



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ & ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
& ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Επίδραση φυτών εδαφοκάλυψης στην αρθροποδοπανίδα εδάφους
ελαιώνων

Θεόδωρος Σ. Αγγελιουδάκης

Επιβλέπων καθηγητής:

Γεώργιος Κολιόπουλος, Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ

**ΑΘΗΝΑ
2024**

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ & ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Επίδραση φυτών εδαφοκάλυψης στην αρθροποδοπανίδα εδάφους
ελαιώνων

“Effect of cover crops on the soil arthropod fauna of olive groves”

Θεόδωρος Σ. Αγγελιουδάκης

Εξεταστική επιτροπή:

Γεώργιος Κολιόπουλος, Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ (επιβλέπων)

Φιλίτσα Καραμαούνα, Ερευνήτρια Α' Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο

Ελένη Πάνου, ΕΔΙΠ ΓΠΑ

Επίδραση φυτών εδαφοκάλυψης στην αρθροποδοπανίδα εδάφους ελαιώνων

ΠΜΣ Ολοκληρωμένα Συστήματα Φυτοπροστασίας & Διαχείρισης του Περιβάλλοντος
Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής
Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας & Εντομολογίας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αντιμετώπιση των εχθρών της ελιάς αποτελεί πρόκληση για την αύξηση της παραγωγής αυτής της πολύ σημαντικής καλλιέργειας για τις χώρες της Μεσογείου. Η διαχείριση των εχθρών με βιολογικά μέσα πιθανόν να μπορεί να δώσει λύση μέσω της εγκατάστασης καλλιεργειών εδαφοκάλυψης. Σε ελαιώνα του νομού Χανίων Κρήτης εγκαταστάθηκαν, κατά μήκος των τριών ενδιάμεσων σειρών μεταξύ των ελαιοδένδρων, τα φυτικά είδη *Festuca arudinacea* και *Trifolium repens*, ενώ δεύτερος παρακείμενος ελαιώνας με αυτοφυή βλάστηση χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας. Στόχος της μελέτης ήταν η διερεύνηση της επίδρασης των καλλιεργειών εδαφοκάλυψης στην ποικιλότητα και την αφθονία των ωφέλιμων εδαφόβιων αρθροπόδων. Οι δειγματοληψίες έγιναν με χρήση παγίδων παρεμβολής και πραγματοποιήθηκαν στο διάστημα Απρίλιος – Σεπτέμβριος 2023. Τα αποτελέσματα έδειξαν στατιστικώς σημαντικά μεγαλύτερο συνολικό αριθμό αρθροπόδων στα πειραματικά τεμάχια με τα φυτά εδαφοκάλυψης. Όσον αφορά τα ωφέλιμα αρθρόποδα, αυτά που βρέθηκαν σε μεγαλύτερους πληθυσμούς ήταν οι αράχνες (Τάξη Araneae) και τα Coleoptera της Οικογένειας Carabidae. Οι πληθυσμοί και των δύο αυτών taxa φαίνονται μεγαλύτεροι στον ελαιώνα με τις καλλιεργείες εδαφοκάλυψης, ενώ η ποικιλότητα των Carabidae ήταν μεγαλύτερη στα πειραματικά τεμάχια με το *F. arudinacea*, επιβεβαιώνοντας με αυτό τον τρόπο τα οφέλη της εδαφοκάλυψης με φεστούκα. Οι οικογένειες των αραχνών που βρέθηκαν σε μεγαλύτερους πληθυσμούς ήταν οι Gnaphosidae, Zodariidae, Lycosidae και Linyphiidae. Από τα Carabidae, το ενδημικό είδος *Tarinopterus creticus* φαίνεται να κυριαρχεί στους αγρούς. Η παρουσία των συγκεκριμένων οργανισμών μπορεί να επηρεάσει τη δράση εχθρών της ελιάς με βιολογικά στο έδαφος, όπως ο δάκος της ελιάς, ήδη από τους χειμερινούς μήνες. Επομένως, η παρουσία των ωφέλιμων εδαφόβιων αρθροπόδων μπορεί να ενισχυθεί με την εγκατάσταση των κατάλληλων καλλιεργειών εδαφοκάλυψης προάγοντας τη βιολογική αντιμετώπιση ζωικών εχθρών στους ελαιώνες.

Επιστημονική περιοχή: Γεωργική Ζωολογία

Λέξεις κλειδιά: Βιολογική αντιμετώπιση, καλλιέργεια εδαφοκάλυψης, αρθρόποδα, αράχνες, Carabidae, ελιά

Effect of cover crops on the soil arthropod fauna of olive groves

MSc Integrated Plant Protection & Environmental Management Systems

Department of Crop Science

Laboratory of Agricultural Zoology & Entomology

ABSTRACT

The management of olive pests is a challenge to the increasing production of this very important crop for Mediterranean countries. Biological control may be able to provide a solution through the establishment of cover crops. The aim of the study was to investigate the effect of cover crops on the diversity and the abundance of beneficial soil arthropods. In olive grove in the region of Chania, Crete, *Festuca arudinacea* and *Trifolium repens* were established along the three intermediate rows, while a second adjacent olive grove with native vegetation was used as a control. Sampling was conducted using pitfall traps and took place between April and September 2023. Results showed statistically significantly higher total numbers of arthropods in the experimental plots with cover crop plants. Regarding beneficial arthropods, those found in larger populations were spiders (Order Araneae) and Coleoptera of the Family Carabidae. The populations of both taxa appeared larger in the olive grove with cover crops, while the diversity of Carabidae was higher in the experimental plots with fescue, thus confirming the benefits of this cover crop. The spider families found in larger populations were Gnaphosidae, Zodariidae, Lycosidae and Linyphiidae. Among the carabids, the endemic species *Tapinopterus creticus* seems to dominate the fields. The presence of these organisms may influence the activity of olive pests as early as the winter months. Therefore, the presence of beneficial soil arthropods can be enhanced by the establishment of appropriate cover crops promoting biological control in olive groves.

Scientific area: Agricultural Zoology

Keywords: Biological control, cover crops, arthropods, spiders, Carabidae, olive

Περιεχόμενα

| | |
|---|----|
| Ευχαριστίες | 6 |
| 1. Εισαγωγή..... | 7 |
| 1.1. Γενικά | 7 |
| 1.2. Η καλλιέργεια της ελιάς..... | 7 |
| 1.3. Ολοκληρωμένη και Βιολογική αντιμετώπιση..... | 10 |
| 1.4. Καλλιέργειες εδαφοκάλυψης (Cover crops)..... | 12 |
| 1.5. Ωφέλιμα εδαφόβια αρθρόποδα..... | 14 |
| 2. Σκοπός Μελέτης | 16 |
| 3. Υλικά και Μέθοδοι | 17 |
| 3.1. Περιοχή μελέτης | 17 |
| 3.2. Εγκατάσταση φυτών εδαφοκάλυψης..... | 19 |
| 3.3. Συλλογή δειγμάτων | 20 |
| 3.4. Επεξεργασία στο εργαστήριο..... | 21 |
| 3.5. Ανάλυση δεικτών α' βιοποικιλότητας | 22 |
| 3.6. Μέγεθος και στρατηγική θήρευσης | 25 |
| 3.7. Κυριαρχία και συχνότητα | 26 |
| 3.8. Στατιστική ανάλυση | 26 |
| 4. Αποτελέσματα | 27 |
| 4.1. Συνολικά αρθρόποδα..... | 27 |
| 4.2. Αράχνες..... | 32 |
| 4.2.1. Κυριαρχία και Συχνότητα..... | 38 |
| 4.2.2. Ποσοστιαία αναλογία Οικογενειών στους αγρούς | 39 |
| 4.2.3. Δείκτες α' βιοποικιλότητας | 41 |
| 4.3 Έντομα της Οικογένειας Carabidae | 44 |
| 4.3.1. Κυριαρχία & Συχνότητα | 47 |
| 4.3.2. Ποσοστιαία αναλογία ειδών ανά αγρό | 47 |
| 4.3.3. Δείκτες α' βιοποικιλότητας | 49 |
| 5. Συζήτηση - Συμπεράσματα..... | 53 |
| 6. Βιβλιογραφία..... | 57 |
| 7. Παραρτήματα | 66 |

Ευχαριστίες

Η παρούσα μεταπτυχιακή μελέτη εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Η αναγνώριση των ειδών έγινε στο Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας και Εντομολογίας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την τριμελή μου επιτροπή: Δρ Γεώργιο Κολιόπουλο, Επίκουρο Καθηγητή στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο, Δρ Καραμαούνα Φιλίτσα, Ερευνήτρια Α' στο Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Ινστιτούτο και Δρ Ελένη Πάνου μέλος ΕΔΙΠ στο ΓΠΑ για την καθοδήγηση που μου πρόσφερε σε όλη τη διάρκεια της μελέτης μου.

Ακόμη, είμαι ιδιαίτερα ευγνώμων στον Δρ Θεόδωρο Σταθάκη για την υποστήριξη σε ό,τι αφορά την πραγματοποίηση της εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου καθώς και τους φίλους μου για την αγάπη και την υποστήριξή τους.

Με την άδειά μου, η παρούσα εργασία ελέγχθηκε από την Εξεταστική Επιτροπή μέσα από λογισμικό ανίχνευσης λογοκλοπής που διαθέτει το ΓΠΑ και διασταυρώθηκε η εγκυρότητα και η πρωτοτυπία της.

1. Εισαγωγή

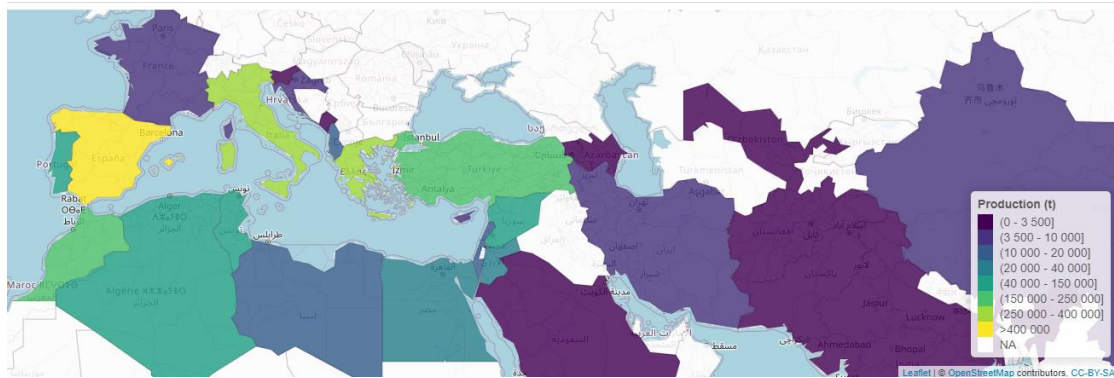
1.1. Γενικά

Τα Arthropoda αποτελούν το μεγαλύτερο σε αφθονία ειδών Φύλο στο Βασίλειο των Ζώων. Έχουν καταφέρει να προσαρμοστούν και να επιβιώσουν τόσο σε χερσαία όσο και σε θαλάσσια οικοσυστήματα επηρεάζοντας σημαντικά το περιβάλλον γύρω τους (Zhang, 2011). Πιο συγκεκριμένα, στην Κλάση Insecta συναντάμε πολλούς από τους σημαντικότερους εχθρούς των καλλιεργειών που ευθύνονται για καταστροφή του 20-40% της παγκόσμιας παραγωγής ετησίως, ενώ κάθε κράτος δαπανά μεγάλα ποσά για την αντιμετώπισή τους (Sallam, 2013). Ωστόσο στα αρθρόποδα ανήκουν και είδη τα οποία είναι αρπακτικά ή παρασιτοειδή αυτών των εχθρών, συμβάλλοντας έτσι στη μείωση της ζημιάς. Επίσης, άλλα αρθρόποδα συμβάλλουν στην επικονίαση και άλλα στην αποσύνθεση των οργανικών υλικών (σαπροφάγα). Ο άνθρωπος όσο μελετά τη βιολογία και την ηθολογία αυτής της ομάδας ζώων, έχει βρει διάφορους τρόπους να τα εκμεταλλευτεί, μέσω των προϊόντων που παράγουν, όπως μέλι, μετάξι, δηλητήριο, αλλά και αυτούσια όπως για παράδειγμα για τροφή.

Ως έντομο-εχθρός έχει οριστεί από τους Καραμαούνα et al. (2019) «οποιοσδήποτε οργανισμός επηρεάζει αρνητικά τις δραστηριότητες και επιθυμίες του ανθρώπου, συμπεριλαμβανομένων των παθογόνων, των ζιζανίων, των νηματωδών, των αρθροπόδων και των σπονδυλωτών, εχθρός των φυτών/καλλιεργειών είδος εντόμου ή άλλου ζωικού οργανισμού, που με την παρουσία του ή την τροφική του δραστηριότητα επί των φυτών προκαλεί προσβολή ή ζημία σε μια καλλιέργεια ή τα προϊόντα της, η οποία είναι δυνατό να προκαλέσει μείωση της παραγωγής». Ένα έντομο που θεωρείται εχθρός σε ένα συγκεκριμένο οικοσύστημα, πιθανόν κάπου αλλού να θεωρείται αδιάφορο. Η εντατικοποίηση των καλλιεργειών έχει οδηγήσει σε σημαντική αύξηση των εχθρών με συνέπεια να είναι πιο επιτακτική η ανάγκη εφαρμογής πρακτικών για να προλαμβάνεται η αύξηση των εχθρών. Η ικανότητα των αρθροπόδων να προσαρμόζονται και να εξελίσσονται όταν οι συνθήκες στις οποίες θα βρεθούν δεν είναι ιδανικές, όπως άμυνα των φυτών ή τοξικά προς τον οργανισμό τους υλικά, καθιστά την αντιμετώπισή τους πρόκληση τόσο για τους παραγωγούς όσο και για τους γεωπόνους (Roush & McKenzie, 1987).

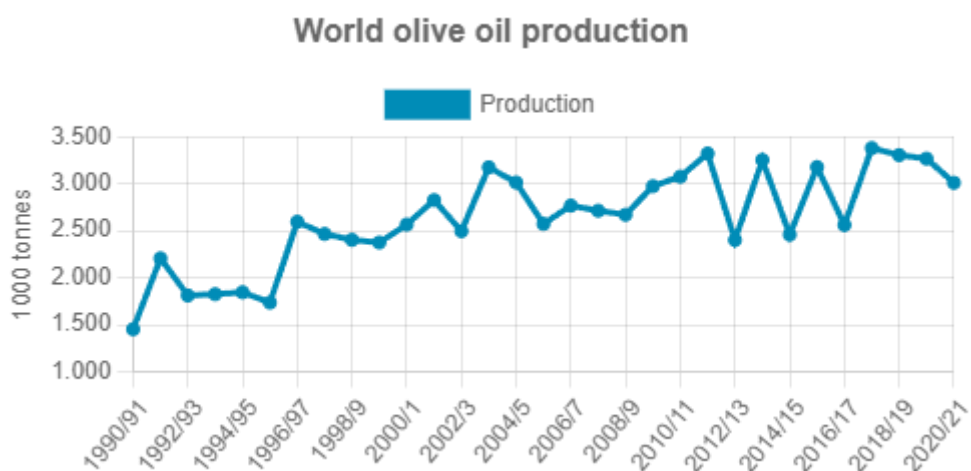
1.2. Η καλλιέργεια της ελιάς

Η ελιά (*Olea europaea* L.) είναι ένα από τα πιο κοινά δέντρα στη Μεσόγειο με μεγάλη ιστορική και οικονομική σημασία. Η ικανότητα του δέντρου να αναπτύσσεται ακόμα και σε εδάφη με χαμηλή γονιμότητα και οι χαμηλές απαιτήσεις του σε νερό έχουν συμβάλει στη δημιουργία μεγάλων εκτάσεων ελαιώνων, που υποστηρίζουν για αιώνες τις αγροτικές περιοχές της Μεσογείου (Loumou & Gioura, 2003). Πιο συγκεκριμένα, στη Μεσόγειο για το έτος 2020/21 σύμφωνα με το International Olive Council (IOC) παράχθηκε περίπου το 80% της παγκόσμιας παραγωγής ελαιολάδου, με τις μεγαλύτερες παραγωγούς-χώρες να είναι η Ισπανία (45%) και να ακολουθούν η Τουρκία, η Ελλάδα και η Ιταλία (Εικόνα 1).



Εικόνα 1. Παγκόσμια παραγωγή ελαιόλαδου για το έτος 2020/21 (International Olive Council).

Στην Ελλάδα οι περιοχές με τη μεγαλύτερη παραγωγή είναι η Πελοπόννησος και η Κρήτη. Το διάστημα 2016-2018 η συνολική παραγωγή ελαιόλαδου έφτασε τους 2,2 εκατομμύρια τόνους (Fraga *et al.*, 2021) (Εικόνα 2). Ωστόσο, ένα μέρος της ετήσιας παραγωγής (περίπου το 15%) χάνεται λόγω των εντόμων-εχθρών της ελιάς (Bueno & Jones, 2002).



Εικόνα 2. Παγκόσμια παραγωγή ελαιόλαδου ανά έτος (International Olive Council).

Στους ελαιώνες της Ελλάδας οι σημαντικότεροι εχθροί που συναντάμε είναι ο δάκος (*Bractocera oleae* Rossi, Diptera: Tephritidae), ο πυρηνοτρήτης (*Prays oleae* Bernard, Lepidoptera: Praydidae) και το λεκάνιο (*Saissetia oleae* Olivier, Hemiptera: Coccidae).

Ο δάκος θεωρείται ο πιο σημαντικός ανάμεσα στους κύριους εχθρούς της ελιάς (Lantero *et al.*, 2023). Έχει τη δυνατότητα, εάν οι καιρικές συνθήκες και η διαθεσιμότητα τροφής είναι σε ιδανικά επίπεδα, να συμπληρώσει έως και 6 γενεές ανά έτος. Τα θήλα ωοτοκούν στον καρπό της ελιάς, περίπου 1mm κάτω από το περίβλημα του. Η προνύμφη που θα εκκολαφθεί έχει 3 προνυμφικές ηλικίες. Τρέφεται με το εσωτερικό του καρπού της ελιάς και συνήθως παραμένει μέσα στον καρπό μέχρι το στάδιο της νύμφης. Κατόπιν το ενήλικο άτομο θα εξέλθει από τον καρπό μέσω μιας οπής εξόδου. Οι γενεές που αναπτύσσονται τέλος καλοκαιριού-αρχές φθινοπώρου όταν

φτάσουν στην 3η προνυμφική ηλικία μπορούν να εξέλθουν από τον καρπό και να νυμφωθούν στο έδαφος όπου θα παραμείνουν σε διάπαυση έως την επόμενη άνοιξη (Marchini *et al.*, 2017). Κατά την περίοδο αυτή η νύμφη είναι ευάλωτη σε εδαφώβια αρπακτικά όπως είναι οι αράχνες, οι ψαλίδες, τα μυρμήγκια και τα αρπακτικά Coleoptera (Ortega *et al.*, 2018). Επίπεδο προσβολής του ελαιόκαρπου από δάκο άνω του 1% αποτρέπει τη χρήση του ως επιτραπέζια ελιά και επίπεδο προσβολής άνω του 10% αποτρέπει επίσης τη χρήση του για την παραγωγή ελαιολάδου, προκαλώντας απώλειες στην παραγωγή ελαιολάδου έως και 11,5% και 18% (Buitrago, 2002).

Ο πυρηνοτρήτης θεωρείται επίσης ένας σημαντικός εχθρός της ελιάς στη Μεσόγειο. Το έντομο αυτό μπορεί να συμπληρώσει 3 γενεές ανά έτος με καθεμία να έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει διαφορετική ζημιά στο δέντρο. Οι προνύμφες της 1^{ης} γενεάς τρέφονται με τα άνθη. Στη 2^η γενεά, όπου θεωρείται και η πιο επιζήμια, οι προνύμφες εισέρχονται στο εσωτερικό του καρπού και προκαλούν την αφυδάτωση και την πτώση του μειώνοντας με αυτό τον τρόπο την παραγωγή. Η 3^η γενεά τρέφεται στα φύλλα ορύσσοντας στοές. Αυτός ο εχθρός μπορεί να μειώσει την παραγωγή ελιάς κατά 50-60%, με σοβαρές προσβολές περίπου κάθε τρία χρόνια, προκαλώντας 40% πρόωρη πτώση των καρπών και κατά συνέπεια σημαντικές απώλειες. Οι καρποί που μένουν στο δέντρο μπορούν αργότερα να προσβληθούν και από το *B. oleae* προκαλώντας επιπλέον ζημιά (Ramos *et al.*, 1998).

Όσον αφορά το λεκάνιο, η ζημιά οφείλεται κυρίως στην έκκριση μεγάλης ποσότητας μελιτώματος. Στα σημεία που παρατηρείται αυτό μπορεί να αναπτυχθούν μύκητες που καλύπτουν τους καρπούς και τα φύλλα με μια μαύρη μάζα με αποτέλεσμα την πτώση των φύλλων και την ποιοτική υποβάθμιση του καρπού. Η παρουσία του συγκεκριμένου εχθρού έχει περιοριστεί σημαντικά σε αρκετές χώρες με την εξαπόλυση παρασιτοειδών, κυρίως της Υπεροικογένειας Chalcidoidea (Tena-Barreda *et al.*, 2006), ωστόσο είναι σημαντικό να ελέγχεται η παρουσία του ώστε να προλαμβάνεται η αντιμετώπισή του (Paraskakis *et al.*, 1980).

Άλλοι δευτερεύοντες εχθροί που μπορούν να δημιουργήσουν ζημιές στην καλλιέργεια είναι η βαμβακάδα (*Euphyllura phillyreae* Foerster, Hemiptera: Psyllidae) και ξυλοφάγα έντομα όπως το *Hylesinus oleiperda* (Fabricius) (Coleoptera: Scolytidae) και το *Phloeotribus scarabaeoides* (Bernard) (Coleoptera: Scolytidae).

Η βαμβακάδα ανήκει στην Τάξη Hemiptera και είναι υπεύθυνη για ζημιές και πτώση των φύλλων του δέντρου τόσο στα νυμφικά στάδια όσο και ως ενήλικο. Τα ωά εναποτίθενται στα κορυφαία νεαρά φύλλα τον Απρίλιο και σε αναπτυσσόμενες ή ανεπτυγμένες ταξιανθίες τον Μάιο. Τα ανήλικα στάδια που προκύπτουν τρέφονται με το χυμό των φύλλων και των ανθέων. Σχηματίζουν αποικίες και παράγουν ένα λευκό κηρώδες έκκριμα και σφαιρικά σταγονίδια μελιτώματος. Η κηρώδης έκκριση είναι άφθονη κυρίως κατά την τρίτη έως την πέμπτη νυμφική ηλικία. Τα ενήλικα άτομα εμφανίζονται μετά τα μέσα Μαΐου και τα θηλυκά παραμένουν σε διάπαυση μέχρι το χειμώνα (Kumral *et al.*, 2008).

Το *H. oleiperda* και το *P. scarabaeoides* είναι ξυλοφάγα έντομα που θεωρούνται δευτερεύοντες εχθροί της ελιάς διότι οι προνύμφες μπορούν να προκαλέσουν ζημιές σε νεαρούς και αδύναμους κλαδίσκους δημιουργώντας στοές στο εσωτερικό τους. Το *H. oleiperda* έχει μία γενεά ανά έτος. Τα ενήλικα εμφανίζονται τον Μάιο, ωοτοκούν από τον Αύγουστο έως τις αρχές Οκτώβρη και οι προνύμφες αναπτύσσονται το φθινόπωρο και το χειμώνα στο εσωτερικό των κλαδιών (Holgado, 2007). Το θήλυ *P. scarabaeoides*, που εμφανίζει 3 γενεές ανά έτος, την άνοιξη ορύσσει στοές στο δέντρο

στις οποίες ωοτοκεί. Οι προνύμφες που θα προκύψουν ορύσσουν θυγατρικές στοές, συνήθως κάθετες προς τη μητρική (Campos *et al.*, 1994).

1.3. Ολοκληρωμένη και Βιολογική αντιμετώπιση

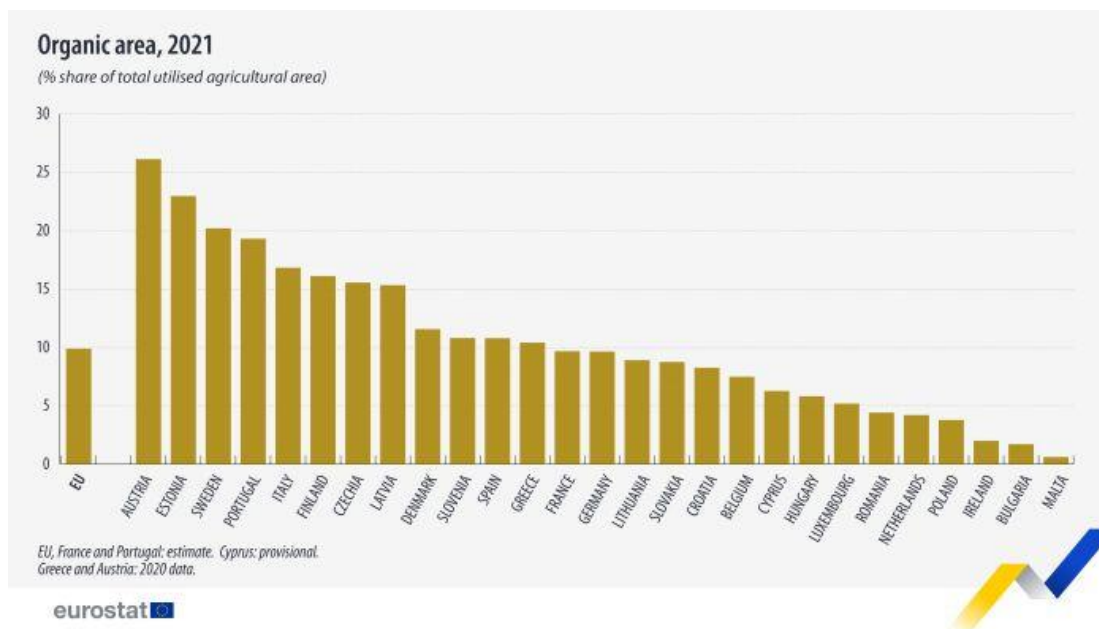
Η συμβατική αντιμετώπιση των εντομολογικών εχθρών βασίζεται στη χρήση χημικών εντομοκτόνων. Η ανησυχία για την ασφάλεια της χρήσης των γεωργικών φαρμάκων για τον άνθρωπο και το περιβάλλον, η πιθανότητα ανάπτυξης ανθεκτικότητας των εντόμων-στόχων στα εντομοκτόνα και η αναπόφευκτη μείωση της βιοποικιλότητας κατευθύνει την έρευνα σε νέες μεθόδους για την αντιμετώπισή (Budzinski & Couderchet, 2018; Brühl & Zaller, 2019). Γι' αυτό το λόγο η Ευρωπαϊκή Ένωση προτρέπει τους παραγωγούς να υιοθετήσουν μεθόδους ολοκληρωμένης και βιολογικής διαχείρισης.

