



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΖΙΖΑΝΙΟΛΟΓΙΑΣ

Θέμα Πτυχιακής Εργασίας

«Αξιολόγηση της εκλεκτικότητας των ζιζανιοκτόνων S-metolachlor και fluazifop-p-butyl σε καλλιέργεια ρετινολαδιάς»

Νικολέτα Νιάκα



Επιβλέπων Καθηγητής: Ανέστης Καρκάνης (Αναπληρωτής Καθηγητής)

Βόλος, 2025

Θέμα Πτυχιακής Εργασίας: «Αξιολόγηση της εκλεκτικότητας των ζιζανιοκτόνων S-metolachlor και fluazifop-p-butyl σε καλλιέργεια ρετινολαδιάς»

Αγγλικός τίτλος: «Selectivity of herbicides S-metolachlor and fluazifop-p-butyl in castor bean crop»

Νικολέτα Νιάκα

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

1. Ανέστης Καρκάνης, Αναπληρωτής Καθηγητής, Επιβλέπων
2. Νικόλαος Τσιρόπουλος, Καθηγητής, Μέλος
3. Νικόλαος Παπαδόπουλος, Καθηγητής, Μέλος

Βόλος, 2025

«Εγώ η Νικολέτα Νιάκα βεβαιώνω ότι είμαι η συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας, η οποία εκπονήθηκε σύμφωνα με τον Κανονισμό Εκπόνησης Πτυχιακής Εργασίας του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος».

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις εγκάρδιες ευχαριστίες μου στον Επιβλέπων Καθηγητή της πτυχιακής μου διατριβής και Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, κ. Ανέστη Καρκάνη για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε στην ανάθεση της παρούσας εργασίας με θέμα «Αξιολόγηση της εκλεκτικότητας των ζιζανιοκτόνων S-metolachlor και fluazifop-p-butyl σε καλλιέργεια ρετινολαδιάς», καθώς και για την αέναη καθοδήγηση και τις συμβουλές που μου έδωσε κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής του πειράματος αλλά και της συγγραφής.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή κ. Νικόλαο Παπαδόπουλο και τον Καθηγητή κ. Νικόλαο Τσιρόπουλο για την συμμετοχή τους στην Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή και για τον χρόνο που διέθεσαν στη διόρθωση της πτυχιακής μου εργασίας.

Τέλος, οφείλω ένα εξίσου μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου και τους φίλους μου που στάθηκαν αρωγοί της προσπάθειάς μου, υποστηρίζοντάς με ηθικά καθ' όλη τη διάρκεια της φοίτησής μου.

Περιεχόμενα	
Περίληψη	7
Abstract.....	8
Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή	9
1.1 Ρετινολαδιά-Γενικά-Ιστορία προέλευσης.....	9
1.2 Σημερινά δεδομένα καλλιέργειας	10
1.3 Βοτανικά χαρακτηριστικά ρετινολαδιάς.....	11
1.4 Ζιζάνια	15
1.5 Καλλιεργητικές τεχνικές στη ρετινολαδιά	20
1.6 Μηχανική καταπολέμηση ζιζανίων	21
1.7 Χημική καταπολέμηση ζιζανίων.....	21
Κεφάλαιο 2^ο: Υλικά και Μέθοδοι.....	24
2.1 Περιοχή εγκατάστασης πειράματος.....	24
2.2 Ιδιότητες εδάφους-Σπορά-Κύρια και δευτερεύουσα κατεργασία	24
2.3 Πειραματικός σχεδιασμός-τυχαιοποίηση των μεταχειρίσεων	25
2.4 Καλλιεργητικές πρακτικές	26
2.5 Μετρήσεις φυτών ρετινολαδιάς	26
2.6 Μετρήσεις ζιζανίων	29
2.7 Μετεωρολογικά δεδομένα.....	29
2.8 Στατιστική επεξεργασία δεδομένων	31
Κεφάλαιο 3^ο: Αποτελέσματα	32
3.1 Πυκνότητα καλλιέργειας ρετινολαδιάς.....	32
3.2 Συγκέντρωση χλωροφύλλης-τιμές SPAD	32
3.3 Αριθμός φύλλων ανά φυτό ρετινολαδιάς	36
3.4 Διάμετρος βλαστών.....	39
3.5 Ύψος φυτών ρετινολαδιάς.....	43
3.6 Αριθμός ταξιανθιών	47
3.7 Ξηρό βάρος φύλλων.....	50
3.8 Ξηρό βάρος βλαστών.....	50
3.9 Ξηρό βάρος ταξιανθιών	51
3.10 Συνολικό ξηρό βάρος	52
3.11 Απόδοση σπόρου.....	53
3.12 Βάρος 1000 σπόρων	53
3.13 Συνολική πυκνότητα ζιζανίων.....	55
3.14 Συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων	55

Κεφάλαιο 4^ο: Συζήτηση και Συμπεράσματα	57
4.1 Εκλεκτικότητα μεταφωτρωτικού (fluazifop-p-butyl) και προφωτρωτικού (S-metolachlor) ζιζανιοκτόνου στην καλλιέργεια της ρετινολαδιάς	57
4.2 Εκτίμηση της αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων στα ζιζάνια	59
4.3 Συμπεράσματα	61
Βιβλιογραφία	63
Ξένη βιβλιογραφία.....	63
Ελληνική βιβλιογραφία.....	67

Περίληψη

Το φυτό της ρετινολαδιάς ανήκει στην κατηγορία των C3 φυτών και χρησιμοποιείται στον βιομηχανικό τομέα για την παραγωγή μη βρώσιμου ελαίου. Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία έχει ως στόχο την αξιολόγηση της εκλεκτικότητας των ζιζανιοκτόνων S-metolachlor και fluazifop-p-butyl σε καλλιέργεια ρετινολαδιάς (*Ricinus communis* L.). Στο πλαίσιο αυτής, διεξήχθη πείραμα στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βελεστίνο, κατά την εαρινή καλλιεργητική περίοδο του έτους 2023. Το πειραματικό σχέδιο που επιλέχθηκε για την υλοποίηση του πειράματος ήταν αυτό των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων (RCBD), στο οποίο έλαβαν χώρα 4 επεμβάσεις, σε κάθε μία από τις οποίες εφαρμόστηκαν 3 επαναλήψεις. Στις επεμβάσεις ανήκε ο ασκάλιστος μάρτυρας, στα τεμάχια του οποίου δεν έγινε καταπολέμηση των ζιζανίων, το προφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο S-metolachlor το οποίο εφαρμόστηκε σε δύο δόσεις (Α και Β) και το ζιζανιοκτόνο fluazifop-p-butyl που εφαρμόστηκε μεταφυτρωτικά. Τα ζιζανιοκτόνα αυτά αξιολογήθηκαν με βάση τη λήψη μετρήσεων που έγιναν στα φυτά της ρετινολαδιάς ως προς το ύψος, τον αριθμό φύλλων και ταξιανθιών, τη διάμετρο βλαστών, τη συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμή SPAD), το ξηρό βάρος των φύλλων, των ταξιανθιών και των βλαστών, όπως και το βάρος 1000 σπόρων. Επιπρόσθετα, υπολογίστηκε τόσο η πυκνότητα της καλλιέργειας όσο και η απόδοση σπόρου. Βάσει των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι τα δύο ζιζανιοκτόνα δεν επηρέασαν την πυκνότητα της καλλιέργειας. Ακόμη, την υψηλότερη τιμή απόδοσης σε σπόρο κατέγραψε η μεταχείριση S-metolachlor Β δόση (330,0 kg/στρέμμα), ενώ τη χαμηλότερη ο μάρτυρας (97,0 kg/στρέμμα). Όμοια αποτελέσματα με την απόδοση φέρει και το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών της ρετινολαδιάς, με τον μάρτυρα να φέρει τη μικρότερη τιμή (399,8 kg/στρέμμα), ενώ το S-metolachlor στη Β δόση τη μεγαλύτερη (1032,9 kg/στρέμμα). Επιπρόσθετα, όσον αφορά τον αριθμό των φύλλων, τη διάμετρο των βλαστών και τον αριθμό ταξιανθιών δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων S-metolachlor Α δόση, S-metolachlor Β δόση και fluazifop-p-butyl. Τέλος, σχετικά με την πυκνότητα και το συνολικό ξηρό βάρος των ζιζανίων της καλλιέργειας, η μεταχείριση S-metolachlor Β δόση ήταν εκείνη που σημείωσε τις χαμηλότερες τιμές. Συμπερασματικά, το προφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο S-metolachlor όταν εφαρμόστηκε στην υψηλότερη δόση (Β) αποδείχθηκε πιο αποτελεσματικό έναντι των ζιζανίων με αποτέλεσμα τη μέγιστη απόδοση της καλλιέργειας της ρετινολαδιάς. Όμως, κρίνεται αναγκαίο να υλοποιηθούν περαιτέρω πειράματα σε διαφορετικές περιοχές και εδάφη

για την πληρέστερη αξιολόγησή των συγκεκριμένων ζιζανιοκτόνων ως προς την εκλεκτικότητά τους στην καλλιέργεια της ρετσίνολαδιάς.

Abstract

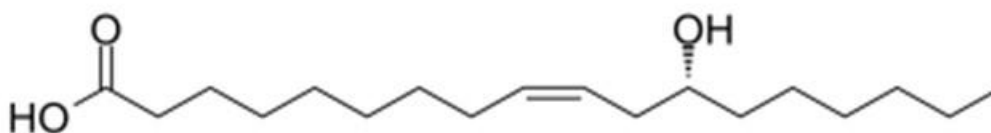
The castor bean belongs to the C3 plant category and is used in the industrial sector to produce non-edible oil. This thesis aims to evaluate the selectivity of the herbicides S-metolachlor and fluazifop-p-butyl in castor bean (*Ricinus communis* L.) cultivation. Thus, an experiment was conducted at the University of Thessaly farm, in Velestino, during the spring growing season of 2023. The experimental design chosen for the implementation of the experiment was that of completely randomized blocks (RCBD), in which 4 treatments took place, each of which had 3 replications. The treatments included the untreated control, in which no weed control was carried out, the pre-emergence herbicide S-metolachlor which was applied in two doses (A and B), and the herbicide fluazifop-p-butyl which was applied post-emergence. The selectivity of these herbicides was evaluated based on measurements taken on castor plants in terms of height, number of leaves and inflorescences, shoot diameter, chlorophyll concentration (SPAD value), dry weight of leaves, inflorescences, and shoots, as well as the 1000-seed weight. In addition, both the crop density and the seed yield were measured. Based on the results, it appears that the two herbicides did not affect crop density. Furthermore, the highest seed yield value was recorded at the S-metolachlor B dose treatment (330.0 kg/decare), while the lowest value was recorded at the control treatment (97.0 kg/decare). Similar results were obtained for the dry weight of the above-ground part of castor bean crop, with the control having the lowest value (399.8 kg/decare), while S-metolachlor at the B dose had the highest value (1032.9 kg/decare). Additionally, regarding the number of leaves, the diameter of the shoots and the number of inflorescences, no statistically significant differences were observed among the S-metolachlor A dose, S-metolachlor B dose, and fluazifop-p-butyl treatments. Finally, regarding the density and total dry weight of the weeds, the lowest values were recorded at the S-metolachlor B dose treatment. In conclusion, the pre-emergence herbicide S-metolachlor when applied at the highest dose (B) proved to be more effective against weeds resulting in the maximum yield of the bean. Finally, it is necessary to implement further experiments in different areas and soils for a more complete evaluation of S-metolachlor and fluazifop-p-butyl selectivity in the castor bean crop.

Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή

1.1 Ρετσινολαδιά-Γενικά-Ιστορία προέλευσης

Η ρετσινολαδιά, (*Ricinus communis* L., 2n=20), είναι ένα C3 φυτό ταχείας ανάπτυξης και κατατάσσεται στην οικογένεια Euphorbiaceae (Anjani 2012, Nahar et al. 2014). Οι Severino et al. (2012) επισήμαναν ότι αυτό το είδος είναι το μοναδικό που ανήκει στο γένος *Ricinus*. Αποτελεί ένα βιομηχανικό ελαιοδοτικό φυτό, του οποίου οι απόψεις για την προέλευσή του διίστανται μεταξύ Ανατολικής Αφρικής και Ινδίας (Παπακώστα και Τασοπούλου 2013). Ωστόσο, πέρα από τα τροπικά κλίματα από τα οποία έχει προέλθει, ενδημεί πλέον επιτυχώς τόσο σε υποτροπικά όσο και σε εύκρατα περιβάλλοντα παγκοσμίως (Ogunniyi 2006). Έτσι, συμπεριφέρεται ως ετήσιο με όριο ζωής έως και 5 μήνες ή ως πολυετές φυτό με μέγιστο χρόνο ζωής τα 12 έτη, ανάλογα το περιβάλλον στο οποίο αναπτύσσεται κάθε φορά (Παπακώστα και Τασοπούλου 2013).

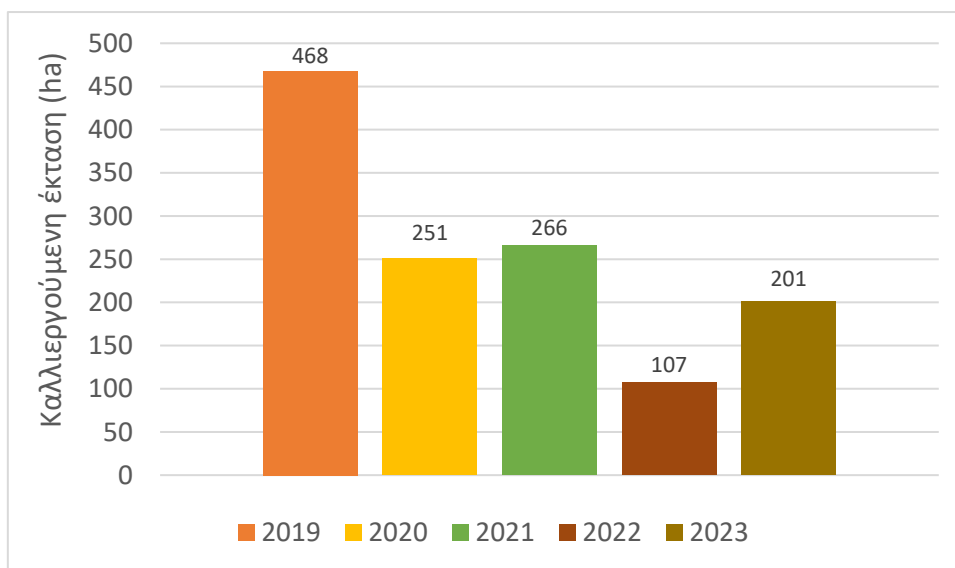
Το φυτό της ρετσινολαδιάς αναπτύσσεται σε εύρος θερμοκρασιών που κυμαίνονται από 20 °C έως 25 °C, ενώ θερμοκρασίες κάτω των 10°C και άνω των 38 °C δεν ευνοούν την ανάπτυξη του (Severino et al. 2012, Yin et al. 2019). Οι σπόροι του φυτού είναι δηλητηριώδεις για τον άνθρωπο και τα ζώα, επειδή περιέχουν σε υψηλές συγκεντρώσεις τη ρικίνη, μια πρωτεΐνη με ιδιαίτερα κυτταροτοξική δράση, η οποία αναστέλλει την πρωτεϊνσύνθεση σε επίπεδο ριβοσωμάτων (Bradberry 2007, Pita et al. 2004). Στις μέρες μας, λοιπόν, η ρετσινολαδιά χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή μη βρώσιμου ελαίου (Ogunniyi 2006) που προκύπτει από την εκχύλιση των σπόρων της και είναι κοινώς γνωστό με την ονομασία καστορέλαιο. Το έλαιο αυτό μπορεί να έχει αποχρώσεις του ανοιχτού κίτρινου ή να μην έχει χρώμα, έχει όμως χαρακτηριστική οσμή (Landoni et al. 2023). Επιπλέον, απαρτίζεται από διάφορα λιπαρά οξέα, μερικά εκ των οποίων είναι το ελαϊκό, το λινολεϊκό και το στεατικό οξύ με ποσοστά μικρότερα του 5% το κάθε ένα, ενώ εκείνο που του δίνει την ιδιαιτερότητα έναντι σε άλλα φυτικά έλαια είναι το ρικινελαϊκό οξύ (Εικόνα 1.1) με ποσοστό περίπου 90% (Patel et al. 2016). Το συγκεκριμένο έλαιο είναι ευρέως διαδεδομένο με πολυάριθμες χρήσεις σε βιομηχανικό και φαρμακευτικό επίπεδο και η παραγωγή του ξεπερνάει τους 200.000 τόνους ανά έτος σε παγκόσμια κλίμακα (Chen et al. 2004, Ogunniyi 2006, Babita et al. 2010).



Εικόνα 1.1. Χημική δομή του ρικινελαϊκού οξέος (ChemSrc 2024).

1.2 Σημερινά δεδομένα καλλιέργειας

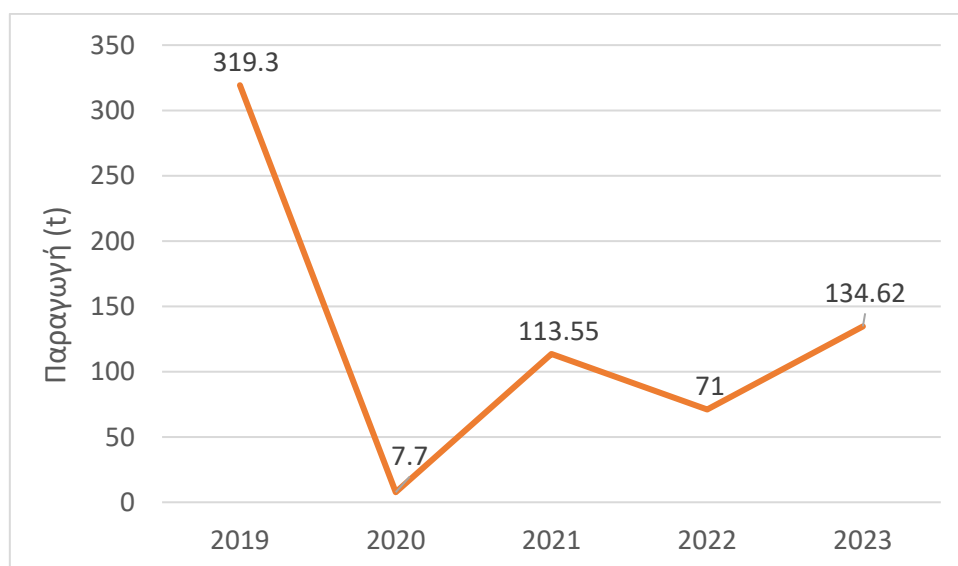
Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία του FAO (2024) η συνολική καλλιεργούμενη έκταση της ρετσίνολαδιάς στην Ευρώπη το 2019 ήταν 468 εκτάρια, που όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 1.1. ήταν η μεγαλύτερη της τελευταίας πενταετίας. Αντίθετα, οι μικρότερες εκτάσεις σε εκτάρια σημειώθηκαν το 2022 (107 ha). Τα τελευταία δεδομένα του 2023 έδειξαν μία ανοδική πορεία τόσο σε παραγωγή όσο και στις καλλιεργούμενες εκτάσεις.



Διάγραμμα 1.1. Καλλιεργούμενη έκταση ρετσίνολαδιάς σε μονάδα μέτρησης εκταρίων (ha) στην Ευρώπη από το 2019 και για τα επόμενα τέσσερα έτη.

Όσον αφορά την ευρωπαϊκή συνολική παραγωγή ρετσίνολαδιάς το 2023 ανήλθε στους 135 τόνους (Διάγραμμα 1.2), σημειώνοντας 64 τόνους αύξηση σε σχέση με το

έτος 2022. Παρατηρείται ότι το 2019 ήταν η χρονιά με την υψηλότερη παραγωγή, ενώ το 2020 μειώθηκε αισθητά.



Διάγραμμα 1.2. Παραγωγή ρετσινολαδιάς στην Ευρώπη σε τόνους (t) από το 2019 έως το 2023.

1.3 Βοτανικά χαρακτηριστικά ρετσινολαδιάς

Όσον αφορά τα μορφολογικά χαρακτηριστικά, στη ρετσινολαδιά παρατηρείται καλά αναπτυγμένο πασσαλώδες ριζικό σύστημα. Συγκεκριμένα διαθέτει μια κύρια πασσαλώδη ρίζα και πολλές πλάγιες διακλαδώσεις, οι οποίες βοηθούν το φυτό να επιβιώσει σε περίπτωση καταστροφής της κύριας ρίζας. Ο βλαστός (Εικόνα 1.2), διακλαδιζόμενος ή μη, έχει κυλινδρικό σχήμα και είναι επιμήκης, ξεπερνώντας τα 6 m σε πολυετείς ποικιλίες. Χαρακτηριστικό γνώρισμα της επιφάνειάς του αποτελεί το κηρώδες επίχρισμα. Κάθε κόμβος που συναντάται πάνω στον βλαστό φέρει από ένα φύλλο, ενώ μεταξύ 6^{ου} και 14^{ου} κόμβου παρατηρείται η ταξιανθία του φυτού (Παπακώστα και Τασοπούλου 2013).

Αναφορικά με τα φύλλα (Εικόνα 1.3), είναι παλαμοειδή πράσινου ή και κόκκινου χρώματος, μεγάλα σε μέγεθος, περίπου 30-60 cm, με κηρώδη επάνω επιφάνεια και έντονες νευρώσεις στην κάτω. Κατατάσσονται κατ' εν αλλαγή επάνω στο στέλεχος και παρατηρούνται 5 έως 12 λοβοί (Jena and Gupta 2012).



Εικόνα 1.2. Διακλαδιζόμενος βλαστός φυτού ρετινολαδιάς με κατ' εν αλλαγή διάταξη φύλλων.



Εικόνα 1.3. Χαρακτηριστικό μεγάλου μεγέθους και παλαμοειδούς σχήματος φύλλο ρετινολαδιάς.

Η ταξιανθία είναι βότρυς, μήκους έως και 1 m, και σχηματίζεται επάκρια στον κύριο βλαστό, αλλά και στις διακλαδώσεις αυτού. Ο βότρυς αποτελείται από άνθη χωρίς πέταλα, τόσο αρσενικά (Εικόνα 1.4) που φέρουν στήμονες και πέντε σέπαλα

στον κάλυκα, όσο και θηλυκά (Εικόνα 1.5) που φέρουν την ωθήκη με τρία καρπόφυλλα και τον στύλο που είναι τρισχιδής (Παπακώστα και Τασοπούλου 2013).



