

Gli eucalitti sono alberi iconici, in larga parte endemici dell'Australia. Il genere include circa 800 specie, tra cui sono presenti alcuni degli esemplari arborei più alti del pianeta (*E. regnans*) secondi solo alle sequoie americane. Un gran numero di specie ha enorme importanza in campo forestale sia nelle regioni temperate che in quelle tropicali e subtropicali di tutto il mondo (*E. globulus*, *E. grandis*, *E. nitens*, e *E. deglupta*) e sono infatti coltivati su un totale di circa 20 milioni di ettari. Gli eucalitti sono stati però introdotti anche per tutta una serie di altri usi. La prima introduzione per l'Italia si fa tradizionalmente risalire alla fine del XVIII secolo, presso i giardini della Reggia di Caserta (AGOSTINI, 1953; MUGHINI, 2016).

Gli eucalitti furono anche largamente impiegati nella costituzione di fasce frangivento nel corso delle bonifiche idrauliche, attuate negli anni '30 del secolo scorso, come quelle dell'Agro Pontino nel Lazio e di Arborea in Sardegna (PAVARI e DE PHILIPPIS, 1941; MUGHINI, 2016) ma furono anche ampiamente utilizzati in tutti i paesi che si affacciano sul bacino del Mediterraneo e nelle isole maggiori (e.g., GOES, 1960; STREETS, 1962).

In effetti, una ricerca bibliografica e documentale realizzata preliminarmente alla progettazione dell'*Eucalyptus sentinel garden* in Sardegna ha permesso di censire le oltre 200 specie di eucalitto (in senso lato) che, in epoche diverse e per varie finalità, sono state introdotte nei 21 paesi che si affacciano sul Mediterraneo. Sulla base di questo censimento sono state scelte le 50 specie più comuni, ovvero introdotte nel maggior numero di nazioni (Tabella 1) per poterle inserire nel *sentinel garden*.

Nel corso del 2019 si è proceduto all'acquisizione di semi dal *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation - Australian Tree Seed Center* (CSIRO-ATSC) ed alle semine in serra presso il vivaio

Tabella 1 – Elenco delle specie di *Eucalyptus* e *Corymbia* utilizzate per il *sentinel garden* di Campulungu (OR).

Specie e principali sinonimi
<i>Eucalyptus amplifolia</i> Naudin
<i>Eucalyptus amygdalina</i> Labill. [<i>Eucalyptus salicifolia</i> Cav.]
<i>Eucalyptus astringens</i> (Maiden) Maiden
<i>Eucalyptus bicolor</i> A.Cunn. ex Hook. [<i>Eucalyptus parviflora</i> F.Muell.] [<i>Eucalyptus largiflorens</i> F.Muell.]
<i>Eucalyptus botryoides</i> Sm.
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh. s.l. [<i>Eucalyptus rostrata</i> Schldtl.]
<i>Eucalyptus capitellata</i> Sm. [<i>Eucalyptus triantha</i> Link]
<i>Eucalyptus cinerea</i> F.Muell. ex Benth.
<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook. [<i>Corymbia citriodora</i> (Hook.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson]
<i>Eucalyptus cladocalyx</i> F.Muell. [<i>Eucalyptus corynocalyx</i> F.Muell.]
<i>Eucalyptus coccifera</i> Hook.f.
<i>Eucalyptus cordata</i> Labill.
<i>Eucalyptus cornuta</i> Labill.
<i>Eucalyptus crebra</i> F.Muell.
<i>Eucalyptus dalrympleana</i> Maiden.
<i>Eucalyptus delegatensis</i> F.Muell. ex R.T.Baker
<i>Eucalyptus delegatensis</i> F.Muell. ex R.T.Baker subsp. <i>tasmaniensis</i> Boland [<i>Eucalyptus gigantea</i> Hook.f.]
<i>Eucalyptus diversicolor</i> F.Muell. [<i>Eucalyptus colossea</i> F.Muell.]
<i>Eucalyptus dives</i> Schauer
<i>Eucalyptus elata</i> Dehnh. [<i>Eucalyptus andreana</i> Naudin]
<i>Eucalyptus eugenioides</i> Sieber ex Spreng. [<i>Eucalyptus acervula</i> Sieber ex DC.]
<i>Eucalyptus ficifolia</i> F.Muell. [<i>Corymbia ficifolia</i> (F.Muell.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson]
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill. subsp. <i>bicostata</i> (Maiden, Blakely & Simmonds) J.B.Kirkp. [<i>Eucalyptus bicostata</i> Maiden]
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill. subsp. <i>globulus</i>
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill. subsp. <i>maidenii</i> (F.Muell.) J.B.Kirkp. [<i>Eucalyptus maidenii</i> F.Muell.]
<i>Eucalyptus gomphocephala</i> A.Cunn. ex DC.
<i>Eucalyptus goniocalyx</i> F.Muell. ex Miq. [<i>Eucalyptus elaeophora</i> F.Muell.]
<i>Eucalyptus grandis</i> W.Hill
<i>Eucalyptus gunnii</i> Hook.f.
<i>Eucalyptus leucoxydon</i> F.Muell. [<i>Eucalyptus gracilipes</i> Naudin]
<i>Eucalyptus longifolia</i> Link
<i>Eucalyptus macarthurii</i> H.Deane & Maiden
<i>Eucalyptus macrocarpa</i> Hook.
<i>Eucalyptus maculata</i> Hook. [<i>Corymbia maculata</i> (Hook.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson]
<i>Eucalyptus marginata</i> Donn ex Sm.
<i>Eucalyptus melliodora</i> A.Cunn. ex Schauer [<i>Eucalyptus caerulea</i> Naudin]
<i>Eucalyptus microtheca</i> F.Muell.
<i>Eucalyptus mouluccana</i> Wall. ex Roxb. [<i>Eucalyptus hemiphloia</i> Benth.]
<i>Eucalyptus obliqua</i> L'Hér.
<i>Eucalyptus occidentalis</i> Endl.
<i>Eucalyptus ovata</i> Labill. [<i>Eucalyptus mulleri</i> Naudin] [<i>Eucalyptus stuartiana</i> F.Muell. ex Miq.]
<i>Eucalyptus paniculata</i> Sm.
<i>Eucalyptus pauciflora</i> Sieber ex Spreng. [<i>Eucalyptus coriacea</i> A.Cunn. ex Schauer]
<i>Eucalyptus pilularis</i> Sm. [<i>Eucalyptus persicifolia</i> Lodd.]
<i>Eucalyptus polyanthemum</i> Schauer
<i>Eucalyptus pulverulenta</i> Sims
<i>Eucalyptus regnans</i> F.Muell.
<i>Eucalyptus resinifera</i> Sm.
<i>Eucalyptus robusta</i> Sm.