Η ολοκληρωμένη (Integrated Pest Management – IPM) έχει ως στόχο την αντιμετώπιση των εχθρών των καλλιεργειών χρησιμοποιώντας όλα τα διαθέσιμα μέσα με τον πιο αποτελεσματικό και ασφαλή προς το περιβάλλον τρόπο (Gross & Gündermann, 2016). Η μέθοδος προϋποθέτει πολύ καλή γνώση της καλλιέργειας και των εχθρών από τους οποίους προσβάλλεται. Η παρακολούθηση των πληθυσμών των αρθροπόδων και η αξιολόγηση της επικινδυνότητας (προκαλούμενη ζημιά) για την καλλιέργεια αποτελεί βασικό στοιχείο της ολοκληρωμένης διαχείρισης (Barzman *et al.*, 2015). Επίσης, σημαντικό είναι να ακολουθούνται στρατηγικές για πρόληψη ώστε να μη χρειαστεί αντιμετώπιση ή τουλάχιστον να υπάρξει άμεση αντιμετώπιση για να μειωθούν οι ζημιές που θα προκαλέσει.

Σημαντικά μέτρα πρόληψης είναι και η επιλογή πιστοποιημένου φυτικού υλικού και η χρήση ανθεκτικών ποικιλιών (Lantero *et al.*, 2023) με την οποία μειώνονται σημαντικά οι πιθανότητες να εμφανιστεί ο εχθρός στην καλλιέργεια εφόσον το φυτικό υλικό έχει πρώτα ελεγχθεί και είναι ασφαλές. Αυτό είναι πιο σημαντικό σε περιπτώσεις όπου το φυτό μπορεί να μην έχει εμφανή συμπτώματα. Όσον αφορά στις καλλιεργητικές πρακτικές, στην πρόληψη μπορεί να συμβάλλει το κλάδεμα και η σωστή άρδευση και λίπανση. Με το κλάδεμα βελτιώνεται η κυκλοφορία του αέρα μέσα στην κόμη και απομακρύνονται να νεκρά κλαδιά. Η ισορροπημένη άρδευση και λίπανση μπορεί να βελτιώσει την υγεία και παραγωγικότητα της καλλιέργειας ενισχύοντας την άμυνα του φυτού. Αντίθετα, η υπερβολική ή ελλιπής άρδευση και λίπανση μπορεί, είτε να κάνει το φυτό πιο ευάλωτο σε εχθρούς, είτε να προκαλέσει ρύπανση με την περίσσεια του λιπάσματος το οποίο με το νερό μεταφέρεται σε μεγάλες αποστάσεις και μπορεί να συσσωρευτεί στο υδάτινο περιβάλλον (Lantero *et al.*, 2023). Ακόμη μια γεωργική πρακτική που μπορεί να βελτιώσει την άμυνα εναντίον των εχθρών της καλλιέργειας είναι η εφαρμογή μεικτού συστήματος καλλιέργειας. Αυτή η πρακτική περιλαμβάνει την κύρια καλλιέργεια, που στη συγκεκριμένη μελέτη αποτελεί η ελιά, σε συνδυασμό με κάποιο άλλο είδος δέντρου ή άλλου φυτού. Η αύξηση της βλάστησης συνεπάγεται και αύξηση της βιοποικιλότητας, άρα και αύξηση των φυσικών εχθρών των επιβλαβών αρθροπόδων της κύρια καλλιέργειας, όπως τα αρπακτικά (Martinez *et al.*, 2020). Άλλα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι η προστασία του εδάφους από τη διάβρωση, αυξάνοντας την υγρασία του και επιτρέποντας τη μετακίνηση θρεπτικών συστατικών καθώς και πιθανή αύξηση του εισοδήματος του γεωργού από την παραγωγή του δευτερεύοντος φυτού.

Η ολοκληρωμένη αντιμετώπιση ζωικών εχθρών των καλλιεργειών προϋποθέτει την τεκμηριωμένη αιτιολόγηση της χρήσης χημικών με βάση την εκτίμηση του κατώτατου ορίου ζημιάς από τον εχθρό. Το όριο αυτό καθορίζεται από το ποσοστό της ζημιάς που προκαλείται στην καλλιέργεια, καθώς και από τις προβλέψεις για την εξάπλωση της ζημιάς, ώστε να μην δικαιολογείται ούτε οικονομικά ούτε οικολογικά η προσπάθεια αντιμετώπισης του εχθρού (Bueno *et al.*, 2013). Το κατώτατο όριο ζημιάς μπορεί να συνεισφέρει στη μείωση της χρήσης φυτοφαρμάκων και στην ενίσχυση της παρουσίας των φυσικών εχθρών. Η χρήση εντομοκτόνων, όπως ήδη έχει αναφερθεί, θα πρέπει να είναι η τελευταία λύση για την αντιμετώπιση και η επιλογή του σκευάσματος θα πρέπει να γίνεται με προσοχή ανάμεσα σε συγκεκριμένες ομάδες δραστικών ουσιών. Τα προβλήματα που προκαλούσαν στο περιβάλλον τα εντομοκτόνα που χρησιμοποιήθηκαν τον προηγούμενο αιώνα οδήγησαν στην απόσυρση αυτών των δραστικών ουσιών και στη χρήση νέων. Ωστόσο η αλόγιστη χρήση αυτών των εντομοκτόνων δημιούργησε την εμφάνιση ανθεκτικότητας σε πληθυσμούς ορισμένων ειδών, επιβεβαιώνοντας πως οι συμβατικές μέθοδοι αντιμετώπισης είναι συχνά ανεπαρκείς (Immaraju *et al.*, 1990; Skouras *et al.*, 2007).

Όσον αφορά στη βιολογική αντιμετώπιση, η μέθοδος περιλαμβάνει τη μείωση των πληθυσμών των εντόμων-εχθρών με τη χρήση των φυσικών εχθρών τους (παρασιτοειδή, αρπακτικά αρθρόποδα). Ο αριθμός των αγρών που υιοθετούν τη βιολογική καλλιέργεια συνεχώς αυξάνεται, και στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης μέχρι το 2030, σύμφωνα με την στρατηγική “Farm to fork” που ακολουθεί, είναι οι αγροί που εφαρμόζουν βιολογική καλλιέργεια να φτάσουν το 25% του συνολικού αριθμού των καλλιεργούμενων εκτάσεων. Σύμφωνα με τη Eurostat το 2021 το ποσοστό αυτό ήταν στο 9,9% το οποίο αντιστοιχεί σε 15,9 εκατομμύρια εκτάρια καλλιεργήσιμης γης στην Ευρώπη (Eurostat & Cook, 2024) (Εικόνα 3).



Εικόνα 3. Ποσοστό συμμετοχής των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης στην εφαρμογή βιολογικής καλλιέργειας για το έτος 2021 (Eurostat, 2024).

Η βιολογική αντιμετώπιση περιλαμβάνει διάφορους τρόπους εγκατάστασης φυσικών εχθρών για την αντιμετώπιση των επιβλαβών αρθρόποδων στην καλλιέργεια δηλαδή την εξαπόλυση συγκεκριμένων ειδών, είτε ξενικών (κλασική βιολογική αντιμετώπιση) είτε ιθαγενών, τα οποία έχει αποδειχθεί ότι έχουν την ικανότητα να αντιμετωπίσουν ένα συγκεκριμένο εχθρό (Baker *et al.*, 2020). Όσον αφορά τα ξενικά είδη θα πρέπει να γίνει εκτίμηση των συνεπειών της εισαγωγής ενός νέου είδους ώστε να μπορεί να ελεγχθεί και να μην επηρεάσει άλλους οργανισμούς (Barratt *et al.*, 2010). Επίσης, βιολογική αντιμετώπιση μπορεί να επιτευχθεί και με ενίσχυση του οικοσυστήματος της καλλιέργειας ώστε να αυξηθούν τα ήδη υπάρχοντα είδη. Για πολλούς ωφέλιμους οργανισμούς η παρουσία βλάστησης στον αγρό αλλά και γύρω από αυτόν έχει αποδειχθεί πολύ σημαντική για την παρουσία και επιβίωση τους. Οι Tuck *et al.*, 2014 αναφέρουν πως η βιοποικιλότητα σε έναν αγρό βιολογικής καλλιέργειας είναι κατά 30% πιο αυξημένη σε σχέση με έναν συμβατικό αγρό.

1.4. Καλλιέργειες εδαφοκάλυψης (Cover crops)

Τα φυτά εδαφοκάλυψης χρησιμοποιούνται για να καλύψουν την έκταση του εδάφους η οποία δεν καλύπτεται από την κύρια καλλιέργεια με σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας του εδάφους. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε ως καλλιεργούμενα φυτά είτε ως στρωμή από νεκρά φυτά (Benedict *et al.*, 2014). Τα πιο συνηθισμένα φυτικά είδη που χρησιμοποιούνται για εδαφοκάλυψη φαίνονται στον Πίνακα 1. Συνήθως ανήκουν στα ψυχανθή και στα αγρωστώδη, και η κάθε ομάδα αποφέρει διαφορετικά οφέλη στο έδαφος. Τα κύρια πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι η εξοικονόμηση αζώτου, η διατήρηση της υγρασίας και η μείωση της διάβρωσης του εδάφους, η αύξηση της γονιμότητας και της ικανότητας ανάκτησης θρεπτικών συστατικών του εδάφους, η καταστολή της ανάπτυξης των ζιζανίων, η μείωση των ασθενειών των φυτών και των εντόμων-εχθρών και φυσικά, το σημαντικότερο όφελος, η αύξηση της παραγωγής της κύριας καλλιέργειας (Fageria, 2005; Plastina *et al.*, 2018).

Οι καλλιέργειες εδαφοκάλυψης επηρεάζουν τη διαχείριση του αζώτου της ατμόσφαιρας. Κυρίως τα ψυχανθή έχουν την ικανότητα να δεσμεύουν άζωτο το οποίο απελευθερώνεται στο χώμα όταν αποσυντεθεί το φυτό, ενώ τα αγρωστώδη μπορούν να το απορροφούν και να ανακυκλώνουν άλλες ενώσεις αζώτου (NO_3^-) που υπάρχουν στο έδαφος της καλλιέργειας (Thapa *et al.*, 2018; Nouri *et al.*, 2022). Η χρήση των αγρωστωδών επιτρέπει τη διατήρηση του αζώτου, αποτρέποντας την απομάκρυνσή του από το έδαφος σε ποσοστό 35-70% (Quemada *et al.*, 2013). Εκτός από το άζωτο, οι καλλιέργειες εδαφοκάλυψης μπορούν να εμπλουτίσουν το έδαφος και με άλλα θρεπτικά συστατικά τα οποία απελευθερώνονται κατά την αποσύνθεση των φυτών (Adetunji *et al.*, 2020).

Η εδαφοκάλυψη με κατάλληλα φυτικά είδη προστατεύει επίσης το έδαφος από τη διάβρωση που προκαλείται από τον αέρα και τις βροχοπτώσεις και οδηγεί σε αλλοίωση των ιδιοτήτων του εδάφους (De Baets *et al.*, 2011). Με τη διάβρωση αφαιρείται το ανώτερο στρώμα εδάφους, το οποίο περιέχει μεγάλες ποσότητες οργανικής ύλης και θρεπτικών ουσιών. Η χρήση των εδαφοκαλυπτικών καλλιεργειών αυξάνει την περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ύλη με αποτέλεσμα να βελτιώνεται η διείσδυση του νερού στα κατώτερα στρώματα και να αυξάνεται η ικανότητα συγκράτησης των θρεπτικών ουσιών, άρα μειώνεται και η διάβρωση του εδάφους (Morgan, 2005). Η ικανότητα διείσδυσης αλλά και διατήρησης του νερού στο έδαφος

συνεπάγεται και τη διατήρηση της υγρασίας του εδάφους ακόμη και σε περιόδους ξηρασίας, προστατεύοντας έτσι την κύρια καλλιέργεια (Rankoth *et al.*, 2021). Πολύ αποτελεσματικά φυτά εδαφοκάλυψης που συμβάλλουν στη διατήρηση της υγρασίας φαίνεται να είναι τα αγρωστώδη. Επιπλέον, σημαντική είναι η συμβολή των καλλιεργειών αυτών στη δράση των μικροοργανισμών του εδάφους. Οι μικροοργανισμοί παίζουν καθοριστικό ρόλο στη διατήρηση της ποιότητας του εδάφους λόγω της δράσης τους στον κύκλο των θρεπτικών ουσιών μέσω της αποσύνθεσης οργανικής ύλης και της αποθήκευσης θρεπτικών ουσιών. Οι καλλιέργειες εδαφοκάλυψης έχουν την ικανότητα να παρέχουν ευνοϊκές περιβαλλοντικές συνθήκες (υγρασία, θερμοκρασία, διαθεσιμότητα άνθρακα) για τον πολλαπλασιασμό τους. Οι μικροοργανισμοί αυτοί είναι κυρίως βακτήρια και μύκητες. (Finney *et al.*, 2017; Chavarría *et al.*, 2016).

Η μείωση των ζιζανίων αποτελεί ακόμη έναν ωφέλιμο ρόλο των φυτών εδαφοκάλυψης. Ο ανταγωνισμός των φυτών ως προς τα θρεπτικά συστατικά και το νερό, καθώς και άλλοι μηχανισμοί όπως η αλληλοπάθεια, συμβάλλουν στην καταστολή των ζιζανίων (Farooq *et al.*, 2011; Cordeau *et al.*, 2015). Τα αγρωστώδη φαίνεται να είναι αρκετά αποτελεσματικά στη μείωση των ζιζανίων διότι αναπτύσσονται αρκετά γρήγορα από τη στιγμή που θα εγκατασταθούν. Ο έλεγχος των φυτών με αυτή τη μέθοδο έχει οικονομική αλλά και περιβαλλοντική σημασία, καθώς ο παραγωγός δεν αναγκάζεται να χρησιμοποιήσει φυτοφάρμακα για την απομάκρυνση των ζιζανίων (Snapp *et al.*, 2005).

Η εφαρμογή της πρακτικής των καλλιεργειών εδαφοκάλυψης στη φυτοπροστασία, η οποία ήταν και αντικείμενο μελέτης της παρούσας διατριβής, βασίζεται στο ότι αφενός διακόπτει τη δράση εναντίον του φυτού ξενιστή, αφού παρεμβάλλεται μεταξύ των σειρών της καλλιέργειας, αφετέρου δημιουργεί ένα περιβάλλον ευνοϊκό προς τα ωφέλιμα αρθρόποδα (Snapp *et al.*, 2005). Ωστόσο, η χρήση των φυτών εδαφοκάλυψης θα πρέπει να γίνεται ύστερα από μελέτη ώστε να επιλεγούν τα κατάλληλα φυτικά είδη και να γίνει σωστή διαχείρισή τους, δηλαδή να είναι γνωστή η κατάλληλη ποσότητα του σπόρου που θα χρησιμοποιηθεί, ο χρόνος στον οποίο θα γίνει η εγκατάσταση της καλλιέργειας και η διάρκειά της (Adetunji *et al.*, 2020). Τα φυτά που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να ανταποκρίνονται στις κλιματικές συνθήκες της κάθε περιοχής, να εγκαθίστανται εύκολα, να αναπτύσσονται γρήγορα και να δίνουν αρκετή βιομάζα. Ακόμη, θα πρέπει να είναι ανθεκτικά σε ασθένειες, να μην έχουν κοινούς εχθρούς με την κύρια καλλιέργεια, να μπορεί να τερματιστεί εύκολα και να είναι οικονομικά βιώσιμη η καλλιέργειά τους (Snapp *et al.*, 2005). Η λανθασμένη επιλογή φυτού και η κακή διαχείρισή του μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη παραγωγή της κύριας καλλιέργειας, δρώντας ανταγωνιστικά ως προς το νερό και τα θρεπτικά συστατικά (Abdalla *et al.*, 2019). Για παράδειγμα, μπορεί να εμφανιστεί το φαινόμενο της αλληλοπάθειας και το φυτό που χρησιμοποιείται για εδαφοκάλυψη να δρα ανταγωνιστικά προς την κύρια καλλιέργεια. Επίσης, σε μερικές περιπτώσεις τα φυτά αυτά έχουν τη δυνατότητα να συμβάλλουν στην αύξηση κάποιου εντόμου-εχθρού ή κάποιας ασθένειας της καλλιέργειας εάν μπορούν να αξιοποιηθούν ως εναλλακτικοί ξενιστές (Bakker *et al.*, 2016).

Πίνακας 1. Φυτά που χρησιμοποιούνται σε καλλιέργειες εδαφοκάλυψης

| | | | |
|---------|--|-------|--|
| Ψυχανθή | Βίκος (<i>Vicia sativa</i>) | Λοιπά | Σίκαλη (<i>Secale cereale</i>) |
| | Μπιζέλι (<i>Lathyrus oleraceus</i>) | | Βρώμη (<i>Avena sativa</i>) |
| | Κουκιά (<i>Vicia faba</i>) | | Σιτάρι (<i>Triticum</i> sp.) |
| | Σόγια (<i>Glycine max</i>) | | Κριθάρι (<i>Hordeum vulgare</i>) |
| | Λευκό τριφύλλι (<i>Trifolium repens</i>) | | Ελαιοκράμβη (<i>Brassica napus</i>) |
| | Μηδική (<i>Medicago sativa</i>) | | Τριτικάλε (× <i>Triticale</i> sp.) |
| | Ορνιθόπους (<i>Ornithopus sativus</i>) | | Φαγόπυρο (<i>Fagopyrum esculentum</i>) |
| | Σεσμπάνια (<i>Sesbania</i> sp.) | | |

1.5. Ωφέλιμα εδαφόβια αρθρόποδα

Τα κυριότερα αρπακτικά του Φύλου Arthropoda ανήκουν στις ομάδες Formicidae (μυρμήγκια), Araneae (αράχνες), Forficulidae (ψαλίδες), Staphylinidae και Carabidae (αρπακτικά Coleoptera) και Scolopendromorpha (σαρανταποδαρούσες). Είναι εδαφόβια είδη τα οποία έχουν σημαντικό ρόλο στη διατήρηση, αλλά και μείωση του πληθυσμού των εντόμων-εχθρών τόσο κατά τη θερινή περίοδο όπου εμφανίζονται οι συγκεκριμένοι εχθροί όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο όπου μπορεί να γίνει θήρευση των διαχειμαζόντων εχθρών-εντόμων (Pekar *et al.*, 2015).

Η Τάξη Araneae περιλαμβάνει ένα μεγάλο αριθμό ειδών που εντοπίζονται σε μεγάλους πληθυσμούς στον αγρό. Είναι γενικευμένοι θηρευτές οι οποίοι σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους μπορεί να συμβάλλουν στην αντιμετώπιση αρκετών εχθρών. Η ποικιλία των μεθόδων θήρευσης που ακολουθούν, όπως για παράδειγμα η ενεργητική θήρευση στο έδαφος, η δημιουργία ιστού σε χαμηλή βλάστηση αλλά και σε δέντρα, επιτρέπει στις αράχνες να αποτελούν σημαντικό θηρευτή για μεγάλη ποικιλία αρθροπόδων (Michalko *et al.*, 2019). Η συνεχής ανθρώπινη παρέμβαση στους αγρούς με διάφορες δραστηριότητες όπως χρήση εντομοκτόνων, λιπασμάτων, κλάδεμα, απομάκρυνση ζιζανίων επηρεάζει την παρουσία των αραχνών στους αγρούς (Benamu *et al.*, 2017). Η παρουσία βλάστησης τόσο μέσα στον αγρό όσο και γύρω από αυτόν φαίνεται να αυξάνει τους πληθυσμούς των αρθροπόδων που αποτελούν τα θηράματά τους με αποτέλεσμα να αυξάνεται και ο δικός τους πληθυσμός (Picchi *et al.*, 2016; Stathakis *et al.*, 2023).

Τα έντομα της Οικογένειας Carabidae αποτελούν επίσης μία από τις πιο σημαντικές ομάδες ωφέλιμων αρθροπόδων. Έχουν την ικανότητα να καταναλώνουν καθημερινά τροφή ίση με το βάρος τους (Thiele, 1977). Όπως και οι αράχνες, έτσι και αυτά επηρεάζονται από τη διαθεσιμότητα τροφής, τη διατάραξη του αγρού από ανθρώπινες δραστηριότητες και τη βλάστηση της περιοχής. Ορισμένα είδη μπορούν να μετακινηθούν πιο γρήγορα σε μια περιοχή, ενώ άλλα χρειάζονται περισσότερο χρόνο. Αυτό οφείλεται στην ανάπτυξη των οπίσθιων πτερύγων τους, όπου σε μερικά είδη είναι καλά ανεπτυγμένες με αποτέλεσμα να μπορούν να πραγματοποιήσουν μεγαλύτερες πτήσεις, ενώ άλλα είδη δεν έχουν την ίδια δυνατότητα πτήσης. Σε αγρό που

πραγματοποιείται βιολογική καταπολέμηση, οι Jelaska *et al.* (2022) αναφέρουν πως βρέθηκαν περισσότερα μεγάλα και αρπακτικά Carabidae με μικρή ικανότητα πτήσης σε σύγκριση με αγρούς που ακολουθούσαν ολοκληρωμένη αντιμετώπιση.

Από την Τάξη Coleoptera ακόμα μια σημαντική Οικογένεια είναι η Staphylinidae. Αποτελεί την μεγαλύτερη Οικογένεια σε αριθμό ειδών και μπορούν να βρεθούν σε πολλά διαφορετικά περιβάλλοντα φυσικά και μη. Είναι γενικευμένοι θηρευτές εδαφόβιων αρθροπόδων και δραστηριοποιούνται κυρίως τη νύχτα, αποφεύγοντας την έκθεση στο φως (Klimaszewski *et al.*, 2018). Η πλειονότητα των ειδών έχει τη δυνατότητα να μετακινηθεί γρήγορα από περιοχή σε περιοχή εύκολα λόγω της μεγάλης ικανότητας πτήσης (Halder, 2011). Υπάρχει ποικιλία τροφικών απαιτήσεων καθώς υπάρχουν αρπακτικά, φυτοφάγα, σαπροφάγα και μυκητοφάγα Staphylinidae. Πολλά από τα αρπακτικά της Οικογένειας αυτής αναφέρονται ως θηρευτές σημαντικών εχθρών των καλλιεργειών, με τον δάκο της ελιάς, να αποτελεί έναν από αυτούς (Gkisakis *et al.* 2016; Albertini *et al.*, 2018).

Η Οικογένεια Formicidae (μυρμήγκια) περιλαμβάνει είδη τα οποία απαντώνται σε αφθονία στα περισσότερα χερσαία περιβάλλοντα, καθιστώντας τα με αυτό τον τρόπο σημαντική ομάδα που επηρεάζει τη λειτουργία του οικοσυστήματος. Τα μυρμήγκια μπορούν να τραφούν τόσο με φυτά όσο και με άλλα αρθρόποδα δρώντας έτσι ως ωφέλιμα, σε περίπτωση που καταναλώνουν έντομα-εχθρούς, ή ως αρπακτικά άλλων αρπακτικών. Εξαιτίας αυτής της ικανότητας τους να αλλάζουν τις τροφικές τους προτιμήσεις είναι δύσκολο να προσδιοριστεί ο ρόλος τους σε κάθε οικοσύστημα (Alvarez, 2023). Όσον αφορά τα πλεονεκτήματα της παρουσίας τους έχει παρατηρηθεί ότι μπορούν να καταναλώσουν μεγάλους αριθμούς εντόμων-εχθρών, ενώ ταυτόχρονα μπορούν να τα ενοχλήσουν κατά τη διατροφή και την ωοθεσία. Επίσης, έχουν ρόλο στη βελτίωση της ποιότητας του εδάφους διευκολύνοντας την κυκλοφορία των θρεπτικών συστατικών και του αέρα. Η μετακίνησή τους κάτω από το έδαφος αφενός διευκολύνει τη μεταφορά ιόντων από τα κατώτερα στρώματα πιο κοντά στις ρίζες αφετέρου επιτρέπει τη συσσώρευση οργανικού υλικού λόγω των θηραμάτων τους. Τέλος, βοηθά στη διατήρηση ουδέτερου pH, δημιουργώντας ιδανικό περιβάλλον για άλλους οργανισμούς όπως Protozoa, Acari και Collembola. (Choate, 2011).

Η Οικογένεια Forficulidae περιλαμβάνει είδη τα οποία μπορούν να τραφούν με φυτά και μύκητες αλλά δρουν και ως αρπακτικά αρκετών εντόμων-εχθρών. Οι ψαλίδες είναι έντομα που ζουν σε ομάδες και δεν έχουν την ικανότητα να μετακινηθούν σε μεγάλες αποστάσεις. Οι υψηλές θερμοκρασίες της Μεσογείου επιτρέπουν στις ψαλίδες να παραμένουν ενεργές ακόμα και τον χειμώνα. Έτσι, ο συνδυασμός τους με κάποιο άλλο ωφέλιμο αρθρόποδο μπορεί να συμβάλλει στη βιολογική αντιμετώπιση καθώς οι ψαλίδες μπορούν να διατηρήσουν χαμηλούς τους πληθυσμούς των εντόμων-εχθρών τις περιόδους που το ωφέλιμο αρθρόποδο δεν είναι ακόμα ενεργό (Quarrell, 2017). Ωστόσο, η δράση των Forficulidae σε ορισμένες καλλιέργειες είναι περισσότερο επιζήμια καθώς καταστρέφουν τον καρπό, με αποτέλεσμα η ικανότητά τους για βιολογική αντιμετώπιση αρκετές φορές να θεωρείται αμφίβολη (Orpet, 2019).