Εικόνα 1.4. Αρσενικά άνθη στο κάτω μέρος του βότρυ (στήμονες κίτρινου χρώματος).



Εικόνα 1.5. Χαρακτηριστική ταξιανθία βότρυς ρετσινολαδιάς με θηλυκά άνθη στο άνω τμήμα της (στύλος τρισχιδής κόκκινου χρώματος).

Ο τύπος του καρπού των φυτών είναι κάψα (Εικόνα 1.6). Χαρακτηριστικό γνώρισμα αποτελούν τα αγκάθια στην εξωτερική επιφάνεια της κάψας. Κάθε ένας καρπός-κάψα περιέχει 3 σπόρους καθώς η ωθήκη είναι τρίχωρη (Rana et al. 2012).

Οι σπόροι (Εικόνα 1.7) είναι λείοι, πεπλατυσμένοι και ωοειδείς, ενώ ποικίλουν ως προς τον χρωματισμό και το μέγεθός τους. Το μήκος και το πλάτος τους κυμαίνεται από 8-18 mm και 4-12 mm, αντίστοιχα (Jena and Gupta 2012).



Εικόνα 1.6. Χαρακτηριστική ακανθώδης κάψα ρετινολαδιάς.



Εικόνα 1.7. Πεπλατυσμένοι σπόροι ρετινολαδιάς με χαρακτηριστικό μοτίβο.

Οι σπόροι περιέχουν 35-55% λάδι. Ωστόσο, ο σπόρος της ρετινολαδιάς, όπως ήδη επισημάνθηκε, παρουσιάζει τοξικότητα τόσο στα ζώα όσο και τον άνθρωπο εξαιτίας της πρωτεΐνης ρικίνης που περιέχει (Παπακώστα και Τασοπούλου 2013).

1.4 Ζιζάνια

Τα ζιζάνια αποτελούν σημαντικό εχθρό της καλλιέργειας. Ορισμένα είδη ζιζανίων που συναντάμε στη χώρα μας σε ανοιξιάτικες καλλιέργειες είναι τα εξής:

Βέλιουρας (*Sorghum halepense* (L.) Pers.)

Ο βέλιουρας (Εικόνα 1.8) είναι ένα πολυετές βαθύρριζο ζιζάνιο του γένους *Sorghum* που ανήκει στην οικογένεια Poaceae. Είναι αγρωστώδες και βρίσκεται στην κατηγορία των C₄ ζιζανίων (Παπακώστα και Τασοπούλου 2013). Χαρακτηρίζεται ως ένα ευρέως γνωστό καταστροφικό και ανταγωνιστικό ζιζάνιο που συναντάται σε πληθώρα εκτάσεων παγκοσμίως, σε διάφορες καλλιέργειες όπως το βαμβάκι και ο αραβόσιτος κ.α. (Velez-Gavilan 2024).



Εικόνα 1.8. Φυτά βέλιουρα στον πειραματικό αγρό της ρετσινολαδιάς.

Αυτό το είδος του ζιζανίου αναπαράγεται με ριζώματα και σπόρους, αγενώς και εγγενώς, αντίστοιχα. Τα φύλλα του είναι μεγάλα, επιμήκη, χωρίς τρίχες και φέρει πολυάριθμους βλαστούς με χαρακτηριστική ταξιανθία φόβη στην κορυφή τους (Peerzada et. al. 2017). Επιπλέον, έχει την ικανότητα να δημιουργεί υβρίδια με συγγενικά είδη του γένους *Sorghum*, όπως το *Sorghum bicolor*, γεγονός που μπορεί να το κάνει πιο ανθεκτικό ενάντια σε ζιζανιοκτόνα (Anderson 1999, Peerzada et. al. 2017).

Περικοκλάδα ή Χωνάκι (*Convolvulus arvensis* L.)

Η περικοκλάδα (Εικόνα 1.9) που κατατάσσεται στην οικογένεια Convolvulaceae και στο γένος *Convolvulus* αποτελεί ένα αρκετά επιζήμιο πολυετές ζιζάνιο, του οποίου ο πολλαπλασιασμός γίνεται τόσο με σπόρους όσο και με τμήματα έρπουσων ριζών. Είναι ένα αναρριχόμενο είδος του οποίου το στέλεχος εμφανίζει έρπουσα έκφυση και ταυτόχρονα έχει τη δυνατότητα να περιστρέφεται. Τα φύλλα του φυτού είναι λογχοειδή καρδιόσχημα μικρού μεγέθους, ενώ τα άνθη του είναι συνήθως λευκού χρώματος, ερμαφρόδιτα και φέρουν το σχήμα χωνιού. Η περικοκλάδα συναντάται όχι μόνο σε υγρά αλλά και σε ξηρά περιβάλλοντα λόγω του καλά αναπτυγμένου ριζικού συστήματος που διαθέτει (Kaur and Kalia 2012).



Εικόνα 1.9. Φυτό περικοκλάδας στον πειραματικό αγρό της ρετινολαδιάς.

Βλήτο (*Amaranthus* spp.)

Το βλήτο, της τάξης Caryophyllales και οικογένειας Amaranthaceae, είναι ποώδες, εαρινό και ετήσιο φυτό που πολλαπλασιάζεται μόνο με σπόρους. Ανήκει στην κατηγορία των C₄ φυτών και παρουσιάζει ανεκτικότητα σε ξηρά κλίματα, ασθένειες και παράσιτα, ενώ συναντάται σε τροπικές και εύκρατες περιοχές (Achigan-Dako et al. 2014, Park et al. 2020). Θεωρείται ένα ιδιαίτερα ανταγωνιστικό ζιζάνιο καθώς αναπτύσσεται με γρήγορους ρυθμούς και μπορεί να παράγει περισσότερους από 200 χιλιάδες σπόρους (Brankov et al. 2022). Επιπρόσθετα, προσφέρει πληθώρα χρήσεων ως φαρμακευτικό, καλλωπιστικό φυτό αλλά και εδώδιμο μεταξύ άλλων εξαιτίας των πολλών θρεπτικών και αντιοξειδωτικών ουσιών που περιέχει (Mlakar et al. 2009). Τα

κυριότερα είδη που εντοπίστηκαν στον πειραματικό αγρό ήταν το τραχύ βλήτο (*Amaranthus retroflexus* L.) και το πλαγιαστό βλήτο (*Amaranthus blitoides* L.). Χαρακτηριστικό γνώρισμα που εμφανίζει το τραχύ βλήτο (Εικόνα 1.10) είναι οι έντονες νευρώσεις στα φύλλα. Το πλαγιαστό βλήτο (Εικόνα 1.11) από την άλλη παρουσιάζει φύλλα σχήματος ωοειδούς ή και σπαθοειδούς.



Εικόνα 1.10. Τραχύ βλήτο στον πειραματικό αγρό της ρετσινολαδιάς.



Εικόνα 1.11. Πλαγιαστό βλήτο στον πειραματικό αγρό της ρετσινολαδιάς.

Τριβόλι (*Tribulus terrestris* L.)

Το τριβόλι (Εικόνα 1.12) κατατάσσεται στην οικογένεια Zygophyllaceae, η οποία περιλαμβάνει 25 γένη. Θεωρείται ετήσιο και εαρινό ζιζάνιο καθώς εμφανίζεται σε ξηρά περιβάλλοντα και ευδοκιμεί σε αμμώδη εδάφη (Ștefănescu et al. 2020). Ο βλαστός του παρουσιάζει έρπουσα έκφυση και είναι τριχωτός, όπως και τα φύλλα τα οποία είναι

σύνθετα. Ο καρπός του είναι ωοειδής κάψα με αγκάθια στην επιφάνειά της. Το τριβόλι έχει επίσης επιστημονικό ενδιαφέρον στον τομέα της ιατρικής και φαρμακευτικής καθώς διαθέτει μεγάλη περιεκτικότητα σε βιοδραστικές ουσίες (Ștefănescu et al. 2020).



Εικόνα 1.12. Φυτό τριβολιού στον πειραματικό αγρό της ρετσινολαδιάς.

Στύφνος (*Solanum nigrum* L.)

Ο στύφνος (Εικόνα 1.13) ανήκει στην κατηγορία των ετήσιων πλατύφυλλων ανοιξιιάτικων ζιζανίων της οικογένειας Solanaceae και θεωρείται ζιζάνιο δύσκολο στη διαχείριση. Έχει ταξιανθία βότρυ και σφαιρικούς καρπούς που περιέχουν σπόρους που μπορούν να φτάσουν τους 200 χιλιάδες ανά φυτό. Η διάταξη των φύλλων είναι εναλλασσόμενη, ενώ έχουν πλούσιο τρίχωμα και ωοειδές σχήμα με οδοντώσεις (Saleem et al. 2009, Mandal et al. 2023).



Εικόνα 1.13. Φυτό στύφνου στον πειραματικό αγρό της ρετσινολαδιάς.

Αντράκλα ή γλιστρίδα (*Portulaca oleracea* L.)

Η αντράκλα (Εικόνα 1.14) κατατάσσεται στο γένος *Portulaca* της οικογένειας Portulacaceae και προκαλεί σημαντικά προβλήματα στις καλλιεργούμενες εκτάσεις της Ελλάδας. Αποτελεί ένα ετήσιο, πλατύφυλλο και ποώδες ζιζάνιο που συναντάται κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες (Zhou et al. 2015). Διαθέτει σαρκώδη βλαστό έρπουσας ανάπτυξης, ενώ τα σαρκώδη φύλλα της φύονται κατ' εναλλαγή και είναι λεία (Iranshahy et al. 2017). Θεωρείται ένα ζιζάνιο με πληθώρα φαρμακευτικά οφέλη, το οποίο χρησιμοποιείται και για ανθρώπινη κατανάλωση (Mohamed and Hussein 1994).



Εικόνα 1.14. Φυτά αντράκλας στον πειραματικό αγρό της ρετσινολαδιάς.

Λουβουδιά (*Chenopodium album* L.)

Η λουβουδιά (Εικόνα 1.15) συγκαταλέγεται στα πλατύφυλλα ετήσια ανοιξιάτικα ζιζάνια της οικογένειας Amaranthaceae. Καταλαμβάνει μεγάλες εκτάσεις και μπορεί τα φυτά να φτάσουν και το 1,5 m ύψος. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό αποτελεί το αλευρώδες επίχρισμα στην άνω επιφάνεια των φύλλων της. Τα φύλλα είναι εναλλασσόμενα, ωοειδούς ή λογχοειδούς σχήματος και κοκκινωπά στην κάτω επιφάνεια. Τα φυτά της λουβουδιάς έχουν κυλινδρικό βλαστό, μικρά και πράσινου χρώματος άνθη και σπόρο μικρής διαμέτρου και σφαιρικού σχήματος (Tardío et al. 2016).



Εικόνα 1.15. Φυτό λουβουδιάς στον πειραματικό αγρό της ρετσινολαδιάς.

1.5 Καλλιεργητικές τεχνικές στη ρετσινολαδιά

Ορισμένες καλλιεργητικές τεχνικές που εφαρμόζονται στην καλλιέργεια της ρετσινολαδιάς αναλύονται στις επόμενες σελίδες.

Αμειψισπορά

Η ρετσινολαδιά εναλλάσσεται στο ίδιο χωράφι με διάφορες καλλιέργειες όπως του βαμβακιού, του αραβόσιτου, της αραχίδας και του σιταριού, με την τελευταία να κρίνεται περισσότερο ιδανική να προηγηθεί της ρετσινολαδιάς. Αντιθέτως, τα ψυχανθή θεωρούνται ακατάλληλα να προηγηθούν, διότι βελτιώνουν τη γονιμότητα των εδαφών με αποτέλεσμα να παρατηρείται υπέρμετρη βλάστηση σε βάρος της καρποφορίας (Παπακώστα και Τασοπούλου 2013).

Άρδευση

Η ρετσινολαδιά αν και παρουσιάζει αντοχή σε ξηρά κλίματα, δίνει καλύτερη απόδοση και παραγωγικότητα όταν αναπτύσσεται σε εδάφη πλούσια σε υγρασία. Η απουσία άρδευσης κατά το στάδιο της άνθισης σε συνδυασμό με υψηλές θερμοκρασίες για το φυτό, επιφέρει καταστροφικές επιπτώσεις στους σπόρους. Ωστόσο, κρίνεται αναγκαία η διακοπή της περίπου έναν μήνα πριν το στάδιο της συγκομιδής, για προστασία των ήδη ανεπτυγμένων καψών και αποφυγή κινδύνου αναβλάστησης (Παπακώστα και Τασοπούλου 2013).

Λίπανση

Το φυτό της ρετσινολαδιάς δεν είναι ιδιαίτερα απαιτητικό σε λίπανση και αυτό γιατί μπορεί να καλλιεργείται και σε άγονα εδάφη. Πιο συγκεκριμένα, χρειάζεται 4,5 με 13,5 kg N/στρ., 2,5 με 5 kg P/στρ. και 5 με 8 kg K/στρ. και η εφαρμογή τους γίνεται πριν τη σπορά, ενώ επιφανειακή λίπανση δε συστήνεται (Παπακώστα και Τασοπούλου 2013).

Συγκομιδή

Η συγκομιδή γίνεται όταν έχουν πέσει όλα τα φύλλα από το φυτό και οι κάψες είναι ώριμες. Είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη ότι η καθυστέρηση συγκομιδής μπορεί να αυξήσει τις απώλειες λόγω του τινάγματος των σπόρων. Συνήθως η συγκομιδή γίνεται το φθινόπωρο. Πραγματοποιείται είτε μηχανικά είτε με το χέρι. Στη δεύτερη περίπτωση γίνεται σταδιακά καθώς ξεκινά η ωρίμανση των ταξικαρπιών, ενώ η πρώτη περίπτωση συνίσταται για νάνες ποικιλίες και υβρίδια (Παπακώστα και Τασοπούλου 2013).

1.6 Μηχανική καταπολέμηση ζιζανίων

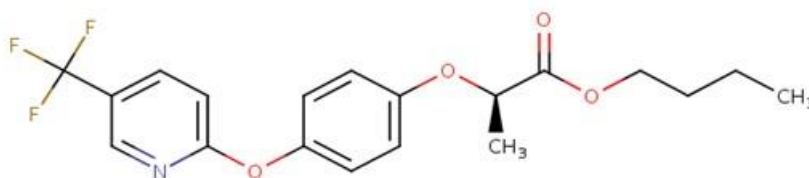
Τα ζιζάνια στην συγκεκριμένη καλλιέργεια πρέπει να καταπολεμηθούν διότι μπορεί να μειώσουν σημαντικά την απόδοση σε σπόρο. Σύμφωνα με τους Costa et al. (2014), η καταπολέμηση των ζιζανίων που εμφανίζονται στην καλλιέργεια της ρετσινολαδιάς πραγματοποιείται με σκαλίσματα με το χέρι ή με χρήση γεωργικών μηχανημάτων. Σε μεγάλης έκτασης καλλιέργειες μπορεί να χρειάζονται να γίνουν ακόμη και τρία σκαλίσματα έναντι των ζιζανίων.

1.7. Χημική καταπολέμηση ζιζανίων

Στις μέρες μας, η εν μέρη αντιμετώπιση ή η πλήρης καταπολέμηση ή ακόμη και η επιβράδυνση του ρυθμού ανάπτυξης των ζιζανίων που εμφανίζονται σε μια καλλιέργεια επιτυγχάνεται με την εφαρμογή ζιζανιοκτόνων (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2010). Σύμφωνα με όσα γνωρίζουμε δεν υπάρχουν εγκεκριμένα ζιζανιοκτόνα στην Ελλάδα για τη συγκεκριμένη καλλιέργεια. Στις επόμενες σελίδες παρουσιάζονται πληροφορίες για δύο ζιζανιοκτόνα των οποίων η εκλεκτικότητα στην καλλιέργεια της ρετσινολαδιάς μελετήθηκε στη συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία.

Fluazifop-p-butyl

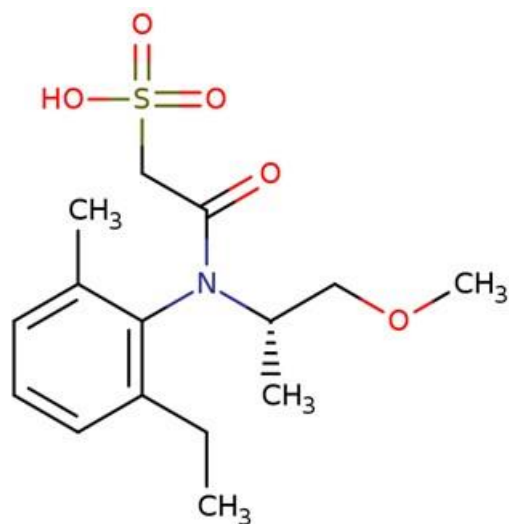
Το fluazifop-p-butyl (Εικόνα 1.16) είναι μέλος της ομάδας των αρυλοξυφαινοξυαλκανοοϊκών οξέων, γνωστών ως παρεμποδιστές της καρβοξυλάσης ακέτυλο-CoA, που εφαρμόζεται μεταφυτρωτικά για την καταπολέμηση πολυετών και ετήσιων αγρωστωδών ζιζανίων που αναπτύσσονται σε πλατύφυλλες καλλιέργειες όπως το βαμβάκι, η τομάτα κ.α. (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2010, Scarabel et al. 2014). Είναι διασυστηματικό, δηλαδή η απορρόφησή του γίνεται μέσω των φυτικών ιστών του φυλλώματος και στη συνέχεια πραγματοποιείται η μετακίνησή του στα υπόλοιπα φυτικά όργανα. Πιο συγκεκριμένα, τα ηθμώδη και ξυλώδη αγγεία εξυπηρετούν στη μεταφορά του στα μεριστώματα ή τους στόλονες και τα ριζώματα εάν πρόκειται για πολυετή ζιζάνια. Όσον αφορά τη συμπεριφορά του στο έδαφος, η προσρόφηση του από τα κολλοειδή του εδάφους είναι ασθενής καθώς το fluazifop συμπεριφέρεται ως ασθενές οξύ στο έδαφος. Μετά την εφαρμογή του εκλεκτικού αυτού ζιζανιοκτόνου παρατηρούνται ερυθρόχροα φύλλα και τελικά νέκρωση του ζιζανίου εξαιτίας της υψηλής συγκέντρωσης ανθοκυανινών στους ιστούς (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2010).



Εικόνα 1.16. Χημική δομή του fluazifop-p-butyl (EPA 2025a).

S-metolachlor

Η δραστική S-metolachlor (Εικόνα 1.17) κατατάσσεται στα χλωροακεταμίδια (Blankenship et al. 2024). Είναι διασυστηματικό ζιζανιοκτόνο και εφαρμόζεται κυρίως προφυτρωτικά συνήθως ενάντια σε ετήσια αγρωστώδη, ενώ μεταφυτρωτικά μόνο όταν τα ζιζάνια βρίσκονται σε νεαρό στάδιο. Πρέπει να αποφεύγεται η εφαρμογή του σε εδάφη φτωχά σε οργανική ουσία ή αμμώδη καθώς εξαιτίας της έκπλυσής του πιθανόν να προκληθεί φυτοτοξικότητα. Η ουσιαστική του δράση είναι να παρεμποδίζει την αύξηση και διαίρεση των κυττάρων του φυτού με αποτέλεσμα την αποτυχία ανάπτυξης των ριζών και κατ' επέκταση των φυτών (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2010).



Εικόνα 1.17. Χημική δομή του S-metolachlor (EPA 2025b).

Κεφάλαιο 2^ο: Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Περιοχή εγκατάστασης πειράματος

Η διεξαγωγή του πειράματος πραγματοποιήθηκε στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και συγκεκριμένα του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος στην περιοχή του Βελεστίνου Μαγνησίας. Εκπονήθηκε την εαρινή καλλιεργητική περίοδο του έτους 2023 (Εικόνα 2.1).



Εικόνα 2.1. Απεικόνιση πειραματικού αγρού στις 09/06/23 (38 ημέρες μετά τη σπορά της ρετινολαδιάς).

2.2 Ιδιότητες εδάφους-Σπορά-Κύρια και δευτερεύουσα κατεργασία

Πριν τη σπορά της ποικιλίας C1012 του φυτού της ρετινολαδιάς (*Ricinus communis* L.) στις 02/05/23 με την βοήθεια πνευματικής σπαρτικής μηχανής τεσσάρων σειρών και βάθος σποράς 2-3 cm, πραγματοποιήθηκε η προετοιμασία του εδάφους του πειραματικού αγρού. Το έδαφος του πειράματος χαρακτηρίζεται, ως προς την κοκκομετρική του σύσταση, αμμοαργιλώδες, με ποσοστό άμμου 38%, ιλύος 36% και αργίλου 26%. Ως προς pH, το έδαφος έχει τιμή 7,4 και χαρακτηρίζεται ως αλκαλικό. Τον Οκτώβρη του 2022, προηγήθηκε άροση του εδάφους σε βάθος 30 cm ως κύρια κατεργασία, ενώ τον Απρίλη του 2023 χρησιμοποιήθηκε αρχικά καλλιεργητής και στη συνέχεια σβολοκόπτης ως δευτερεύουσα κατεργασία.

2.3 Πειραματικός σχεδιασμός-τυχαίοποίηση των μεταχειρίσεων

Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν αυτό των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων (RCBD) στο οποίο έλαβαν χώρα 4 μεταχειρίσεις και 3 επαναλήψεις (Σχεδιάγραμμα 2.1). Ο αγρός χωρίστηκε σε 12 τεμάχια στα οποία εφαρμόστηκαν 3 διαφορετικά ζιζανιοκτόνα, ενώ ως 4^η μεταχείριση συμπεριλήφθηκε και ο μάρτυρας στα τεμάχια του οποίου δεν έγινε καταπολέμηση των ζιζανίων. Για κάθε μεταχείριση υπήρξαν 3 επαναλήψεις. Τα φυτά σε κάθε πειραματικό τεμάχιο απείχαν επί της γραμμής 20 cm και μεταξύ των γραμμών 75 cm, ενώ το κάθε ένα τεμάχιο είχε διαστάσεις 3 m x 3 m και περιλάμβανε 4 σειρές.

Στην πρώτη μεταχείριση χρησιμοποιήθηκε το ζιζανιοκτόνο Dual Gold 96 με δραστική ουσία το S-metolachlor και η δόση που εφαρμόστηκε ήταν 100 ml/στρέμμα (Α δόση). Ακολούθως, η δεύτερη μεταχείριση πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του ίδιου ζιζανιοκτόνου με τη διαφορά ότι η δόση ήταν 130 ml/στρέμμα (Β δόση). Στην τρίτη μεταχείριση αξιοποιήθηκε το ζιζανιοκτόνο Fusilade 12,5 EC, του οποίου η δραστική ουσία είναι το fluazifop-p-butyl και η δόση ήταν 200 ml/στρέμμα.