dell'Agenzia regionale Fo.Re.S.T.A.S. in località Campulungu (OR). Nella stessa azienda è stata individuata anche l'area, di circa 4 ettari, dove si procederà all'impianto, nel 2020, per la realizzazione del *sentinel garden* (Fig. 1). Sin dal 2019 l'*Eucalyptus sentinel garden* aderisce a *International Plant Sentinel Network* (IPSN), un network che raggruppa giardini botanici, arboreti, organizzazioni per la protezione delle piante e ricercatori (BARHAM *et al.*, 2016).

RINGRAZIAMENTI

Il programma di tutela fitosanitaria delle specie di *Eucalyptus* per le finalità di sopravvivenza dei popolamenti regionali ed il mantenimento del settore delle produzioni mielistiche regionali è stato approvato con Deliberazione di Giunta regionale n. 34/28 del 03/07/2018 della Regione Autonoma della Sardegna. Si ringrazia inoltre L'Agenzia regionale Fo.Re.S.T.A.S.



Figura 1 – Panoramica del campo destinato al *sentinel garden* e fasi di preparazione delle piantine (2019) presso il vivaio Fo.Re.S.T.A.S. (Campulongu, OR).

BIBLIOGRAFIA

- AGOSTINI R., 1953 – *Cenni storici sulla introduzione degli eucalitti in Italia*. - Italia Forest. Mont., 8: 117-122.
- BARHAM E., SHARROCK S., LANE C., BAKER R., 2016 – *The international plant sentinel network: a tool for regional and national plant protection organizations*. - EPPO Bull., 46: 156-162.
- BAYLY M.J., RIGAULT P., SPOKEVICIUS A., LADIGES P.Y., ADES P.K., ANDERSON C., BOSSINGER, G., MERCHANT A., UDOVICIC F., WOODROW I., TIBBITS J., 2013 – *Chloroplast genome analysis of Australian eucalypts – Eucalyptus, Corymbia, Angophora, Allosyncarpia and Stockwellia (Myrtaceae)*. - Mol. Phylogenet. Evol., 69: 704-716.
- BRADLEY B.A. BLUMENTHAL D.M., EARLY R., GROSHOLZ E.D., LAWLER J.J., MILLER L.P., SORTE C.J.B., D'ANTONIO C.M., DIEZ J.M., DUKES J.S., IBANEZ, I., OLDEN J.D., 2012 – *Global change, global trade, and the next wave of plant invasions*. - Front. Ecol. Environ., 10: 20-28.
- BRANCO M., NUNES P., ROQUES A., FERNANDES M.R., ORAZIO C., JACTEL H., 2019 *Urban trees facilitate the establishment of non-native forest insects*. - NeoBiota, 52: 25-46.
- ESCHEN R.R., BRITTON K., BROCKERHOFF E., BURGESS T., DALLEY V., EPANCHIN-NIELL R.S., GUPTA K., HARDY G., HUANG Y., KENIS M., KIMANI, E., LI H.-M., OLSEN S., ORMROD R., OTIENO W., SADOF C., TADEU E., THEYSE M., 2015 – *International variation in phytosanitary legislation and regulations governing importation of live plants*. - Environ. Sci. Policy, 51: 228-237.
- ESCHEN R., O'HANLON R., SANTINI A., VANNINI A., ROQUES A., KIRICHENKO N., KENIS M., 2019 – *Safeguarding global plant health: the rise of sentinels*. - Journal of Pest Science, 92(1): 29-36.
- FLORIS I., COCCO A., BUFFA F., MANNU R., SATTÀ A., 2018 -