2. Σκοπός Μελέτης

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης των καλλιεργειών εδαφοκάλυψης στην εδαφόβια αρθροποδοπανίδα σε παραδοσιακό ελαιώνα της Περιφερειακής Ενότητας Χανίων, με έμφαση στα ωφέλιμα αρθρόποδα που μπορούν να συμβάλλουν στη μείωση των εντόμων-εχθρών της κύριας καλλιέργειας, της ελιάς. Η μελέτη εστιάζει στην αφθονία και τη σύνθεση των λειτουργικών ομάδων αρθροπόδων εδάφους (φυτοφάγα, σαπροφάγα, αρπακτικά κ.ά.), στον προσδιορισμό των ειδών και την εκτίμηση της βιοποικιλότητας των αραχνών (Araneae) και των εντόμων της Οικογένειας Carabidae τα οποία ήταν και τα ωφέλιμα αρθρόποδα που βρέθηκαν σε μεγαλύτερους πληθυσμούς.

3. Υλικά και Μέθοδοι

3.1. Περιοχή μελέτης

Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν σε δύο παραδοσιακούς ελαιώνες της περιοχής Κολυμβαρίου, Χανίων, με δένδρα ποικιλίας Κορωνέικη. Οι αγροί απείχαν 150 m μεταξύ τους. Ο ένας αγρός, εκτάσεως 1100m², που χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας, διαθέτει αυτοφυή βλάστηση και η εγκατάσταση του ελαιώνα έγινε το 1950. Ο δεύτερος ελαιώνας, εκτάσεως 3200 m², η εγκατάσταση του οποίου έγινε το 1981, χωρίστηκε σε δύο τμήματα στα οποία πραγματοποιήθηκε, σε τρεις ενδιάμεσες γραμμές (περίπου 700m²), εγκατάσταση των πολυετών κτηνοτροφικών φυτών *Festuca arundinacea* Schreb., Poaceae (φεστούκα), στο ένα τμήμα του αγρού, και *Trifolium repens* L., Fabaceae (λευκό τριφύλλι) στο άλλο τμήμα. Οι αποστάσεις φύτευσης των ελαιοδένδρων και στους δύο αγρούς είναι 7x7m (Εικόνα 4). Γεωργικές πρακτικές όπως άρδευση, λίπανση, φυτοπροστασία δεν πραγματοποιούνται, καθιστώντας το περιβάλλον αδιατάρακτο. Η μόνη γεωργική πρακτική που πραγματοποιείται είναι χορτοκοπή μία φορά το χρόνο για απομάκρυνση ζιζανίων με τη χρήση τσάπας. Τα κυριότερα αυτοφυή φυτά των δύο αγρών φαίνονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Αυτοφυή φυτά που υπήρχαν στους αγρούς που πραγματοποιήθηκε το πείραμα

| Μάρτυρας | | Φεστούκα - Τριφύλλι | |
|---------------|---|---------------------|---------------------------------|
| Oxalidaceae | <i>Oxalis pes-caprae</i> L. | Ranunculaceae | <i>Ranunculus</i> sp. |
| Rosaceae | <i>Rubus</i> sp. | Iridaceae | <i>Gladiolus italicus</i> Mill. |
| Fabaceae | <i>Vicia</i> sp. | Asparagaceae | <i>Ornithogalum</i> sp. |
| Orobanchaceae | <i>Orobanche</i> sp. | Fabaceae | <i>Vicia</i> sp. |
| Apiaceae | <i>Foeniculum vulgare</i> Mill. | | <i>Lotus purpureus</i> Webb |
| Asteraceae | <i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter | Brassicaceae | <i>Sinapis alba</i> L. |
| | <i>Picris</i> sp. | Oxalidaceae | <i>Oxalis pes-caprae</i> L. |
| Dioscoreaceae | <i>Dioscorea communis</i> (L.) Caddick & Wilkin | Convolvulaceae | <i>Convolvulus</i> sp. |



Εικόνα 4. Εικόνες από τους αγρούς στους οποίους πραγματοποιήθηκε το πείραμα. Α) Αγρός μετά από κατεργασία εδάφους αλλά πριν την εγκατάσταση των φυτών Β) Μάρτυρας Γ) Αγρός που εγκαταστάθηκε η φεστούκα Δ) Αγρός που εγκαταστάθηκε το τριφύλλι

3.2. Εγκατάσταση φυτών εδαφοκάλυψης

Στις 30 Δεκεμβρίου 2022 πραγματοποιήθηκε προετοιμασία του εδάφους με τη χρήση φρέζας στον αγρό, που αργότερα εγκαταστάθηκαν τα φυτά φεστούκα και τριφύλλι. Ακολούθησε η σπορά των δύο αυτών φυτών με το χέρι στις τρεις ενδιάμεσες γραμμές του αγρού και οι σπόροι καλύφθηκαν με τη χρήση τσουγκράνας. Στον μάρτυρα οι παγίδες τοποθετήθηκαν μεταξύ δύο σειρών δέντρων όπου η καθεμία διαθέτει τρία δέντρα, ενώ στο αγρό που εγκαταστάθηκαν τα φυτά οι σειρές που



Εικόνα 5. Χάρτης των αγρών στους οποίους πραγματοποιήθηκε το πείραμα. Ο αγρός με το γράμμα (Μ) αντιπροσωπεύει τον Μάρτυρα, ο αγρός με το γράμμα (Φ) τη Φεστούκα και ο αγρός με το γράμμα (Τ) το τριφύλλι.

χρησιμοποιήθηκαν για την τοποθέτηση των παγίδων διέθεταν 5 δέντρα (Εικόνα 5). Οι παρακείμενες παγίδες είχαν μεταξύ τους απόσταση τουλάχιστον 10m.

3.3. Συλλογή δειγμάτων

Για τη συλλογή των δειγμάτων τοποθετήθηκαν παγίδες παρεμβολής (pitfall traps) κατά μήκος των σειρών που εγκαταστάθηκαν τα κτηνοτροφικά φυτά. Οι παγίδες αποτελούνται από δύο πλαστικά ποτήρια χωρητικότητας 400ml όπου το ένα τοποθετείται εσωτερικά του άλλου. Με τη χρήση σκαπτικού εργαλείου τα πλαστικά ποτήρια τοποθετήθηκαν στο έδαφος με τέτοιο τρόπο ώστε το στόμιο του εσωτερικού ποτηριού να βρίσκεται στο ίδιο ύψος με την επιφάνεια του εδάφους. Τα βαδιστικά αρθρόποδα πέφτουν στο εσωτερικό της παγίδας απ' όπου δεν μπορούν να διαφύγουν. Πάνω από τα ποτήρια και σε απόσταση 10cm τοποθετήθηκαν πιάτα γλάστρας που είχαν τον ρόλο σκέπαστρου ώστε να αποτρέψουν μεγαλύτερα ζώα να πλησιάσουν το περιεχόμενο της παγίδας (Εικόνα 6). Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε υγρό για



Εικόνα 6. Παγίδες παρεμβολής (pitfall) που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα

την θανάτωση και διατήρηση των αρθροπόδων που έπεφταν στις παγίδες. Η σύσταση του υγρού ήταν νερό, 5% διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου (χλωρίνη) και 10% χλωριούχο νάτριο (αλάτι). Η χλωρίνη είχε ως στόχο την απομάκρυνση από τις παγίδες μικρών θηλαστικών μέσω της οσμής και το αλάτι χρησιμοποιήθηκε για την αποφυγή εξάτμισης του νερού κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Οι παγίδες τοποθετήθηκαν σε απόσταση 10m η μία από την άλλη. Η πρώτη εγκατάσταση έγινε στις 9 Απριλίου 2023.

Η συλλογή έγινε στο διάστημα Απρίλιος-Σεπτέμβριος 2023. Σε κάθε δειγματοληψία λαμβάνονταν 6 δείγματα από τον μάρτυρα και 12 από τον αγρό που εγκαταστάθηκαν τα κτηνοτροφικά φυτά (6 από το τμήμα με τη φεστούκα και 6 από το τμήμα με το τριφύλλι). Η συλλογή των παγίδων γινόταν ανά δύο εβδομάδες, ώστε να προλαμβάνεται η εξάτμιση του υγρού, και συνολικά πραγματοποιήθηκαν 12 δειγματοληψίες. Στον Πίνακα 3 φαίνονται οι ημερομηνίες των δειγματοληψιών. Για την συλλογή των παγίδων το περιεχόμενο από το ποτήρι μεταφερόταν σε σουρωτήρι ώστε να απομακρυνθεί το υγρό και να παραμείνουν τα αρθρόποδα τα οποία στη συνέχεια αποθηκεύονταν σε ουροσυλλέκτη που περιείχε αλκοόλη 70% (Εικόνα 7).

Πίνακας 3. Ημερομηνίες δειγματοληψιών

| | |
|-----------|-----------|
| 23/4/2023 | 16/7/2023 |
| 7/5/2023 | 30/7/2023 |
| 21/5/2023 | 13/8/2023 |
| 4/6/2023 | 27/8/2023 |
| 18/6/2023 | 10/9/2023 |
| 2/7/2023 | 24/9/2023 |

3.4. Επεξεργασία στο εργαστήριο

Το περιεχόμενο από τους ουροσυλλέκτες μεταφερόταν στο Εργαστήριο Γεωργικής Ζωολογίας & Εντομολογίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Το περιεχόμενο τοποθετούνταν σε τρυβλίο petri και η εξέταση των δειγμάτων έγινε με τη χρήση στερεοσκοπίου (Zeiss Stemi DV4). Ακολούθησε ο διαχωρισμός των αραχνών και των Carabidae από τα λοιπά αρθρόποδα. Η διατήρηση όλων των αρθροπόδων έγινε σε αιθυλική αλκοόλη 70%. Η αναγνώριση των taxa έγινε με βάση τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά και τη χρήση κατάλληλων διχοτομικών κλειδών (Nentwig *et al.*, 2024 και Arndt *et al.*, 2011).



Εικόνα 7. Μεταφορά των αρθροπόδων από το σουρωτήρι στον ουροσυλλέκτη

3.5. Ανάλυση δεικτών α' βιοποικιλότητας

Η αρχική προσέγγιση για την ποσοτικοποίηση της βιοποικιλότητας ήταν η καταμέτρηση των διαφορετικών ειδών οργανισμών σε μια βιοκοινότητα. Διαπιστώθηκε όμως ότι αυτό δεν είναι αρκετό, καθώς βιοκοινότητες με παρόμοιο αριθμό ειδών μπορεί να διαφέρουν σημαντικά ως προς τον αριθμό των ατόμων του κάθε είδους. Συνεπώς, ως βιοποικιλότητα νοείται η συνισταμένη δύο επιμέρους συνιστωσών, οι οποίες μετρούνται ξεχωριστά (Pielou, 1977) και είναι:

A) Ο πλούτος ειδών (species richness), που είναι ο αριθμός των διαφορετικών ειδών σε μια βιοκοινότητα, και αποτέλεσε το πρώτο και απλούστερο μέγεθος που χρησιμοποιήθηκε ως μέτρο βιοποικιλότητας. Είναι προφανές πως αύξηση του πλούτου των ειδών συνεπάγεται αύξηση της ποικιλότητας.

B) Η αφθονία ειδών (species abundance) είναι ο αριθμός των ατόμων ανά είδος και συνολικά που καταγράφονται σε μια βιοκοινότητα. Μεγάλη αφθονία, όμως δε σημαίνει απαραίτητα και ποικιλότητα, καθώς αυτό που ενδιαφέρει είναι η κατανομή της αφθονίας των ατόμων μεταξύ των ειδών. Δηλαδή, κατά πόσο τα είδη μιας βιοκοινότητας εκπροσωπούνται στο δείγμα με παρόμοιους ή όχι αριθμούς ατόμων.

Δύο έννοιες που συνδέουν την αφθονία με την ποικιλότητα είναι η κυριαρχία (dominance) και η ισομέρεια ή ισοκατανομή (evenness). Έστω για παράδειγμα, ότι το δείγμα από μια βιοκοινότητα αποτελείται από 100 άτομα από 10 διαφορετικά είδη. Μέγιστη ισομέρεια θα σημαίνει ότι όλα τα είδη αντιπροσωπεύονται με ίσες αφθονίες ατόμων, δηλαδή από 10 άτομα στο κάθε είδος, ενώ αντίθετα, μέγιστη κυριαρχία όταν ένα είδος αντιπροσωπεύεται από 91 άτομα και τα υπόλοιπα 9 είδη από ένα άτομο το κάθε ένα. Οι δύο ακραίες αυτές καταστάσεις συνήθως δεν απαντώνται στη φύση. Στη

μεγάλη πλειονότητα των περιπτώσεων, ένα ή λίγα είδη παρατηρούνται σε μεγάλες αφθονίες (κυρίαρχα είδη) και τα υπόλοιπα σε μικρότερες έως πολύ μικρές (σπάνια είδη). Κυριαρχία και ισομέρεια είναι μεν δύο έννοιες αντίθετες, είναι όμως ταυτόχρονα και συμπληρωματικές. Αυτό σημαίνει ότι η ποσοτικοποίηση της κατανομής της αφθονίας σε ένα δείγμα αποτελεί μέτρο και των δύο ταυτόχρονα, π.χ. δείκτης του Margalef (1958), δείκτης του Menhinick (1964):

– Ο δείκτης του Margalef (1958)

$$R = (S - 1) / \ln N$$

– Ο δείκτης του Menhinick (1964)

$$R2 = S / \sqrt{N}$$

όπου S και N, οι αριθμοί των ειδών και ατόμων αντίστοιχα στο δείγμα.

Ένας άλλος τρόπος εκτίμησης βασίζεται στην καμπύλη συσσώρευσης ειδών. Η καμπύλη αυτή είναι το γράφημα που προκύπτει εάν σε κάθε δειγματοληψία αντιστοιχίσουμε το σύνολο των ειδών που έχουν βρεθεί μέχρι εκείνο το δείγμα. Επειδή σε κάθε δείγμα τα νέα είδη θα είναι όλο και λιγότερα, ο αριθμός ειδών θα πλησιάζει ασυμπτωτικά μια ανώτερη τιμή. Βασισόμενη σε αυτή την παραδοχή και προσεγγίζοντας την καμπύλη συσσώρευσης μη παραμετρικά, η Chao (1984) δημοσίευσε ένα δείκτη που δίνει έμφαση στα πιο σπάνια είδη:

– Δείκτης Chao1:

$$S_{Chao1} = S_{obs} + (f_1 (f_1 - 1)) / (2 f_2 + 1)$$

με διακύμανση

$$var(S_{Chao1}) = f_2 [1/2 (f_1 / f_2)^2 + (f_1 / f_2)^3 + 1/4 (f_1 / f_2)^2] \text{ για } f_1, f_2 > 0$$

όπου S_{obs} ο αριθμός των ειδών στο δείγμα και f_1, f_2 οι αριθμοί των ειδών που αντιπροσωπεύονται με ένα και δύο άτομα αντίστοιχα στο δείγμα.

Ο δείκτης Chao1 θεωρείται από τους πλέον αποτελεσματικούς και αποτελεί μια από τις πιο σημαντικές προόδους όσον αφορά στη μέτρηση της βιοποικιλότητας την τελευταία εικοσαετία. Η ευκολία στην κατανόηση, τη χρήση και τον υπολογισμό του είναι τα μεγάλα πλεονεκτήματά του (Magurran, 2004).

Τα μέτρα που συνδυάζουν τις πληροφορίες του πλούτου ειδών και της κατανομής της αφθονίας τους λέγονται δείκτες ποικιλότητας ή ετερογένειας. Ανάλογα με τη βαρύτητα που αποδίδει ο κάθε δείκτης στη μία ή την άλλη συνιστώσα, οι μετρήσεις τους επιδέχονται διαφορετικής ερμηνείας όσον αφορά στη βιοποικιλότητα και τον τρόπο που αξιολογείται το εκάστοτε σύστημα υπό μελέτη. Μόνο για το πλήθος και τη συχνότητα εμφάνισης νέων τέτοιων δεικτών στη διεθνή βιβλιογραφία, έχει αφιερωθεί μεγάλος αριθμός μελετών, οι περισσότερες από τις οποίες αναφέρουν ότι η καταλληλότητα ενός δείκτη εξαρτάται από τα ζητούμενα και τις συνθήκες της εκάστοτε έρευνας που κάνει χρήση αυτού.

Τα μέτρα ετερογένειας χωρίζονται σε δύο κατηγορίες (Magurran, 2004): τα παραμετρικά και τα μη παραμετρικά.

Τα παραμετρικά μέτρα ποικιλότητας προϋποθέτουν ότι τα δεδομένα αφθονίας των ειδών ακολουθούν συγκεκριμένη γνωστή κατανομή (π.χ. γεωμετρική, λογαριθμική κτλ.). Οι τιμές που πρέπει να λάβουν οι παράμετροι της γνωστής κατανομής για να ταιριάζουν με την κατανομή των δεδομένων λαμβάνονται ως δείκτες. Από τους πρώτους τέτοιους δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν:

– Ο δείκτης *a* του Fisher (Fisher *et.al.*, 1943) της λογαριθμικής κατανομής αποτελεί μια εκτίμηση του αριθμού των σπάνιων ειδών και υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$S = a \ln(1 + N/a)$$

όπου *S* και *N* ο αριθμός των ειδών και ατόμων αντίστοιχα στο δείγμα.

Τα μειονεκτήματα των παραμετρικών μεθόδων είναι ότι η κατανομή της αφθονίας στο δείγμα μπορεί να μην ταιριάζει με την εκάστοτε γνωστή κατανομή, αλλά και ότι δύο διαφορετικές κατανομές που μπορεί να ταιριάζουν ικανοποιητικά, θα δώσουν διαφορετική εκτίμηση για την ποικιλότητα.

Για αυτό το λόγο αναπτύχθηκαν τα μη παραμετρικά μέτρα ποικιλότητας, στα οποία δεν γίνεται καμία εκ των προτέρων υπόθεση για την στατιστική κατανομή της αφθονίας στα είδη. Ωστόσο, αυτό δεν σημαίνει απαραίτητα ότι δεν επηρεάζονται από αλλαγές στις κατανομές των δεδομένων αφθονίας. Η ανάπτυξη και η χρήση τέτοιων μέτρων έχει γνωρίσει αλματώδη αύξηση τις τελευταίες δύο δεκαετίες (Magurran & McGill, 2011). Κάποιοι από αυτούς τους δείκτες είναι:

– Ο δείκτης Berger-Parker (1970)

$$d = (\max(n_i))/N$$

όπου *N* ο αριθμός των ειδών στο δείγμα και $\max(n_i)$ ο αριθμός των ατόμων που ανήκουν στο είδος με τη μεγαλύτερη αφθονία.

Ο δείκτης αυτός εκφράζει τη σχετική αφθονία του κυρίαρχου είδους στο δείγμα. Για μεγάλο αριθμό ειδών ($S > 100$) δεν εξαρτάται από το *S*, αλλά για μικρά δείγματα τείνει να μειώνεται όσο αυξάνεται ο πλούτος ειδών (Magurran, 2004). Επειδή είναι ένας ιδιαίτερα απλός δείκτης κυριαρχίας με ξεκάθαρη βιολογική έννοια και εύκολος στον υπολογισμό του, θεωρείται ένας από τους πιο ικανοποιητικούς δείκτες ποικιλότητας (May, 1975). Όπως και με το δείκτη Simpson, η αντιστροφή του δείκτη με τη μορφή $1/d$, τον μετατρέπει σε δείκτη ποικιλότητας.

Ίσως ο πιο διαδεδομένος δείκτης στη διεθνή βιβλιογραφία, είναι αυτός των Shannon και Wiener. Προέρχεται από τη θεωρία των πληροφοριών και σύμφωνα με αυτή, μετράει το πληροφοριακό φορτίο ανά σύμβολο ενός κώδικα. Ουσιαστικά, αποτελεί ένα μέτρο εντροπίας, η οποία παραλληλίστηκε με την έννοια της ποικιλότητας ενός οικοσυστήματος, παρόλο που η σχέση αυτή δεν είναι ευνόητη με οικολογικούς όρους. Ο δείκτης Shannon-Wiener μετράει το βαθμό αβεβαιότητας στην πρόβλεψη του είδους στο οποίο ανήκει ένα άτομο, που λαμβάνεται τυχαία από ένα δείγμα *S* ειδών και *N* ατόμων. Στην περίπτωση ενός τυχαίου δείγματος που λαμβάνεται από μια βιοκοινότητα, υπολογίζεται από τον τύπο:

– Δείκτης Shannon-Wiener (1949)

$$H = - \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \ln \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

όπου S και N ο αριθμός των ειδών και ατόμων αντίστοιχα στο δείγμα και n_i η αφθονία των ατόμων που ανήκουν στο είδος i

Η βάση του λογαρίθμου μπορεί να είναι οποιαδήποτε λογαριθμική βάση, αρκεί να αναφέρεται κάθε φορά. Στην περίπτωση που χρησιμοποιείται ως βάση το e η μονάδα είναι ένα “nat”, για βάση 2 η μονάδα είναι ένα “bit” και για βάση 10 η μονάδα είναι ένα “decit”. Ο δείκτης Shannon-Wiener, ή απλά όπως συνηθίζεται, ο δείκτης Shannon έχει κριθεί πολλές φορές αναποτελεσματικός (Bullock, 1971; Hurlbert, 1971; Taylor *et al.*, 1976; Routledge, 1979; Karydis & Tsirtsis, 1996, Spatharis *et al.*, 2011), γιατί έχει το μειονέκτημα να συμπιέζει τις πληροφορίες που προέρχονται από την ποικιλότητα ειδών και την ισομέρεια ενός δείγματος σε ένα μοναδικό αριθμό, χωρίς να είναι σαφές πώς και πόσο τον επηρεάζει η κάθε μία.

Συχνά η επιστημονική έρευνα μπορεί να επικεντρωθεί ξεχωριστά στον πλούτο ειδών και την ισομέρεια σε μια βιοκοινότητα, καθώς τα χαρακτηριστικά αυτά αντανακλούν διαφορετικές οικολογικές διεργασίες. Ο αριθμός των ειδών, για παράδειγμα, μπορεί να σχετίζεται με το βαθμό ετερογένειας του περιβάλλοντος, ή το βαθμό απομόνωσης μιας περιοχής, που επιτρέπουν την ύπαρξη λιγότερων ή περισσότερων ειδών. Η ισομέρεια εξάλλου, μπορεί να αντανακλά τις λειτουργικές σχέσεις μεταξύ των ειδών, όπως τον ανταγωνισμό, τη θήρευση, τον παρασιτισμό ή τη συμβίωση. Μπορεί επίσης να σχετίζεται με τη συγκριτική ικανότητα αναπαραγωγής και προσαρμογής των διαφόρων οργανισμών. Οι δείκτες ισομέρειας αναπτύχθηκαν με σκοπό την ποσοτικοποίηση της ποικιλότητας της ισομέρειας σε έναν αριθμό και συνήθως προσδιορίζονται ως το πηλίκο της ισομέρειας της υπό μελέτη βιοκοινότητας, προς τη μέγιστη δυνατή ισομέρεια που η βιοκοινότητα θα μπορούσε να έχει με τον ίδιο αριθμό ειδών, εάν δηλαδή όλα τα είδη εκπροσωπούσαν με τον ίδιο αριθμό ατόμων. Οι περισσότεροι από τους δείκτες ισομέρειας που έχουν προταθεί, κάνουν χρήση του δείκτη Shannon-Wiener (H) ή του αντίστροφου του δείκτη κυριαρχίας του Simpson (D) ή κάποιου συνδυασμού αυτών. Η Pielou (1975) διαίρεσε το δείκτη Shannon H με τη μέγιστη τιμή του $H_{max} = \ln(S)$ για να μετριάσει την επίδραση από τη μεταβολή του πλούτου ειδών. Ο δείκτης ονομάστηκε Evenness.

$$-E = \frac{e^H}{S}$$

3.6. Μέγεθος και στρατηγική θήρευσης

Οι αράχνες διαχωρίστηκαν σε ομάδες σύμφωνα με το μέγεθος του σώματος και τη στρατηγική θήρευσης που ακολουθούν, ενώ τα Carabidae σύμφωνα με το μέγεθος και τις διατροφικές τους συνήθειες. Όσον αφορά τις αράχνες, οι κατηγορίες μεγέθους ήταν: πολύ μικρό (<0,5cm), μικρό (0,5-1cm), μεσαίο (1-1,5cm) και μεγάλο (>1,5cm) μέγεθος. Στην εργασία των Cardoso *et al.*, 2011 χαρακτηρίστηκαν τέσσερις διαφορετικές στρατηγικές θήρευσης: ενεργητική θήρευση, εξειδικευμένη θήρευση, κατασκευή ιστού και ενέδρα. Το μέγεθος των Carabidae κατηγοριοποιήθηκε σε: πολύ μικρό (<0,5cm), μικρό (0,5-1cm), μεσαίο (1-1,5cm) και μεγάλο (>1,5cm) μέγεθος. Σύμφωνα με τα δεδομένα των Homburg *et al.*, 2013 για τις τροφικές απαιτήσεις, κατηγοριοποιήθηκαν σε τέσσερις διαφορετικές ομάδες: αρπακτικά, φυτοφάγα, παμφάγα και εξειδικευμένοι θηρευτές.

3.7. Κυριαρχία και συχνότητα

Η αξιολόγηση των διαφόρων taxa που βρέθηκαν έγινε με τη χρήση συγκεκριμένων κριτηρίων κυριαρχίας και συχνότητας. Η κυριαρχία ενός είδους αντιστοιχεί στο ποσοστό που αντιπροσωπεύουν τα άτομα του είδους επί των συνολικά ευρεθέντων ατόμων όλων των ειδών (σχετική πληθυσμιακή πυκνότητα). Αναφορικά με την κυριαρχία, ένα taxon θεωρείται κυρίαρχο, σημαντικό ή ασήμαντο ανάλογα με το εάν ο πληθυσμός του υπερβαίνει το 5%, είναι μεταξύ του 2-5% ή είναι μικρότερος από το 2% του συνολικού αριθμού των ατόμων μιας δειγματοληψίας αντίστοιχα. Η συχνότητα του είδους εκφράζεται με το ποσοστό των δειγμάτων στα οποία έχει βρεθεί το είδος αυτό επί των συνολικών δειγμάτων. Ως προς τη συχνότητα, ένα taxon μπορεί να είναι σταθερό, συχνό ή τυχαίο, εάν απαντά σε ποσοστό πάνω από το 50%, μεταξύ 25-50% ή είναι μικρότερο από το 25% στο σύνολο των δειγμάτων μιας δειγματοληψίας αντίστοιχα (Weis-Fogh, 1948).