Ο ψεκασμός των ζιζανιοκτόνων έγινε με τη χρήση ψεκαστήρα ακριβείας, η πίεση ρυθμίστηκε στις 2,5 atm, ενώ χρησιμοποιήθηκαν μπεκ ριπιδίου. Ο όγκος του ψεκαστικού υγρού ανά στρέμμα ήταν 25 L/στρέμμα. Ο ψεκασμός του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου Dual Gold 96 EC πραγματοποιήθηκε στις 02/05/23 αμέσως μετά τη σπορά, ενώ του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου Fusilade 12,5 EC στις 01/06/23. Το φύτρωμα της καλλιέργειας ολοκληρώθηκε στις 22/05/23, 20 ημέρες μετά τη σπορά.

Μάρτυρας	Fusilade 12,5 EC	Dual Gold 96 EC B Δόση
Dual Gold 96 EC A Δόση	Dual Gold 96 EC B Δόση	Fusilade 12,5 EC
Dual Gold 96 EC B Δόση	Μάρτυρας	Dual Gold 96 EC A Δόση
Fusilade 12,5 EC	Dual Gold 96 EC A Δόση	Μάρτυρας
Επανάληψη III	Επανάληψη II	Επανάληψη I

Σχεδιάγραμμα 2.1. Σειρά διάταξης των μεταχειρίσεων στον αγρό.

2.4 Καλλιεργητικές πρακτικές

Άρδευση

Για την εκπόνηση του πειράματος, κρίθηκε απαραίτητη, στα αρχικά στάδια, η άρδευση με σύστημα καταιονισμού (καρούλι με εκτοξευτήρα νερού («κανόνι»)) και μετέπειτα εφαρμόστηκε σύστημα στάγδην άρδευσης το οποίο εγκαταστάθηκε στις αρχές Ιουνίου. Η συχνότητα της άρδευσης επηρεαζόταν τόσο από τις περιβαλλοντικές συνθήκες, όσο και από τις απαιτήσεις της καλλιέργειας. Η πρώτη άρδευση έγινε αμέσως μετά την εφαρμογή του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου για την ενσωμάτωση του.

Λίπανση

Έγιναν δύο λιπάνσεις στην καλλιέργεια μέσω του συστήματος της στάγδην άρδευσης. Η πρώτη αφορά την εφαρμογή νιτρικής αμμωνίας (34,5-0-0) και δόσης 7,5 kg/στρέμμα που πραγματοποιήθηκε στις 26 Ιουνίου του 2023. Η δεύτερη λίπανση έγινε με εφαρμογή δόσης 5 kg/στρέμμα φωσφορικού μονο-καλίου MKP (0-52-34) καθώς και 1,5 kg/στρέμμα θειικού καλίου Solusor (0-0-52) στις 07 Ιουλίου του 2023.

2.5 Μετρήσεις φυτών ρετινολαδιάς

Η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε χειρωνακτικά στις 22/09, ενώ στις 09/06, 04/07, 18/07, 02/08, 30/08, 22/10 και 24/10 του 2023 λήφθηκαν οι παρακάτω μετρήσεις από τα υπέργεια τμήματα των φυτών της ρετινολαδιάς:

i. Πυκνότητα της καλλιέργειας

Σε κάθε πειραματική μεταχείριση και επανάληψη έγινε μέτρηση της πυκνότητας της καλλιέργειας της ρετινολαδιάς. Η μέτρηση αυτή έγινε στις 09/06/23.

ii. Αριθμός φύλλων

Πραγματοποιήθηκε μέτρηση του αριθμού των φύλλων σε τέσσερα φυτά των δύο κεντρικών σειρών του κάθε πειραματικού τεμαχίου. Ο αριθμός των φύλλων καταγράφηκε 5 φορές στο διάστημα από τις 09/06 έως τις 30/08.

iii. Αριθμός ταξιανθιών

Έγινε μέτρηση του αριθμού των ταξιανθιών των δύο κεντρικών σειρών του κάθε πειραματικού τεμαχίου. Στις 04/07 πραγματοποιήθηκε η πρώτη

καταγραφή του αριθμού των ταξιανθιών, ενώ στις 30/08 η τελική. Συνολικά έγιναν 5 μετρήσεις.

iv. Ύψος φυτών

Το ύψος των φυτών υπολογίστηκε με την επιλογή των κύριων στελεχών τεσσάρων φυτών ρετινολαδιάς ανά πειραματικό τεμάχιο στις κεντρικές σειρές των τεμαχίων. Η συγκεκριμένη παράμετρος καταγράφηκε 5 φορές στο διάστημα στις 09/06 και το τελικό στις 30/08.

v. Διάμετρος στελέχους

Για τον υπολογισμό της διαμέτρου των βλαστών τεσσάρων φυτών εντός των ορίων του κάθε τεμαχίου χρησιμοποιήθηκε παχύμετρο. Η πρώτη μέτρηση της διαμέτρου των στελεχών λήφθηκε στις 09/06, ενώ η τελευταία στις 30/08 και συνολικά έγιναν 5 μετρήσεις.

vi. Συγκέντρωση χλωροφύλλης

Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης στα φύλλα του φυτού έγινε με τη βοήθεια του μετρητή SPAD-502 chlorophyll meter (Konica Minolta Optics Inc., Εικόνα 2.2). Η μέτρηση της χλωροφύλλης έγινε σε 4 διαφορετικά φυτά. Η πρώτη μέτρηση της χλωροφύλλης έγινε στις 09/06 και η τελευταία στις 30/08, ενώ συνολικά η μέτρηση έγινε σε 5 ημερομηνίες.



Εικόνα 2.2. Όργανο μέτρησης χλωροφύλλης SPAD-502 chlorophyll meter (Konica Minolta Optics Inc.) σε τιμές SPAD.

vii. Νωπό βάρος

Πραγματοποιήθηκαν υπολογισμοί νωπού βάρους βλαστών, ταξιανθιών και φύλλων που κόπηκαν από δείγματα τριών φυτών με την αξιοποίηση ζυγαριάς ακριβείας. Η κοπή των φυτών, ο διαχωρισμός των βλαστών, φύλλων και των ταξιανθιών και οι αναφερόμενοι υπολογισμοί έγιναν στις 30/08. Πραγματοποιήθηκε αναγωγή της τιμής του νωπού βάρους ανά φυτό σε kg/στρέμμα πολλαπλασιάζοντας αυτή τη τιμή με την πυκνότητα της καλλιέργειας σε κάθε τεμάχιο.

viii. Ξηρό βάρος

Έπειτα από αποξήρανση των παραπάνω τμημάτων των τριών φυτών που κόπηκαν (βλαστοί, ταξιανθίες, φύλλα) με την τοποθέτησή τους σε κλίβανο θερμοκρασίας 60°C για 4 ημέρες, υπολογίστηκε και το ξηρό τους βάρος με τη βοήθεια ζυγαριάς ακριβείας. Πραγματοποιήθηκε αναγωγή της τιμής του νωπού βάρους ανά φυτό σε kg/στρέμμα πολλαπλασιάζοντας αυτή τη τιμή με την πυκνότητα της καλλιέργειας σε κάθε τεμάχιο.

ix. Βάρος καψών

Με ζυγαριά ακριβείας λήφθηκαν οι τιμές βάρους των καψών (Εικόνα 2.3) τριών φυτών ανά τεμάχιο. Η συλλογή των καψών έγινε με τα χέρια στις 22 Σεπτεμβρίου.



Εικόνα 2.3. Κάψες και σπόροι ρετσινολαδιάς.

κ. Βάρος χιλίων σπόρων και απόδοση σε σπόρο

Ζυγίστηκε το βάρος 100 σπόρων αφού πραγματοποιήθηκε διαχωρισμός των σπόρων από τις κάψες. Για τον υπολογισμό της απόδοσης έγινε αναγωγή του βάρους των σπόρων ανά φυτό σε kg/στρέμμα πολλαπλασιάζοντας αυτή τη τιμή με την πυκνότητα της καλλιέργειας σε κάθε τεμάχιο.

2.6 Μετρήσεις ζιζανίων

Οι μετρήσεις των ζιζανίων λήφθηκαν στις 05 Ιουλίου του 2023 και πραγματοποιήθηκαν σε επιφάνεια 40 cm x 40 cm στο κέντρο των τεμαχίων. Οι εν λόγω μετρήσεις παρουσιάζονται παρακάτω:

- **Είδη ζιζανίων**

Έγινε αναγνώριση των ζιζανίων που εντοπίστηκαν σε κάθε πειραματικό τεμάχιο. Τα κυριότερα ζιζάνια ήταν ο βέλιουρας (*Sorghum halepense* (L.) Pers.), η περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis* L.), το βλήτο (*Amaranthus* spp.), το τριβόλι (*Tribulus terrestris* L.), ο στύφνος (*Sorghum nigrum* L.), η αντράκλα (*Portulaca oleracea* L.) και η λουβουδιά (*Chenopodium album* L.).

- **Αριθμός ζιζανίων**

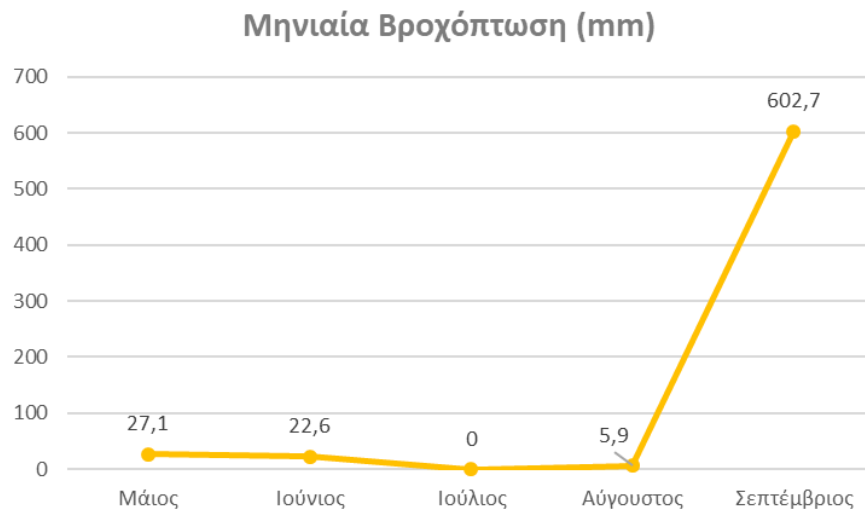
Καταγράφηκε ο αριθμός των ζιζανίων που εμφανίστηκαν ανά πειραματικό τεμάχιο.

- **Ξηρό βάρος**

Μετρήθηκε το ξηρό βάρος των ζιζανίων με ζυγαριά ακριβείας μετά από ξήρανση των δειγμάτων σε κλίβανο στους 60°C για 4 ημέρες.

2.7 Μετεωρολογικά δεδομένα

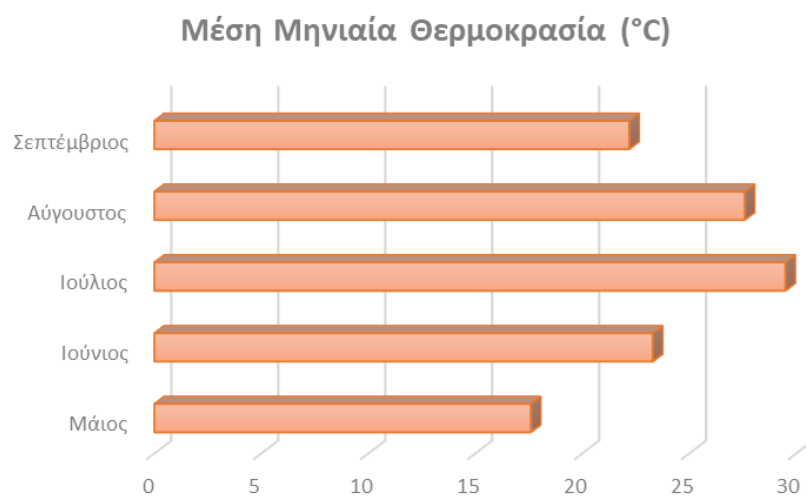
Στον μετεωρολογικό σταθμό του αγροκτήματος καταγράφονταν καθημερινά η θερμοκρασία καθώς και το ύψος βροχόπτωσης. Βάσει αυτών των δεδομένων για κάθε μήνα βρέθηκε η συνολική βροχόπτωση (Διάγραμμα 2.1), η ελάχιστη (Πίνακας 2.1), η μέγιστη (Πίνακας 2.1) και η μέση τιμή της θερμοκρασίας (Διάγραμμα 2.2). Συγκεκριμένα, τα μετεωρολογικά αυτά δεδομένα αφορούσαν το χρονικό διάστημα μεταξύ Μαΐου και Σεπτεμβρίου του 2023.



Διάγραμμα 2.1. Τιμές μηνιαίας βροχόπτωσης κατά την πειραματική περίοδο.

Πίνακας 2.1. Ελάχιστες και μέγιστες θερμοκρασίες κατά την πειραματική περίοδο.

	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
Ελάχιστη Θερμοκρασία (°C)	8,5	10,8	16,3	16,3	13
Μέγιστη Θερμοκρασία (°C)	32,2	34,8	45,2	38,7	33,1



Διάγραμμα 2.2. Τιμές μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας κατά την πειραματική περίοδο.

Από τα παραπάνω δεδομένα διαπιστώνεται ότι τον Ιούλιο καταγράφηκε η υψηλότερη μέση μηνιαία θερμοκρασία στην περιοχή και με ταυτόχρονη έλλειψη βροχόπτωσης, ενώ αντίθετα τον Μάιο η χαμηλότερη τιμή. Συγχρόνως, η μέγιστη μηνιαία βροχόπτωση εμφανίζεται τον μήνα Σεπτέμβριο με τιμή 602,7 mm (κακοκαιρία Daniel).

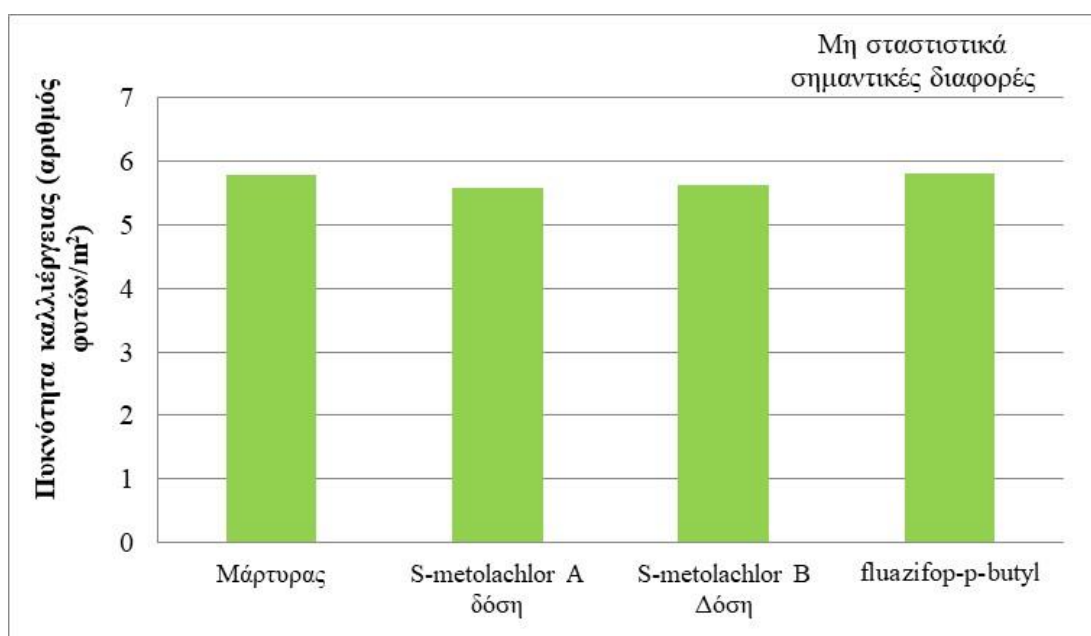
2.8 Στατιστική επεξεργασία δεδομένων

Όλες οι παράμετροι της καλλιέργειας και των ζιζανίων που καταγράφηκαν σε όλη την καλλιεργητική περίοδο αναλύθηκαν με το στατιστικό πακέτο SigmaPlot 12. Όταν η ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) έδειξε στατιστικά σημαντικές τιμές F, ακολούθησε η σύγκριση των τιμών των 4 μεταχειρίσεων με τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς ($P=5\%$) για να διαπιστωθεί ποιες πειραματικές μεταχειρίσεις διέφεραν μεταξύ τους.

Κεφάλαιο 3^ο: Αποτελέσματα

3.1 Πυκνότητα καλλιέργειας ρετινολαδιάς

Η σύγκριση της πυκνότητας των φυτών της ρετινολαδιάς με βάση την ανάλυση διασποράς έφερε τιμές ίδιας κλίμακας για όλες τις μεταχειρίσεις (S-metolachlor A και B δόση και fluazifop-p-butyl) καθώς και τον μάρτυρα, χωρίς να παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική απόκλιση ($F=0,223$ και $P=0,877$) (Διάγραμμα 3.1). Η υψηλότερη τιμή πυκνότητας φυτών ρετινολαδιάς που καταγράφηκε ήταν 5,81 φυτά ανά m^2 στο τεμάχιο που εφαρμόστηκε το μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο fluazifop-p-butyl, ενώ η χαμηλότερη 5,59 φυτά ανά m^2 σε αυτό του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου S-metolachlor A δόση.

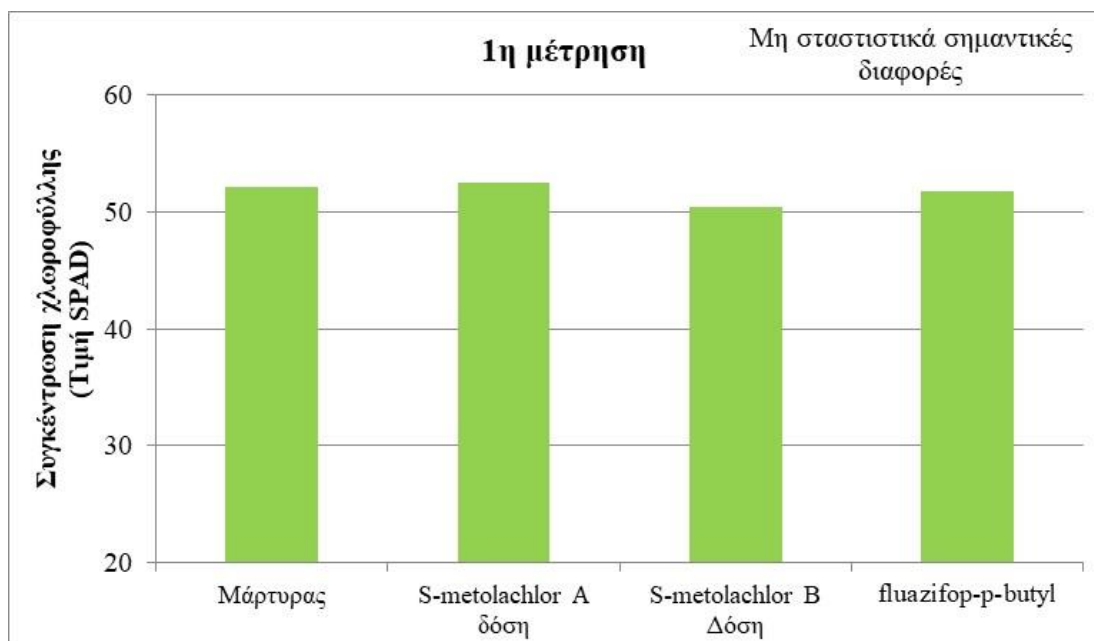


Διάγραμμα 3.1. Πυκνότητα της καλλιέργειας της ρετινολαδιάς (φυτά/ m^2) στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα.

3.2 Συγκέντρωση χλωροφύλλης-τιμές SPAD

1^η μέτρηση

Στην 1η μέτρηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης (Διάγραμμα 3.2) στα φύλλα των φυτών της ρετινολαδιάς, η οποία έλαβε χώρα στις 9 Ιουνίου του 2023, δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων των ζιζανιοκτόνων και του μάρτυρα ($F=0,783$ και $P=0,545$).



Διάγραμμα 3.2. Τιμή SPAD στα φύλλα της ρετινολαδιάς στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα (1η μέτρηση).

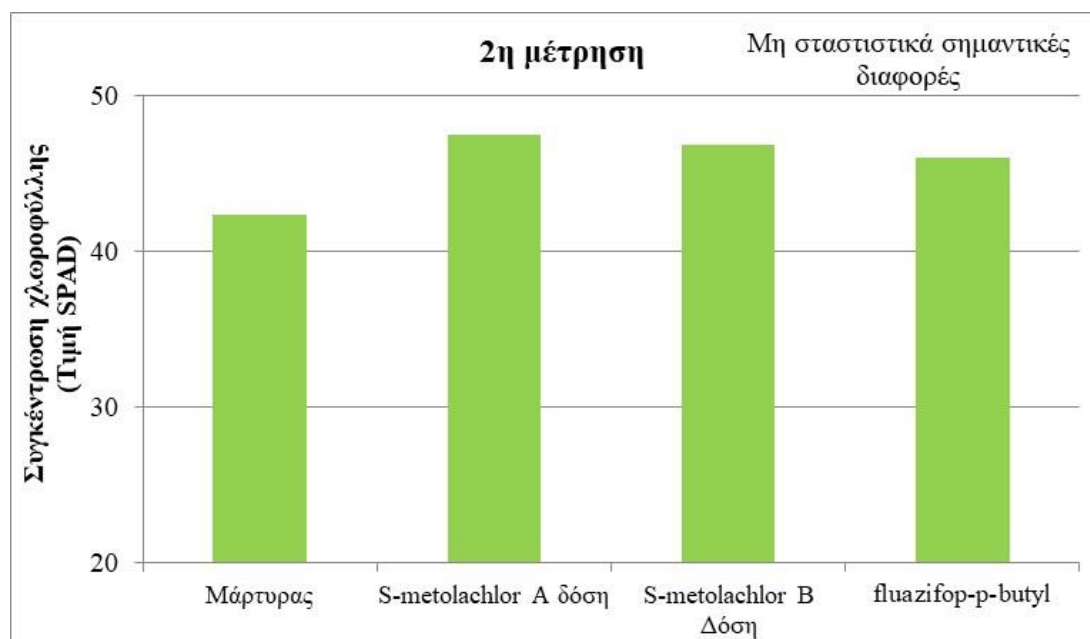
2^η μέτρηση

Η 2^η μέτρηση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης πραγματοποιήθηκε στις 4 Ιουλίου του 2023 και προέκυψαν τιμές που κυμαίνονται από 42,3 έως 47,4 (Διάγραμμα 3.3), με τη μικρότερη τιμή να αντιστοιχεί στον μάρτυρα και τη μεγαλύτερη τιμή να αντιστοιχεί στη μεταχείριση S-metolachlor (A δόση). Ομοίως με την 1η μέτρηση, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές σε στατιστικό επίπεδο ($F=2,361$ και $P=0,171$). Ωστόσο είναι φανερή η πτώση των τιμών σε σχέση με την προηγούμενη μέτρηση, παραδείγματος χάρι, στον μάρτυρα η τιμή του SPAD βρέθηκε μικρότερη κατά 18,8%.