- Insect pest of Eucalyptus plantations in Sardinia (Italy).* - Redia, 101: 61-71.
- GOES O.E., 1960 – *Os Eucalyptus in Portugal. I. Identificação e monografia de 90 espécies.* Direcção-Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas, Lisboa, 301 pp.
- GROENTEMAN R., FORGIE S.A., HODDLE M.S., WARD D.F., GOEKE D.F., ANAND N., 2015 – *Assessing invasion threats: novel insect-pathogen-natural enemy associations with native New Zealand plants in southern California.* - Biol. Invasions, 17: 1299-1305.
- KENIS M., LI H., FAN J.T., COURTIAL B., AUGER-ROZENBERG M.A., YART A., ESCHEN R., ROQUES A., 2018 – *Sentinel nurseries to assess the phytosanitary risks from insect pests on importations of live plants.* - Sci. Rep., 8: 1-8.
- KLAPWIJK M.J., HOPKINS A.J., ERIKSSON L., PETTERSSON M., SCHROEDER M., LINDELÖW Å., RÖNNBERG J., KESKITALO E.C.H., KENIS M., 2016 – *Reducing the risk of invasive forest pests and pathogens: Combining legislation, targeted management and public awareness.* - Ambio, 45(suppl. 2): S223-S234.
- HURLEY B.P., GARNAS, J., WINGFIELD M.J., BRANCO M., RICHARDSON D.M., SLIPPERS B., 2016 – *Increasing numbers and intercontinental spread of invasive insects on eucalypts.* - Biol. Invasions, 8: 921-933.
- LIEBHOLD A.M., BROCKERHOFF E.G., GARRETT L.J., PARKE J.L. BRITTON K.O., 2012 – *Live plant imports: the major pathway for forest insect and pathogen invasions of the US.* - Front. Ecol. Environ., 10: 135-143.
- MANSFIELD S., MCNEILL M.R., AALDERS L.T., BELL N.L., KEAN J.M., BARRATT B.I.P., BOYD-WILSON K., TEULON D.A.J., 2019 – *The value of sentinel plants for risk assessment and surveillance to support biosecurity.* - NeoBiota, 48: 1-24.
- MUGHINI, G., 2016 – *Suggerimenti per una eucalitticoltura clonale sostenibile nelle aree a clima mediterraneo dell'Italia centro-meridionale.* - Forest@ 13: 47-58.
- PAAP T., BURGESS T.I., WINGFIELD M.J., 2017 – *Urban trees: bridge-heads for forest pest invasions and sentinels for early detection.* - Biol. Invasions, 19: 3515-3526.
- PAVARI A., DE PHILIPPIS A., 1941 – *La sperimentazione di specie forestali esotiche in Italia.* Ann. Sperim. Agrar., Vol. 38, Hoepli, Roma, 648 pp.
- STREETS R.J., 1962 – *Exotic Forest Trees in the British Commonwealth.* Clarendon Press, Oxford, UK, 765 pp.
- ROQUES A., 2015 – *Drivers and pathways of forest insect invasions in Europe, can we predict the next arrivals?* - Atti Accad. Naz. Ital. Entomol., LXIII: 145-150.
- ROQUES A., FAN, J.-T., COURTIAL B., ZHANG Y.-Z., YART A., AUGER-ROZENBERG M.-A., DENUX O., KENIS M., BAKER R., SUN J.-H., 2015 – *Planting sentinel European trees in Eastern Asia as a novel method to identify potential insect pest invaders.* - PLoS One, 10: e0120864.
- VASCONCELOS T.N.C., PROENÇA C.E.B., AHMAD B., AGUILAR D.S., AGUILAR R., AMORIM B.S., CAMPBELL K., COSTA I.R., DE-CARVALHO P.S., FARIA J.E.Q., GIARETTA A., KOOIJ P.W., LIMAM D.F., MAZINE F.F., PEGUERO B., PRENNER G., SANTOS M.F., SOEWARTO J., WINGLER A., LUCAS E.J., 2017 – *Myrteae phylogeny, calibration, biogeography and diversification patterns: Increased understanding in the most species rich tribe of Myrtaceae.* - Mol. Phylogenet. Evol., 109: 113-137.
- VETTRAIANO A.M., ROQUES A., YART A., FAN J.-T., SUN J.-H., VANNINI A., 2015 – *Sentinel trees as a tool to forecast invasions of alien plant pathogens.* - PLoS One, 10: e0120571.

186 - Pagina bianca