3.8. Στατιστική ανάλυση

Τα αρθρόποδα που συλλέχθηκαν αξιολογήθηκαν ως προς τον πλούτο και την αφθονία τους. Περαιτέρω ανάλυση έγινε για τα taxa Araneae και Carabidae. Οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση των προγραμμάτων PAST (PAleontological Statistics Version 4.07) και SPSS (IBM SPSS Statistics V21). Πιο συγκεκριμένα με το πρόγραμμα PAST έγινε ο υπολογισμός των δεικτών αβιοποικιλότητας, ενώ οι αναλύσεις που αφορούσαν τη σύγκριση των δεδομένων έγινε με το πρόγραμμα SPSS. Αρχικά πραγματοποιήθηκε το τεστ Shapiro-Wilk με το οποίο βρέθηκε ότι τα δεδομένα δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, επομένως δεν γινόταν να πραγματοποιηθεί σύγκριση με ANOVA. Η στατιστική ανάλυση έγινε με τη χρήση της μη παραμετρικής μεθόδου Kruskal-Wallis. Η μέθοδος αυτή ελέγχει εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαμέσων τριών ή περισσότερων ανεξάρτητων ομάδων-δεδομένων. Σε περίπτωση που τα δεδομένα έχουν σημαντική διαφορά, με τη βοήθεια του Dunn's test μπορεί να παρατηρηθεί συγκεκριμένα ποιες ομάδες-δεδομένα διαφέρουν μεταξύ τους. Για τη στατιστική ανάλυση των αραχνών χρησιμοποιήθηκαν μόνο τα ενήλικα άτομα τα οποία μπορούσαν να αναγνωριστούν.

4. Αποτελέσματα

4.1. Συνολικά αρθρόποδα

Από το σύνολο των δώδεκα δειγματοληψιών συλλέχθηκαν συνολικά περίπου 40.000 εδαφόβια αρθρόποδα. Η πλειονότητά τους αποτελούνταν από παμφάγα είδη, με κυριότερους εκπροσώπους τα άτομα των Οικογενειών Formicidae (Τάξη Hymenoptera), Anthicidae (Τάξη Coleoptera), Melyridae (Τάξη Coleoptera) και ακολουθούν τα σαπροφάγα (Isopoda, Collembola), τα αρπακτικά (Araneae, Carabidae, Opiliones) και σε μικρότερους αριθμούς τα φυτοφάγα είδη (Sylvanidae και Tenebrionidae της Τάξης Coleoptera). Ο αγρός που χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας εμφάνισε μικρότερο αριθμό ατόμων (10.831) συγκριτικά με τους αγρούς που έγινε η μεταχείριση με φεสตούκα (12.432) και τριφύλλι (15.984).

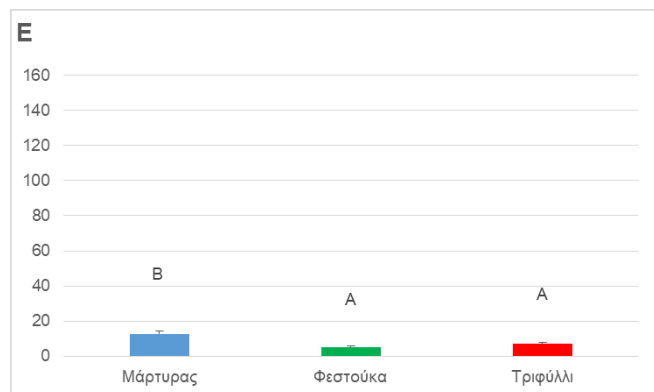
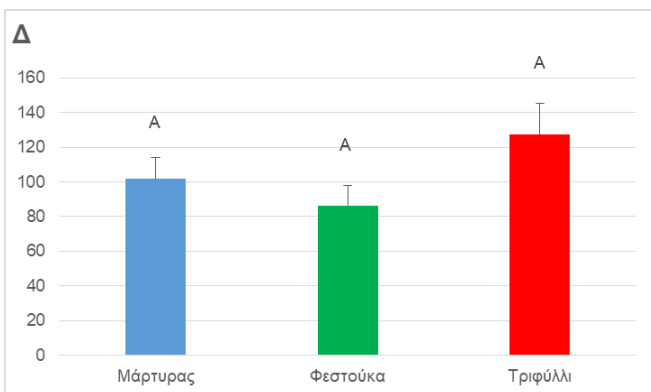
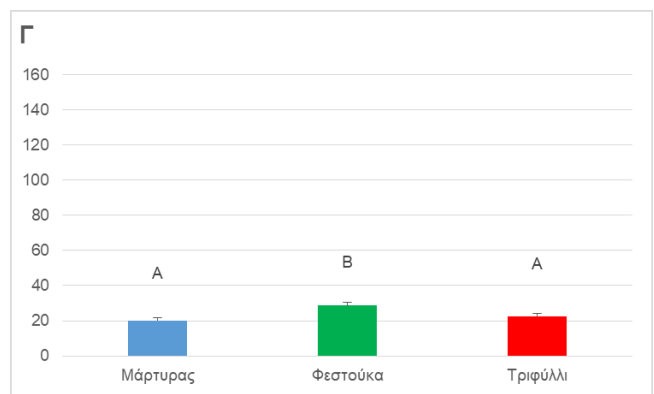
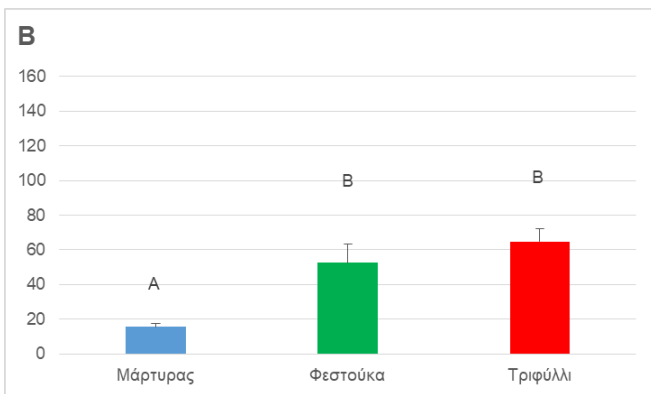
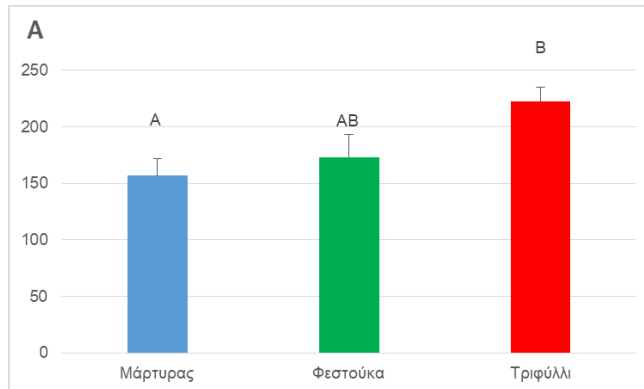
Στο παράρτημα 1 παρουσιάζονται αναλυτικά τα taxa τα οποία συλλέχθηκαν. Στο μάρτυρα τα taxa που βρέθηκαν σε μεγαλύτερους αριθμούς, εκτός από την οικογένεια Formicidae η οποία είχε αριθμητική υπεροχή σε όλους τους αγρούς, ήταν τα εξής: Melyridae (23%), Blattodea (12%), Araneae (8%), Sylvanidae (7%), Isopoda (7%), Anthicidae (6%). Στον αγρό με τη φεστούκα τα taxa που βρέθηκαν σε μεγαλύτερους αριθμούς ήταν τα εξής: Isopoda (18%), Anthicidae (14%), Collembola (11%), Araneae (10%). Στον αγρό με το τριφύλλι τα taxa που βρέθηκαν σε μεγαλύτερους αριθμούς ήταν παρόμοια με αυτά της φεστούκας και ήταν τα εξής: Isopoda (21%), Anthicidae (9%), Collembola (8%), Araneae (7%). Μεταξύ των αγρών εντοπίζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην αφθονία όλων των λειτουργικών ομάδων των αρθροπόδων εκτός από αυτή των παμφάγων (Πίνακες 4, 5).

Πίνακας 4. Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης (Kruskal-Wallis). Τα νούμερα με έντονη γραφή εκφράζουν ότι υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των αγρών. Το επίπεδο σημαντικότητας είναι 0,005. Το N εκφράζει τον αριθμό των δειγμάτων και το B.E τους βαθμούς ελευθερίας.

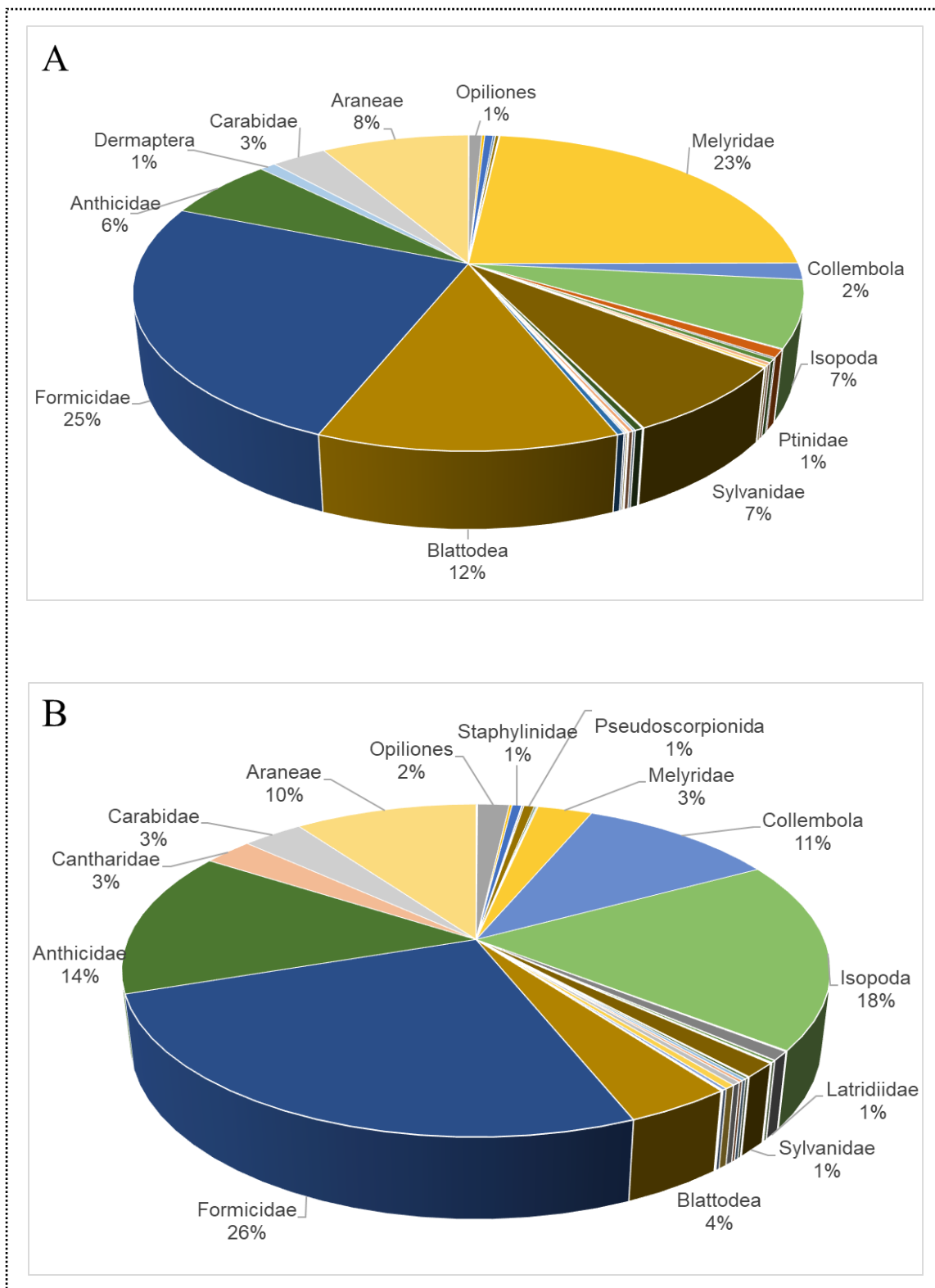
| | N | B.E | X² | P |
|-------------------|----------|------------|----------------------|--------------|
| Αφθονία | | | | |
| Σύνολο αρθροπόδων | 213 | 2 | 7,207 | 0,027 |
| Αρπακτικά | 213 | 2 | 10,754 | 0,005 |
| Σαπροφάγα | 213 | 2 | 45,321 | 0,000 |
| Παμφάγα | 213 | 2 | 3,575 | 0,167 |
| Φυτοφάγα | 213 | 2 | 20,63 | 0,000 |
| Αράχνες | 213 | 2 | 6,95 | 0,031 |
| Carabidae | 213 | 2 | 6,264 | 0,044 |

Πίνακας 5. Μέσος όρος συγκεκριμένων ομάδων αρθροπόδων που συλλέχθηκαν ανά παγίδα με τα σχετικά τους τυπικά σφάλματα. Με τον διαφορετικό συμβολισμό Α ή Β παρουσιάζεται η στατιστικώς σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των αγρών.

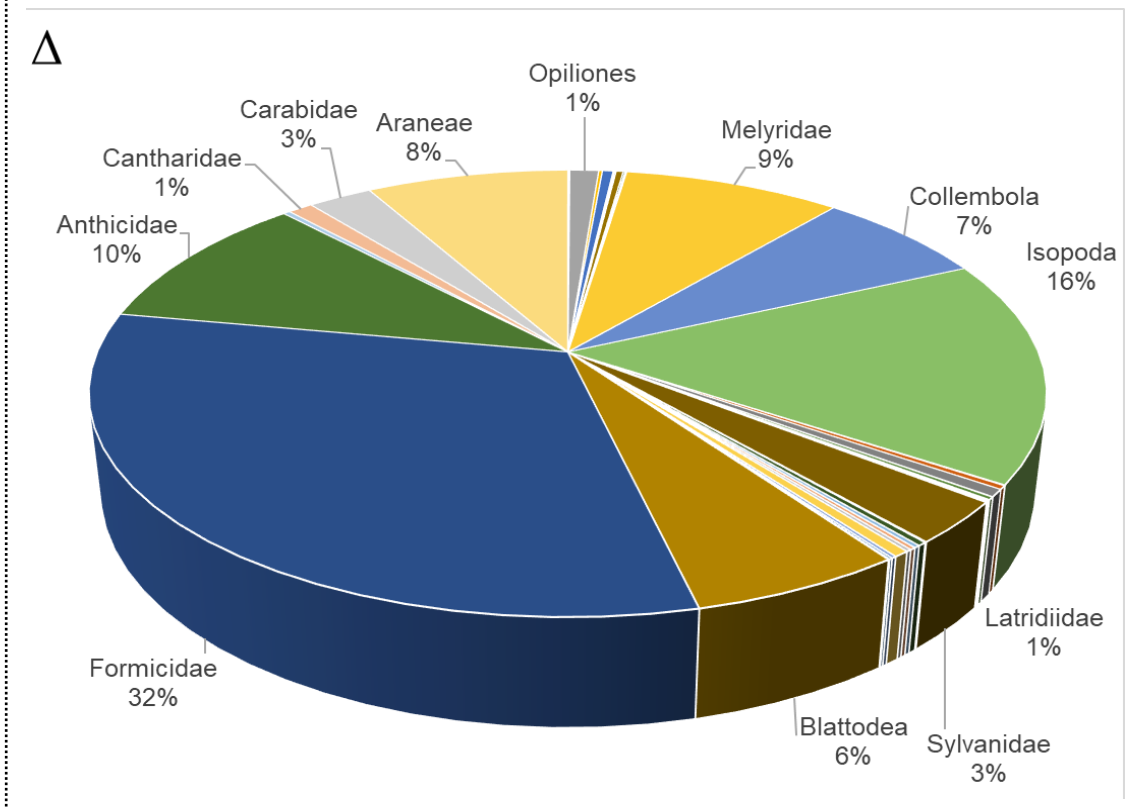
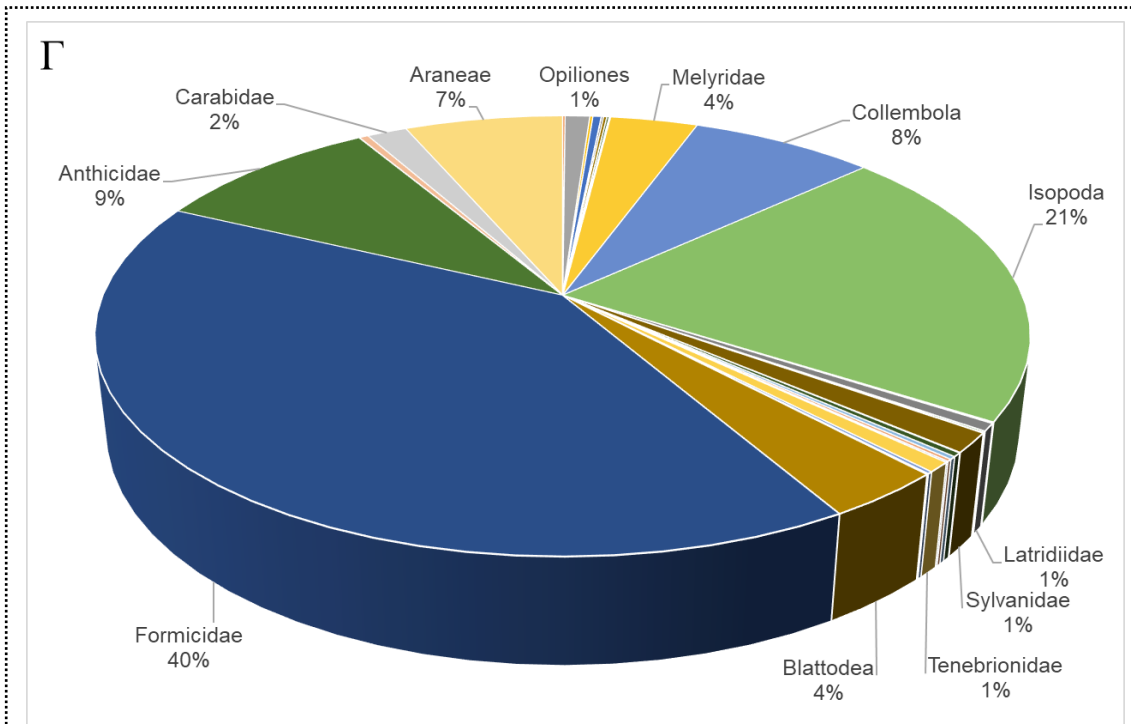
| | Μάρτυρας | Φεστούκα | Τριφύλλι |
|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| Σύνολο αρθροπόδων | 157,01 ± 15,26 A | 173,14 ± 20,05 AB | 222,40 ± 12,68 B |
| Αρπακτικά | 20,26 ± 1,50 A | 28,69 ± 1,70 B | 22,54 ± 1,39 A |
| Σαπροφάγα | 15,71 ± 1,85 A | 52,56 ± 10,73 B | 64,92 ± 7,44 B |
| Παμφάγα | 101,63 ± 12,65 A | 86,22 ± 11,65 A | 127,49 ± 17,75 A |
| Φυτοφάγα | 12,83 ± 1,55 B | 5,19 ± 0,44 A | 7,05 ± 0,94 A |
| Αράχνες | 13,33 ± 0,94 A | 17,18 ± 1,08 B | 14,5 ± 0,97 AB |
| Carabidae | 4,97 ± 0,58 AB | 5,69 ± 0,69 B | 3,67 ± 0,55 A |



Διάγραμμα 1. Μέσος όρος συγκεκριμένων ομάδων αρthropόδων που συλλέχθηκαν ανά παγίδα με τα σχετικά τους τυπικά σφάλματα. Με τον διαφορετικό συμβολισμό A ή B της κάθε στήλης παρουσιάζεται η στατιστικώς σημαντική διαφορά ($p < 0,05$) μεταξύ των αγρών. A) Μέσος όρος συνολικών αρthropόδων, B) Μέσος όρος συνολικών σαπροφάγων, Γ) Μέσος όρος συνολικών αρπακτικών, Δ) Μέσος όρος συνολικών παμφάγων, E) Μέσος όρος συνολικών φυτοφάγων.



Διάγραμμα 2. Ποσοστά των διαφορετικών taxa που βρέθηκαν επί του συνόλου των αρθρόποδων στις δειγματοληψίες από A) τον μάρτυρα, B) τη φεστούκα.



Διάγραμμα 3. Ποσοστά των διαφορετικών taxa που βρέθηκαν επί του συνόλου των αρθρόποδων στις δειγματοληψίες από Γ) το τριφύλλι, Δ) το σύνολο των αγρών.

4.2. Αράχνες

Όσον αφορά τις αράχνες που συλλέχθηκαν, παρατηρήθηκαν 3.201 άτομα τα οποία ανήκουν σε 69 είδη από 18 Οικογένειες. Ο αγρός στον οποίο βρέθηκε ο μεγαλύτερος αριθμός ατόμων ήταν αυτός στον οποίο καλλιεργήθηκε η φεστούκα. Οι Οικογένειες με τη μεγαλύτερη αριθμητική υπεροχή ήταν οι Gnaphosidae, Zodariidae και Linyphiidae. Ο αγρός που χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας φαίνεται να διαθέτει μικρότερο αριθμό ειδών. Η πλεινότητα των αραχνών που παρατηρήθηκαν ακολουθούν ενεργητική στρατηγική θήρευσης στο έδαφος κυνηγώντας τα θηράματά τους όπως για παράδειγμα οι Οικογένειες Lycosidae και Gnaphosidae. Σε μικρότερους αριθμούς εντοπίστηκαν και είδη που ακολουθούν διαφορετικές στρατηγικές θήρευσης όπως κατασκευή ιστού για παγίδευση του θηράματος (Linyphiidae, Theridiidae) και ενεδρεύοντα είδη (Thomisidae). Επίσης, μερικά είδη που βρέθηκαν έχουν χαρακτηριστεί ως εξειδικευμένοι θηρευτές (Πίνακας 6). Πιο συγκεκριμένα τα άτομα των Οικογενειών Zodariidae και Dysderidae που φαίνεται να καταναλώνουν Formicidae και Isopoda αντίστοιχα. Η μεγαλύτερη αφθονία αραχνών εντοπίζεται τον Ιούνιο (18/6), ενώ η μικρότερη τον Σεπτέμβριο, κατά την τελευταία δειγματοληψία (24/9) (Διάγραμμα 4).

Πίνακας 6. Το σύνολο των ειδών των αραχνών που βρέθηκαν ανά αγρό, καθώς και χαρακτηρισμός τους ως προς το μέγεθος και τη στρατηγική θήρευσης που ακολουθούν. Τα μεγέθη χωρίζονται ως: πολύ μικρό (<0,5cm), μικρό (0,5-1cm), μεσαίο (1-1,5cm), μεγάλο (>1,5cm). Παρατηρούνται 4 διαφορετικές στρατηγικές θήρευσης: Ενεργητική θήρευση, Εξειδικευμένη θήρευση, Κατασκευή ιστού, Δημιουργία ενέδρας. Ο χαρακτηρισμός με το σύμβολο (+) σημαίνει παρουσία του είδους στον συγκεκριμένο αγρό ενώ το σύμβολο (-) εκφράζει την απουσία του από τον αγρό.