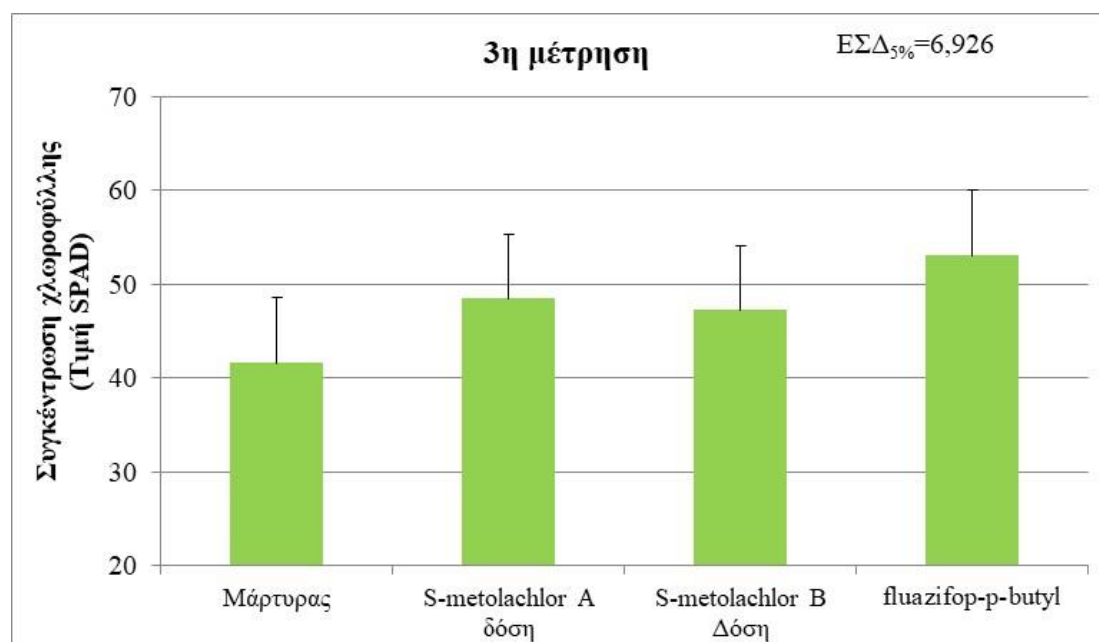
3^η μέτρηση

Η ανάλυση διασποράς στην 3^η μέτρηση της παραμέτρου αυτής που διεξήχθη στις 18 Ιουλίου του 2023, φανέρωσε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($F=5,586$ και $P=0,036$). Αναλυτικότερα με βάση τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ5%) εντοπίστηκαν σαφείς διαφορές ανάμεσα στον μάρτυρα και το ζιζανιοκτόνο fluazifop-p-butyl (Διάγραμμα 3.4). Συγκεκριμένα το fluazifop-p-butyl

είχε κατά 21,7% διαφορά με τον μάρτυρα, ενώ μεταξύ όλων των άλλων μεταχειρίσεων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.



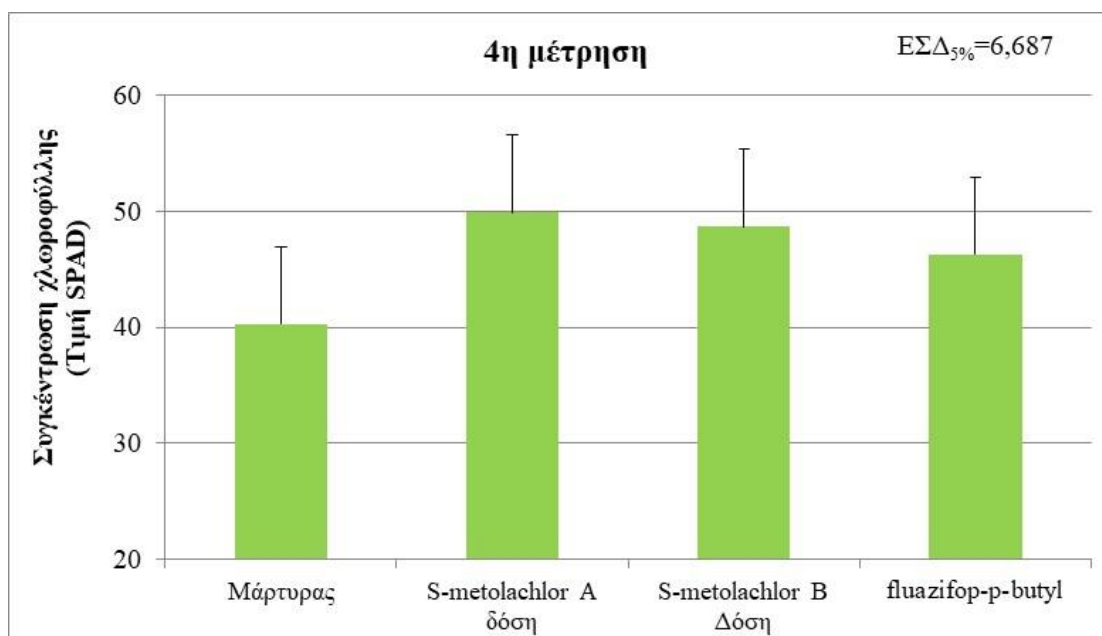
Διάγραμμα 3.3. Τιμή SPAD στα φύλλα της ρετινολαδιάς στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα (2η μέτρηση).



Διάγραμμα 3.4. Τιμή SPAD στα φύλλα της ρετινολαδιάς στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα (3η μέτρηση).

4^η μέτρηση

Στις 2 Αυγούστου του 2023 ακολούθησε η 4^η και προτελευταία μέτρηση των τιμών της συγκέντρωσης χλωροφύλλης στα φυτά, με υψηλότερη την τιμή 49,9 (S-metolachlor A δόση) και χαμηλότερη την τιμή 40,3 (μάρτυρας). Λαμβάνοντας υπόψιν τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ5%) που διεξήχθη μετά την ανάλυση της διασποράς ($F=4,892$ και $P=0,047$) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά, ύψους 19,2%, μεταξύ του ζιζανιοκτόνου S-metolachlor A δόση και του μάρτυρα. Παράλληλα, και η μεταχείριση S-metolachlor B δόση διέφερε κατά 17,1% με τον μάρτυρα (Διάγραμμα 3.5). Επιπρόσθετα, συγκρίνοντας την τιμή που καταγράφηκε κατά τη μεταχείριση του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου fluazifop-p-butyl με αυτή της μέτρησης που προηγήθηκε (3ης), διαπιστώθηκε πτώση κατά 12,8%.

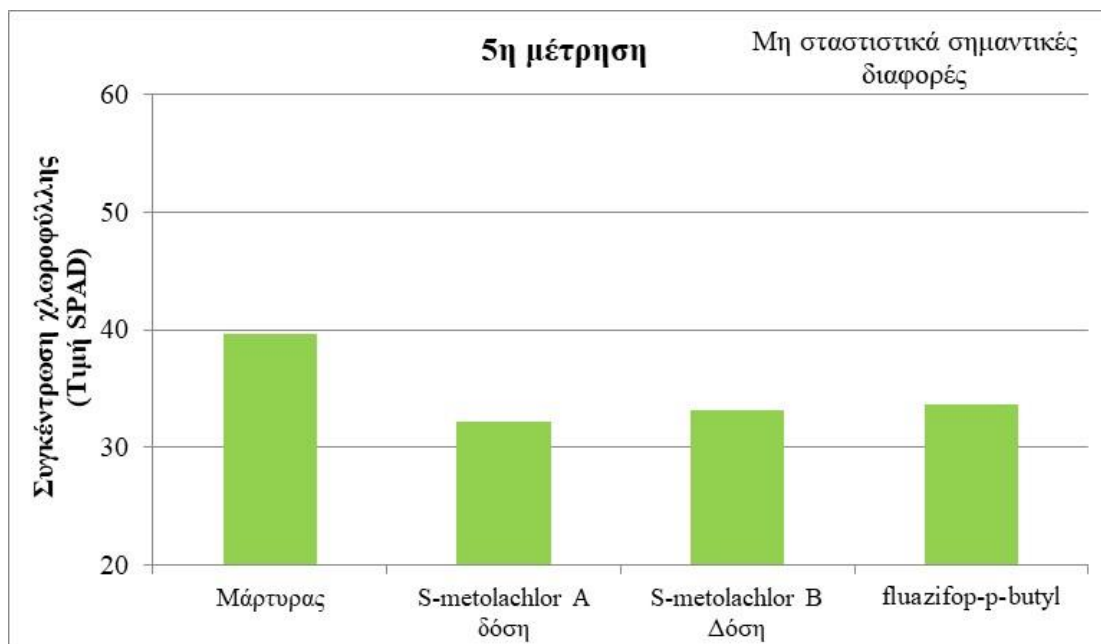


Διάγραμμα 3.5. Τιμή SPAD στα φύλλα της ρετσινολαδιάς στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα (4η μέτρηση).

5η μέτρηση

Δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις τιμές SPAD της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης ($F=3,734$ και $P=0,080$) που λήφθηκαν κατά την 5η και τελευταία μέτρηση στις 30 Αυγούστου του 2023 (Διάγραμμα 3.6). Οι τιμές αυτής της μέτρησης είναι συγκριτικά χαμηλότερες σε σχέση με εκείνες της 1ης μέτρησης. Για

παράδειγμα, οι τιμές των μεταχειρίσεων S-metolachlor A και B δόση ελαττώθηκαν σε ποσοστό 38,7% και 34,3% αντίστοιχα συγκριτικά με την 1η μέτρηση.



Διάγραμμα 3.6. Τιμή SPAD στα φύλλα της ρετσινολαδιάς στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα (5η μέτρηση).

3.3 Αριθμός φύλλων ανά φυτό ρετσινολαδιάς

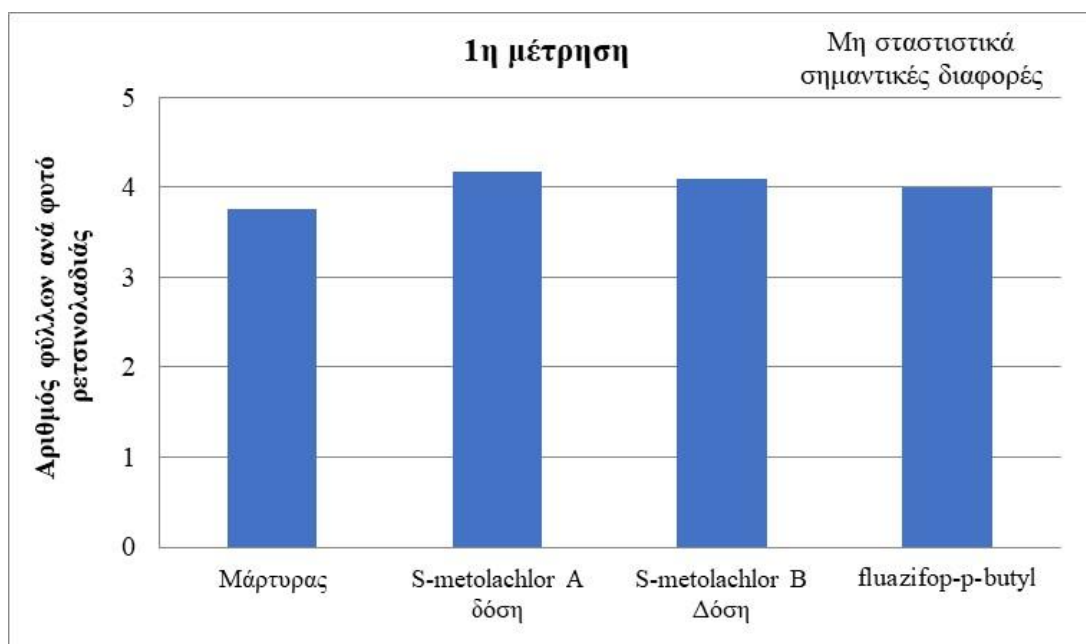
1^η μέτρηση

Η 1^η μέτρηση του αριθμού των φύλλων των φυτών της ρετσινολαδιάς διεξήχθη στις 9 Ιουνίου του 2023 και προέκυψαν τιμές που κυμαίνονται από 3,8 έως 4,2 (Διάγραμμα 3.7). Η μικρότερη τιμή αντιστοιχεί στον μάρτυρα, ενώ η μεγαλύτερη στη μεταχείριση S-metolachlor (A δόση). Δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των υπόλοιπων μεταχειρίσεων ($F=1,191$ και $P=0,390$).

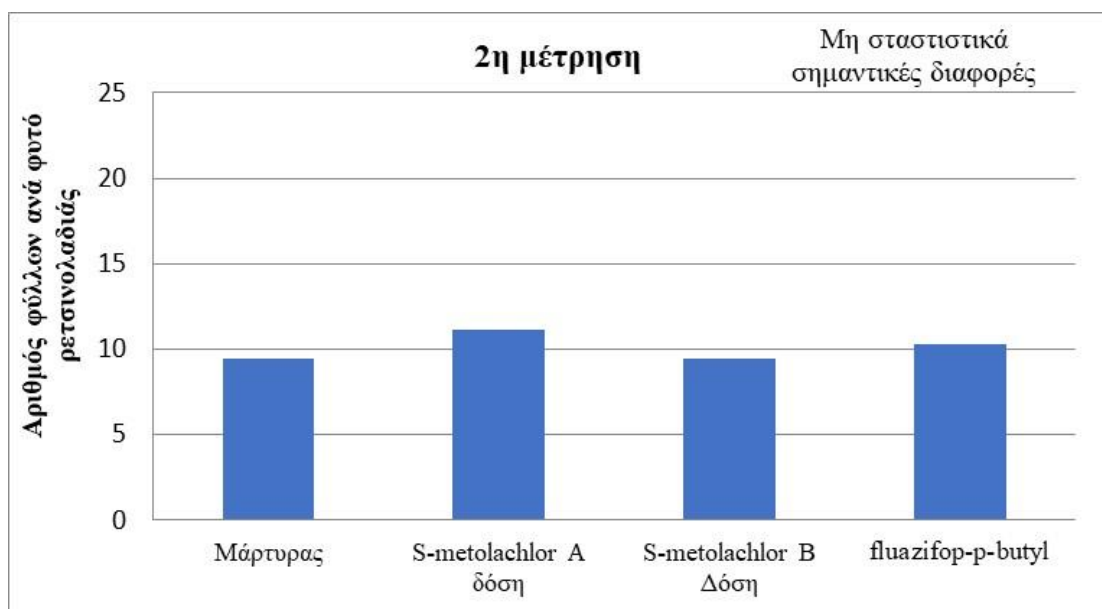
2η μέτρηση

Ομοίως στη 2^η μέτρηση, που ακολούθησε στις 4 Ιουλίου του 2023, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές σε στατιστικό επίπεδο ($F=2,267$ και $P=0,181$) (Διάγραμμα 3.8). Αντιθέτως, προέκυψε αύξηση των τιμών σε σχέση με την 1η

μέτρηση, όπως για παράδειγμα στη μεταχείριση με ζιζανιοκτόνο S-metolachlor (A δόση) η τιμή του αριθμού των φύλλων βρέθηκε μεγαλύτερη κατά 62,5%.



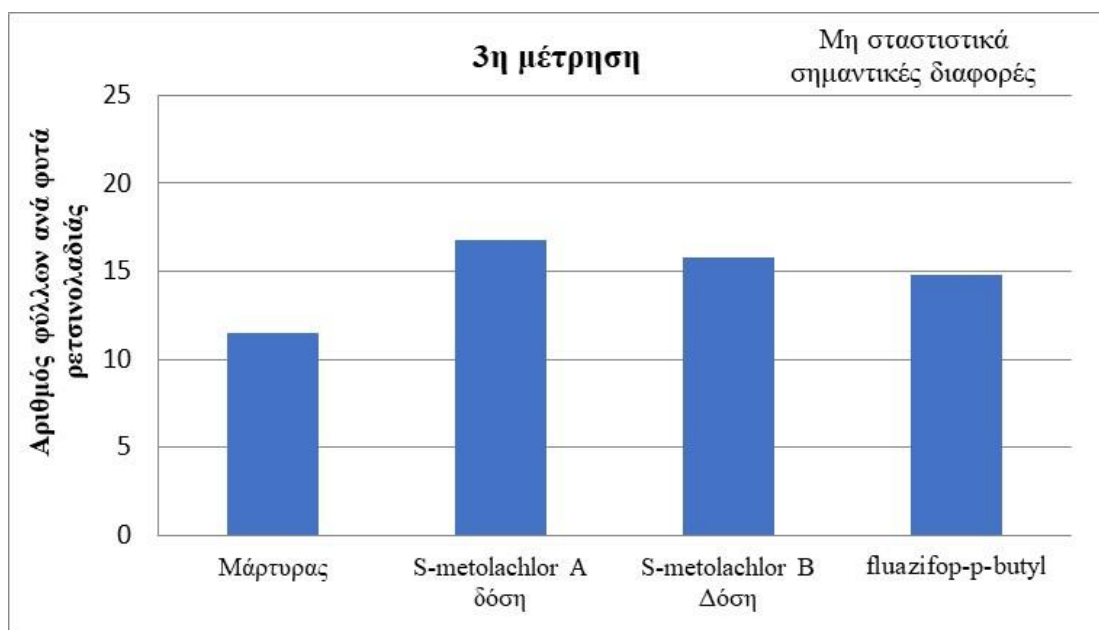
Διάγραμμα 3.7. Αριθμός φύλλων ανά φυτό ρετινολαδιάς στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα (1η μέτρηση).



Διάγραμμα 3.8. Αριθμός φύλλων ανά φυτό ρετινολαδιάς στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα (2η μέτρηση).

3^η μέτρηση

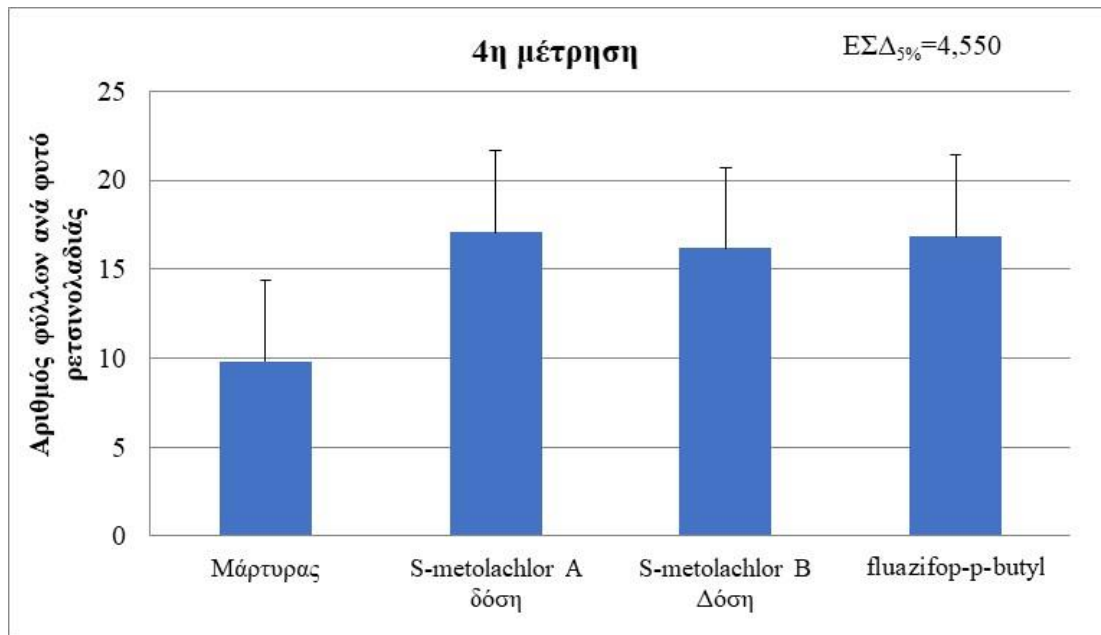
Σύμφωνα με την ανάλυση διασποράς, ούτε στην 3^η μέτρηση παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τιμών του αριθμού των φύλλων της ρετσινολαδιάς ($F=4,324$ και $P=0,060$) που λήφθηκαν στις 18 Ιουλίου του 2023 (Διάγραμμα 3.9). Οι τιμές κυμαίνονται μεταξύ 16,8 και 11,5, εμφανώς υψηλότερες από εκείνες της 1ης και 2ης μέτρησης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η τιμή της μεταχείρισης fluazifop-p-butyl που αυξήθηκε κατά 73,0% από αυτή της 1ης μέτρησης και κατά 30,4% από εκείνη της 2ης μέτρησης.



Διάγραμμα 3.9. Αριθμός φύλλων ανά φυτό ρετσινολαδιάς στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα (3η μέτρηση).

4η μέτρηση

Κατά την 4^η μέτρηση της παραμέτρου αυτής, που έλαβε χώρα στις 2 Αυγούστου του 2023 και με βάση τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ5%) που ακολούθησε της ανάλυσης διασποράς ($F=6,893$ και $P=0,023$), διαπιστώθηκαν σημαντικές διαφορές σε στατιστικό επίπεδο ($P>0,05$). Ειδικότερα, οι διαφορές που καταγράφηκαν αφορούσαν τον μάρτυρα με τη μεταχείριση fluazifop-p-butyl σε ποσοστό 41,7% και με το ζιζανιοκτόνο S-metolachlor A και B δόση σε ποσοστά 42,7% και 39,5%, αντίστοιχα (Διάγραμμα 3.10).



Διάγραμμα 3.10. Αριθμός φύλλων ανά φυτό ρετσίνολαδιάς στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα (4η μέτρηση).

5^η μέτρηση

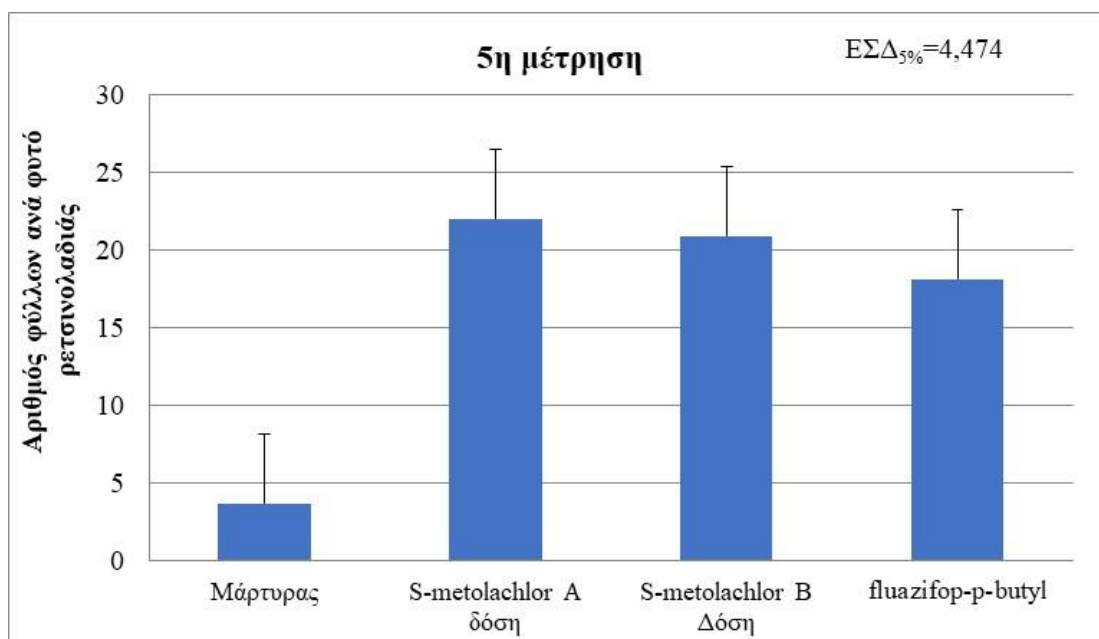
Στις 30 Αυγούστου του 2023 διεξήχθη η τελευταία μέτρηση, της οποίας η ανάλυση διασποράς φανέρωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές ($F=43,138$ και $P<0,001$). Πιο συγκεκριμένα, με τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς ($ΕΣΔ5\%$) αναδείχθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές, ύψους 83,2% ανάμεσα στον μάρτυρα και τη μεταχείριση S-metolachlor A δόση και 82,3% μεταξύ μάρτυρα και S-metolachlor B δόση. Επιπρόσθετα, σημαντική ήταν και η διαφορά (79,6%) που εντοπίστηκε μεταξύ του ζιζανιοκτόνου fluazifop-p-butyl και του μάρτυρα (Διάγραμμα 3.11).

3.4 Διάμετρος βλαστών

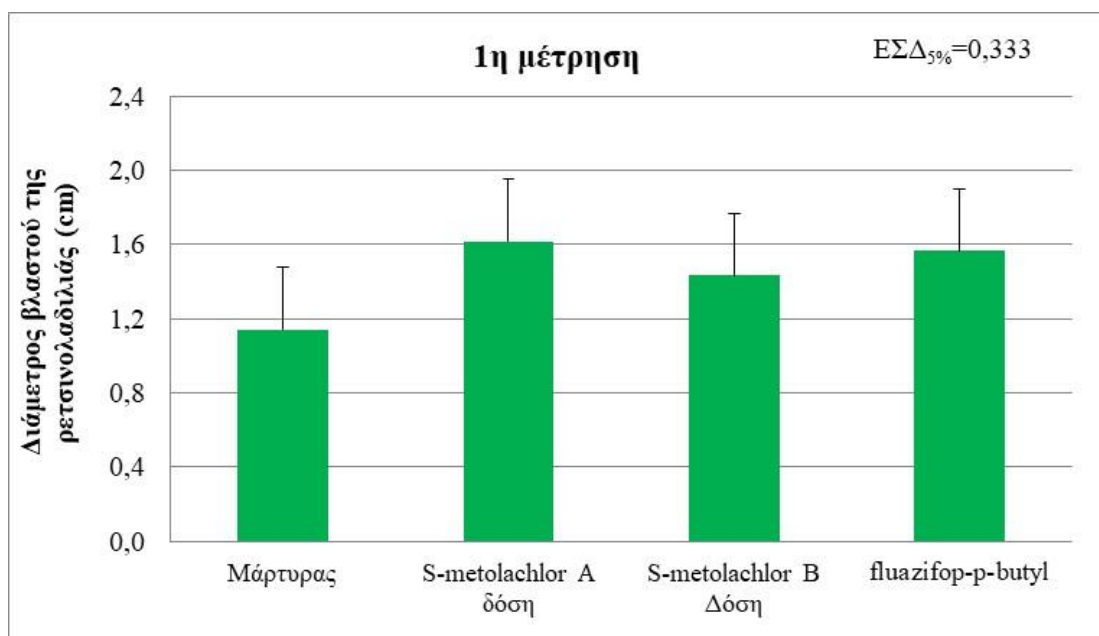
1^η μέτρηση

Η 1^η μέτρηση της διαμέτρου των φυτών της ρετσίνολαδιάς που πραγματοποιήθηκε στις 4 Ιουλίου του 2023, έδωσε τιμές μεταξύ 1,14 cm και 1,62 cm (Διάγραμμα 3.12) με τη μικρότερη να αντιστοιχεί στον μάρτυρα και τη μεγαλύτερη στο S-metolachlor (A δόση). Η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς ($ΕΣΔ5\%$) που διεξήχθη μετά την ανάλυση της διασποράς ($F=4,919$ και $P=0,047$) φανέρωσε στατιστικά σημαντικές

διαφορές μεταξύ του ζιζανιοκτόνου S-metolachlor A δόση και του μάρτυρα (διαφορά μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων 29,6%) καθώς και μεταξύ του ζιζανιοκτόνου fluazifop-p-butyl και του μάρτυρα (διαφορά μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων 27,4%).



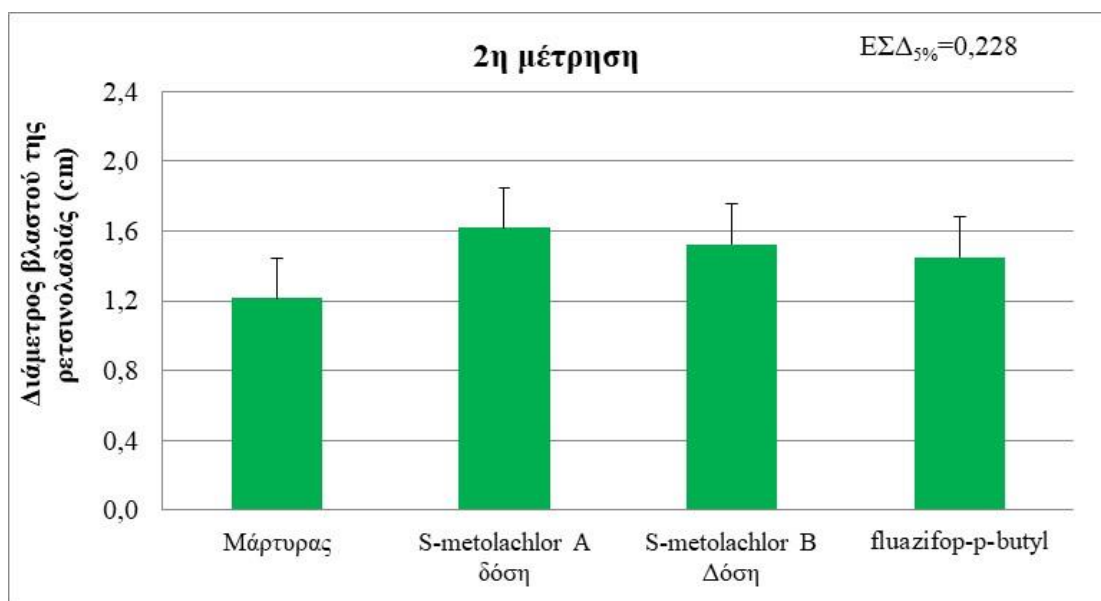
Διάγραμμα 3.11. Αριθμός φύλλων ανά φυτό ρετσίνολαδιάς στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα (5η μέτρηση).



Διάγραμμα 3.12. Διάμετρος βλαστών φυτών ρετσίνολαδιάς στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα (1η μέτρηση).

2^η μέτρηση

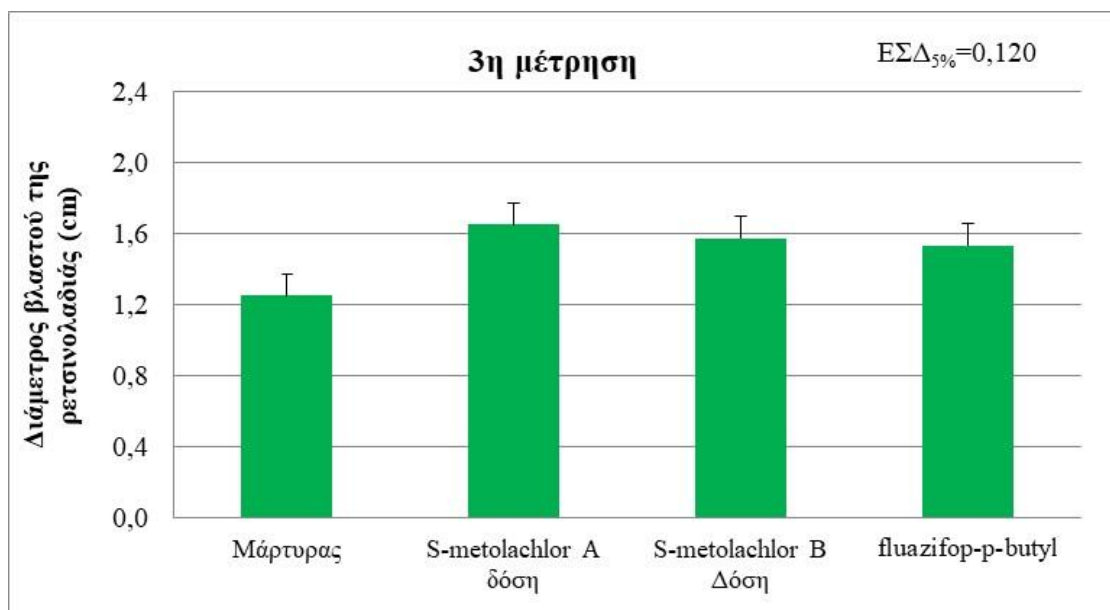
Η ανάλυση διασποράς στην 2^η μέτρηση που ακολούθησε στις 18 Ιουλίου του 2023, είχε σαν αποτέλεσμα την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών ($F=6,763$ και $P=0,024$). Ειδικότερα, υλοποιώντας τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς ($ΕΣΔ5\%$) εντοπίστηκαν διαφορές ανάμεσα στον μάρτυρα και το προφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο S-metolachlor A δόση ύψους 24,7% και B δόση 20,3%. Επιπρόσθετα, και το μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο fluazifop-p-butyl διέφερε στατιστικά από τον μάρτυρα κατά 15,9% (Διάγραμμα 3.13).



Διάγραμμα 3.13. Διάμετρος βλαστών φυτών ρετσίνολαδιάς στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα (2η μέτρηση).

3^η μέτρηση

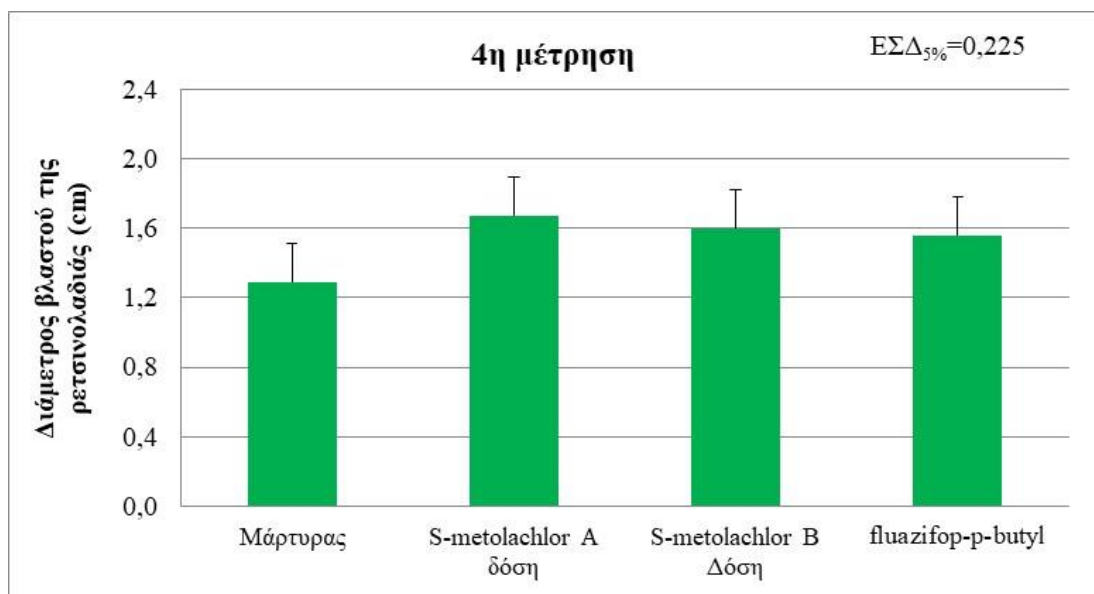
Στις 18 Ιουλίου του 2023 ακολούθησε η 3^η και προτελευταία μέτρηση των τιμών της διαμέτρου των βλαστών στα φυτά, με υψηλότερη την τιμή 1,65 cm (S-metolachlor A δόση) και χαμηλότερη την τιμή 1,25 cm (μάρτυρας). Στατιστικά σημαντικές διαφορές προέκυψαν από τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς ($ΕΣΔ5\%$) που διεξήχθη μετά την ανάλυση της διασποράς ($F=25,522$ και $P<0,001$). Αναλυτικότερα, ο μάρτυρας απέκλινε κατά 24,2% από την A δόση του ζιζανιοκτόνου S-metolachlor και 20,6% από την B δόση αυτού, ενώ μικρότερη ήταν η διαφορά του από τη μεταχείριση fluazifop-p-butyl (18,5%) (Διάγραμμα 3.14).



Διάγραμμα 3.14. Διάμετρος βλαστών φυτών ρετινολαδιάς στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα (3η μέτρηση).

4^η μέτρηση

Ομοίως με τις άνωθεν μετρήσεις, στην 4^η και τελευταία μέτρηση που διεξήχθη στις 2 Αυγούστου του 2023, η ανάλυση διασποράς έδειξε διαφορές σε στατιστικό επίπεδο μεταξύ του μάρτυρα και των τριών μεταχειρίσεων ($F=6,609$ και $P=0,025$) (Διάγραμμα 3.15). Ο μάρτυρας διέφερε κατά 23,2% με το S-metolachlor A δόση, κατά 19,4% με τη B δόση αυτού και κατά 17,3% με το fluazifop-p-butyl. Αντιθέτως με τον μάρτυρα, οι υπόλοιπες μεταχειρίσεις δεν είχαν στατιστικές διαφορές μεταξύ τους, σύμφωνα με τη δοκιμασία της Ελάχιστης Στατιστικής Διαφοράς ($ΕΣΔ5\%$). Τέλος, η μεγαλύτερη τιμή διαμέτρου βλαστών (1,68 cm) καταγράφηκε στα φυτά που εφαρμόστηκε το προφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο S-metolachlor A δόση.



Διάγραμμα 3.15. Διάμετρος βλαστών φυτών ρετινολαδιάς στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα (4η μέτρηση).

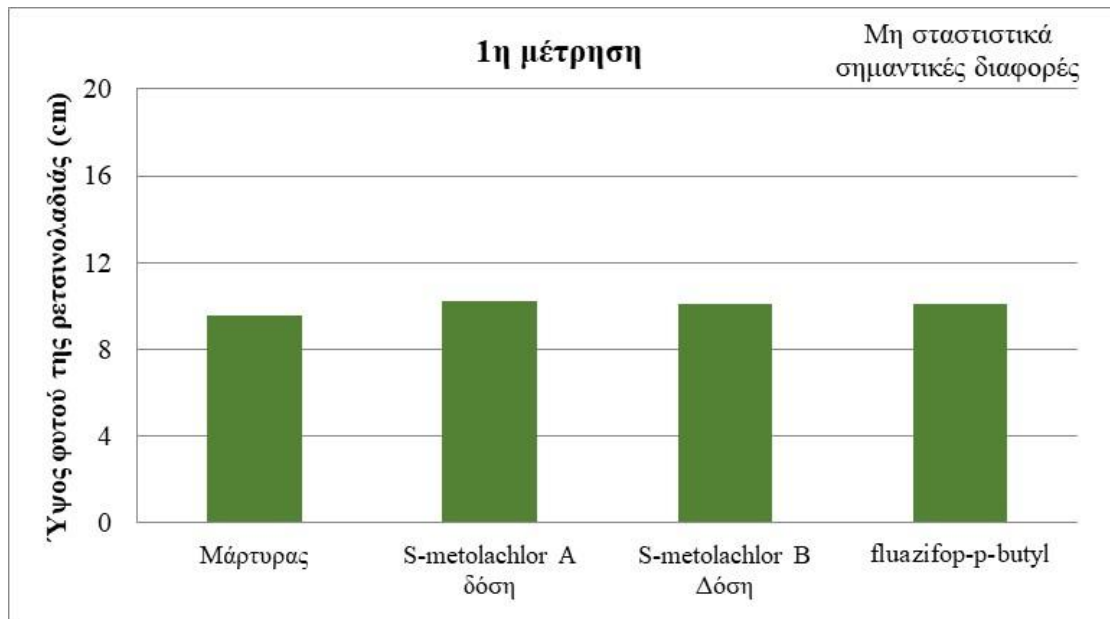
3.5 Ύψος φυτών ρετινολαδιάς

1^η μέτρηση

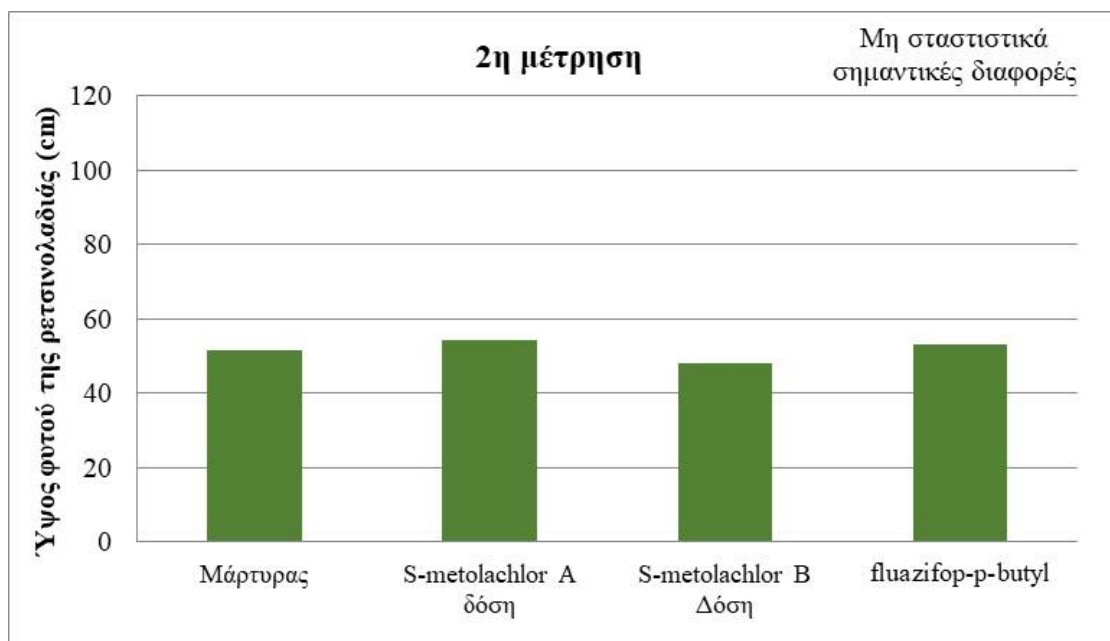
Τα αποτελέσματα της 1^{ης} μέτρησης, η οποία έλαβε χώρα 9 Ιουνίου του 2023, δεν φανέρωσαν καμία διαφορά σε στατιστικό επίπεδο μεταξύ των ζιζανιοκτόνων και του μάρτυρα (Διάγραμμα 3.16). Τα φυτά στα οποία έγινε εφαρμογή το ζιζανιοκτόνο S-metolachlor A δόση κατείχαν την υψηλότερη τιμή (10,3 cm), ενώ εκείνα του μάρτυρα τη χαμηλότερη (9,6 cm). Συγχρόνως, τα φυτά των άλλων δύο μεταχειρίσεων (S-metolachlor B δόση και fluazifop-p-butyl) έφεραν ίδια τιμή (10,1 cm).

2^η μέτρηση

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων και του μάρτυρα στην 2^η μέτρηση που ακολούθησε στις 4 Ιουλίου του 2023 (Διάγραμμα 3.17). Το μεγαλύτερο ύψος εντοπίστηκε και αυτή τη φορά στα φυτά της μεταχείρισης S-metolachlor A δόση, με την τιμή του να αυξάνεται κατά 81% από εκείνη της 1^{ης} μέτρησης. Σε γενικές γραμμές, παρατηρήθηκε παρόμοιας τάξης αύξηση του ύψους των φυτών του μάρτυρα αλλά και των υπόλοιπων μεταχειρίσεων (S-metolachlor B δόση και fluazifop-p-butyl).