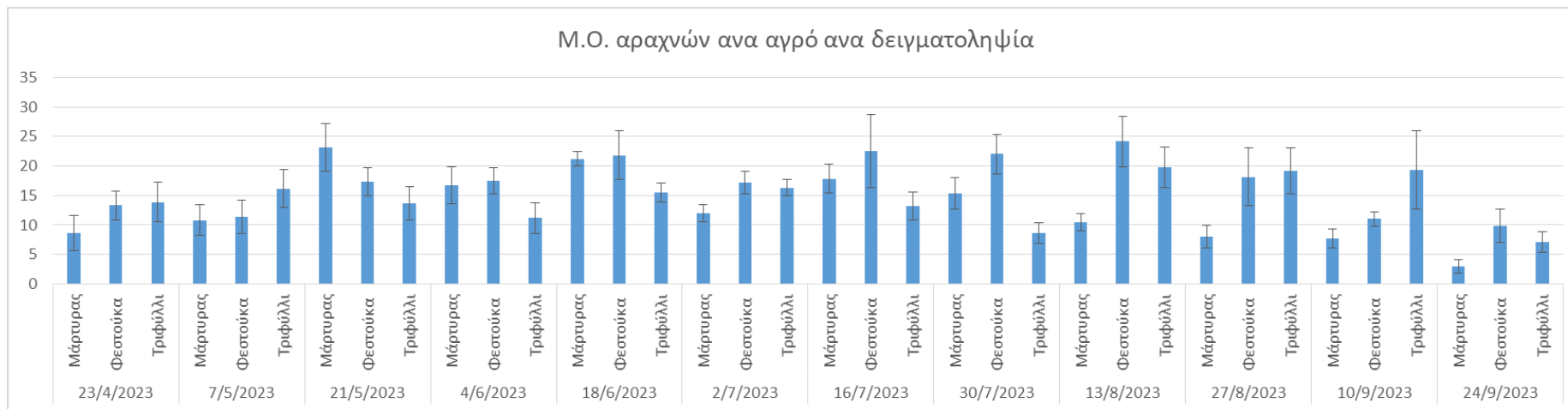
| | Μέγεθος | Στρατηγική θήρευσης | Μάρτυρας | Φεστούκα | Τριφύλλι |
|---|---------------|---------------------|----------|----------|----------|
| Lycosidae | | | | | |
| <i>Alopecosa albofasciata</i> Brullé | Μεσαίο | Ενεργητική θήρευση | + | + | + |
| <i>Hogna radiata</i> Latreille | Μεγάλο | Ενεργητική θήρευση | + | + | + |
| Gnaphosidae | | | | | |
| <i>Civizelotes caucasius</i> Koch | Μικρό | Ενεργητική θήρευση | + | + | + |
| <i>Civizelotes solstitialis</i> Levy | Μικρό | Ενεργητική θήρευση | + | + | + |
| <i>Drassodes lutescens</i> Koch | Μεσαίο | Ενεργητική θήρευση | - | - | + |
| <i>Drassyllus praeficus</i> Koch | Μικρό | Ενεργητική θήρευση | + | + | + |
| <i>Drassodes serratichelis</i> Roewer | Πολύ Μικρό | Ενεργητική θήρευση | + | - | + |
| <i>Haplodrassus dalmatensis</i> Koch | Μικρό | Ενεργητική θήρευση | - | + | + |
| <i>Leptodrassus albidus</i> Simon | Πολύ Μικρό | Ενεργητική θήρευση | - | + | + |
| <i>Marinarozelotes adriaticus</i> Caporiacco | Μικρό | Ενεργητική θήρευση | + | + | + |
| <i>Marinarozelotes barbatus</i> Koch | Μικρό | Ενεργητική θήρευση | + | - | + |
| <i>Marinarozelotes malkini</i> Platnick & Murphy | Μικρό | Ενεργητική θήρευση | + | + | + |
| <i>Nomisia ripariensis</i> Pickard-Cambridge | Μικρό | Ενεργητική θήρευση | - | + | + |
| <i>Pterotricha lentiginosa</i> Koch | Μεσαίο | Ενεργητική θήρευση | + | + | + |
| <i>Synaphosus trichopus</i> Roewer | Πολύ Μικρό | Ενεργητική θήρευση | - | + | + |
| <i>Zelotes chaniaensis</i> Senglet | Μικρό | Ενεργητική θήρευση | + | + | + |
| <i>Zelotes metellus</i> Roewer | Μικρό | Ενεργητική θήρευση | - | + | + |
| <i>Zelotes minous</i> Chatzaki | Πολύ Μικρό | Ενεργητική θήρευση | + | + | + |
| <i>Zelotes prishutovae</i> Ponomarev & Tsvetkov | Πολύ Μικρό | Ενεργητική θήρευση | - | + | + |
| <i>Zelotes subterraneus</i> Koch | Μικρό | Ενεργητική θήρευση | - | + | + |

| | Μέγεθος | Στρατηγική θήρευσης | Μάρτυρας | Φεστούκα | Τριφύλλι |
|---|---------------|-----------------------|----------|----------|----------|
| <i>Zelotes tenuis</i> Koch | Μικρό | Ενεργητική θήρευση | + | + | - |
| Zodariidae | | | | | |
| <i>Palaestina expolita</i> Pickard-Cambridge | Πολύ Μικρό | Εξειδικευμένη θήρευση | - | + | + |
| <i>Zodarion frenatum</i> Simon | Πολύ Μικρό | Εξειδικευμένη θήρευση | + | + | + |
| <i>Zodarion spinibarbe</i> Wunderlich | Πολύ Μικρό | Εξειδικευμένη θήρευση | + | + | + |
| Linyphiidae | | | | | |
| <i>Agyneta pseudorestris</i> Wunderlich | Πολύ Μικρό | Κατασκευή ιστού | - | + | + |
| <i>Diplocephalus graecus</i> Pickard-Cambridge | Πολύ Μικρό | Κατασκευή ιστού | + | + | + |
| <i>Palliduphantes malickyi</i> Wunderlich | Πολύ Μικρό | Κατασκευή ιστού | + | + | + |
| <i>Trichoncoides piscator</i> Simon | Πολύ Μικρό | Κατασκευή ιστού | + | + | + |
| <i>Tenuiphantes tenuis</i> Blackwall | Πολύ Μικρό | Κατασκευή ιστού | + | - | - |
| Linyphiidae sp. | Πολύ Μικρό | Κατασκευή ιστού | - | + | - |
| Salticidae | | | | | |
| <i>Cyrbia algerina</i> Lucas | Πολύ Μικρό | Ενεργητική θήρευση | - | - | + |
| <i>Chalcoscirtus infimus</i> Simon | Πολύ Μικρό | Ενεργητική θήρευση | + | + | + |
| <i>Euophrys herbigrada</i> Simon | Πολύ Μικρό | Ενεργητική θήρευση | + | + | + |
| <i>Evarcha jucunda</i> Lucas | Μικρό | Ενεργητική θήρευση | + | - | - |
| <i>Heliophanus cupreus</i> Walckenaer | Μικρό | Ενεργητική θήρευση | - | + | + |
| <i>Habrocestum egaeum</i> Metzner | Μικρό | Ενεργητική θήρευση | + | + | - |
| <i>Heliophanus equester</i> Koch | Μικρό | Ενεργητική θήρευση | - | + | + |
| <i>Philaeus chrysops</i> Poda | Μικρό | Ενεργητική θήρευση | - | - | + |
| <i>Phlegra fasciata</i> Hahn | Μικρό | Ενεργητική θήρευση | + | - | + |
| <i>Pellenes geniculatus</i> Simon | Πολύ Μικρό | Ενεργητική θήρευση | + | + | + |
| <i>Synageles dalmaticus</i> Keyserling | Πολύ Μικρό | Ενεργητική θήρευση | + | + | + |
| <i>Salticus zebraneus</i> Koch | Πολύ Μικρό | Ενεργητική θήρευση | + | - | - |

| | Μέγεθος | Στρατηγική θήρευσης | Μάρτυρας | Φεστούκα | Τριφύλλι |
|---|---------------|-----------------------|----------|----------|----------|
| Philodromidae | | | | | |
| <i>Thantaus atratus</i> Simon | Μικρό | Ενεργητική θήρευση | - | - | + |
| <i>Tibellus macellus</i> Simon | Μεσαίο | Ενεργητική θήρευση | + | + | + |
| <i>Pulchellodromus pulchellus</i> Lucas | Πολύ Μικρό | Ενεργητική θήρευση | - | - | + |
| Palpimanidae | | | | | |
| <i>Paplimanus gibbulus</i> Dufour | Μικρό | Ενεργητική θήρευση | + | + | + |
| Theridiidae | | | | | |
| <i>Euryopsis episinoides</i> Walckenaer | Πολύ Μικρό | Κατασκευή ιστού | + | + | + |
| <i>Kochiura aulica</i> Koch | Πολύ Μικρό | Κατασκευή ιστού | + | - | - |
| <i>Theridion cinereum</i> Thorell | Πολύ Μικρό | Κατασκευή ιστού | - | - | + |
| Theridiidae sp. | Πολύ Μικρό | Κατασκευή ιστού | + | - | - |
| <i>Enoplognatha</i> sp. | Πολύ Μικρό | Κατασκευή ιστού | - | - | + |
| Agelenidae | | | | | |
| <i>Hellamalthonica irini</i> Bosmans | Μικρό | Κατασκευή ιστού | + | + | - |
| Dysderidae | | | | | |
| <i>Dysdera spinicrus</i> Simon | Μεσαίο | Εξειδικευμένη θήρευση | + | + | + |
| <i>Harpactea coccifera</i> Brignoli | Πολύ μικρό | Εξειδικευμένη θήρευση | + | - | - |
| <i>Harpactea</i> sp. | Πολύ μικρό | Εξειδικευμένη θήρευση | + | + | - |
| Thomisidae | | | | | |
| <i>Bassaniodes bufo</i> Dufour | Μεσαίο | Δημιουργία ενέδρας | - | + | - |
| <i>Monaeses paradoxus</i> Lucas | Μεσαίο | Δημιουργία ενέδρας | + | + | + |
| <i>Ozyptila confluens</i> Koch | Μικρό | Δημιουργία ενέδρας | + | - | + |
| <i>Ozyptila sanctuaria</i> Pickard-Cambridge | Πολύ μικρό | Δημιουργία ενέδρας | + | + | + |
| <i>Synema globosum</i> Fabricius | Μικρό | Δημιουργία ενέδρας | - | + | - |
| <i>Xysticus acerbus</i> Thorell | Μικρό | Δημιουργία ενέδρας | - | - | + |

| | Μέγεθος | Στρατηγική θήρευσης | Μάρτυρας | Φεστούκα | Τριφύλλι |
|---|---------------|---------------------|----------|----------|----------|
| Oonopidae | | | | | |
| <i>Orchestina setosa</i> Dalmas | Πολύ μικρό | Ενεργητική θήρευση | - | + | + |
| <i>Silhouettella loricatula</i> Roewer | Πολύ μικρό | Ενεργητική θήρευση | + | + | + |
| Pisauridae | | | | | |
| <i>Pisaura mirabilis</i> Clerck | Μεγάλο | Ενεργητική θήρευση | - | + | - |
| Titanoecidae | | | | | |
| <i>Nurscia albomaculata</i> Lucas | Μεσαίο | Κατασκευή ιστού | - | + | + |
| Sicariidae | | | | | |
| <i>Loxosceles rufescens</i> Dufour | Μικρό | Ενεργητική θήρευση | - | + | - |
| Scytodidae | | | | | |
| <i>Scytodes thoracica</i> Latreille | Μικρό | Ενεργητική θήρευση | + | + | + |
| Oxyopidae | | | | | |
| Oxyopidae sp. | | Ενεργητική θήρευση | + | - | - |
| Araneidae | | | | | |
| Araneidae sp. | | Κατασκευή ιστού | - | + | - |

Σύμφωνα με το Διάγραμμα 4, από τις δειγματοληψίες φαίνεται πως υπάρχει μια σταθερότητα στην παρουσία της τάξης Araneae στις παγίδες η οποία μειώνεται κάπως στο τέλος του Σεπτεμβρίου όπου πραγματοποιήθηκε και η τελευταία δειγματοληψία. Ο μεγαλύτερος αριθμός αραχνών εντοπίζεται τις ημερομηνίες 18/6 και 13/8, ενώ ο μικρότερος στις 24/9.



Διάγραμμα 4. Μέσος όρος των αραχνών που συλλέχθηκαν ανά αγρό και ανά δειγματοληψία. Οι κάθετες γραμμές που εμφανίζονται μέσα στις στήλες εκφράζουν τα σχετικά σφάλματα.

4.2.1. Κυριαρχία και Συχνότητα

Όσον αφορά την κυριαρχία των ειδών για τον μάρτυρα εμφανίζονται 6 κυρίαρχα είδη και 4 σημαντικά. Στον αγρό με τη φεστούκα εντοπίζονται 2 κυρίαρχα και 10 σημαντικά, ενώ στο τριφύλλι 6 κυρίαρχα και 9 σημαντικά. Όσον αφορά τη συχνότητα στο μάρτυρα βρέθηκαν 1 σταθερό είδος και 3 συχνά, στη φεστούκα 1 σταθερό και 1 συχνό και στο τριφύλλι 2 συχνά είδη (Πίνακας 7).

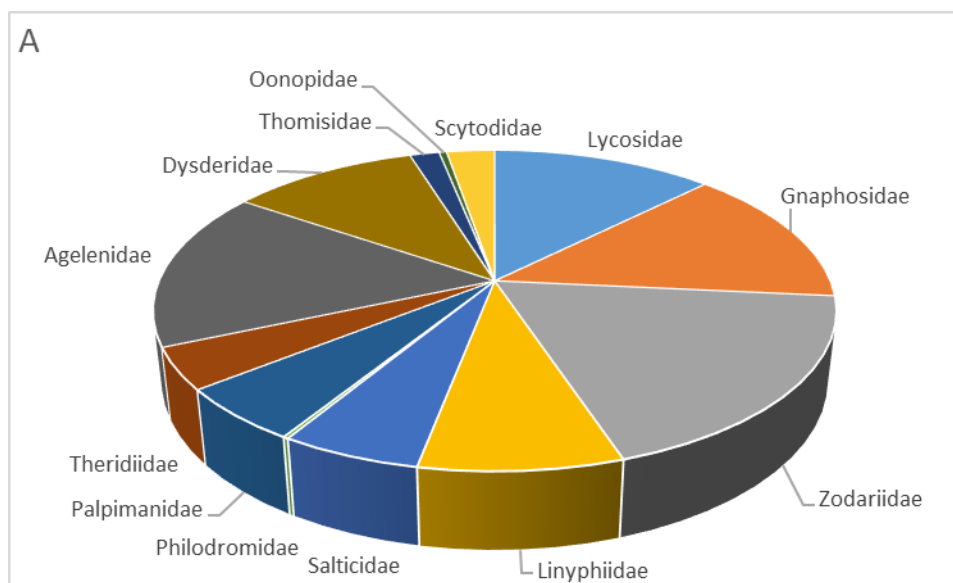
Πίνακας 7. Κυριαρχία και Συχνότητα των ατόμων της Τάξης Araneae ανά αγρό. Για την κυριαρχία τα είδη χαρακτηρίζονται ως κυρίαρχα (>5%), σημαντικά (2-5%) ή ασήμαντα (<2%). Τα ποσοστά σε έντονη γραφή εκφράζουν τα κυρίαρχα είδη, ενώ αυτά χωρίς έντονη γραφή εκφράζουν τα σημαντικά είδη. Τα ασήμαντα είδη δεν εμφανίζονται στον συγκεκριμένο πίνακα. Για τη συχνότητα τα είδη χαρακτηρίζονται ως σταθερά (>50%), συχνά (25-50%) ή τυχαία (<25%). Τα ποσοστά με έντονη γραφή εκφράζουν τα σταθερά είδη, ενώ αυτά χωρίς έντονη γραφή εκφράζουν τα συχνά είδη. Τα τυχαία είδη δεν εμφανίζονται στον συγκεκριμένο πίνακα.

| | Κυριαρχία | | | Συχνότητα | | |
|---------------------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------|
| | Μάρτυρας | Φεστούκα | Τριφύλλι | Μάρτυρας | Φεστούκα | Τριφύλλι |
| <i>A. albofasciata</i> | 12,11 % | 4,55 % | 8,01 % | | | |
| <i>Z. minous</i> | 4,38 % | 4,36 % | | | | |
| <i>Z. frenatum</i> | 2,30 % | 3,79 % | 3,64 % | | | |
| <i>Z. spinibarbe</i> | 16,07 % | 23,72 % | 7,52 % | 52,17 % | 51,39 % | 27,78 % |
| <i>P. malickyi</i> | 6,89 % | 2,09 % | 2,91 % | | | |
| <i>P. gibbulus</i> | 5,43 % | 7,59 % | 4,37 % | 28,98 % | 31,94 % | |
| <i>E. episinoides</i> | 3,13 % | | | | | |
| <i>H. irini</i> | 16,07 % | | | 27,54 % | | |
| <i>D. spinicrus</i> | 9,81 % | | | 40,58 % | | |
| <i>S. thoracica</i> | 2,71 % | | | | | |
| <i>D. praefficus</i> | | 4,93 % | 5,82 % | | | |
| <i>L. albidus</i> | | 4,36 % | 5,58 % | | | |
| <i>M. malkini</i> | | 3,04 % | 3,88 % | | | |
| <i>D. graecus</i> | | 4,55 % | 9,22 % | | | |
| <i>H. equester</i> | | 3,04 % | | | | |
| <i>O. sanctuaria</i> | | 3,22 % | | | | |
| <i>C. caucasius</i> | | | 2,18 % | | | |
| <i>C. solstitialis</i> | | | 4,37 % | | | |
| <i>P. lentiginosa</i> | | | 6,07 % | | | 25 % |
| <i>P. expolita</i> | | | 3,64 % | | | |
| <i>A. pseudorurestris</i> | | | 4,13 % | | | |
| <i>E. herbigrada</i> | | | 3,40 % | | | |

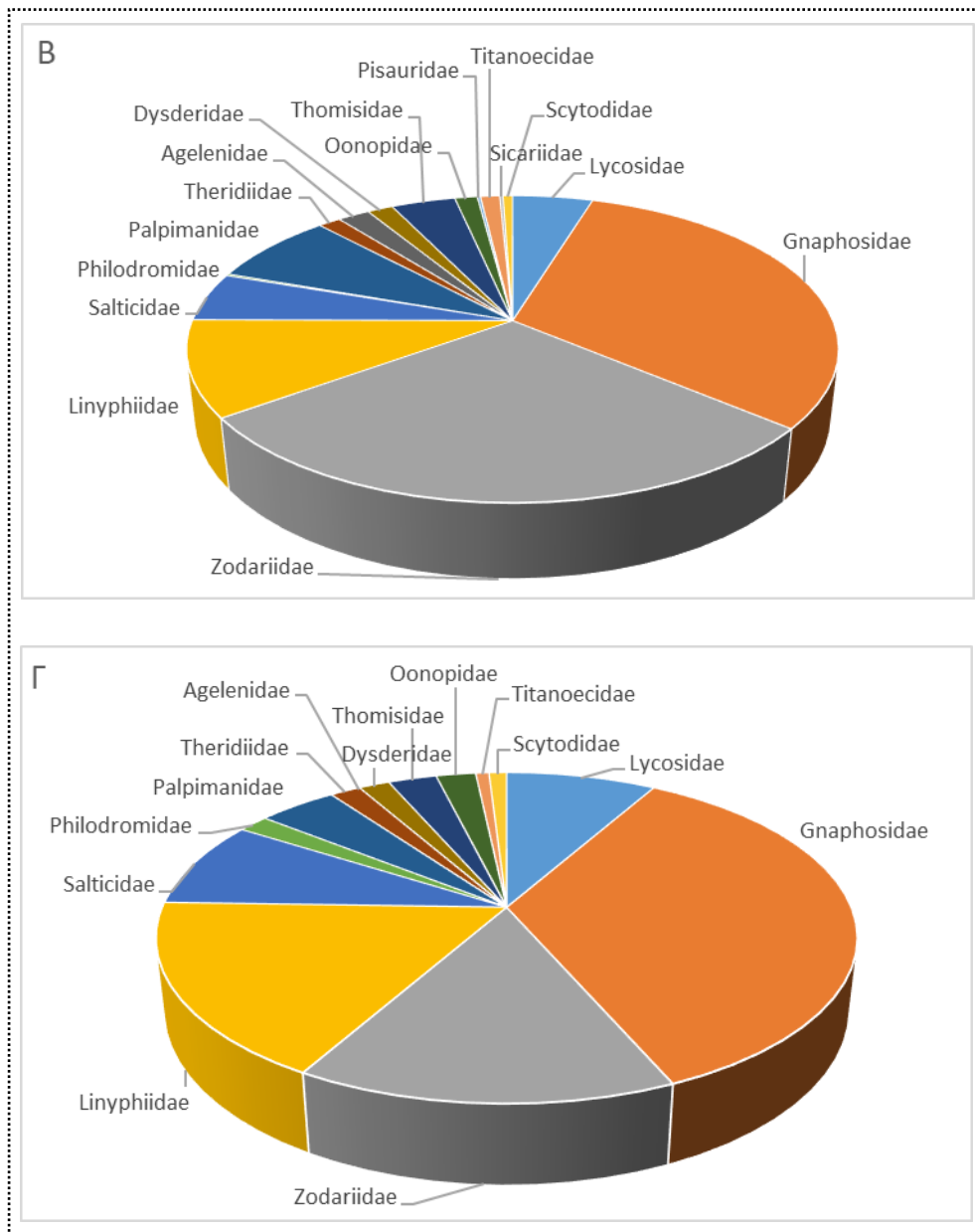
Σημαντική παρουσία μπορεί να παρατηρηθεί, σύμφωνα με τον Πίνακα 7, για το είδος *Zodarion spinibarbe* το οποίο βρέθηκε κυρίαρχο σε όλους τους αγρούς και σταθερό σε όλους εκτός από το τριφύλλι στο οποίο βρέθηκε να είναι συχνό. Επίσης, το *Palpimanus gibbulus* είχε σημαντική παρουσία στους αγρούς αφού χαρακτηρίστηκε ως κυρίαρχο για 2 από τους 3 αγρούς και ήταν συχνό στους ίδιους 2 αγρούς (μάρτυρα και φεστούκα).

4.2.2. Ποσοστιαία αναλογία Οικογενειών στους αγρούς

Η Οικογένεια με την μεγαλύτερη αφθονία στο μάρτυρα και τη φεστούκα ήταν η Zodariidae, ενώ στο τριφύλλι το υψηλότερο ποσοστό καταλαμβάνει η Οικογένεια Gnaphosidae. Σημαντικά ποσοστά παρατηρούνται σε όλους τους αγρούς και από τις Οικογένειες Linyphiidae, Salticidae, Lycosidae (Διάγραμμα 5).



Διάγραμμα 5. Ποσοστιαία αναλογία των οικογενειών των αραχνών A) στον μάρτυρα.



Διάγραμμα 6. Ποσοστιαία αναλογία των οικογενειών των αραχνών Β) στη φεστούκα, Γ) στο τριφύλλι.

4.2.3. Δείκτες α' βιοποικιλότητας

Η πλειονότητα των δεικτών δεν φαίνεται να εμφανίζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των αγρών. Η ισομέρεια (Evenness) διαφέρει σημαντικά στο τριφύλλι. Ο δείκτης Berger-Parker φαίνεται να είναι μεγαλύτερος στον μάρτυρα (Πίνακες 8,9).

Πίνακας 8. Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για τους δείκτες α' βιοποικιλότητας (Kruskal-Wallis).

| | N | B.E | X ² | P |
|----------------|-----|-----|----------------|--------------|
| Δείκτες | | | | |
| Αριθμός Taxa | 201 | 2 | 0,68 | 0,712 |
| Shannon | 201 | 2 | 2,815 | 0,245 |
| Evenness | 201 | 2 | 10,71 | 0,005 |
| Menhinick | 201 | 2 | 3,373 | 0,185 |
| Margalef | 201 | 2 | 2,574 | 0,276 |
| Fisher_alpha | 201 | 2 | 0,076 | 0,963 |
| Berger-Parker | 201 | 2 | 6,756 | 0,034 |
| Chao-1 | 201 | 2 | 0,854 | 0,652 |
| iChao-1 | 201 | 2 | 0,658 | 0,72 |

Πίνακας 9. Δείκτες α' βιοποικιλότητας με τα τυπικά σφάλματα για τους διαφορετικούς αγρούς. Με τη δοκιμή Kruskal Wallis φαίνεται να υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές οι οποίες συμβολίζονται με τα γράμματα A και B.

| | Μάρτυρας | Φεστούκα | Τριφύλλι |
|---------------|---------------|----------------|---------------|
| Αριθμός Taxa | 3,86 ± 0,25 A | 4,28 ± 0,30 A | 4,18 ± 0,28 A |
| Shannon | 1,25 ± 0,08 A | 1,34 ± 0,09 A | 1,44 ± 0,08 A |
| Evenness | 1,09 ± 0,03 A | 1,12 ± 0,02 A | 1,21 ± 0,02 B |
| Menhinick | 1,51 ± 0,06 A | 1,60 ± 0,06 A | 1,68 ± 0,06 A |
| Margalef | 1,49 ± 0,1 A | 1,62 ± 0,11 A | 1,72 ± 0,11 A |
| Fisher_alpha | 4,04 ± 0,58 A | 4,37 ± 0,58 A | 5,55 ± 1,05 A |
| Berger-Parker | 0,54 ± 0,03 B | 0,50 ± 0,03 AB | 0,44 ± 0,03 A |
| Chao-1 | 5,63 ± 0,53 A | 7,05 ± 0,80 A | 6,66 ± 0,69 A |
| iChao-1 | 6,89 ± 0,68 A | 8,22 ± 0,9 A | 8,60 ± 1,00 A |

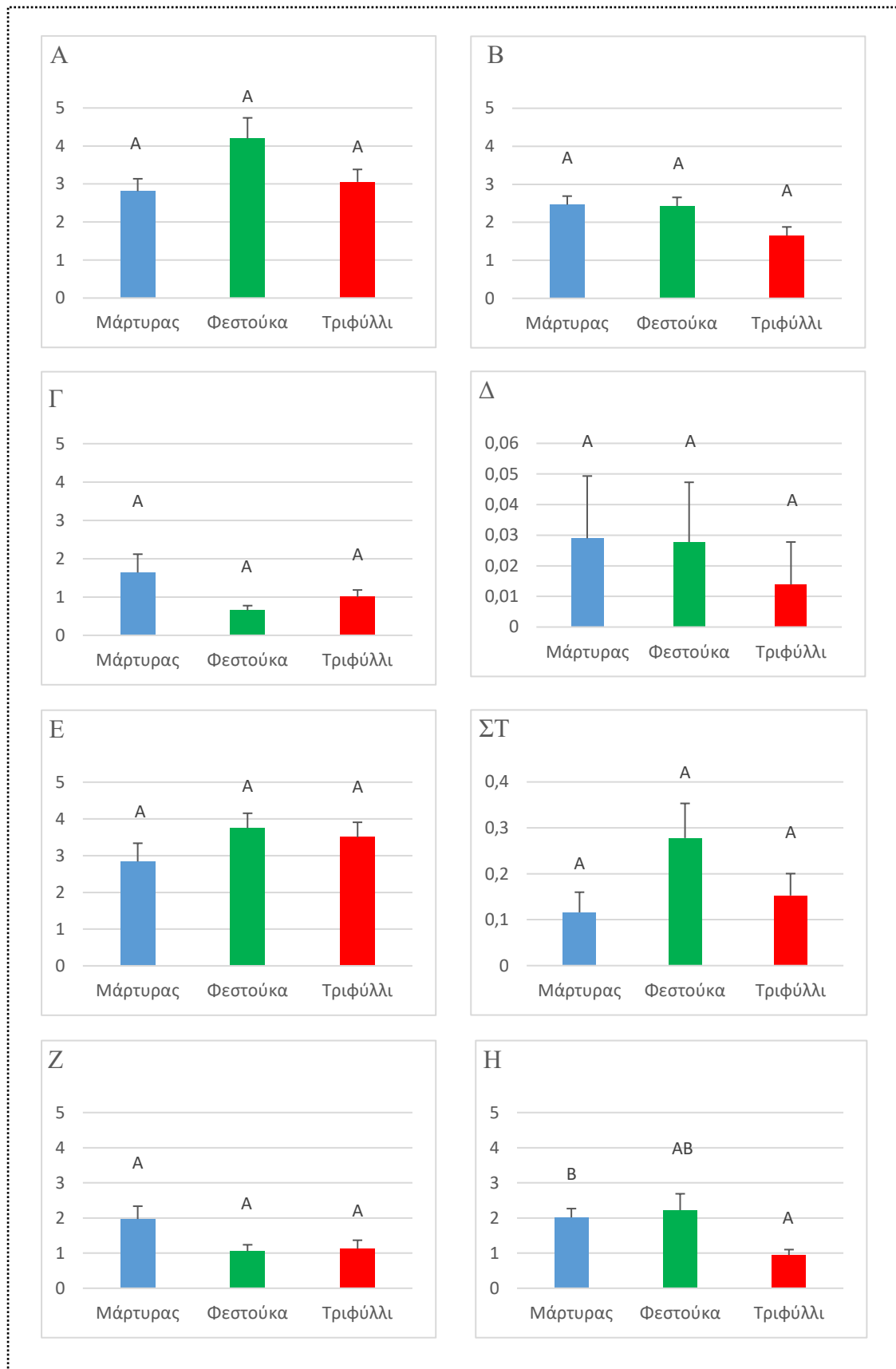
Δεν παρατηρούνται στατιστικώς σημαντικές διαφορές ως προς το μέγεθος των αραχνών στους αγρούς. Όσον αφορά τις στρατηγικές θήρευσης διαφορά μπορεί να παρατηρηθεί στους εξειδικευμένους θηρευτές (άτομα των Οικογενειών Dysderidae και Zodariidae (Πίνακες 10,11, Διάγραμμα 7).