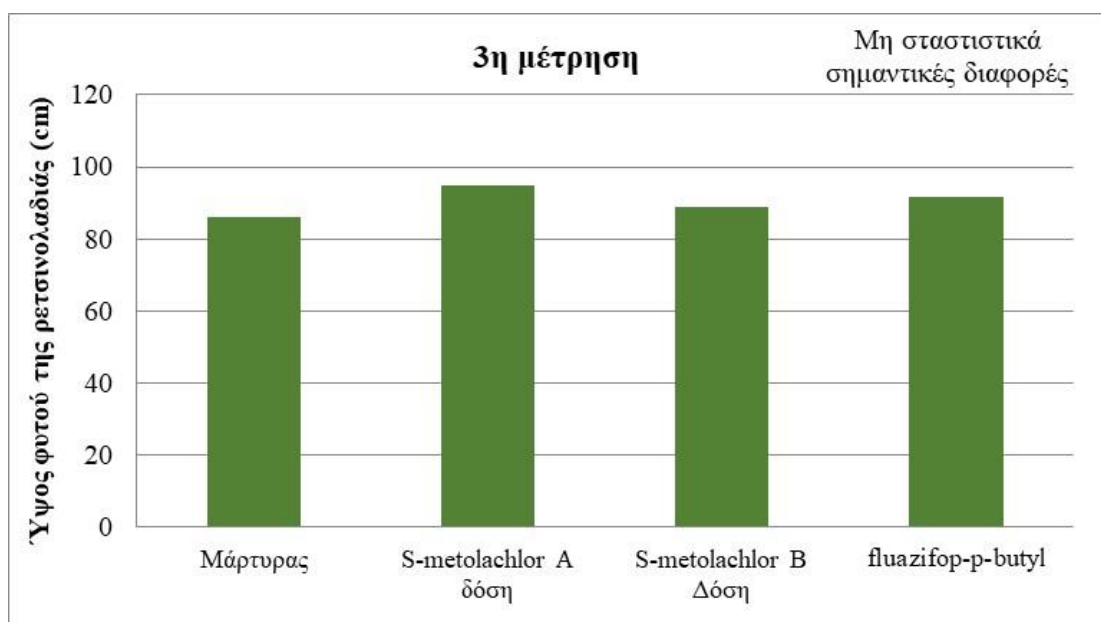
Διάγραμμα 3.16. Ύψος φυτών ρετινολαδιάς (cm) στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα (1η μέτρηση).



Διάγραμμα 3.17. Ύψος φυτών ρετινολαδιάς (cm) στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα (2η μέτρηση).

3η μέτρηση

Συνεχίζοντας με την 3^η μέτρηση στις 18 Ιουλίου του 2023, το ύψος των φυτών της ρετσινολαδιάς των διαφόρων μεταχειρίσεων αλλά και του μάρτυρα δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ τους (Διάγραμμα 3.18). Ωστόσο παρατηρήθηκε κατακόρυφη αύξηση όλων των τιμών σε σχέση με την 1η μέτρηση, με τη μεγαλύτερη τιμή να αντιστοιχεί στο ζιζανιοκτόνο S-metolachlor A δόση.



Διάγραμμα 3.18. Ύψος φυτών ρετσινολαδιάς (cm) στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα (3η μέτρηση).

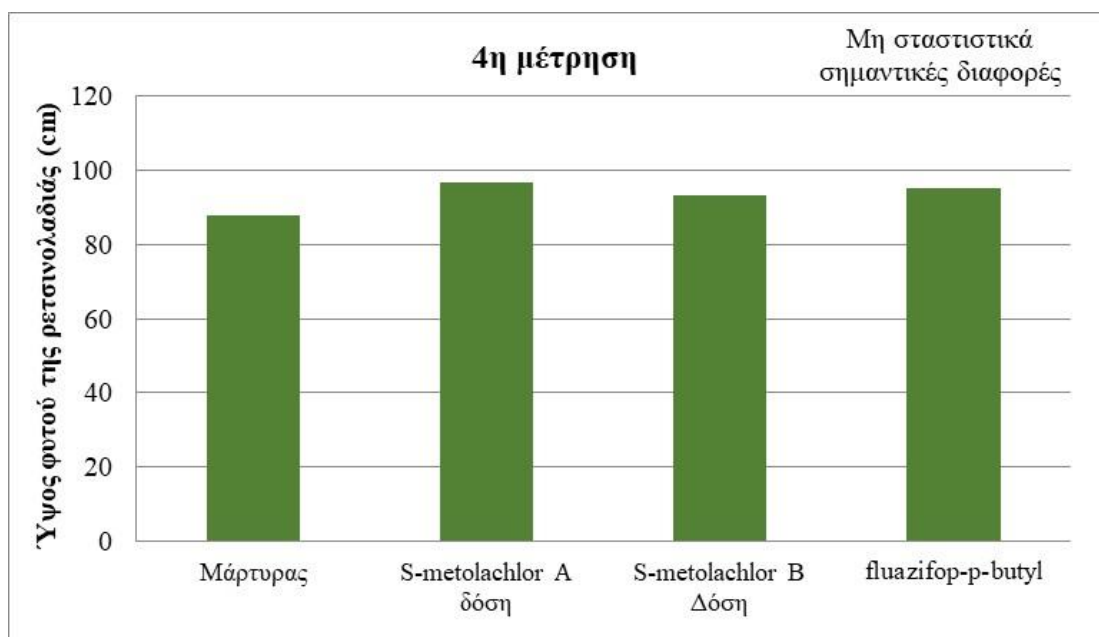
4η μέτρηση

Η ανάλυση διασποράς στην προτελευταία μέτρηση της 2ης Αυγούστου του 2023, είχε σαν αποτέλεσμα την ύπαρξη μη στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ των επεμβάσεων και του μάρτυρα ($F=0,645$ και $P=0,614$) (Διάγραμμα 3.19). Οι τιμές που προέκυψαν κυμαίνονται από 87,8 cm (μάρτυρας) έως και 96,9 cm (S-metolachlor A δόση).

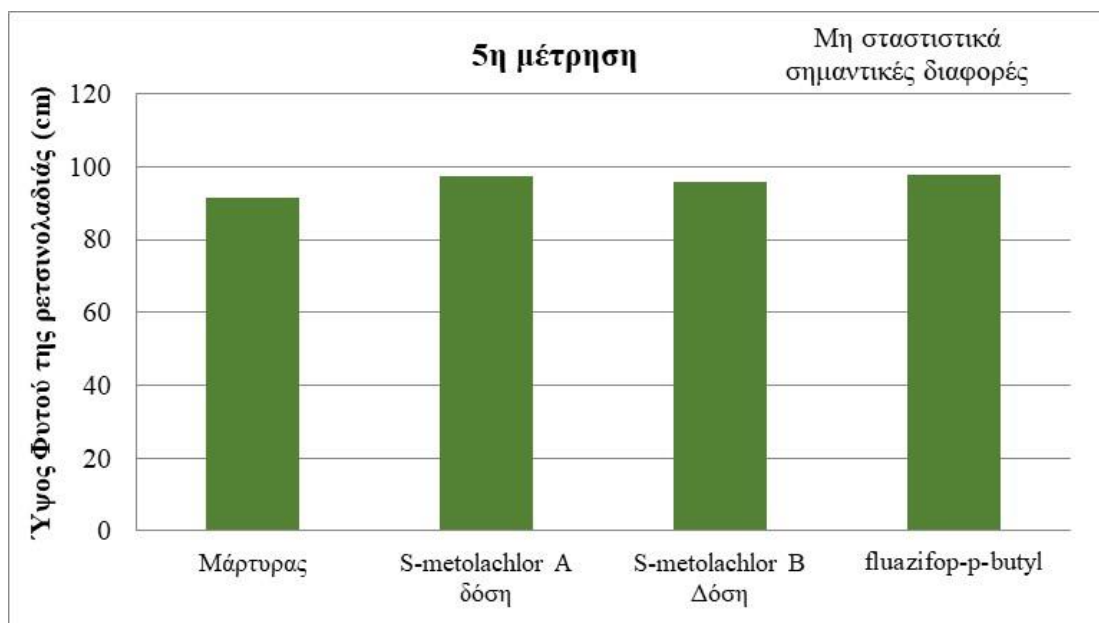
5^η μέτρηση

Ομοίως και στην τελευταία μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 30 Αυγούστου του 2023 δεν εντοπίστηκαν διαφορές σε στατιστικό επίπεδο για την παράμετρο του ύψους των φυτών ($F=0,227$ και $P=0,874$) (Διάγραμμα 3.20). Παρόλα αυτά είναι

φανερή η αύξηση όλων των τιμών συγκριτικά με την αρχική μέτρηση, με το μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο fluazifop-p-butyl παραδείγματος χάρη να έχει αυξηθεί κατά 89,7%.



Διάγραμμα 3.19. Ύψος φυτών ρετσινολαδιάς (cm) στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα (4η μέτρηση).

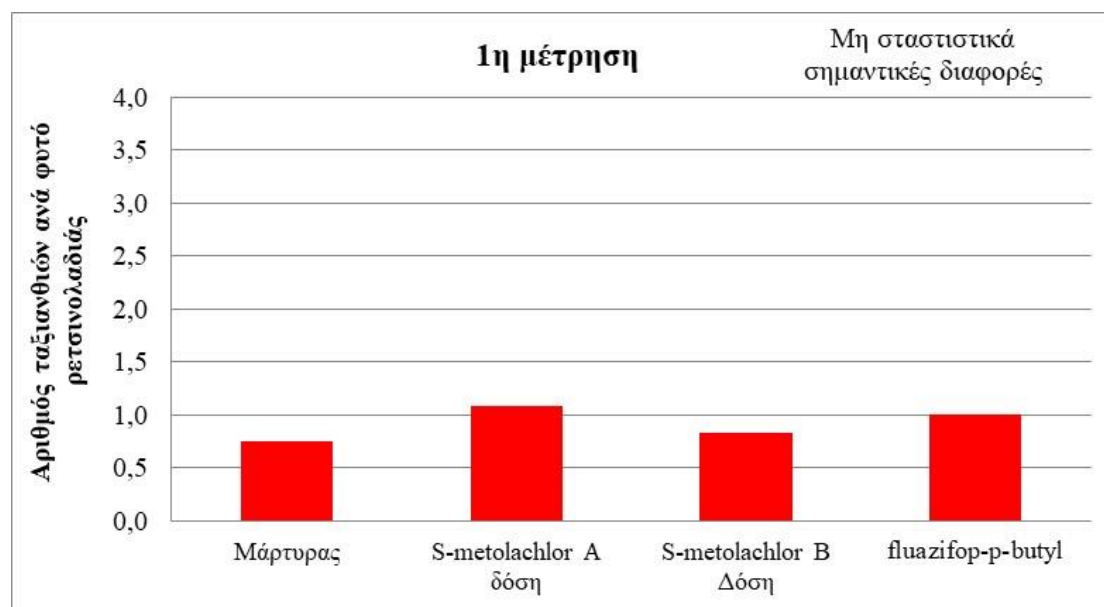


Διάγραμμα 3.20. Ύψος φυτών ρετσινολαδιάς (cm) στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα (5η μέτρηση).

3.6 Αριθμός ταξιανθιών

1^η μέτρηση

Η 1^η μέτρηση του αριθμού των ταξιανθιών των φυτών της ρετινολαδιάς υλοποιήθηκε στις 4 Ιουλίου του 2023 και προέκυψαν τιμές που κυμαίνονται από 0,75 έως 1,08 (Διάγραμμα 3.21). Η μικρότερη τιμή αντιστοιχεί στον μάρτυρα, ενώ η μεγαλύτερη στη μεταχείριση S-metolachlor A δόση. Δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και των υπόλοιπων μεταχειρίσεων ($F=0,727$, και $P=0,572$).

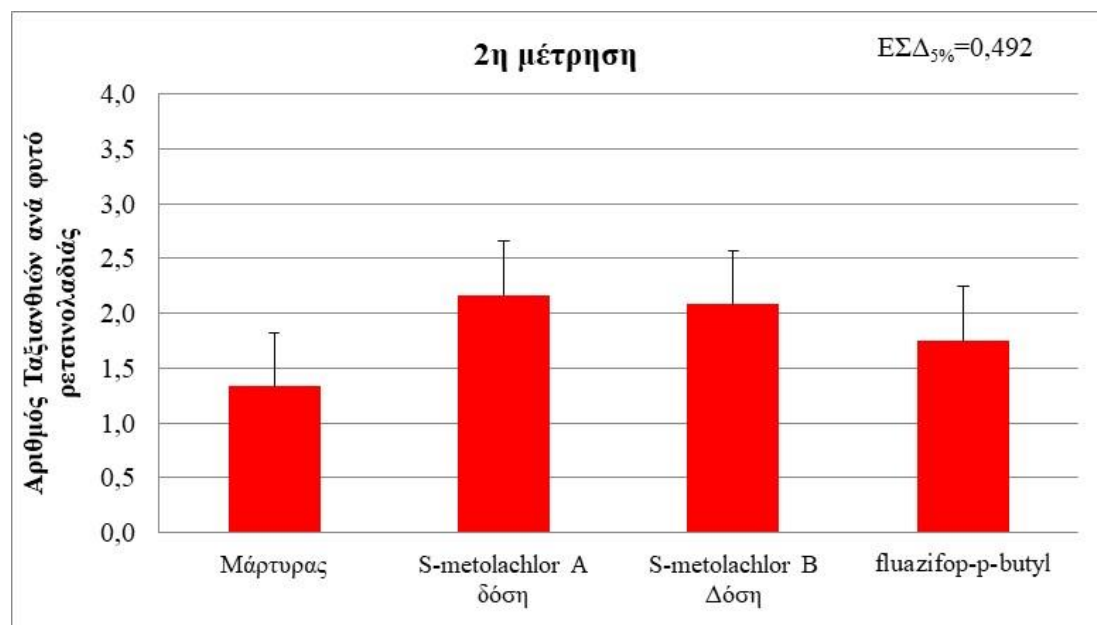


Διάγραμμα 3.21. Αριθμός ταξιανθιών ανά φυτό ρετινολαδιάς στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluzifop-p-butyl) και του μάρτυρα (1η μέτρηση).

2^η μέτρηση

Στις 18 Ιουλίου του 2023 ακολούθησε η 2^η μέτρηση του αριθμού των ταξιανθιών ανά φυτό, με υψηλότερη την τιμή 2,17 (S-metolachlor A δόση) και χαμηλότερη την τιμή 1,33 (μάρτυρας). Λαμβάνοντας υπόψιν τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ5%) που διεξήχθη μετά την ανάλυση της διασποράς ($F=7,086$ και $P=0,021$) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του μάρτυρα και του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου. Συγκεκριμένα, υπολογίστηκε διαφορά σε ποσοστό 38,7% μεταξύ του μάρτυρα και του ζιζανιοκτόνου S-metolachlor A δόση και διαφορά 36,1% μεταξύ αυτού και της B δόσης του ζιζανιοκτόνου (Διάγραμμα 3.22).

Επιπρόσθετα, οι τιμή της A δόσης του ζιζανιοκτόνου αυξήθηκε κατά 50,2% από αυτή της 1^{ης} μέτρησης, ενώ της B δόσης κατά 60,1%.



Διάγραμμα 3.22. Αριθμός ταξιανθιών ανά φυτό ρετινολαδιάς στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluzifop-p-butyl) και του μάρτυρα (2η μέτρηση).

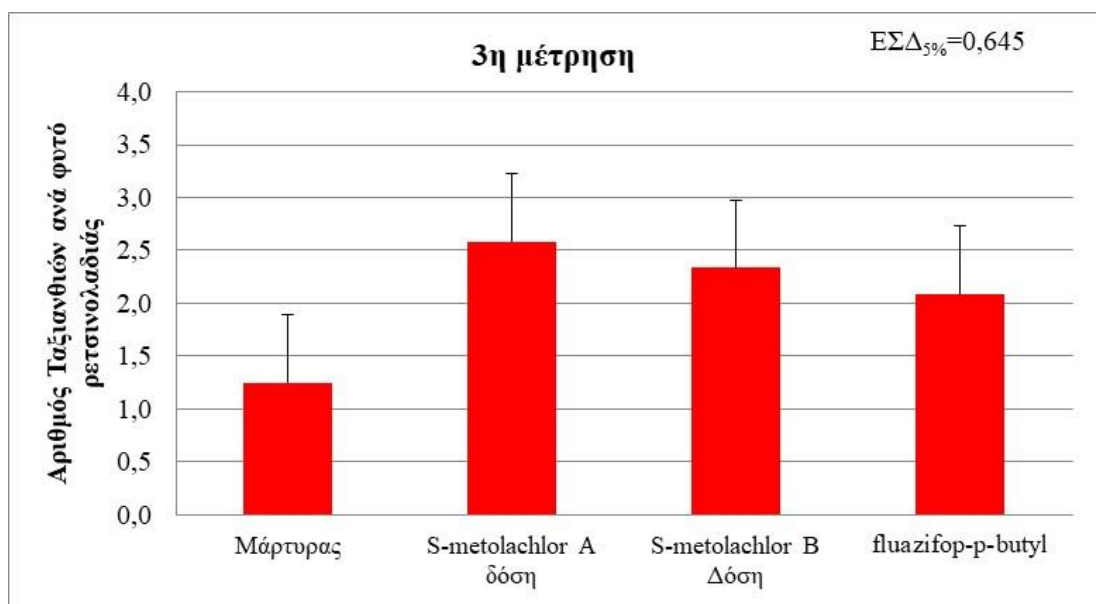
3^η μέτρηση

Η ανάλυση διασποράς στην 3^η μέτρηση που ακολούθησε στις 2 Αυγούστου του 2023 φανέρωσε την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών ($F=9,650$ και $P=0,010$). Ειδικότερα, εφαρμόζοντας τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς ($ΕΣΔ5\%$) εντοπίστηκαν διαφορές ανάμεσα στον μάρτυρα και το προφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο S-metolachlor A δόση ύψους 51,6% και B δόση 46,4%. Συγχρόνως, και το μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο fluzifop-p-butyl διέφερε στατιστικά από τον μάρτυρα, με τη τιμή να είναι μεγαλύτερη κατά 40% στη μεταχείριση του ζιζανιοκτόνου (Διάγραμμα 3.23).

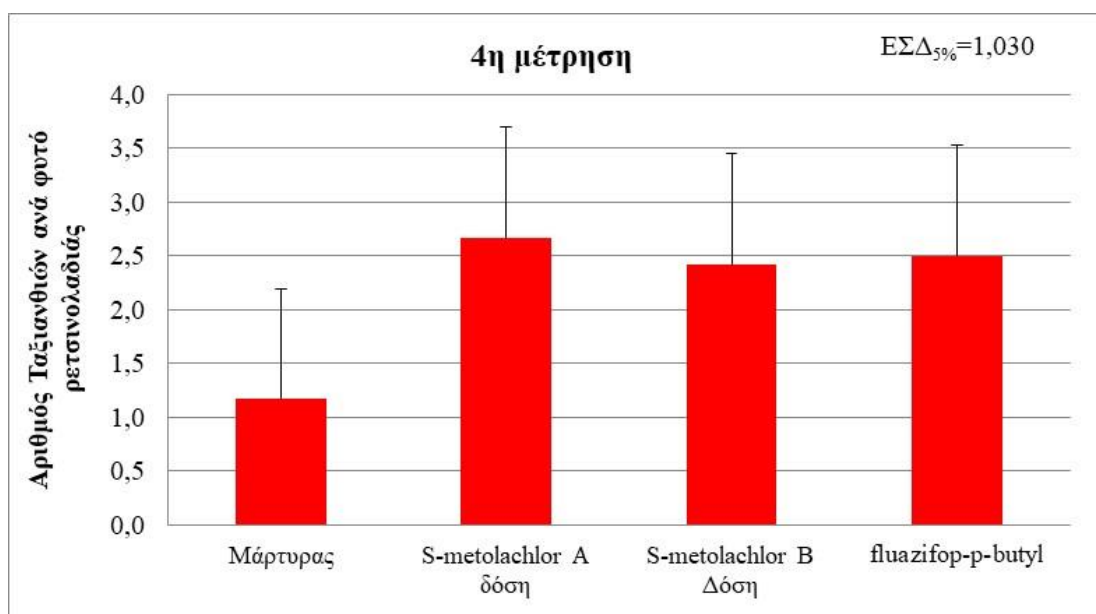
4^η μέτρηση

Στις 30 Αυγούστου του 2023 έλαβε χώρα η τελευταία μέτρηση, της οποίας η ανάλυση διασποράς φανέρωσε στατιστικά σημαντικές διαφορές ($F=5,353$ και $P=0,039$). Πιο συγκεκριμένα, υπήρξαν διαφορές ύψους 56,2% ανάμεσα στον μάρτυρα και τη μεταχείριση S-metolachlor A δόση και 51,7% μεταξύ μάρτυρα και S-

metolachlor B δόση. Επιπρόσθετα, σημαντική ήταν και η διαφορά που εντοπίστηκε μεταξύ του ζιζανιοκτόνου fluazifop-p-butyl και του μάρτυρα (Διάγραμμα 3.24). Επιπλέον παρατηρείται αύξηση της τιμής του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου κατά 60% από εκείνη που είχε καταγραφεί στην 1η μέτρηση.



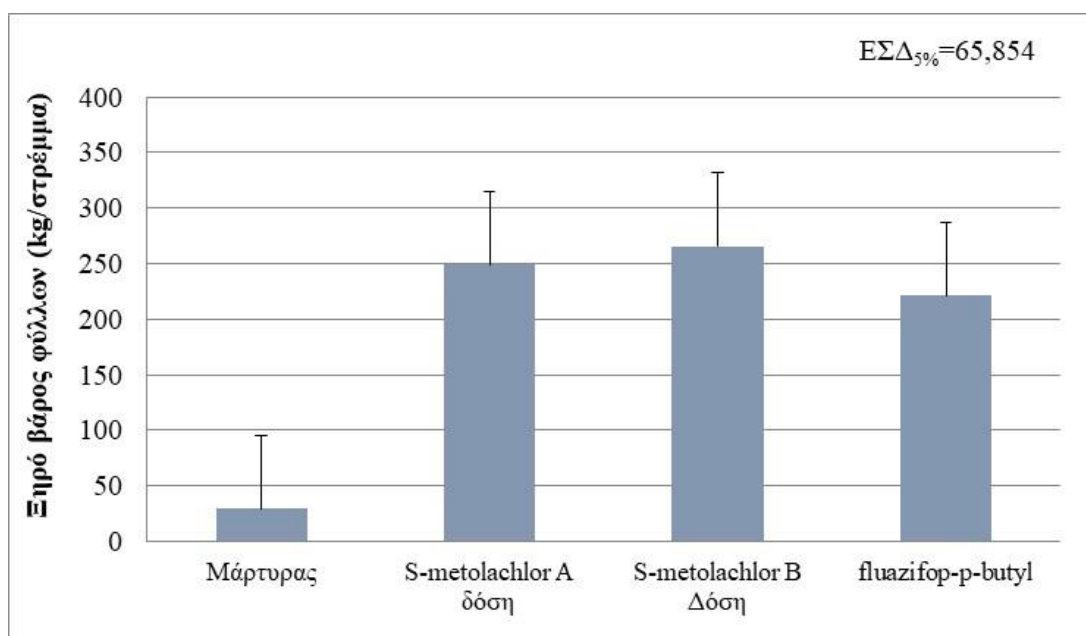
Διάγραμμα 3.23. Αριθμός ταξιανθιών ανά φυτό ρετινολαδιάς στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα (3η μέτρηση).



Διάγραμμα 3.24. Αριθμός ταξιανθιών ανά φυτό ρετινολαδιάς στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα (4η μέτρηση).

3.7 Ξηρό βάρος φύλλων

Για το ξηρό βάρος των φύλλων των φυτών της ρετινολαδιάς, υπολογίστηκαν στις 30 Αυγούστου του 2023 τιμές από 29,3 kg/στρέμμα έως 265,7 kg/στρέμμα με την πρώτη να αντιστοιχεί στο τεμάχιο του μάρτυρα και τη δεύτερη σε εκείνο που εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο S-metolachlor B δόση. Από τη δοκιμασία της Ελάχιστης Στατιστικής Διαφοράς (ΕΣΔ5%) προέκυψαν στατιστικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα με των μεταχειρίσεων των ζιζανιοκτόνων, και όχι μεταξύ των ζιζανιοκτόνων ($F=33,116$ και $P<0,001$) (Διάγραμμα 3.21). Σύμφωνα με το παρακάτω διάγραμμα, διακρίνεται μεγάλη απόκλιση ύψους 89% του ξηρού βάρους των φύλλων των φυτών του μάρτυρα από αυτό του S-metolachlor B δόση.

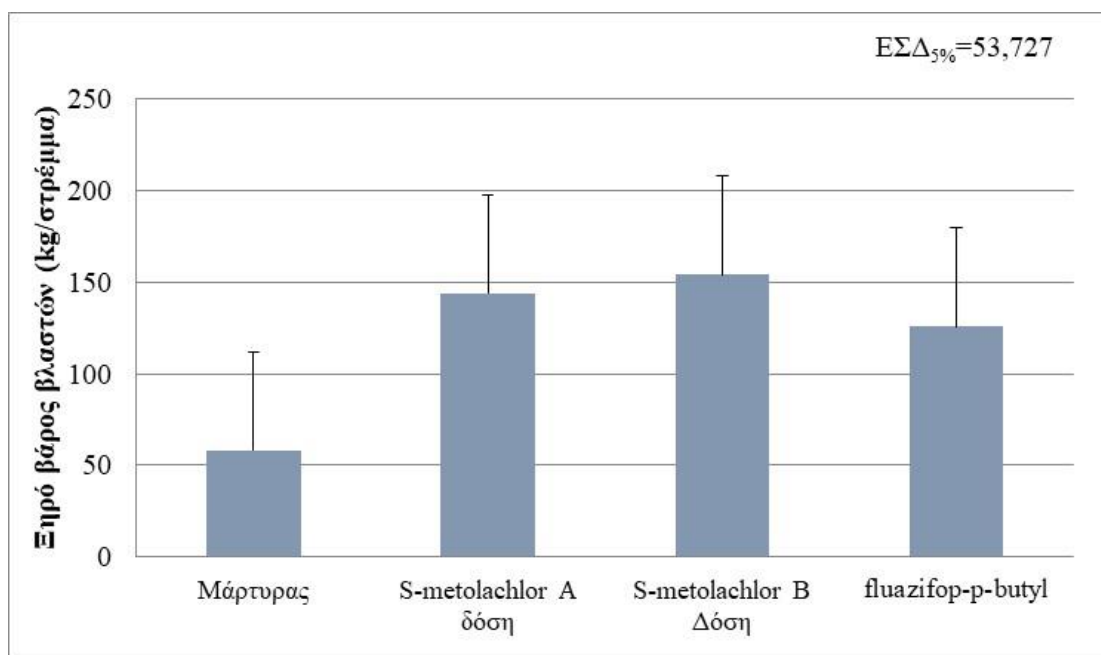


Διάγραμμα 3.21. Ξηρό βάρος φύλλων (kg/στρέμμα) των φυτών της ρετινολαδιάς στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα.

3.8 Ξηρό βάρος βλαστών

Η ανάλυση διασποράς στη μέτρηση του ξηρού βάρους των βλαστών των φυτών της ρετινολαδιάς στις 30 Αυγούστου του 2023, φανέρωσε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($F=7,716$ και $P=0,018$). Εν συνεχεία, η δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ5%) υπέδειξε και εδώ σαφείς διαφορές ανάμεσα στον μάρτυρα και τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις (Διάγραμμα 3.22). Ειδικότερα, το S-

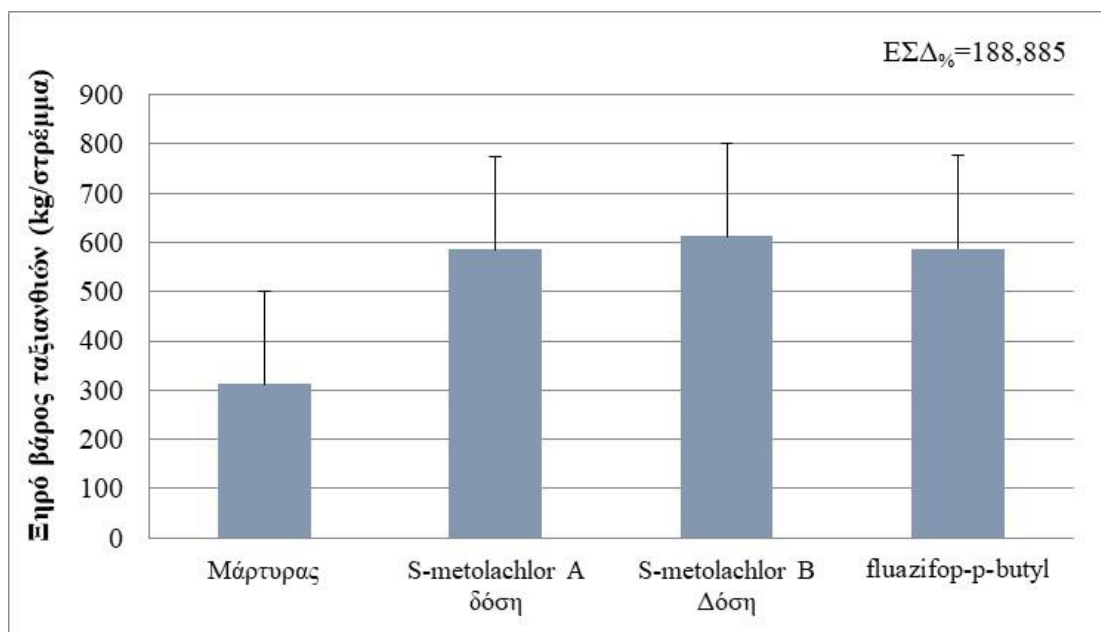
metolachlor A και B δόση διέφεραν κατά 59,5% και 62,2% αντίστοιχα από τον μάρτυρα, ενώ το fluazifop-p-butyl κατά 53,6%. Μεταξύ όλων των άλλων μεταχειρίσεων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.



Διάγραμμα 3.22. Ξηρό βάρος βλαστών (kg/στρέμμα) των φυτών της ρετινολαδίας στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα.

3.9 Ξηρό βάρος ταξιανθιών

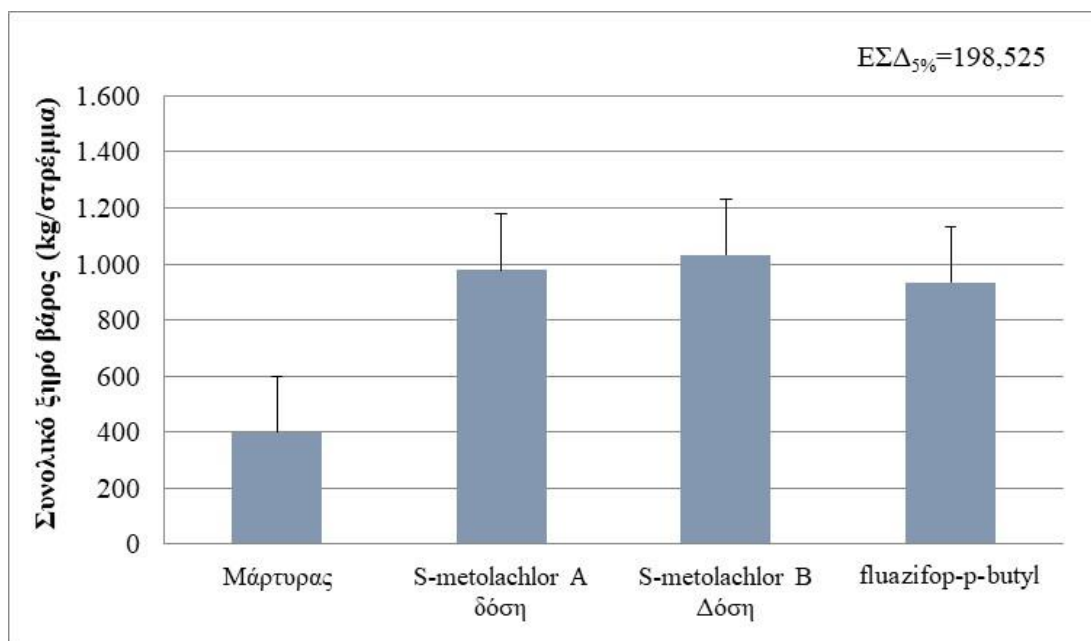
Κατά τη μέτρηση του ξηρού βάρους των ταξιανθιών των φυτών στις 30 Αυγούστου του 2023, λήφθηκαν τιμές που κυμαίνονται από 312,1 kg/στρέμμα (μάρτυρας) έως και 613,0 kg/στρέμμα (S-metolachlor B δόση). Στατιστικά σημαντικές διαφορές προέκυψαν από τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ5%) που διεξήχθη μετά την ανάλυση της διασποράς ($F=6,790$ και $P=0,023$). Πιο συγκεκριμένα, ο μάρτυρας απέκλινε κατά 46,8% από την A δόση του ζιζανιοκτόνου S-metolachlor και κατά 49,1% από την B δόση του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (Διάγραμμα 3.23).



Διάγραμμα 3.23. Ξηρό βάρος ταξιανθιών (kg/στρέμμα) των φυτών της ρετσινολαδιάς στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα.

3.10 Συνολικό ξηρό βάρος

Την ίδια ημέρα με τις άνωθεν μετρήσεις υπολογίστηκε και το συνολικό ξηρό βάρος, με τη μεγαλύτερη τιμή να αντιστοιχεί στο τεμάχιο του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου S-metolachlor B δόση (1032,9 kg/στρέμμα) και τη μικρότερη στο τεμάχιο του μάρτυρα (399,8 kg/στρέμμα). Παράλληλα, με βάση τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ5%) προκύπτουν διαφορές σε στατιστικό επίπεδο ($F=26,249$ και $P<0,001$) ανάμεσα στον μάρτυρα και τις μεταχειρίσεις (Διάγραμμα 3.24). Αναλυτικότερα, το ποσοστό απόκλισης του μάρτυρα από το S-metolachlor B δόση βρέθηκε 61,3%, από το S-metolachlor A δόση 59,2% και από το fluazifop-p-butyl 57,2%. Μεταξύ όλων των ζιζανιοκτόνων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.



Διάγραμμα 3.24. Συνολικό ξηρό βάρος (kg/στρέμμα) των φυτών της ρετσινολαδιάς στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα.

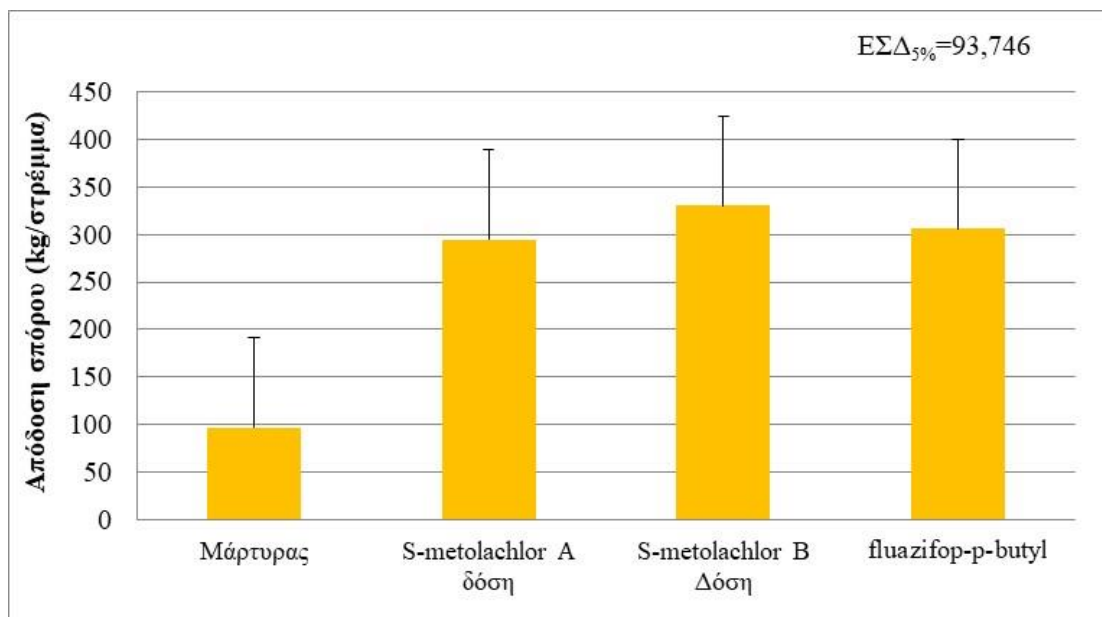
3.11 Απόδοση σπόρου

Κατά την ανάλυση των δεδομένων της απόδοσης του σπόρου δεν καταγράφηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ζιζανιοκτόνων του πειράματος, αλλά μεταξύ του μάρτυρα με την B δόση του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου S-metolachlor και με το μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο fluazifop-p-butyl ($F=15,801$ και $P=0,003$) (Διάγραμμα 3.25). Την υψηλότερη τιμή απόδοσης εμφάνισε η μεταχείριση S-metolachlor B δόση (330,0 kg/στρέμμα) ενώ τη χαμηλότερη ο μάρτυρας (97,0 kg/στρέμμα). Οι τιμές των άλλων δύο μεταχειρίσεων (S-metolachlor A δόση και fluazifop-p-butyl) διέφεραν μεταξύ τους κατά 3,6%.

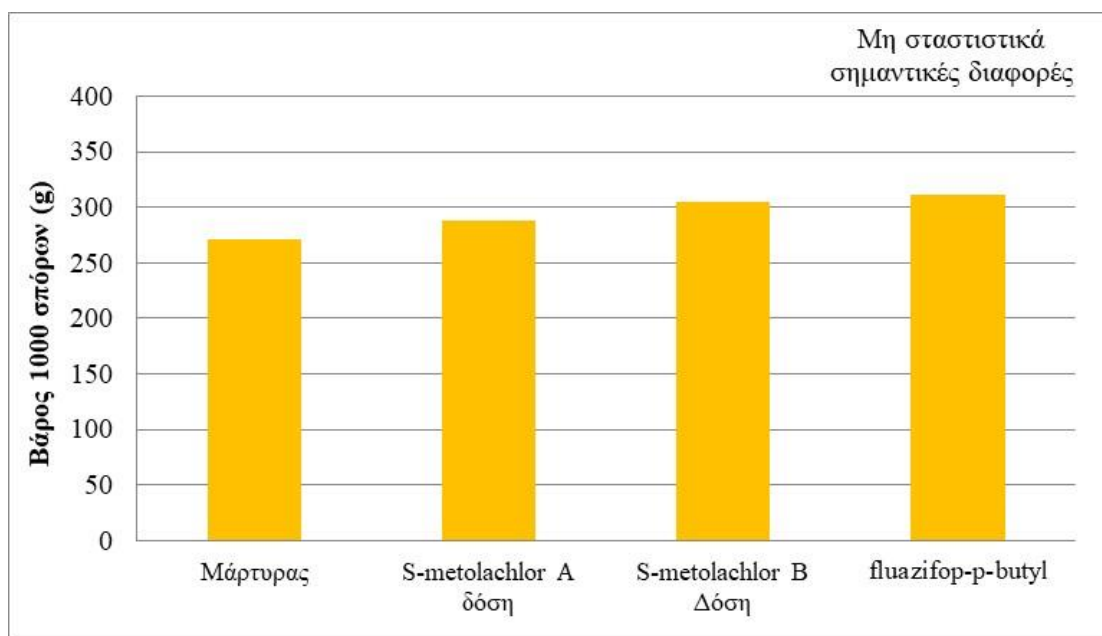
3.12 Βάρος 1000 σπόρων

Δεν εντοπίστηκαν στατιστικές διαφορές ως προς τη μέτρηση του βάρους των 1000 σπόρων μεταξύ των ζιζανιοκτόνων και του μάρτυρα ($F=3,700$ και $P=0,081$) (Διάγραμμα 3.26). Οι τιμές που λήφθηκαν κυμαίνονται από 271,1 g έως 311,4 g, με τη μικρότερη να αντιστοιχεί στο τεμάχιο μάρτυρα και τη μεγαλύτερη σε αυτό που

εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο fluazifop-p-butyl. Οι τιμές αυτών των μεταχειρίσεων διέφεραν σε ποσοστό 12,9%.



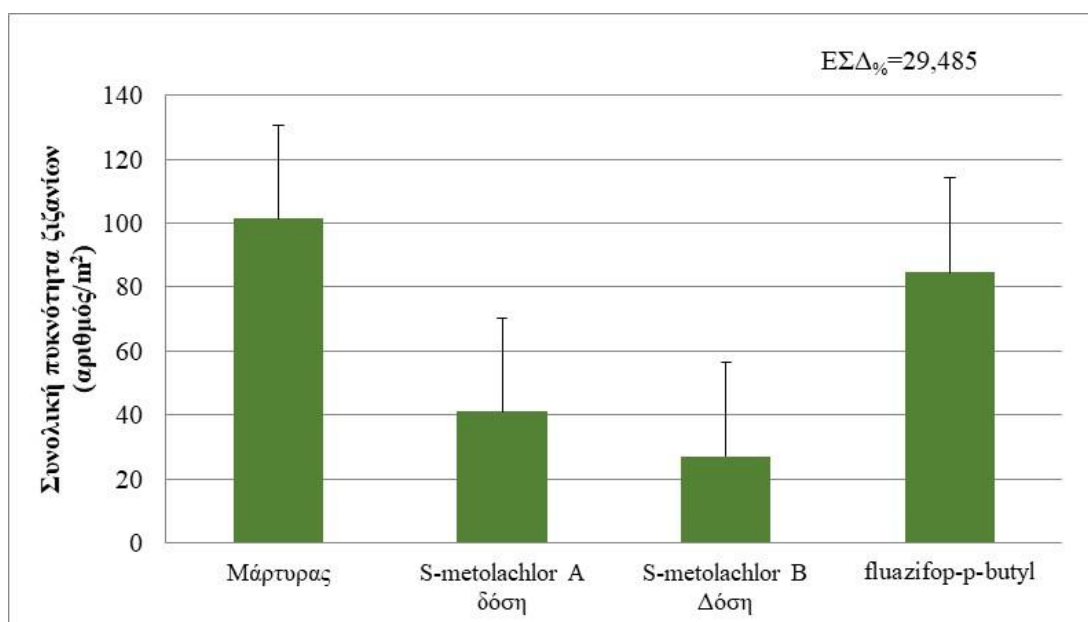
Διάγραμμα 3.25. Απόδοση σπόρου (kg/στρέμμα) των φυτών της ρετινολαδιάς στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα.



Διάγραμμα 3.26. Βάρος 1000 σπόρων (g) των φυτών της ρετινολαδιάς στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα.

3.13 Συνολική πυκνότητα ζιζανίων

Τα αποτελέσματα της συνολικής πυκνότητας των ζιζανίων με βάση την ανάλυση διασποράς έδειξαν διαφορές μεταξύ του ζιζανιοκτόνου S-metolachlor (A και B δόση) και του μάρτυρα ($F=17,070$ και $P=0,002$) (Διάγραμμα 3.27). Ωστόσο, δεν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και του ζιζανιοκτόνου fluazifop-p-butyl αλλά ούτε και μεταξύ του S-metolachlor A δόση και S-metolachlor B δόση. Η υψηλότερη τιμή πυκνότητας ζιζανίων που καταγράφηκε ήταν 101,3 φυτά ανά m^2 στο τεμάχιο με τον μάρτυρα, ενώ η χαμηλότερη 27,0 φυτά ανά m^2 σε αυτό του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου S-metolachlor B δόση, με τις δύο μεταχειρίσεις να αποκλίνουν κατά 73,3%.

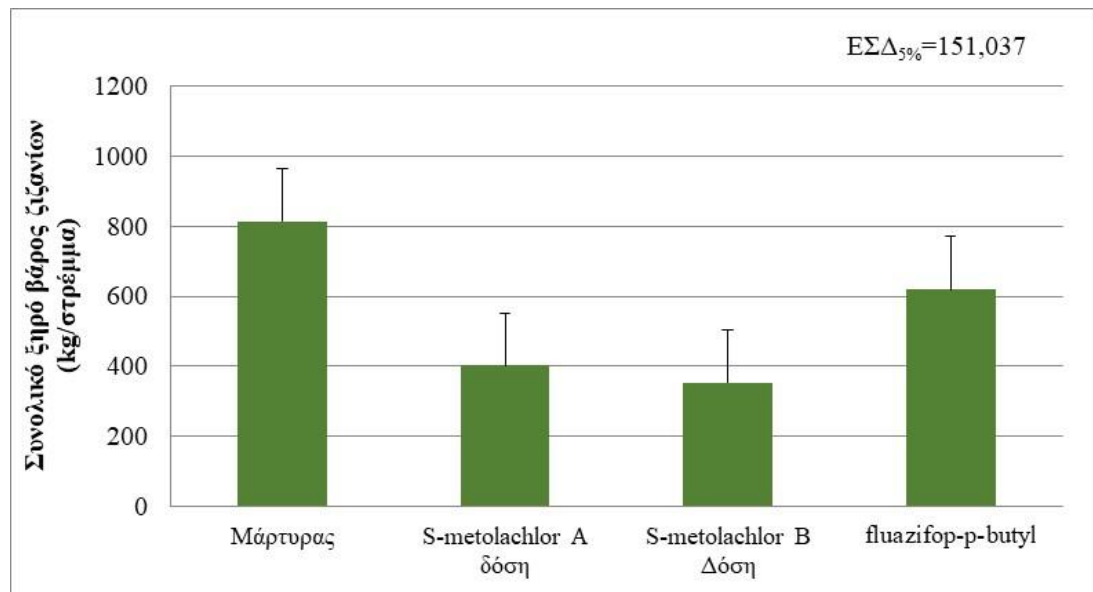


Διάγραμμα 3.27. Συνολική πυκνότητα ζιζανίων (αριθμός/ m^2) στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα.