Πίνακας 10. Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για το μέγεθος και τη στρατηγική θήρευσης των ατόμων της τάξης *Araneae* (Kruskal-Wallis).

| | N | B.E. | X² | P |
|----------------------------|----------|-------------|----------------------|--------------|
| Μέγεθος | | | | |
| Πολύ μικρό | 213 | 2 | 2,462 | 0,292 |
| Μικρό | 213 | 2 | 5,561 | 0,062 |
| Μεσαίο | 213 | 2 | 5,342 | 0,069 |
| Μεγάλο | 213 | 2 | 0,436 | 0,804 |
| Στρατηγική θήρευσης | | | | |
| Ενεργητική θήρευση | 213 | 2 | 5,032 | 0,081 |
| Ενέδρα | 213 | 2 | 2,778 | 0,249 |
| Κατασκευή ιστού | 213 | 2 | 4,947 | 0,084 |
| Εξειδικευμένοι θηρευτές | 213 | 2 | 10,867 | 0,004 |

Πίνακας 11. Αριθμοί αραχνών που συλλέχθηκαν σύμφωνα με το μέγεθος και τη στρατηγική θήρευσης που ακολουθούν. Με τη δοκιμή Kruskal Wallis φαίνεται να υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές οι οποίες συμβολίζονται με τα γράμματα A και B.

| | Μάρτυρας | Φεστούκα | Τριφύλλι |
|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Μέγεθος | | | |
| Πολύ μικρό | 2,81 ± 0,33 A | 4,19 ± 0,54 A | 3,05 ± 0,33 A |
| Μικρό | 2,46 ± 0,37 A | 2,43 ± 0,26 A | 1,65 ± 0,22 A |
| Μεσαίο | 1,64 ± 0,48 A | 0,65 ± 0,12 A | 1 ± 0,18 A |
| Μεγάλο | 0,03 ± 0,02 A | 0,03 ± 0,02 A | 0,01 ± 0,01 A |
| Στρατηγική θήρευσης | | | |
| Ενεργητικοί θηρευτές | 2,84 ± 0,5 A | 3,75 ± 0,40 A | 3,5 ± 0,41 A |
| Ενέδρα | 0,12 ± 0,04 A | 0,28 ± 0,07 A | 0,15 ± 0,05 A |
| Κατασκευή ιστού | 1,97 ± 0,36 A | 1,05 ± 0,18 A | 1,12 ± 0,24 A |
| Εξειδικευμένοι θηρευτές | 2,01 ± 0,25 B | 2,22 ± 0,47 AB | 0,94 ± 0,15 A |



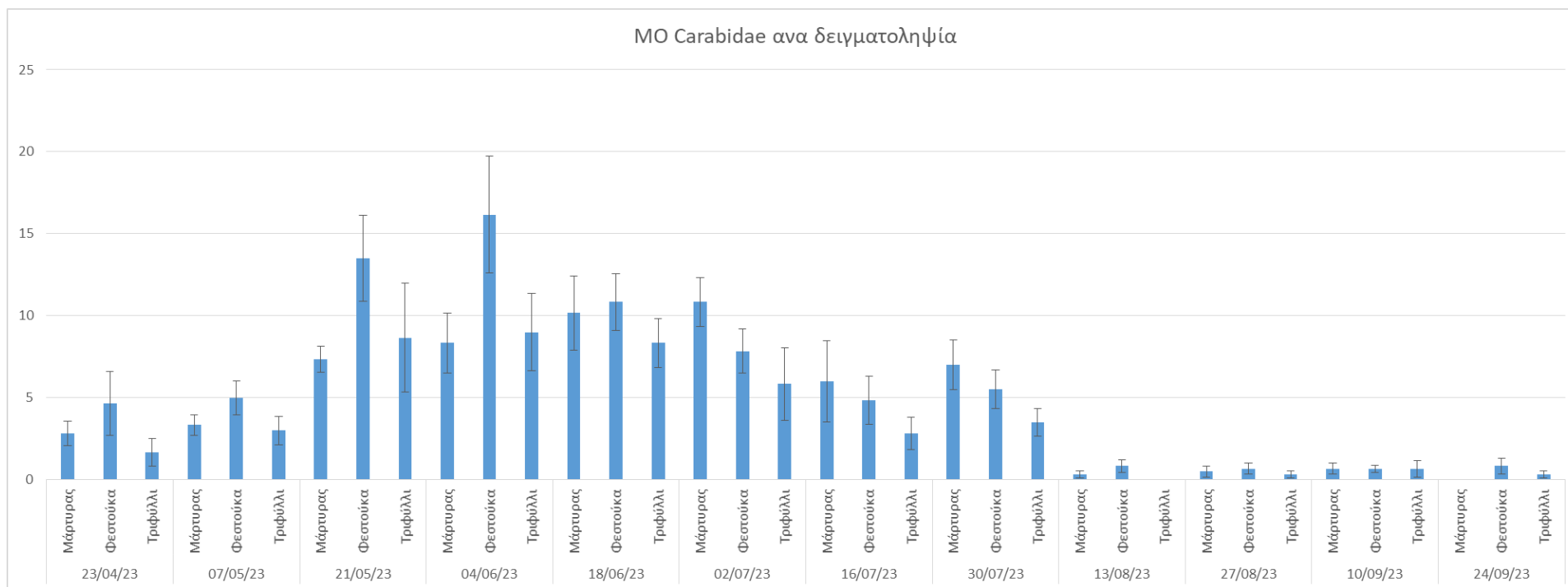
Διάγραμμα 7. Μέγεθος και στρατηγική θήρευσης αραχνών στους αγρούς με διαφορετική εδαφοκάλυψη (φεστούκα, τριφύλλι, μάρτυρας): Α) Πολύ μικρό μέγεθος αράχνης, Β) Μικρό μέγεθος αράχνης Γ) Μεσαίο μέγεθος αράχνης, Δ) Μεγάλο μέγεθος αράχνης, Ε) Στρατηγική θήρευσης – Ενεργητικοί θηρευτές, ΣΤ) Στρατηγική θήρευσης – Ενέδρα, Ζ) Στρατηγική θήρευσης – Κατασκευή ιστού, Η) Στρατηγική θήρευσης – Εξειδικευμένοι θηρευτές. Στον άξονα Υ εμφανίζεται ο μέσος όρος του αριθμού των αραχνών.

4.3 Έντομα της Οικογένειας Carabidae

Βρέθηκαν συνολικά 1.019 άτομα τα οποία ανήκουν σε 19 διαφορετικά είδη της Οικογένειας Carabidae. Το είδος με τον μεγαλύτερο αριθμό ατόμων ήταν το *Tarinopterus creticus* από το οποίο βρέθηκαν 572 άτομα. Η πλειονότητα των ειδών Carabidae που παρατηρήθηκαν ήταν αρπακτικά (9 είδη), ενώ τα 7 είδη είναι φυτοφάγα. Τα είδη *Notiophilus palustris* και *Siagona europaea* θεωρούνται εξειδικευμένοι θηρευτές και τρέφονται με Collembola και Formicidae αντίστοιχα. Τέλος, το *Harpalus distinguendus* είναι πολυφάγο είδος και μπορεί να τρέφεται τόσο με φυτά και σπόρους όσο και με άλλα αρθρόποδα. Ο αγρός στον οποίο υπερείχαν τόσο αριθμητικά όσο και σε ποικιλία ειδών ήταν αυτός στον οποίο εγκαταστάθηκε η φεστούκα. Η μεγαλύτερη αφθονία ατόμων παρατηρήθηκε κατά την πρώτη δειγματοληψία του Ιουνίου (04/06) με 244 άτομα και ακολουθούσε η δεύτερη δειγματοληψία του Μαΐου (21/05) με 206 άτομα. Ο μικρότερος πληθυσμός παρατηρήθηκε κατά την τελευταία δειγματοληψία τον Σεπτεμβρίου (24/09), με 10 άτομα (Πίνακας 12, Διάγραμμα 8).

Πίνακας 12. Το σύνολο των ειδών των Carabidae που βρέθηκαν ανά αγρό, καθώς και χαρακτηρισμός τους ως προς το μέγεθος και τις τροφικές απαιτήσεις τους. Τα μεγέθη χωρίζονται ως: πολύ μικρό (<0,5cm), μικρό (0,5-1cm), μεσαίο (1-1,5cm), μεγάλο (>1,5cm). Σύμφωνα με τις τροφικές απαιτήσεις τα Carabidae χωρίζονται σε 4 διαφορετικές κατηγορίες: Αρπακτικό, Φυτοφάγο, Παμφάγο, Εξειδικευμένος θηρευτής. Ο χαρακτηρισμός με το σύμβολο (+) σημαίνει παρουσία του είδους στον συγκεκριμένο αγρό ενώ το σύμβολο (-) εκφράζει την απουσία του από τον αγρό.

| | Μέγεθος | Τροφικές απαιτήσεις | Μάρτυρας | Φεστούκα | Τριφύλλι |
|---|------------|-------------------------|----------|----------|----------|
| <i>Tapinopterus creticus</i> Frivaldszky von Frivald | Μεγάλο | Αρπακτικό | + | + | + |
| <i>Syntomus fuscomaculatus</i> Motschulsky | Πολύ μικρό | Αρπακτικό | + | + | + |
| <i>Carabus banoni</i> Dejean | Μεγάλο | Αρπακτικό | + | + | + |
| <i>Olisthopus fuscatus</i> Dejean | Μικρό | Φυτοφάγο | + | + | + |
| <i>Asaphidion sp</i> | Μικρό | Αρπακτικό | + | + | + |
| <i>Bembidion tethys</i> Netolitzky | Πολύ μικρό | Αρπακτικό | - | + | + |
| <i>Bembidion splendidum</i> Sturm | Πολύ μικρό | Αρπακτικό | + | + | + |
| <i>Notiophilus palustris</i> Duftschmid | Μικρό | Εξειδικευμένος θηρευτής | + | - | - |
| <i>Microlestes sp</i> | Πολύ μικρό | Αρπακτικό | + | + | + |
| <i>Siagona europaea</i> Dejean | Μεσαίο | Εξειδικευμένος θηρευτής | - | + | + |
| <i>Acinopus laevigatus</i> Ménétries | Μεσαίο | Φυτοφάγο | + | + | - |
| <i>Ditomus calydonius</i> Rossi | Μεσαίο | Φυτοφάγο | + | + | - |
| <i>Carterus angustipennis</i> Chaudoir | Μεσαίο | Φυτοφάγο | - | + | - |
| <i>Scybalicus oblongiusculus</i> Dejean | Μεσαίο | Φυτοφάγο | - | + | - |
| <i>Chlaenius decipiens</i> Dufour | Μεσαίο | Αρπακτικό | + | - | - |
| <i>Platytarus faminii</i> Dejean | Μεσαίο | Αρπακτικό | + | + | + |
| <i>Harpalus distinguendus</i> Duftschmid | Μεσαίο | Παμφάγο | + | + | + |
| <i>Ophonus cordatus</i> Duftschmid | Μεσαίο | Φυτοφάγο | - | + | + |
| <i>Oedesis caucasicus</i> Dejean | Μεσαίο | Φυτοφάγο | - | - | + |



Διάγραμμα 8. Μέσος όρος των Carabidae που συλλέχθηκαν ανά αγρό και ανά δειγματοληψία. Οι κάθετες γραμμές που εμφανίζονται μέσα στις στήλες εκφράζουν τα σχετικά σφάλματα.

4.3.1. Κυριαρχία & Συχνότητα

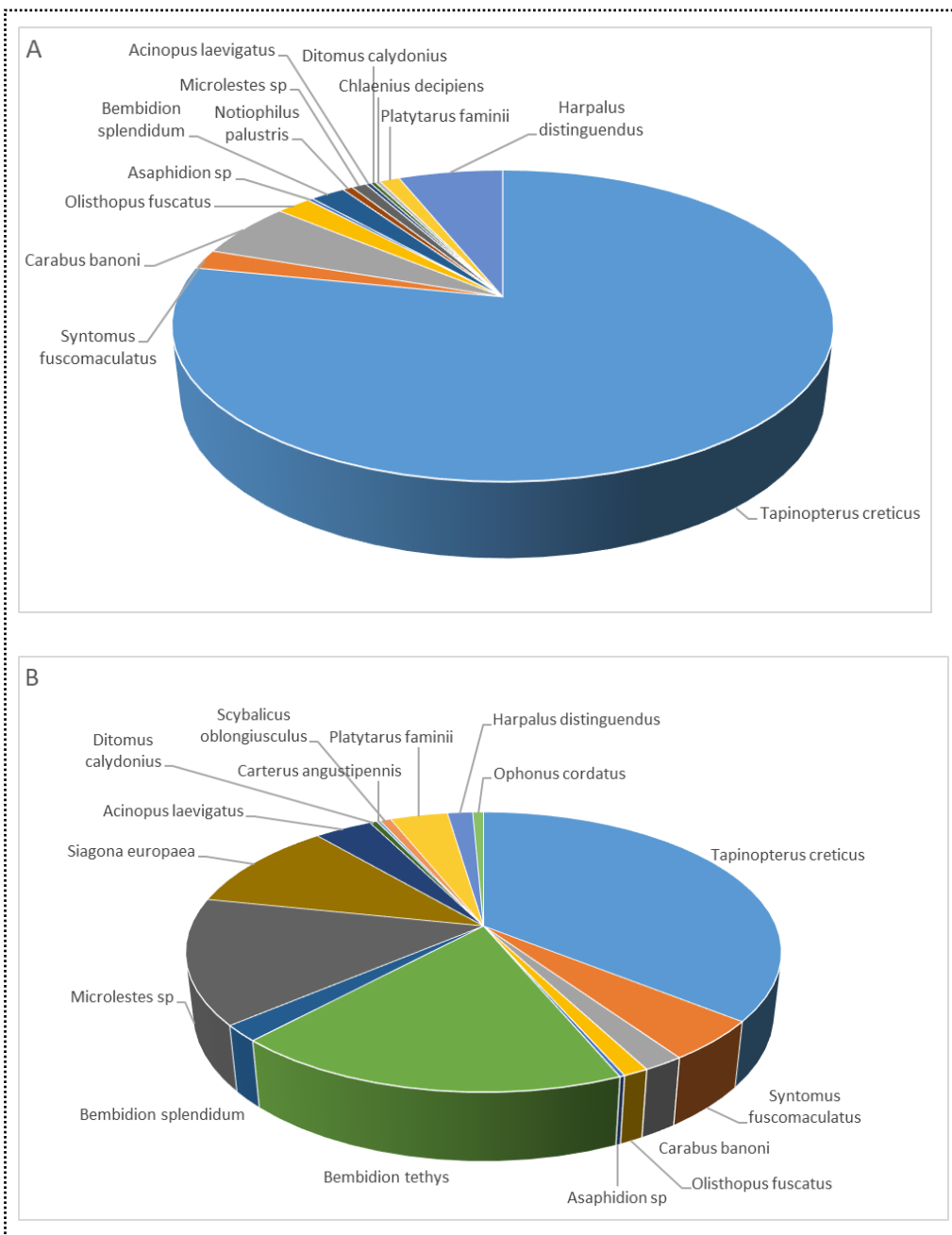
Το είδος *Tapinopterus creticus* εμφανίζεται ως κυρίαρχο και σταθερό σε όλους τους αγρούς. Ωστόσο, εκτός από αυτό το είδος στον μάρτυρα εμφανίζονται 2 ακόμα κυρίαρχα είδη και 3 σημαντικά. Στον αγρό με την εγκατεστημένη φεστούκα εντοπίζονται 3 ακόμη κυρίαρχα είδη και 3 σημαντικά και όσον αφορά τη συχνότητα υπάρχει 1 συχνό είδος. Τέλος, στο τριφύλλι παρατηρούνται 3 ακόμη κυρίαρχα είδη και 4 σημαντικά (Πίνακας 13).

Πίνακας 13. Κυριαρχία και Συχνότητα των ατόμων της Οικογένειας Carabidae ανά αγρό. Για την κυριαρχία τα είδη χαρακτηρίζονται ως κυρίαρχα (>5%), σημαντικά (2-5%) ή ασήμαντα (<2%). Τα ποσοστά σε έντονη γραφή εκφράζουν τα κυρίαρχα είδη, ενώ αυτά χωρίς έντονη γραφή εκφράζουν τα σημαντικά είδη. Τα ασήμαντα είδη δεν εμφανίζονται στον συγκεκριμένο πίνακα. Για τη συχνότητα τα είδη χαρακτηρίζονται ως σταθερά (>50%), συχνά (25-50%) ή τυχαία (<25%). Τα ποσοστά με έντονη γραφή εκφράζουν τα σταθερά είδη, ενώ αυτά χωρίς έντονη γραφή εκφράζουν τα συχνά είδη. Τα τυχαία είδη δεν εμφανίζονται στον συγκεκριμένο πίνακα.

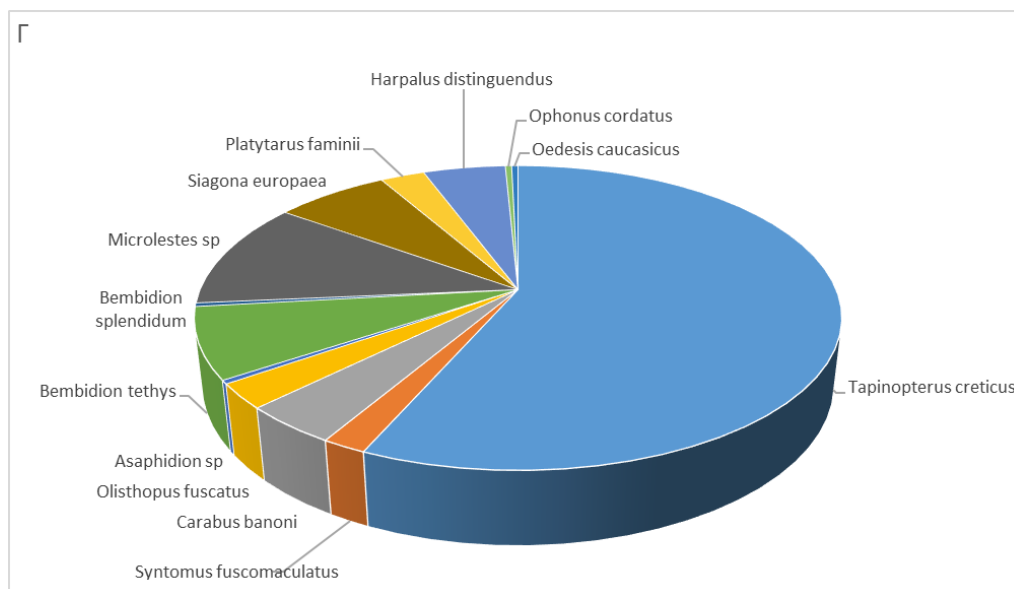
| | Κυριαρχία | | | Συχνότητα | | |
|--------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|----------------|
| | Μάρτυρας | Φεστούκα | Τριφύλλι | Μάρτυρας | Φεστούκα | Τριφύλλι |
| <i>Tapinopterus creticus</i> | 78,20 % | 35,75 % | 56,60 % | 66,67 % | 62,5 % | 63,77 % |
| <i>Carabus banoni</i> | 5,81 % | | 4,15 % | | | |
| <i>Harpalus distinguendus</i> | 6,10 % | | 4,90 % | | | |
| <i>Syntomus fuscomaculatus</i> | 2,03 % | 4,67 % | | | | |
| <i>Olisthopus fuscatus</i> | 2,03 % | | 2,64 % | | | |
| <i>Bembidion splendidum</i> | 2,03 % | | | | | |
| <i>Bembidion tethys</i> | | 18,22 % | 7,55 % | | | |
| <i>Microlestes</i> sp. | | 14,48 % | 11,32 % | | 29,17 % | |
| <i>Siagona europaea</i> | | 10,51 % | 6,79 % | | | |
| <i>Acinopus laevigatus</i> | | 3,74 % | | | | |
| <i>Platytarus faminii</i> | | 3,74 % | 2,64 % | | | |

4.3.2. Ποσοστιαία αναλογία ειδών ανά αγρό

Το είδος *Tapinopterus creticus* καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό σε όλους τους αγρούς. Στους αγρούς με φεστούκα και τριφύλλι ένα σημαντικό ποσοστό καλύπτουν και τα είδη *Microlestes* sp. και *Bembidion tethys* (Διαγράμματα 9,10).



Διάγραμμα 9. Ποσοστιαία αναλογία των ειδών των Carabidae A) στον μάρτυρα, B) στη φεστούκα



Διάγραμμα 10. Ποσοστιαία αναλογία των ειδών των Carabidae Γ) στο τριφύλλι

4.3.3. Δείκτες α' βιοποικιλότητας

Εκτός από τον δείκτη της ισομέρειας, οι υπόλοιποι δείκτες εμφανίζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των αγρών. Ο αγρός στον οποίο εγκαταστάθηκαν η φεστούκα και το τριφύλλι, φαίνεται ότι διαθέτει μεγαλύτερο πλούτο και αφθονία σύμφωνα με όλους τους δείκτες εκτός από τον δείκτη Berger-Parker (Πίνακες 14,15).

Πίνακας 14. Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης δεικτών α' βιοποικιλότητας για τα άτομα της οικογένειας Carabidae (Kruskal-Wallis).

| | N | B.E | X ² | P |
|----------------|-----|-----|----------------|--------------|
| Δείκτες | | | | |
| Αριθμός Taxa | 163 | 2 | 10,476 | 0,005 |
| Shannon | 163 | 2 | 13,432 | 0,001 |
| Evenness | 163 | 2 | 4,893 | 0,087 |
| Menhinick | 163 | 2 | 18,701 | 0,000 |
| Margalef | 163 | 2 | 10,67 | 0,005 |
| Fisher_alpha | 163 | 2 | 6,364 | 0,042 |
| Berger-Parker | 163 | 2 | 9,398 | 0,009 |
| Chao-1 | 163 | 2 | 9,27 | 0,010 |
| iChao-1 | 163 | 2 | 10,571 | 0,005 |

Πίνακας 15. Δείκτες α' βιοποικιλότητας με τα τυπικά σφάλματα για τους διαφορετικούς αγρούς για την οικογένεια Carabidae. Με τη δοκιμή Kruskal Wallis φαίνεται να υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές οι οποίες συμβολίζονται με τα γράμματα A και B.

| | Μάρτυρας | Φεστούκα | Τριφύλλι |
|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Αριθμός Taxa | 1,87 ± 0,14 A | 2,87 ± 0,23 B | 2,33 ± 0,17 AB |
| Shannon | 0,45 ± 0,06 A | 0,85 ± 0,08 B | 0,73 ± 0,08 AB |
| Evenness | 0,97 ± 0,02 A | 1,00 ± 0,02 A | 1,04 ± 0,02 A |
| Menhinick | 0,86 ± 0,05 A | 1,15 ± 0,05 B | 1,10 ± 0,05 B |
| Margalef | 0,51 ± 0,07 A | 0,91 ± 0,09 B | 0,81 ± 0,09 AB |
| Fisher_alpha | 1,01 ± 0,21 A | 1,94 ± 0,27 B | 1,78 ± 0,32 AB |
| Berger-Parker | 0,82 ± 0,03 B | 0,68 ± 0,03 A | 0,70 ± 0,03 AB |
| Chao-1 | 2,08 ± 0,18 A | 3,27 ± 0,29 B | 2,70 ± 0,23 AB |
| iChao-1 | 2,21 ± 0,23 A | 3,67 ± 0,36 B | 2,95 ± 0,28 AB |

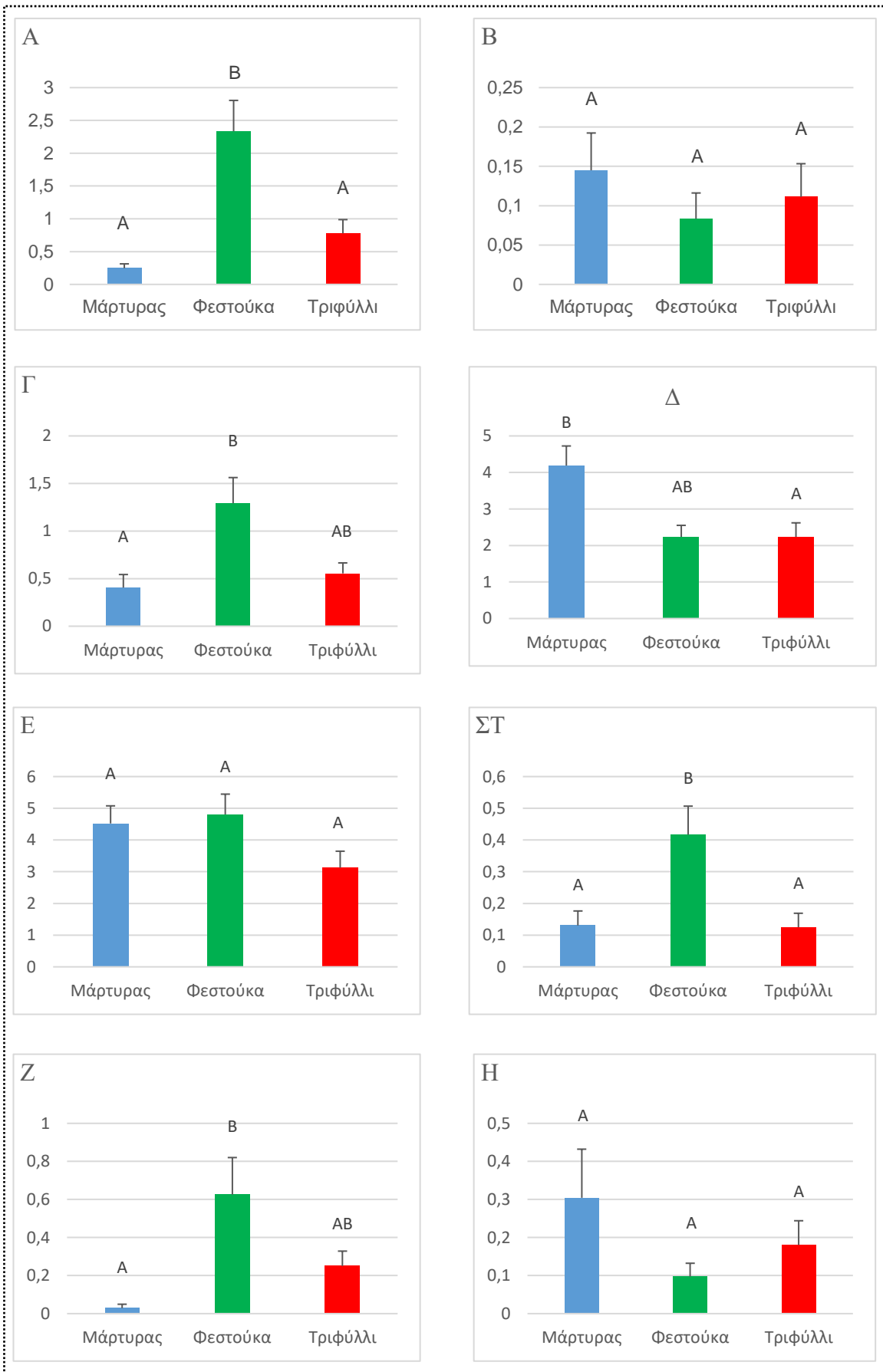
Στατιστικώς σημαντικές διαφορές στην παρουσία των Carabidae παρουσιάζονται και ως προς το μέγεθος και τις τροφικές απαιτήσεις τους. Τόσο τα πολύ μικρά, όσο και τα μεσαία άτομα εμφανίζονται σε μεγαλύτερους πληθυσμούς στον αγρό με τη φεστούκα, ενώ τα μεγάλα Carabidae είναι σε πλειονότητα στον μάρτυρα. Παρόμοια κατάσταση παρατηρείται και ως προς τις τροφικές απαιτήσεις, όπου τα φυτοφάγα και οι εξειδικευμένοι θηρευτές είναι σε μεγαλύτερους πληθυσμούς στον αγρό με τα εγκατεστημένα φυτά (Πίνακες 16,17, Διάγραμμα 11).