3.14 Συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων

Η ανάλυση διασποράς στη μέτρηση του συνολικού ξηρού βάρους των ζιζανίων είχε σαν αποτέλεσμα την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των ζιζανιοκτόνων και του μάρτυρα, ενώ δεν υπήρξε κάποια διαφορά μεταξύ των δύο δόσεων του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου ($F=23,756$ και $P<0,001$) (Διάγραμμα 3.28). Ειδικότερα, η ποσοστιαία διαφορά του μάρτυρα από τις μεταχειρίσεις S-metolachlor A

και B δόση και fluazifop-p-butyl ήταν 50,8%, 56,7% και 24% αντίστοιχα. Η μεγαλύτερη τιμή του συνολικού ξηρού βάρους των ζιζανίων καταγράφηκε στα τεμάχια του μάρτυρα.



Διάγραμμα 3.28. Συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων (kg/στρέμμα) στις μεταχειρίσεις του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (S-metolachlor A και B δόση), του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου (fluazifop-p-butyl) και του μάρτυρα.

Κεφάλαιο 4^ο: Συζήτηση και Συμπεράσματα

4.1 Εκλεκτικότητα μεταφυτρωτικού (fluazifop-p-butyl) και προφυτρωτικού (S-metolachlor) ζιζανιοκτόνου στην καλλιέργεια της ρετσινολαδιάς

Βάσει των άνωθεν αποτελεσμάτων της παρούσας πτυχιακής εργασίας γίνεται κατανοητό ό,τι τα ζιζανιοκτόνα δεν επηρέασαν την πυκνότητα της καλλιέργειας της ρετσινολαδιάς καθώς καταγράφηκαν παρόμοιες τιμές τόσο μεταξύ τους όσο και με τον μάρτυρα. Η πυκνότητα που βρέθηκε ότι είναι ελάχιστα μεγαλύτερη από τις υπόλοιπες ανήκει στο τεμάχιο που πραγματοποιήθηκε η εφαρμογή του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου fluazifop-p-butyl (Εικόνα 4.1). Το S-metolachlor A δόση που έφερε τη μικρότερη τιμή πυκνότητας διέφερε κατά 3,8% από αυτό (Εικόνα 4.2). Όπως και στο παρόν πείραμα, που καμία εφαρμογή ζιζανιοκτόνου δεν αποδείχθηκε τοξική στη ρετσινολαδιά, έτσι και σε αυτό των Mascarenhas et al. (2010) αρκετά ζιζανιοκτόνα όπως το fluazifop-p-butyl, το sethoxydim και το S-metolachlor δεν προκάλεσαν συμπτώματα φυτοτοξικότητας.



Εικόνα 4.1. Πυκνότητα καλλιέργειας σε αγροτεμάχιο όπου εφαρμόστηκε το μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο fluazifop-p-butyl (04/07/2023).



Εικόνα 4.2. Πυκνότητα καλλιέργειας σε αγροτεμάχιο όπου εφαρμόστηκε το προφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο S-metolachlor A δόση (04/07/2023).

Αναφορικά με τον αριθμό των φύλλων της ρετσίνολαδιάς, τη διάμετρο των βλαστών, το ύψος των φυτών, τον αριθμό ταξιανθιών και την συγκέντρωση χλωροφύλλης, η επέμβαση με ζιζανιοκτόνο S-metolachlor A δόση κατείχε τις μέγιστες τιμές, ενώ ο μάρτυρας τις ελάχιστες.

Ως προς το ξηρό βάρος των φύλλων, βλαστών και ταξιανθιών των φυτών σημειώθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις 4 επεμβάσεις που έλαβαν χώρα. Ο μάρτυρας κατέγραψε τις ελάχιστες τιμές αυτών, σε αντίθεση με το ζιζανιοκτόνο S-metolachlor B δόση που είχε τις μέγιστες. Μεταξύ των τριών επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων δεν υπήρξαν διαφορές στατιστικά σημαντικές.

Η μέγιστη απόδοση του σπόρου βρέθηκε στα τεμάχια όπου είχε εφαρμοστεί η B δόση του S-metolachlor και η μικρότερη στα τεμάχια του μάρτυρα, ενώ οι τιμές των άλλων δύο επεμβάσεων δεν διέφεραν ιδιαίτερα μεταξύ τους. Η ποσοστιαία διαφορά στην απόδοση του μάρτυρα και της B δόσης του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου υπολογίστηκε ίση με 70,6%. Άλλα ζιζανιοκτόνα που, με βάση τα δεδομένα των πειραμάτων των Sofiati et al. (2012), αποδείχθηκαν ότι αύξησαν την απόδοση του

σπόρου της ρετινολαδιάς (1207 kg/ha) είναι τα clomazone, pendimethalin και trifluralin που επίσης εφαρμόστηκαν προφυτρωτικά.

4.2 Εκτίμηση της αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων στα ζιζάνια

Την αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων έναντι των ζιζανίων του τρέχοντος πειράματος φανέρωσαν οι μετρήσεις της συνολικής πυκνότητας και του συνολικού ξηρού βάρους αυτών. Αναλυτικότερα, και στις δυο παραμέτρους, εντοπίστηκαν σημαντικές αποκλίσεις σε στατιστικό επίπεδο μεταξύ των ζιζανιοκτόνων και του μάρτυρα. Όσον αφορά την πυκνότητα των ζιζανίων, πιο αποτελεσματικό αποδείχθηκε το προφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο S-metolachlor όταν εφαρμόστηκε στη B δόση, το οποίο ωστόσο δεν απέκλινε σε μεγάλο βαθμό από τη μεταχείριση S-metolachlor A δόση (Εικόνα 4.3). Ομοίως, το ίδιο ζιζανιοκτόνο σημείωσε τις χαμηλότερες τιμές κατά τον υπολογισμό του ξηρού βάρους των ζιζανίων, ενώ το τεμάχιο του μάρτυρα ήταν εκείνο με τις υψηλότερες τιμές και στις δύο περιπτώσεις. Από την άλλη, στο fluazifop-p-butyl η πυκνότητα των ζιζανίων και το ξηρό τους βάρος ήταν σε υψηλότερα επίπεδα έναντι των μεταχειρίσεων του S-metolachlor, όμως σε χαμηλότερα επίπεδα σε σχέση με τον μάρτυρα.



Εικόνα 4.3. Πυκνότητα ζιζανίων σε αγροτεμάχιο όπου εφαρμόστηκε το προφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο S-metolachlor B δόση (15/06/2023).

Ένα από τα κυριότερα ζιζάνια που εντοπίστηκαν στην καλλιέργεια κατά τη διεξαγωγή του πειράματος ήταν ο βέλιουρας, ο οποίος και καταπολεμήθηκε με εφαρμογή του μεταφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου fluazifop-p-butyl. Το ζιζανιοκτόνο παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές έναντι των μεταχειρίσεων S-metolachlor

Α και Β δόση. Είναι σημαντικό να σημειωθεί, ότι στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο fluazifop-p-butyl τα φύλλα του βέλιουρα μεταχρωματίστηκαν σε ερυθρά, χαρακτηριστικό γνώρισμα της δράσης του ζιζανιοκτόνου (Εικόνα 4.4). Λαμβάνοντας υπόψιν και το πείραμα των Chifan et al. (2019) στην καλλιέργεια του ηλίανθου, το fluazifop-p-butyl αποδείχθηκε αποτελεσματικό κατά του βέλιουρα με ποσοστό αποτελεσματικότητας 86% με 90,5%, έπειτα των ζιζανιοκτόνων clethodim και cycloxydim που είχαν αποτελεσματικότητα 99,5%. Υψηλή αποτελεσματικότητα διάφορων αγρωστοδοκτόνων ζιζανιοκτονων (π.χ. fluazifop-p-butyl, quizalofop-p-ethyl sethoxydim και haloxyfop) έναντι του βέλιουρα έδειξαν και άλλες έρευνες των Bridges και Chandler (1987) με μέγιστη αποτελεσματικότητα καταπολέμησης του συγκεκριμένου ζιζανίου 99% σε καλλιέργεια βαμβακιού, των Banks και Bundschuh (1989) με ποσοστό αποτελεσματικότητας 90-100% σε καλλιέργεια σόγιας και των Karkanis et al. (2022) με ποσοστό αποτελεσματικότητας μεγαλύτερο από 80% σε καλλιέργεια ηλίανθου.



Εικόνα 4.4. Πυκνότητα ζιζανίων και ερυθρόχρωα φύλλα βέλιουρα σε αγροτεμάχιο όπου έλαβε χώρα η εφαρμογή του μεταφντρωτικού ζιζανιοκτόνου fluazifop-p-butyl (09/06/2023).

Σε ό,τι αφορά το ζιζανιοκτόνο S-metolachlor ανεξάρτητα της δόσης εφαρμογής Α και Β δόση αποδείχθηκε αποτελεσματικό για την καταπολέμηση πλατύφυλλων

ζιζανίων που εντοπίστηκαν στα αντίστοιχα τεμάχια κατά τη διεξαγωγή του πειράματος όπως είναι ο στύφνος, η λουβουδιά και το βλήτο. Επιπροσθέτως, καμία από τις δόσεις του συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου δεν προκάλεσε τοξικότητα στα καλλιεργούμενα φυτά. Αυτό επιβεβαιώνεται και από τα πειράματα των Grichar et al. (2015) που απέδειξαν ότι το ζιζανιοκτόνο S-metolachlor αλλά και τα acetochlor, clomazone, pendimethalin, τα οποία εφαρμόζονται εξίσου προφυτρωτικά, συμπεριφέρονται θετικά έναντι του φυτού της ρετινολαδιάς χωρίς να προκαλούν φυτοτοξικότητα σε αυτά.

4.3 Συμπεράσματα

Όλα τα άνωθεν αποτελέσματα συνέβαλαν στη διεξαγωγή ορισμένων χρήσιμων συμπερασμάτων σχετικά με την εκλεκτικότητα των ζιζανιοκτόνων. Τα κύρια συμπεράσματα είναι τα κάτωθι:

- Τα ζιζανιοκτόνα S-metolachlor και fluazifop-p-butyl δεν επηρέασαν την πυκνότητα της καλλιέργειας της ρετινολαδιάς.
- Κανένα από τα ζιζανιοκτόνα δεν προκάλεσε τοξικότητα στο φυτό της ρετινολαδιάς.
- Στα τεμάχια όπου πραγματοποιήθηκε εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου S-metolachlor B δόση παρατηρήθηκε η μικρότερη συνολική πυκνότητα και το μικρότερο συνολικό ξηρό βάρος των ζιζανίων, ενώ στον μάρτυρα το αντίθετο.
- Το μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο fluazifop-p-butyl αποδείχθηκε το πιο αποτελεσματικό για την καταπολέμηση του πολυετούς αγρωστώδους ζιζανίου, βέλιουρα (*Sorghum halepense*).
- Η απόδοση σπόρου και το συνολικό ξηρό βάρος των φυτών βρέθηκαν υψηλότερα στα τεμάχια του S-metolachlor B δόση, ενώ χαμηλότερα σε αυτό του μάρτυρα.
- Στο βάρος 1000 σπόρων δεν καταγράφηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, με τη μεγαλύτερη τιμή να καταγράφεται στο μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο fluazifop-p-butyl.

Καταλήγουμε, λοιπόν, στο συμπέρασμα ότι η εφαρμογή του προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου S-metolachlor στη μέγιστη δόση του (B) ανέδειξε αυξημένη αποτελεσματικότητα στον έλεγχο των ζιζανίων, γεγονός που συνέβαλε στη βέλτιστη

απόδοση της καλλιέργειας της ρετσινολαδιάς. Είναι σκόπιμο βέβαια, τα ζιζανιοκτόνα που μελετήθηκαν σε αυτό το πείραμα να εξεταστούν σε ποικίλες εδαφοκλιματικές συνθήκες, προκειμένου να διερευνηθεί σε βάθος η εκλεκτικότητά τους ως προς τη συγκεκριμένη καλλιέργεια.

Βιβλιογραφία

Ξένη βιβλιογραφία

- Achigan-Dako, E., Sogbohossou, O.E., and Maundu, P. 2014. Current knowledge on *Amaranthus* spp.: research avenues for improved nutritional value and yield in leafy amaranths in sub-Saharan Africa. *Euphytica*, 197, 303-317.
- Anderson, W.P. 1999. Perennial weeds: characteristics and identification of selected herbaceous species. Wiley-Blackwell; 1st edition (December 9, 1999). pp. 240.
- Anjani, K.J.I.C. 2012. Castor genetic resources: A primary gene pool for exploitation. *Industrial Crops and Products*, 35(1), 1-14.
- Babita, M., Maheswari, M., Rao, L. M., Shanker, A. K., and Rao, D. G. 2010. Osmotic adjustment, drought tolerance and yield in castor (*Ricinus communis* L.) hybrids. *Environmental and Experimental Botany*, 69(3), 243-249.
- Banks, P.A., and Bundschuh, S.A. 1989. Johnsongrass control in conventionally tilled and no-tilled soybean with foliar-applied herbicides. *Agronomy Journal*, 81(5), 757-760.
- Blankenship, C.D., Jennings, K.M., Monks, D.W., Meyers, S.L., Jordan, D.L., Schultheis, J.R., Suchoff, D.H., Moore, L.D., and Ippolito, S.J. 2024. Effect of S-metolachlor and flumioxazin herbicides on sweetpotato treated with and without activated charcoal applied through transplant water. *Weed Technology*, 38(e50), 1-4.
- Bradberry, S. 2016. Ricin and abrin. *Medicine*, 44(2), 109-110.
- Brankov, M., Simić, M., Tabaković, M., Vukadinović, J., Djuric, N., Branković-Radojčić, D., and Dragičević, V. 2022. Weed management practices for redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) and smooth pigweed (*A. hybridus* L.) control in maize. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 82(4), 611-618.
- Bridges, D.C., and Chandler, J.M. 1987. Effect of herbicide and weed height on johnsongrass (*Sorghum halepense*) control and cotton (*Gossypium hirsutum*) yield. *Weed Technology*, 1(3), 207-211.
- ChemSrc, 2024. Ricinoleic acid. https://www.chemsrc.com/en/cas/141-22-0_1027329.html (Πρόσβαση στις 14 Ιανουαρίου του 2025).

- Chen, G. Q., He, X., Liao, L. P., and McKeon, T. A. 2004. 2S albumin gene expression in castor plant (*Ricinus communis* L.). Journal of the American Oil Chemists' Society, 81, 867-872.
- Chifan, R., Ramona, Ș., and Ioana, G. 2019. The cyclohexanediones effect on the *Sorghum halepense* control in the sunflower agroecosystem. Research Journal of Agricultural Science, 51(4), 262-272.
- Costa, AG.F., Sofiatti, V., Maciel, C.D.D.G., Poletine, J.P., and Sousa, J.I.D. 2014. Weed management strategies for castor bean crops. Acta Scientiarum. Agronomy, 36, 137-145.
- EPA, 2025a. EPA United States Environmental Protection Agency. <https://comptox.epa.gov/dashboard/chemical/details/DTXSID0034855> (Πρόσβαση στις 14 Φεβρουαρίου του 2025).
- EPA, 2025b. EPA United States Environmental Protection Agency. <https://comptox.epa.gov/dashboard/chemical/details/DTXSID501017809> (Πρόσβαση στις 14 Φεβρουαρίου του 2025).
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2024. FAOSTAT database. <https://www.fao.org/faostat/en/> (Πρόσβαση στις 4 Ιανουαρίου του 2025).
- Grichar, W.J., Dotray, P.A., and Trostle, C.L. 2015. Castor (*Ricinus communis* L.) tolerance and weed control with preemergence herbicides. Industrial Crops and Products, 76, 710-716.
- Iranshahy, M., Javadi, B., Iranshahi, M., Jahanbakhsh, S. P., Mahyari, S., Hassani, F. V., and Karimi, G. 2017. A review of traditional uses, phytochemistry and pharmacology of *Portulaca oleracea* L. Journal of Ethnopharmacology, 205, 158-172.
- Jena, J., and Gupta, A. K. 2012. *Ricinus communis* Linn: a phytopharmacological review. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 4(4), 25-29.
- Karkanis, A., Nakopoulos, D., Palamioti, C., Giannoulis, K. D., Palamiotis, T., Igoumenos, G., Souipas, S., Liava, V., and Danalatos, N. G. 2022. Effects of post-

- emergence herbicides and period of Johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) control on growth and yield of sunflower crops. *Agronomy*, 12(3), 581.
- Kaur, M., and Kalia, A. 2012. *Convolvulus arvensis*: A useful weed. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 4(1), 38-40.
- Landoni, M., Bertagnon, G., Ghidoli, M., Cassani, E., Adani, F., and Pilu, R. 2023. Opportunities and challenges of castor bean (*Ricinus communis* L.) genetic improvement. *Agronomy*, 13(8), 2076.
- Mandal, S., Vishvakarma, P., Verma, M., Alam, M. S., Agrawal, A., and Mishra, A. 2023. *Solanum nigrum* Linn: an analysis of the Medicinal properties of the plant. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, 14, 1595-1600.
- Mascarenhas, M.H.T., Lara, J.F.R., Karam, D., Araújo, S.G.A., Ferreira, P.C., Freire, F.M., Viana, M.C.V., and Pedrosa, M.W., 2010. Tolerância inicial de plantas de mamoneira a herbicidas aplicados em pré e pós-emergência. XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 19 a 23 de julho de 2010 - Centro de Convenções - Ribeirão Preto – SP, pp. 2230-2235.
- Mrakar, S. G., Turinek, M., Jakop, M., Bavec, M., and Bavec, F. 2009. Nutrition value and use of grain amaranth: potential future application in bread making. *Agricultura*, 6(4), 43-53.
- Mohamed, A.I., and Hussein, A.S. 1994. Chemical composition of purslane (*Portulaca oleracea*). *Plant Foods for Human Nutrition*, 45, 1-9.
- Nahar, K., and Pan, W.L. 2014. Urea fertilization: Effects on growth, nutrient uptake and root development of the biodiesel plant, Castor Bean (*Ricinus communis* L.). *American Journal of Experimental Agriculture*, 5(4), 320-335.
- Ogunniyi, D.S. 2006. Castor oil: a vital industrial raw material. *Bioresource Technology*, 97(9), 1086-1091.
- Park, S.J., Sharma, A., and Lee, H.J. 2020. A review of recent studies on the antioxidant activities of a third-millennium food: *Amaranthus* spp. *Antioxidants*, 9(12), 1236.
- Patel, V.R., Dumancas, G.G., Viswanath, L. C. K., Maples, R., and Subong, B.J.J. 2016. Castor oil: properties, uses, and optimization of processing parameters in commercial production. *Lipid Insights*, 9, LPI-S40233.

- Peerzada, A.M., Ali, H.H., Hanif, Z., Bajwa, A.A., Kebaso, L., Frimpong, D., ... & Chauhan, B.S. 2017. Eco-biology, impact, and management of *Sorghum halepense* (L.) Pers. Biological Invasions, 1-19.
- Pita, R., Anadón, A., and Larrañaga, M. M. 2004. Ricina: una fitotoxina de uso potencial como arma. Revista de Toxicología, 21(2-3), 51-63.
- Rana, M., Dhamija, H., Prashar, B., and Sharma, S. 2012. *Ricinus communis* L.-A review. International Journal of PharmTech Research, 4(4), 1706-1711.
- Saleem, T.M., Chetty, C., Ramkanth, S., Alagusundaram, M., Gnanaprakash, K., Rajan, V. T., and Angalaparameswari, S. 2009. *Solanum nigrum* Linn. - A review. Pharmacognosy Reviews, 3(6), 342-345.
- Scarabel, L., Panozzo, S., Savoia, W., and Sattin, M. 2014. Target-Site ACCase-Resistant Johnsongrass (*Sorghum halepense*) selected in summer dicot crops. Weed Technology, 28(2), 307-315.
- Severino L.S., Auld D.L., Baldanzi M., Cândido M.J.D., Chen G., Crosby W., Xiaohua He T.D., Lakshmamma P., Lavanya C., Machado O.L.T., Mielke Th., Milani M., Miller T.D., Morris J.B., Morse S.A., Navas A.A., Soares D.J., Sofiatti V., Wang M.L., Zanotto M.D. and Zieler H., 2012. A Review on the Challenges for Increased Production of Castor. Agronomy Journal, 104: 853-880.
- Sofiatti, V., Severino, L.S., Silva, F.M.O., Silva, V.N.B. and Brito, G.G., 2012. Pre and postemergence herbicides for weed control in castor crop. Industrial Crops and Products, 37, 235-237.
- Ștefănescu, R., Tero-Vescan, A., Negroiu, A., Aurică, E., and Vari, C.E. 2020. A comprehensive review of the phytochemical, pharmacological, and toxicological properties of *Tribulus terrestris* L. Biomolecules, 10(5), 752.
- Tardío, J., Sánchez-Mata, M. D. C., Morales, R., Molina, M., García-Herrera, P., Morales, P., ... and Boussalah, N. 2016. Ethnobotanical and food composition monographs of selected Mediterranean wild edible plants. In: Sánchez-Mata, M., Tardío, J. (eds) Mediterranean Wild Edible Plants. Springer, New York, NY. pp. 273-470.

- Velez-Gavilan, J. 2024. *Sorghum halepense* (Johnson Grass). CABI Compendium, 50624. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.50624>
- Yin, X., Lu, J., Agyenim-Boateng, K. G., and Liu, S. 2019. Breeding for climate resilience in castor: Current status, challenges, and opportunities. In: Kole, S., (eds) Genomic designing of climate-smart oilseed crops. Springer Nature Switzerland AG. pp. 441-498.
- Zhou, Y.X., Xin, H.L., Rahman, K., Wang, S.J., Peng, C., and Zhang, H. 2015. *Portulaca oleracea* L.: A review of phytochemistry and pharmacological effects. BioMed Research International, 2015(1), 925631.

Ελληνική βιβλιογραφία

- Ζιώγας, Β.Ν. και Μαρκόγλου, Α.Ν., 2010. Γεωργική Φαρμακολογία: Βιοχημεία, Φυσιολογία, Μηχανισμοί Δράσεις και Χρήσεις των Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων (2η έκδοση). Green Books Publications, Αθήνα. Σελ: 1-872.
- Παπακώστα-Τασοπούλου, Δ., 2013. Βιομηχανικά Φυτά (2η έκδοση). Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη. Σελ: 1-553.