Πίνακας 16. Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για το μέγεθος και τις τροφικές απαιτήσεις των ατόμων της Οικογένειας Carabidae (Kruskal-Wallis).

| | N | B.E | X² | P |
|----------------------------|----------|------------|----------------------|--------------|
| Μέγεθος | | | | |
| Πολύ μικρό | 213 | 2 | 17,726 | 0,000 |
| Μικρό | 213 | 2 | 0,913 | 0,633 |
| Μεσαίο | 213 | 2 | 15,583 | 0,000 |
| Μεγάλο | 213 | 2 | 8,193 | 0,017 |
| Τροφικές απαιτήσεις | | | | |
| Αρπακτικά | 213 | 2 | 5,446 | 0,066 |
| Φυτοφάγα | 213 | 2 | 12,368 | 0,002 |
| Εξειδικευμένοι θηρευτές | 213 | 2 | 14,283 | 0,001 |
| Παμφάγα | 213 | 2 | 0,561 | 0,755 |

Πίνακας 17. Αριθμοί *Carabidae* που συλλέχθηκαν σύμφωνα με το μέγεθος και τις τροφικές απαιτήσεις που ακολουθούν. Με τη δοκιμή *Kruskal Wallis* φαίνεται να υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές οι οποίες συμβολίζονται με τα γράμματα Α και Β.

| | Μάρτυρας | Φεστούκα | Τριφύλλι |
|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Μέγεθος | | | |
| Πολύ μικρό | 0,25 ± 0,07 A | 2,33 ± 0,47 B | 0,78 ± 0,21 A |
| Μικρό | 0,14 ± 0,05 A | 0,08 ± 0,03 A | 0,11 ± 0,04 A |
| Μεσαίο | 0,40 ± 0,14 A | 1,29 ± 0,27 B | 0,56 ± 0,11 AB |
| Μεγάλο | 4,19 ± 0,54 B | 2,24 ± 0,31 AB | 2,24 ± 0,38 A |
| Τροφικές απαιτήσεις | | | |
| Αρπακτικά | 4,52 ± 0,55 A | 4,80 ± 0,64 A | 3,12 ± 0,52 A |
| Φυτοφάγα | 0,13 ± 0,04 A | 0,42 ± 0,09 B | 0,12 ± 0,04 A |
| Εξειδικευμένοι θηρευτές | 0,03 ± 0,02 A | 0,62 ± 0,19 B | 0,25 ± 0,08 AB |
| Παμφάγα | 0,30 ± 0,13 A | 0,10 ± 0,03 A | 0,18 ± 0,06 A |



Διάγραμμα 11. Α) Πολύ μικρό μέγεθος *Carabidae*, Β) Μικρό μέγεθος *Carabidae*, Γ) Μεσαίο μέγεθος *Carabidae*, Δ) Μεγάλο μέγεθος *Carabidae*, Ε) Τροφικές απαιτήσεις – Αρπακτικό, ΣΤ) Τροφικές απαιτήσεις – Φυτοφάγο, Ζ) Εξειδικευμένος θηρευτής, Η) Τροφικές απαιτήσεις – Παμφάγο.
Στον άξονα Υ εμφανίζεται ο μέσος όρος του αριθμού των *Carabidae*.

5. Συζήτηση - Συμπεράσματα

Οι καλλιέργειες εδαφοκάλυψης (cover crops) φαίνεται ότι έχουν σημαντική επίδραση στην παρουσία της εδαφόβιας αρθροποδοπανίδας. Στους ελαιώνες που πραγματοποιήθηκε η μελέτη παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική αύξηση του πληθυσμού των αρθροπόδων σε αυτόν που εγκαταστάθηκε το τριφύλλι. Επίσης, εκτός από το σύνολο των αρθροπόδων, αλλαγή εντοπίστηκε και στη σύνθεση των βιοκοινοτήτων τους. Δηλαδή, μειώθηκαν τα φυτοφάγα αρθρόποδα ενώ ταυτόχρονα αυξήθηκαν άλλες ομάδες, όπως τα πολυφάγα και τα αρπακτικά είδη, τα οποία είναι ωφέλιμοι οργανισμοί και πιθανώς να συμβάλλουν στην αντιμετώπιση ορισμένων εχθρών της ελιάς σε έναν αγρό που εφαρμόζεται βιολογική ή ολοκληρωμένη αντιμετώπιση.

Οι παγίδες παρεμβολής (pitfall) που χρησιμοποιήθηκαν θεωρούνται ο πιο συνηθισμένος και οικονομικός τρόπος για την πραγματοποίηση πειραμάτων βιοποικιλότητας για εδαφόβια αρθρόποδα (Cardoso *et al.*, 2007). Η χρήση του χλωριούχου νατρίου έγινε για την αποφυγή εξάτμισης του νερού κατά τους καλοκαιρινούς μήνες όταν οι θερμοκρασίες είναι αρκετά υψηλές. Η χλωρίνη χρησιμοποιήθηκε για την απομάκρυνση από τις παγίδες, μέσω της οσμής, των μικρών θηλαστικών (π.χ μυγαλές, τρωκτικά) τα οποία θα μπορούσαν να την καταστρέψουν ή να αλλοιώσουν το περιεχόμενο. Παρόμοιο ρόλο είχε και το σκέπαστρο το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την προστασία της παγίδας τόσο από μεγαλύτερους οργανισμούς όσο και από αβιοτικούς παράγοντες όπως ο αέρας και η βροχή. Επίσης, η σκίαση που προκαλεί βοηθάει στην ελάττωση της εξάτμισης του υγρού. Το διάστημα στο οποίο πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες επιλέχθηκε διότι συνδυάζει την περίοδο κατά την οποία αναπτύσσονται τα φυτά εδαφοκάλυψης, εμφανίζονται οι μεγαλύτεροι πληθυσμοί αρθροπόδων και μαζί με αυτά ξεκινούν τη δράση τους οι περισσότεροι εχθροί της καλλιέργειας. Οι παγίδες συλλέγονταν ανά δύο εβδομάδες (14 ημέρες) ώστε να προλαμβάνεται η εξάτμιση του υγρού το οποίο θα μπορούσε να οδηγήσει στην καταστροφή του περιεχομένου.

Οι 19 Οικογένειες αραχνών οι οποίες βρέθηκαν στη συγκεκριμένη εργασία αποτελούν το 43% των Οικογενειών που έχουν βρεθεί στην Κρήτη. Τα περισσότερα είδη μπορούν να εντοπιστούν στις Μεσογειακές χώρες και ιδιαίτερα στην ανατολική πλευρά σύμφωνα με το World Spider Catalog, 2024. Από τα είδη που βρέθηκαν, τα 4 θεωρούνται ενδημικά του νησιού (*Zelotes chaniaensis*, *Palliduphantes malickyi*, *Hellamalthonica irini*, *Harpactea coccifera*). Οι Οικογένειες Gnaphosidae, Zodariidae, Lycosidae και Linyphiidae που βρέθηκαν σε μεγαλύτερους πληθυσμούς στην παρούσα εργασία θεωρούνται οι πιο κυρίαρχες στις χώρες της Μεσογείου γεγονός που επιβεβαιώνεται και από διάφορες άλλες εργασίες (Kubiak *et al.*, 2022; Pedro *et al.*, 2020). Οι Οικογένειες Gnaphosidae και Lycosidae, εκτός από τη συχνή παρουσία τους στην Κρήτη, συλλέχθηκαν σε μεγάλους πληθυσμούς εξαιτίας της μεθόδου που χρησιμοποιήθηκε. Οι συγκεκριμένες αράχνες είναι ενεργητικοί θηρευτές, δηλαδή κυνηγούν το θήραμα τους στο έδαφος. Επομένως, η χρήση των παγίδων παρεμβολής ήταν ιδανική για την παγίδευση των συγκεκριμένων Οικογενειών. Τα είδη της Οικογένειας Zodariidae είναι γνωστό πως τρέφονται με μυρμήγκια. Ο μεγάλος πληθυσμός τους πιθανότατα οφείλεται στην έντονη παρουσία μυρμηγκιών της Οικογένειας Formicidae στο πείραμα με περίπου 12.000 άτομα. Τέλος, όσον αφορά τον πληθυσμό της Οικογένειας Linyphiidae, αν και είναι αράχνες που κατασκευάζουν ιστό είτε στη χαμηλή βλάστηση είτε πάνω στα δέντρα, έχουν σημαντική παρουσία στις

παγίδες παρεμβολής σε παρόμοια πειράματα (Kubiak *et al.*, 2022). Ο συνολικός αριθμός των αραχνών που συλλέχθηκαν από τον αγρό που χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας φαίνεται να διαφέρει σημαντικά από τον αγρό με την εγκατεστημένη φεστούκα. Στον αγρό με το εγκατεστημένο τριφύλλι παρόλο που δεν είχε σημαντική διαφορά με το μάρτυρα μπορεί να παρατηρηθεί και εκεί μεγαλύτερος αριθμός ατόμων. Αυτά τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν τη σημασία των καλλιεργειών εδαφοκάλυψης στην αύξηση της αραχνοπανίδας που αναφέρεται και σε άλλες μελέτες (Sommaggio *et al.*, 2018; Beaumelle *et al.*, 2021). Για την πλειονότητα των δεικτών α' βιοποικιλότητας δεν φαίνεται να υπάρχει διαφορά μεταξύ των αγρών. Η διαφορά στον δείκτη Berger-Parker ίσως οφείλεται στη μικρότερη αφθονία ειδών στον μάρτυρα, άρα ο λόγος της αφθονίας του πληθυσμού του πιο κυρίαρχου είδους προς το συνολικό αριθμό των ειδών του δείγματος είναι μεγαλύτερος.

Από τα 19 είδη Carabidae τα οποία βρέθηκαν τα 2 (*Tapinopterus creticus*, *Carabus banoni*) αποτελούν ενδημικά είδη για την Κρήτη (Arndt *et al.*, 2011). Το πλήθος των ατόμων που συλλέχθηκαν καθώς και ο αριθμός των ειδών δεν μπορούν να συγκριθούν με κάποια άλλη εργασία διότι στην πλειονότητα τους αφορούν πείραμα δύο ή και τριών ετών. Οι εξειδικευμένοι θηρευτές *Notiophilus palustris* και *Siagona europaea* εμφανίζουν στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ του μάρτυρα και των δύο επεμβάσεων που πραγματοποιήθηκαν. Αυτό πιθανότατα να οφείλεται στη μεγάλη διαφορά στους πληθυσμούς των taxa Collembola και Formicidae που αποτελούν τα θηράματα των συγκεκριμένων Carabidae. Όσον αφορά τα φυτοφάγα είδη της Οικογένειας, στη βιβλιογραφία δεν αναφέρονται ως έντομα-εχθροί. Η δράση των φυτοφάγων Carabidae κυρίως αφορά σπόρους φυτών τα οποία μπορούν να θεωρηθούν ζιζάνια για την καλλιέργεια. Επομένως, η αύξηση των ατόμων αυτών στους αγρούς με τη φεστούκα και το τριφύλλι μπορεί να έχει θετική επίδραση στη μείωση των ζιζανίων (Kulkarni *et al.* 2015; Cividanis, 2021). Η κατεργασία του εδάφους που πραγματοποιήθηκε πριν την καλλιέργεια των φυτών εδαφοκάλυψης μπορεί να μείωσε τους πληθυσμούς. Τα μεγάλου μεγέθους Carabidae που συλλέχθηκαν φαίνεται να είναι σε αρκετά μεγαλύτερους πληθυσμούς στον μάρτυρα. Είναι γνωστό από τη βιβλιογραφία πως τα μεγάλα Carabidae, όπως τα *Tapinopterus creticus* και *Carabus banoni*, στη συγκεκριμένη εργασία, επηρεάζονται αρνητικά από την κατεργασία του εδάφους, όπως η διαδικασία για την εγκατάσταση των καλλιεργειών εδαφοκάλυψης. Δηλαδή, όσο περισσότερο επεμβαίνει ο άνθρωπος σε ένα αγρό τόσο μειώνεται ο μέσος όρος του μεγέθους των Carabidae (Hanson *et al.*, 2016; Blake *et al.*, 1994). Επίσης, ακόμη ένας πιθανός λόγος για την έλλειψη των μεγάλων Carabidae από τον αγρό με τις εγκατεστημένες καλλιέργειες εδαφοκάλυψης είναι η μεγαλύτερη πιθανότητα θανάτωσης των διαχειμαζουσών προνυμφών τους σε σχέση με τα μικρότερα σε μέγεθος είδη (Ribera *et al.*, 2001). Επομένως, για τους ίδιους λόγους ο αγρός με τη φεστούκα και το τριφύλλι φαίνεται να έχει μεγαλύτερους αριθμούς μικρότερων Carabidae τα οποία έχουν μεγαλύτερη ικανότητα μετακίνησης. Ως σύνολο τα άτομα της Οικογένειας Carabidae φαίνεται να διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ του μάρτυρα και των δύο επεμβάσεων με φεστούκα και τριφύλλι. Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, αλλά και από προηγούμενα πειράματα, δείχνουν πως οι καλλιέργειες εδαφοκάλυψης μπορούν να ενισχύσουν τη βιοποικιλότητα των Carabidae (Triquet *et al.*, 2023; Rivers *et al.*, 2017). Η δημιουργία του ιδανικού μικροκλίματος για την προστασία τους από δυσμενείς καιρικές συνθήκες, καθώς και η αύξηση των πιθανών θηραμάτων επηρεάζει θετικά την παρουσία τους στον αγρό (Kulkarni *et al.* 2015).

Η δράση των καλλιεργειών εδαφοκάλυψης ως παράγοντες βιολογικής αντιμετώπισης φαίνεται από τη βιβλιογραφία να μην παρουσιάζει σταθερά αποτελέσματα. Ορισμένα άρθρα υποστηρίζουν πως η αύξηση των αρπακτικών λόγω της αύξησης της βιοποικιλότητας των φυτών δεν συνοδεύεται με τη μείωση των εντόμων-εχθρών της καλλιέργειας (Paredes *et al.*, 2015). Φαινόμενα όπως ενδοσυντεχνιακή θήρευση (Rosenheim *et al.*, 1995), καθώς και βιοτικοί παράγοντες όπως καιρικές συνθήκες και το περιβάλλον γύρω από τον αγρό που πραγματοποιείται το πείραμα (Bianchi *et al.*, 2006) μπορούν να επηρεάσουν τη δράση των εντόμων-εχθρών ανεξάρτητα από την παρουσία των καλλιεργειών εδαφοκάλυψης. Αντίθετα, οι Tillman *et al.* 2004 και Rusch *et al.* 2010 αναφέρουν πως η χρήση των καλλιεργειών εδαφοκάλυψης μειώνει τη δράση των εντόμων-εχθρών της καλλιέργειας.

Σκοπός της αύξησης των πληθυσμών των αρπακτικών αποτελεί η ενίσχυση της βιολογικής αντιμετώπισης των εχθρών της ελιάς όπως το *B. oleae* και το *P. oleae* (Paredes *et al.*, 2015; Morris *et al.*, 1999). Συγκεκριμένα taxa όπως αρπακτικά Heteroptera, προνύμφες της Οικογένειας Chrysopidae και μυρμήγκια θεωρούνται ικανοί θηρευτές των ωών του *P. oleae* (Alvarez *et al.*, 2021). Η αύξηση του αριθμού των αραχνών μπορεί να συνοδεύεται με μείωση των εντόμων-εχθρών. Ο Maloney (2003) αναφέρει πως ακόμα και σε περιπτώσεις που οι αράχνες δεν τρέφονται με τα συγκεκριμένα έντομα, συμβάλλουν στη μείωση της ζημιάς που προκαλούν απλά με την παρουσία τους. Επίσης, ο ίδιος αναφέρει πως οι αράχνες συνηθίζουν να σκοτώνουν, μέσω ενεργής θήρευσης ή παγίδευσης σε ιστό, πολλαπλάσια ποσότητα εντόμων απ' ό τι καταναλώνουν αυξάνοντας έτσι τις πιθανότητες να μειωθούν οι πληθυσμοί κάποιου εντόμου εχθρού. Η Οικογένεια Linyphiidae, η οποία είναι από τις πιο συχνές που παρατηρήθηκαν στον αγρό, φαίνεται να δείχνει προτίμηση στην Τάξη Diptera (Nyffeler and Sunderland, 2003), στην οποία ανήκει και ο δάκος. Επιπλέον, οι Οικογένειες Linyphiidae και Araneidae θεωρούνται οι πιο κατάλληλες για τη θήρευση των ενήλικων ατόμων του *P. oleae* (Alvarez *et al.*, 2021). Παρόλο που για το συγκεκριμένο πείραμα μελετήθηκαν μόνο οι αράχνες που βρίσκονται στο έδαφος, η δράση αυτών των Οικογενειών εμφανίζεται και πάνω στα δέντρα, όπου η δημιουργία ιστού επιτρέπει την παγίδευση των ατόμων τόσο του *B. oleae* όσο και του *P. oleae*. Πιο συγκεκριμένα, για τη θήρευση του δάκου από τα εδαφόβια είδη αραχνών, οι Οικογένειες Gnaphosidae και Lycosidae περιλαμβάνουν είδη τα οποία κυνηγούν τα ανήλικα στάδια Δίπτερων, ωστόσο δεν έχει επιβεβαιωθεί ακόμη εάν το ποσοστό σύλληψης της νύμφης του *B. oleae* είναι ικανό ώστε να θεωρηθεί αποτελεσματικό (Dinis *et al.*, 2016). Οι Picchi *et al.* (2016) παρατήρησαν αρνητική συσχέτιση μεταξύ της δραστηριότητας του δάκου και της παρουσίας των Οικογενειών Thomisidae και Salticidae. Για τις αράχνες που βρίσκονται στη βλάστηση ή πάνω στο δέντρο γίνεται αναφορά πάλι για την Οικογένεια Linyphiidae από τους Picchi *et al.* (2016), οι οποίοι εντόπισαν πως επηρεάστηκε η δράση του δάκου την περίοδο που ξεκινούσε η προσβολή και ο πληθυσμός ήταν σχετικά μικρός. Όσον αφορά την Οικογένεια Carabidae, πολλές έρευνες φαίνεται να παρουσιάζουν τα άτομα της ως θηρευτές των νυμφών του *B. oleae* (Dinis *et al.*, 2016; Lantero *et al.*, 2019; Orsini *et al.*, 2007; Pizzolotto *et al.*, 2018). Η παρουσία των νυμφών στο χώμα κατά τη διαχείμαση τους αποτελεί το πιο ευάλωτο στάδιο στην αντιμετώπιση του οποίου θα μπορούσαν να συνδράμουν οι εδαφόβιοι θηρευτές τους. Επομένως, τα αρπακτικά που θα είναι πιο αποτελεσματικά κατά των νυμφών θα πρέπει να είναι ενεργά κατά τους φθινοπωρινούς-χειμερινούς μήνες, ώστε να μπορούν να θεωρηθούν πιθανοί θηρευτές (Albertini *et al.*, 2017).

Παρόλο που για να γίνουν εμφανή τα πλεονεκτήματα των καλλιεργειών εδαφοκάλυψης πρέπει να περάσουν περίπου 4 χρόνια από την εγκατάστασή τους (Plastina *et al.*, 2018; Snapp *et al.*, 2005; Rivers *et al.*, 2017), ορισμένα οφέλη μπορούν να παρατηρηθούν ήδη από το πρώτο έτος. Παρουσιάστηκε αύξηση στη βιοποικιλότητα των αρθροπόδων του αγρού χωρίς να εμφανιστεί αύξηση στον αριθμό των φυτοφάγων. Αντίθετα, αυξήθηκαν οι πληθυσμοί των αρπακτικών τα οποία μπορούν να δράσουν ως φυσικοί εχθροί για την καταπολέμηση των εχθρών της καλλιέργειας, όπως οι αράχνες και τα Carabidae τα οποία μελετήθηκαν περισσότερο στην παρούσα εργασία. Με αυτό τον τρόπο οι καλλιέργειες εδαφοκάλυψης φαίνεται να προάγουν την ολοκληρωμένη και βιολογική αντιμετώπιση στους ελαιώνες περιορίζοντας τη χρήση χημικών με πιο οικονομικές και ασφαλείς προς το περιβάλλον λύσεις.

6. Βιβλιογραφία

- Abdalla, M., Hastings, A., Cheng, K., Yue, Q., Chadwick, D., Espenberg, M., Truu, J., Rees, R.M. & Smith, P. (2019) A critical review of the impacts of cover crops on nitrogen leaching, net greenhouse gas balance and crop productivity. *Global Change Biology* 25, 2530–2543. <https://doi.org/10.1111/gcb.14644>
- Adetunji, A.T., Ncube, B., Mulidzi, R. & Lewu, F.B. (2020) Management impact and benefit of cover crops on soil quality: A review. *Soil and Tillage Research* 204, 104717. <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104717>
- Albertini, A., Marchi, S., Ratti, C., Burgio, G., Petacchi, R. & Magagnoli, S. (2018) *Bactrocera oleae* pupae predation by *Ocypus olens* detected by molecular gut content analysis. *BioControl* 63, 227–239. <https://doi.org/10.1007/s10526-017-9860-6>
- Albertini, A., Pizzolotto, R. & Petacchi, R. (2017) Carabid patterns in olive orchards and woody semi-natural habitats: first implications for conservation biological control against *Bactrocera oleae*. *BioControl* 62, 71–83. <https://doi.org/10.1007/s10526-016-9780-x>
- Álvarez, H.A., García-García, A., Sandoval, P., Martín-Blázquez, R., Seifert, B., Tinaut, A. & Ruano, F. (2023) Elucidating the trophic role of *Tapinoma ibericum* (Hymenoptera: Formicidae) as a potential predator of olive pests. *Journal of Applied Entomology* 147, 667–675. <https://doi.org/10.1111/jen.13160>
- Álvarez, H.A., Jiménez-Muñoz, R., Morente, M., Campos, M. & Ruano, F. (2021) Ground cover presence in organic olive orchards affects the interaction of natural enemies against *Prays oleae*, promoting an effective egg predation. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 315, 107441. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107441>
- Arndt, E., Schnitter, P., Sfenthourakis, S. & Wrase, D. (2013) Ground beetles (Carabidae) of Greece.
- Baker, B.P., Green, T.A. & Loker, A.J. (2020) Biological control and integrated pest management in organic and conventional systems. *Biological Control* 140, 104095. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104095>
- Bakker, M.G., Acharya, J., Moorman, T.B., Robertson, A.E. & Kaspar, T.C. (2016) The Potential for Cereal Rye Cover Crops to Host Corn Seedling Pathogens. *Phytopathology*® 106, 591–601. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-09-15-0214-R>
- Barratt, B.I.P., Howarth, F.G., Withers, T.M., Kean, J.M. & Ridley, G.S. (2010) Progress in risk assessment for classical biological control. *Biological Control* 52, 245–254. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.02.012>
- Barzman, M., Bärberi, P., Birch, A.N.E., Boonekamp, P., Dachbrodt-Saaydeh, S., Graf, B., Hommel, B., Jensen, J.E., Kiss, J., Kudsk, P., Lamichhane, J.R., Messéan, A., Moonen, A.-C., Ratnadass, A., Ricci, P., Sarah, J.-L. & Sattin, M. (2015) Eight principles of integrated pest management. *Agronomy for Sustainable Development* 35, 1199–1215. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0327-9>

- Beaumelle, L., Auriol, A., Grasset, M., Pavy, A., Thiéry, D. & Rusch, A. (2021) Benefits of increased cover crop diversity for predators and biological pest control depend on the landscape context. *Ecological Solutions and Evidence* 2, e12086. <https://doi.org/10.1002/2688-8319.12086>
- Berger, W.H. & Parker, F.L. (1970) Diversity of planktonic Foraminifera in deep-sea sediments. *Science*, 168, 1345–1347.
- Benamú, M.A., Lacava, M., García, L.F., Santana, M. & Viera, C. (2017) Spiders Associated with Agroecosystems: Roles and Perspectives. In: C. Viera and M. O. Gonzaga (Eds), *Behaviour and Ecology of Spiders: Contributions from the Neotropical Region*. Springer International Publishing, Cham, pp. 275–302.
- Bianchi, F. j. j. a, Booij, C. j. h & Tscharrntke, T. (2006) Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 273, 1715–1727. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3530>
- Blake, S., Foster, G., Eyre, M. & Luff, M. (1994) Effect of habitat type and grassland management practices on the body size of carabid beetles. *Pedobiologia* 38, 502–512. [https://doi.org/10.1016/S0031-4056\(24\)00151-3](https://doi.org/10.1016/S0031-4056(24)00151-3)
- Brühl, C.A. & Zaller, J.G. (2019) Biodiversity Decline as a Consequence of an Inappropriate Environmental Risk Assessment of Pesticides. *Frontiers in Environmental Science* 7. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2019.00177>
- Budzinski, H. & Couderchet, M. (2018) Environmental and human health issues related to pesticides: from usage and environmental fate to impact. *Environmental Science and Pollution Research* 25, 14277–14279. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1738-3>
- Bueno, A.F., Paula-Moraes, S.V., Gazzoni, D.L. & Pomari, A.F. (2013) Economic Thresholds in Soybean-Integrated Pest Management: Old Concepts, Current Adoption, and Adequacy. *Neotropical Entomology* 42, 439–447. <https://doi.org/10.1007/s13744-013-0167-8>
- Bueno, A.M., Jones, O., Witzgall, P., Mazomenos, B. & Konstantopoulou, M. (2002) Alternative methods for controlling the olive fly, *Bactrocera oleae*, involving semiochemicals.
- Buitrago, M.D.S. (2002) Estudio poblacional y evolutivo de la especie *Bactrocera oleae* (gmelin) mediante el uso de marcadores moleculares. <http://purl.org/dc/dcmitype/Text>. Universidad Complutense de Madrid.
- Bullock, J.A. (1971) The investigation of samples containing many species: I. Sample description. *Biological Journal of the Linnean Society*, 3, 1–21.
- Campos, M. & Lozano, C. (1994) Observations on the reproductive biology of two parasites of *Hylesinus varius* and *Phloeotribus scarabaeoides* (Col: Scolytidae): *Cheiropachus quadrum* (Hym: Pteromalidae) and *Dendrosoter protuberans* (Hym: Braconidae). *Entomophaga* 39, 51–59. <https://doi.org/10.1007/BF02373494>

- Cardoso, P., Silva, I., De Oliveira, N.G. & Serrano, A.R.M. (2007) Seasonality of spiders (Araneae) in Mediterranean ecosystems and its implications in the optimum sampling period. *Ecological Entomology* 32, 516–526. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.2007.00894.x>
- Cardoso, P., Pekár, S., Jocqué, R. & Coddington, J.A. (2011) Global Patterns of Guild Composition and Functional Diversity of Spiders. *PLOS ONE* 6, e21710. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0021710>
- Chao, A. (1984) Nonparametric Estimation of the Number of Classes in a Population. *Scandinavian Journal of Statistics*, 11, 265–270.
- Chavarría, D.N., Verdenelli, R.A., Serri, D.L., Restovich, S.B., Andriulo, A.E., Meriles, J.M. & Vargas-Gil, S. (2016) Effect of cover crops on microbial community structure and related enzyme activities and macronutrient availability. *European Journal of Soil Biology* 76, 74–82. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2016.07.002>
- Choate, B. & Drummond, F. (2011) Ants as biological control agents in agricultural cropping systems. *Terrestrial Arthropod Reviews* 4, 157–180. <https://doi.org/10.1163/187498311X571979>
- Cividanes, F.J. (2021) Carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) and biological control of agricultural pests in Latin America. *Annals of the Entomological Society of America* 114, 175–191. <https://doi.org/10.1093/aesa/saaa051>
- Cordeau, S., Guillemin, J.-P., Reibel, C. & Chauvel, B. (2015) Weed species differ in their ability to emerge in no-till systems that include cover crops. *Annals of Applied Biology* 166, 444–455. <https://doi.org/10.1111/aab.12195>
- De Baets, S., Poesen, J., Meersmans, J. & Serlet, L. (2011) Cover crops and their erosion-reducing effects during concentrated flow erosion. *CATENA* 85, 237–244. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2011.01.009>
- Dinis, A.M., Pereira, J.A., Pimenta, M.C., Oliveira, J., Benhadi-Marín, J. & Santos, S. a. P. (2016) Suppression of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) pupae by soil arthropods in the olive grove. *Journal of Applied Entomology* 140, 677–687. <https://doi.org/10.1111/jen.12291>
- European Commission, Eurostat, Organic crop area by agricultural production methods and crops, *Publication Office of the European Union*, 2024, https://doi.org/10.2908/ORG_CROPAR
- Eurostat (European Commission) & Cook, E. (2024) Key figures on the European food chain: 2023 edition. *Publications Office of the European Union*. Available from: <https://data.europa.eu/doi/10.2785/265789> (September 18, 2024)
- Fageria, N.K., Baligar, V.C. & Bailey, B.A. (2005) Role of Cover Crops in Improving Soil and Row Crop Productivity. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 36, 2733–2757. <https://doi.org/10.1080/00103620500303939>

- Farooq, M., Jabran, K., Cheema, Z.A., Wahid, A. & Siddique, K.H. (2011) The role of allelopathy in agricultural pest management. *Pest Management Science* 67, 493–506. <https://doi.org/10.1002/ps.2091>
- Finney, D.M., Buyer, J.S. & Kaye, J.P. (2017) Living cover crops have immediate impacts on soil microbial community structure and function. *Journal of Soil and Water Conservation* 72, 361–373. <https://doi.org/10.2489/jswc.72.4.361>
- Fisher, R.A., Corbet, A.S. & Williams, C.B. (1943) The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *The Journal of Animal Ecology*, 12, 42–58.
- Fraga, H., Moriondo, M., Leolini, L. & Santos, J.A. (2021) Mediterranean Olive Orchards under Climate Change: A Review of Future Impacts and Adaptation Strategies. *Agronomy* 11, 56. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010056>
- Gkisakis, V., Volakakis, N., Kollaros, D., Bàrberi, P. & Kabourakis, E. (2016) Soil arthropod community in the olive agroecosystem: Determined by environment and farming practices in different management systems and agroecological zones. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 218, 178–189. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.11.026>
- Gross, J. & Gündermann, G. (2016) Principles of IPM in Cultivated Crops and Implementation of Innovative Strategies for Sustainable Plant Protection. In: A. R. Horowitz and I. Ishaaya (Eds), *Advances in Insect Control and Resistance Management*. Springer International Publishing, Cham, pp. 9–26.
- Halder, A.C. (2011) Distribution of Natural Enemies in Herbivores of Oilseed Rape Fields in Sweden. *International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology* 1, 29–36. <https://doi.org/10.3329/ijarit.v1i1-2.13927>
- Hanson, H.I., Palmu, E., Birkhofer, K., Smith, H.G. & Hedlund, K. (2016) Agricultural Land Use Determines the Trait Composition of Ground Beetle Communities. *PLOS ONE* 11, e0146329. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146329>
- Holgado, M. (2007) Bioecology of *Hylesinus oleiperda* F. “bark beetle” (Coleoptera Scolytidae) in Mendoza (Argentina). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias* 39, 51–54.
- Homburg, K., Homburg, N., Schäfer, F., Schuldt, A. & Assmann, T. (2014) Carabids.org – a dynamic online database of ground beetle species traits (Coleoptera, Carabidae) C. Dytham and R. Ewers (Eds). *Insect Conservation and Diversity* 7, 195–205. <https://doi.org/10.1111/icad.12045>
- Hurlbert, S.H. (1971) The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology*, 52, 577–586.
- Immaraju, J.A., Morse, J.G. & Gaston, L.K. (1990) Mechanisms of Organophosphate, Pyrethroid, and DDT Resistance in Citrus Thrips (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Economic Entomology* 83, 1723–1732. <https://doi.org/10.1093/jee/83.5.1723>
- International Olive Council. Available from: <https://www.internationaloliveoil.org/> (June 17, 2024)

- Karydis, M. & Tsirtsis, G. (1996) Ecological indices: a biometric approach for assessing eutrophication levels in the marine environment. *Science of the Total Environment*, 186, 209–219.
- Klimaszewski, J., Brunke, A.J., Work, T.T. & Venier, L. (2018) Rove Beetles (Coleoptera, Staphylinidae) as Bioindicators of Change in Boreal Forests and Their Biological Control Services in Agroecosystems: Canadian Case Studies. In: O. Betz, U. Irmeler, and J. Klimaszewski (Eds), *Biology of Rove Beetles (Staphylinidae): Life History, Evolution, Ecology and Distribution*. Springer International Publishing, Cham, pp. 161–181.
- Kubiak, K.L., Pereira, J.A., Tessaro, D., Santos, S.A.P. & Benhadi-Marín, J. (2022) Functional diversity of epigeal spiders in the olive grove agroecosystem in northeastern Portugal: a comparison between crop and surrounding semi-natural habitats. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 170, 449–458. <https://doi.org/10.1111/eea.13162>
- Kulkarni, S.S., Dossall, L.M. & Willenborg, C.J. (2015) The Role of Ground Beetles (Coleoptera: Carabidae) in Weed Seed Consumption: A Review. *Weed Science* 63, 355–376. <https://doi.org/10.1614/WS-D-14-00067.1>
- Kumral, N.A., Kovanci, B. & Akbudak, B. (2008) Using degree-day accumulations and host phenology for predicting larval emergence patterns of the olive psyllid, *Euphyllura phillyreae*. *Journal of Pest Science* 81, 63–69. <https://doi.org/10.1007/s10340-007-0185-6>
- Lantero, E., Matallanas, B. & Callejas, C. (2023) Current Status of the Main Olive Pests: Useful Integrated Pest Management Strategies and Genetic Tools. *Applied Sciences* 13, 12078. <https://doi.org/10.3390/app132112078>
- Lantero, E., Ortega, M., Sánchez-Ramos, I., González-Núñez, M., Fernández, C.E., Rescia, A.J., Matallanas, B., Callejas, C. & Pascual, S. (2019) Effect of local and landscape factors on abundance of ground beetles and assessment of their role as biocontrol agents in the olive growing area of southeastern Madrid, Spain. *BioControl* 64, 685–696. <https://doi.org/10.1007/s10526-019-09974-w>
- Loumou, A. & Giourga, C. (2003) Olive groves: “The life and identity of the Mediterranean”. *Agriculture and Human Values* 20, 87–95. <https://doi.org/10.1023/A:1022444005336>
- Magurran, A. E. (2004) Measuring Biological Diversity. *Blackwell Science*, Oxford.
- Magurran, A. E. and McGill, B. J. (2011) Biological diversity: frontiers in measurement and assessment. *Oxford University Press*, Oxford.
- Maloney, D., Drummond, F.A. & Alford, R. (2003) TB190: Spider Predation in Agroecosystems: Can Spiders Effectively Control Pest Populations. 190.
- Marchini, D., Petacchi, R. & Marchi, S. (2017) *Bactrocera oleae* reproductive biology: New evidence on wintering wild populations in olive groves of Tuscany (Italy).
- Margalef, R. (1958) Information theory in ecology. *General Systems*, 3, 36–71.

- Mari, F. & Tena, A. (2006) Natural enemies of the citrus black scale *Saissetia oleae* (Homoptera: Coccidae) in citrus orchards from Valencia (Spain). *IOBC/WPRS Bulletin* 29, 47–54.
- Martinez, L., Soti, P., Kaur, J., Racelis, A. & Kariyat, R.R. (2020) Impact of Cover Crops on Insect Community Dynamics in Organic Farming. *Agriculture* 10, 209. <https://doi.org/10.3390/agriculture10060209>
- Menhinick, E.F. (1964) A comparison of some species-individuals diversity indices applied to samples of field insects. *Ecology*, 45, 859–861.
- Michalko, R., Pekár, S. & Entling, M.H. (2019) An updated perspective on spiders as generalist predators in biological control. *Oecologia* 189, 21–36. <https://doi.org/10.1007/s00442-018-4313-1>
- Morgan, R.P.C. (2009) *Soil Erosion and Conservation*. John Wiley & Sons, 315 pp.
- Morris, T. & Symondson, W.O.C. (1999) Las arañas y su incidencia sobre *Prays oleae* en el olivar.
- Nentwig W, Blick T, Bosmans R, Gloor D, Hänggi A, Kropf C (2024) Spiders of Europe. Version 9.2024. Online at <https://www.araneae.nmbe.ch>, (accessed on 19/9/2024). <https://doi.org/10.24436/1>
- Nouri, A., Lukas, S., Singh, S., Singh, S. & Machado, S. (2022) When do cover crops reduce nitrate leaching? A global meta-analysis. *Global Change Biology* 28, 4736–4749. <https://doi.org/10.1111/gcb.16269>
- Nyffeler, M. & Sunderland, K.D. (2003) Composition, abundance and pest control potential of spider communities in agroecosystems: a comparison of European and US studies. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 95, 579–612. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(02\)00181-0](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(02)00181-0)
- Orpet, R.J., Crowder, D.W. & Jones, V.P. (2019) Biology and Management of European Earwig in Orchards and Vineyards. *Journal of Integrated Pest Management* 10, 21. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmz019>
- Orsini, M.M., Daane, K.M., Sime, K.R. & Nelson, E.H. (2007) Mortality of olive fruit fly pupae in California. *Biocontrol Science and Technology* 17, 797–807. <https://doi.org/10.1080/09583150701527359>
- Ortega, M., Sánchez-Ramos, I., González-Núñez, M. & Pascual, S. (2018) Time course study of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) pupae predation in soil: the effect of landscape structure and soil condition. *Agricultural and Forest Entomology* 20, 201–207. <https://doi.org/10.1111/afe.12245>
- Paraskakis, M., Neuenschwander, P. & Michelakis, S. (1980) *Saissetia oleae* (Oliv.) (Hom., Coccidae) and its parasites on olive trees in Crete, Greece. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 90, 450–464. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1980.tb03553.x>

- Paredes, D., Cayuela, L., Gurr, G.M. & Campos, M. (2015) Is Ground Cover Vegetation an Effective Biological Control Enhancement Strategy against Olive Pests? *PLOS ONE* 10, e0117265. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117265>
- Pedro, L., Ortín-Angulo, M., Miñano, J., López Gallego, E. & Sanchez, J.-A. (2020) Structure of the Assemblages of Spiders in Mediterranean Pear Orchards and the Effect of Intensity of Spraying. *Insects* 11, 553. <https://doi.org/10.3390/insects11090553>
- Pekár, S., Michalko, R., Loverre, P., Líznavá, E. & Černecká, L. (2015) Biological control in winter: novel evidence for the importance of generalist predators. *Journal of Applied Ecology* 52, 270–279. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12363>
- Picchi, M.S., Bocci, -->Gionata, Petacchi, R. & Entling, M.H. (2016) Effects of local and landscape factors on spiders and olive fruit flies. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 222, 138–147. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.01.045>
- Pielou, E.C. (1975) *Ecological diversity*. Wiley, New York.
- Pielou, E.C. (1977) *Mathematical Ecology*. Wiley
- Pizzolotto, R., Mazzei, A., Bonacci, T., Scalercio, S., Iannotta, N. & Brandmayr, P. (2018) Ground beetles in Mediterranean olive agroecosystems: Their significance and functional role as bioindicators (Coleoptera, Carabidae). *PLOS ONE* 13, e0194551. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194551>
- Plastina, A., Liu, F., Miguez, F. & Carlson, S. (2020) Cover crops use in Midwestern US agriculture: perceived benefits and net returns. *Renewable Agriculture and Food Systems* 35, 38–48. <https://doi.org/10.1017/S1742170518000194>
- Quarrell, S.R., Corkrey, R. & Allen, G.R. (2017) Predictive thresholds for forecasting the compatibility of *Forficula auricularia* and *Aphelinus mali* as biological control agents against woolly apple aphid in apple orchards. *BioControl* 62, 243–256. <https://doi.org/10.1007/s10526-017-9792-1>
- Quemada, M., Baranski, M., Nobel-de Lange, M.N.J., Vallejo, A. & Cooper, J.M. (2013) Meta-analysis of strategies to control nitrate leaching in irrigated agricultural systems and their effects on crop yield. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 174, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.04.018>
- Ramos, P., Campos, M. & Ramos, J.M. (1998) Long-term study on the evaluation of yield and economic losses caused by *Prays oleae* Bern. in the olive crop of Granada (southern Spain). *Crop Protection* 17, 645–647. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(98\)00065-9](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(98)00065-9)
- Rankoth, L.M., Udawatta, R.P., Anderson, S.H., Gantzer, C.J. & Alagele, S. (2021) Cover crop influence on soil water dynamics for a corn–soybean rotation. *Agrosystems, Geosciences & Environment* 4, e20175. <https://doi.org/10.1002/agg2.20175>
- Ribera, I., Dolédec, S., Downie, I.S. & Foster, G.N. (2001) Effect of Land Disturbance and Stress on Species Traits of Ground Beetle Assemblages. *Ecology* 82, 1112–1129. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2001\)082\[1112:EOLDAS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2001)082[1112:EOLDAS]2.0.CO;2)

- Rivers, A., Mullen, C., Wallace, J. & Barbercheck, M. (2017) Cover crop-based reduced tillage system influences Carabidae (Coleoptera) activity, diversity and trophic group during transition to organic production. *Renewable Agriculture and Food Systems* 32, 538–551. <https://doi.org/10.1017/S1742170516000466>
- Rosenheim, J.A., Kaya, H.K., Ehler, L.E., Marois, J.J. & Jaffee, B.A. (1995) Intraguild Predation Among Biological-Control Agents: Theory and Evidence. *Biological Control* 5, 303–335. <https://doi.org/10.1006/bcon.1995.1038>
- Roush, D.K. & McKenzie, J.A. (1987). Ecological genetics of insecticide and acaricide resistance. *Annual Review of Entomology*. 32: 361-380.
- Routledge, R.D. (1979) Diversity indices: Which ones are admissible? *Journal of Theoretical Biology*, 76, 503–515.
- Rusch, A., Valantin-Morison, M., Sarthou, J.-P. & Roger-Estrade, J. (2010) Chapter six - Biological Control of Insect Pests in Agroecosystems: Effects of Crop Management, Farming Systems, and Seminatural Habitats at the Landscape Scale: A Review. In: D. L. Sparks (Ed), *Advances in Agronomy*. Academic Press, pp. 219–259.
- Sallam, M., Mejía, D.A. & LanguageStyle, B.L. (2013) INSECT DAMAGE : Damage on Post-harvest.
- Šerić Jelaska, L., Ivanković Tatalović, L., Kostanjšek, F. & Kos, T. (2022) Ground beetle assemblages and distribution of functional traits in olive orchards and vineyards depend on the agricultural management practice. *BioControl* 67, 275–286. <https://doi.org/10.1007/s10526-022-10133-x>
- Shannon, C.E. & Weaver, W. (1949) The mathematical theory of communication. *Urbana, IL: University of Illinois Press*.
- Skouras, P.J., Margaritopoulos, J.T., Seraphides, N.A., Ioannides, I.M., Kakani, E.G., Mathiopoulos, K.D. & Tsitsipis, J.A. (2007) Organophosphate resistance in olive fruit fly, *Bactrocera oleae*, populations in Greece and Cyprus. *Pest Management Science* 63, 42–48. <https://doi.org/10.1002/ps.1306>
- Snapp, S.S., Swinton, S.M., Labarta, R., Mutch, D., Black, J.R., Leep, R., Nyiraneza, J. & O’Neil, K. (2005) Evaluating Cover Crops for Benefits, Costs and Performance within Cropping System Niches. *Agronomy Journal* 97, 322–332. <https://doi.org/10.2134/agronj2005.0322a>
- Sommaggio, D., Peretti, E. & Burgio, G. (2018) The effect of cover plants management on soil invertebrate fauna in vineyard in Northern Italy. *BioControl* 63, 795–806. <https://doi.org/10.1007/s10526-018-09907-z>
- Spatharis, S., Roelke, D.L., Dimitrakopoulos, P.G. & Kokkoris, G.D. (2011) Analyzing the (mis)behavior of Shannon index in eutrophication studies using field and simulated phytoplankton assemblages. *Ecological Indicators*, 11, 697–703.
- Stathakis, T., Economou, L., Barda, M., Angelioudakis, T., Kati, V. & Karamaouna, F. (2023) Potential of Hedgerows with Aromatic Plants as Reservoirs of Natural Enemies of Pests in Orange Orchards. *Insects* 14, 391. <https://doi.org/10.3390/insects14040391>

- Taylor, L.R., Kempton, R.A. & Woiwod, I.P. (1976) Diversity statistics and the log-series model. *The Journal of Animal Ecology*, 45, 255–272.
- Thapa, R., Mirsky, S.B. & Tully, K.L. (2018) Cover Crops Reduce Nitrate Leaching in Agroecosystems: A Global Meta-Analysis. *Journal of Environmental Quality* 47, 1400–1411. <https://doi.org/10.2134/jeq2018.03.0107>
- Thiele, H.-U. (1977) *Carabid Beetles in Their Environments*. Springer, Berlin, Heidelberg. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-81154-8> (June 12, 2024)
- Tillman, G., Schomberg, H., Phatak, S., Mullinix, B., Lachnicht, S., Timper, P. & Olson, D. (2004) Influence of Cover Crops on Insect Pests and Predators in Conservation Tillage Cotton. *Journal of Economic Entomology* 97, 1217–1232. <https://doi.org/10.1093/jee/97.4.1217>
- Triquet, C., Roume, A., Wezel, A., Tolon, V. & Ferrer, A. (2023) In-field cover crop strips support carabid communities and shape the ecological trait repartition in maize fields. *Agricultural and Forest Entomology* 25, 152–163. <https://doi.org/10.1111/afe.12540>
- Tuck, S.L., Winqvist, C., Mota, F., Ahnström, J., Turnbull, L.A. & Bengtsson, J. (2014) Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: a hierarchical meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 51, 746–755. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12219>
- Weis-Fogh, T. (1948) Ecological Investigations on Mites and Collembles in the Soil. *Natura Jutlandica*, 1, 139–270.
- World Spider Catalog (2024). World Spider Catalog. Version 25.5. Natural History Museum Bern, online at , (accessed on 19/09/2024). doi: 10.24436/2
- Zhang, Z.-Q. (2011) Animal biodiversity: An introduction to higher-level classification and taxonomic richness. *Zootaxa* 3148. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3148.1.3>
- Καραμαούνα, Φ., Μπαδιερίτάκης, Ε., Παπαδούλης, Γ., Προφήτου, Δ. (2019) *Λεξικό εντομολογικών όρων*. 1η. Εντομολογική Εταιρεία Ελλάδος, Αθήνα

7. Παραρτήματα

Πίνακας 18. Συνολικός αριθμός αρθροπόδων που συλλέχθηκαν ανά αγρό και στο σύνολο τους.

| | Μάρτυρας | Φεστούκα | Τριφύλλι | Σύνολο |
|-----------------------|----------|----------|----------|--------|
| Coccinellidae | 4 | 7 | 1 | 12 |
| Coccinellidae (larva) | 0 | 3 | 15 | 18 |
| Opiliones | 80 | 215 | 163 | 458 |
| Scolopendra | 18 | 19 | 20 | 57 |
| Staphylinidae | 52 | 64 | 55 | 171 |
| Staphylinidae (larva) | 0 | 3 | 1 | 4 |
| Chrysopidae (larva) | 12 | 3 | 0 | 15 |
| Mantodea | 1 | 0 | 1 | 2 |
| Reduviidae | 2 | 10 | 13 | 25 |
| Pseudoscorpionida | 20 | 70 | 22 | 112 |
| Myrmeleontiiformia | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Scydmaeninae | 1 | 13 | 15 | 29 |
| Scutigera | 1 | 10 | 6 | 17 |
| Carabidae (larva) | 4 | 1 | 2 | 7 |
| Heteroptera | 0 | 1 | 1 | 2 |
| Melyridae | 2504 | 370 | 577 | 3451 |
| Collembola | 184 | 1339 | 1217 | 2740 |
| Isopoda | 737 | 2286 | 3330 | 6353 |
| Embioptera | 9 | 3 | 5 | 17 |
| Ptinidae | 86 | 8 | 11 | 105 |
| Latridiidae | 16 | 107 | 88 | 211 |
| Thysanura | 0 | 1 | 3 | 4 |
| Nitidulidae | 0 | 4 | 0 | 4 |
| Diplopoda | 40 | 22 | 14 | 76 |
| Microcoryphia | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Leiodidae | 27 | 3 | 1 | 31 |
| Histeridae | 1 | 5 | 2 | 8 |
| Dermeestidae | 21 | 1 | 1 | 23 |
| Dermeestidae (larva) | 7 | 1 | 0 | 8 |
| Geotrupidae | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Laemphloidae | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Hydraenidae | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Silphidae | 0 | 2 | 1 | 3 |
| Sylvanidae | 794 | 174 | 231 | 1199 |
| Chrysomelidae | 6 | 9 | 6 | 21 |
| Gryllidae | 37 | 19 | 45 | 101 |
| Scarabaeidae | 12 | 25 | 33 | 70 |
| Curculionidae | 20 | 21 | 25 | 66 |
| Acrididae | 5 | 42 | 14 | 61 |

| | | | | |
|-------------------------------|------|------|------|-------|
| Tenebrionidae | 9 | 50 | 119 | 178 |
| Elateridae | 9 | 22 | 25 | 56 |
| Elateridae (larva) | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Mordellidae | 32 | 2 | 3 | 37 |
| Bruchidae | 0 | 2 | 0 | 2 |
| Curculionidae (Scolytinae) | 0 | 7 | 7 | 14 |
| Blattodea | 1325 | 511 | 570 | 2406 |
| Formicidae | 2699 | 3223 | 6468 | 12390 |
| Anthicidae | 687 | 1770 | 1501 | 3958 |
| Dermaptera | 101 | 2 | 3 | 106 |
| Cantharidae | 1 | 332 | 60 | 393 |
| Carabidae | 343 | 410 | 264 | 1017 |
| Araneae | 920 | 1237 | 1044 | 3201 |