



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

Θέμα Πτυχιακής Εργασίας

«Αξιολόγηση της εκλεκτικότητας των προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων flurochloridone, isoxaflutole και S-metolachlor+terbuthylazine σε καλλιέργεια ρετσινολαδιάς»

Ευθαλία Στούπα



Επιβλέπων Καθηγητής: Ανέστης Καρκάνης (Αναπληρωτής Καθηγητής).

Βόλος, 2024

Θέμα Πτυχιακής Εργασίας: «Αξιολόγηση της εκλεκτικότητας των προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων flurochloridone, isoxaflutole και S-metolachlor+terbuthylazine σε καλλιέργεια ρετινολαδιάς»

Αγγλικός τίτλος:«Selectivity of pre-emergence herbicides flurochloridone, isoxaflutole, and S-metolachlor+terbuthylazine in castor bean crop»

Ευθαλία Στούπα

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

1. Ανέστης Καρκάνης, Αναπληρωτής Καθηγητής, Επιβλέπων
2. Νικόλαος Δαναλάτος, Καθηγητής, Μέλος
3. Κυριάκος Γιαννούλης, Επίκουρος Καθηγητής, Μέλος

Βόλος, 2024

Πρόλογος-Ευχαριστίες

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν η αξιολόγηση της εκλεκτικότητας των προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων flurochloridone, isoxaflutole και S-metolachlor+terbuthylazine σε καλλιέργεια ρετινολαδιάς (*Ricinus communis* L.). Για την εξέταση του συγκεκριμένου θέματος της πτυχιακής εργασίας μου πραγματοποιήθηκε πείραμα πεδίου στο αγρόκτημα του Τμήματος

Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στην εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας. Οφείλω να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες προς τον επιβλέποντα της εργασίας Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Ανέστη Καρκάνη για την ανάθεση του θέματος της πτυχιακής εργασίας, για την καθοδήγηση του και για την πολύτιμη βοήθεια που προσέφερε τόσο για την διεξαγωγή του πειραματικού μέρους όσο για την συγγραφή της παρούσας εργασίας. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Νικόλαο Δαναλάτο και τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Κυριάκο Γιαννούλη, μέλη της Συμβουλευτικής Επιτροπής, για τον χρόνο που διέθεσαν για τη μελέτη και την αξιολόγηση της πτυχιακής εργασίας μου.

Περιεχόμενα

Περίληψη	6
Abstract	7
Κεφάλαιο 1 ^ο : Εισαγωγή	8
1.1. Ρετσινολαδιά: Καταγωγή, καλλιεργούμενες εκτάσεις, χρήσεις και ιδιότητες.....	8
1.2. Βοτανική περιγραφή-Μορφολογικά γνωρίσματα	11
1.3. Είδη ζιζανίων στην καλλιέργεια της ρετσινολαδιάς	12
1.4. Διαχείριση ζιζανίων στην καλλιέργεια της ρετσινολαδιάς	13
1.5. Κύρια ζιζάνια στις ανοιξιάτικες καλλιέργειες στην Ελλάδα	14
1.6. Ζιζανιοκτόνα	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο : Υλικά και Μέθοδοι.....	22
2.1. Πειραματικός Αγρός	22
2.2. Πειραματικό Σχέδιο	22
2.3. Καλλιεργητικά στοιχεία	24
2.3.1. Προετοιμασία εδάφους- Λίπανση-Άρδευση	24
2.3.2. Φυτικό υλικό – Σπορά	25
2.3.3. Εφαρμογή ζιζανιοκτόνων	25
2.3.4. Μετρήσεις.....	26
2.4. Μετεωρολογικά δεδομένα.....	28
2.5. Στατιστική επεξεργασία δεδομένων.....	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο : Αποτελέσματα	30
3.1. Πυκνότητα της καλλιέργειας ρετσινολαδιάς.....	30
3.2. Αριθμός φύλλων του φυτού της ρετσινολαδιάς.....	30
3.3. Διάμετρος Βλαστού της ρετσινολαδιάς	34
3.4. Συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμές SPAD).....	37
3.5. Ύψος φυτού της ρετσινολαδιάς	41
3.6. Ξηρά Βάρη	45

3.6.1. Ξηρό Βάρος Φύλλων	45
3.6.2. Ξηρό Βάρος Βλαστών	46
3.6.3. Ξηρό Βάρος Ταξιανθιών	47
3.6.4. Συνολικό Ξηρό Βάρος	48
3.7. Αριθμός Ταξιανθιών ανά φυτό Ρετσινολαδιάς	49
3.8. Βάρος 1000 σπόρων	52
3.9. Απόδοση σε σπόρο	52
3.10. Συνολικό Ξηρό Βάρος Ζιζανίων	54
3.11. Συνολική Πυκνότητα Ζιζανίων	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο : Συζήτηση	56
4.1. Εκλεκτικότητα των ζιζανιοκτόνων flurochloridone, isoxaflutole και S-metolachlor+terbuthylazine στην καλλιέργεια της ρετσινολαδιάς	56
4.2. Συμπεράσματα	59
Βιβλιογραφία	60

Περίληψη

Η ρετσινολαδιά (*Ricinus communis* L.) είναι ένα ελαιούχο είδος που βρίσκει τεράστια εφαρμογή στην βιομηχανία λόγω των ιδιοτήτων του ελαίου. Η συγκεκριμένη καλλιέργεια παρόλο που είναι ανταγωνιστική έναντι των ζιζανίων, η αλληλεπίδραση μεταξύ των ζιζανίων και των φυτών της καλλιέργειας μειώνει την ανάπτυξη των φυτών καθώς και την παραγωγικότητα της καλλιέργειας. Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν η αξιολόγηση της εκλεκτικότητας των προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων flurochloridone, isoxaflutole και S-metolachlor+terbuthylazine σε καλλιέργεια ρετσινολαδιάς. Για αυτό το λόγο διεξήχθη πείραμα πεδίου στο αγρόκτημα του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο κατά την εαρινή καλλιεργητική περίοδο του έτους 2023. Το πείραμα έγινε σύμφωνα με το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με τέσσερις επεμβάσεις και τρεις επαναλήψεις. Οι πειραματικές επεμβάσεις, που πραγματοποιήθηκαν ήταν οι εξής: 1) σκαλισμένος μάρτυρας, 2) flurochloridone, 3) isoxaflutole και 4) S-metolachlor+terbuthylazine. Τα ζιζανιοκτόνα αυτά εφαρμόστηκαν αμέσως μετά τη σπορά της καλλιέργειας της ρετσινολαδιάς. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα το ζιζανιοκτόνο isoxaflutole προκάλεσε μεγάλη φυτοτοξικότητα μειώνοντας την πυκνότητα και την ανάπτυξη της καλλιέργειας, ενώ τα ζιζανιοκτόνα flurochloridone και S-metolachlor+terbuthylazine δεν επηρέασε την πυκνότητα της καλλιέργειας αλλά και την ανάπτυξη των φυτών. Ακόμη, τα αποτελέσματα φανέρωσαν ότι τη μικρότερη απόδοση σε σπόρο και τις μικρότερες τιμές ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος βρέθηκαν στα πειραματικά τεμάχια που είχε εφαρμοστεί το ζιζανιοκτόνο isoxaflutole, ενώ δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων σκαλισμένος μάρτυρας, flurochloridone και S-metolachlor+terbuthylazine για αυτές τις παραμέτρους. Η μεγαλύτερη απόδοση παρατηρήθηκε για το ζιζανιοκτόνο flurochloridone (337,3 kg/στρέμμα) και η μικρότερη για το isoxaflutole (112,4 kg/στρέμμα). Επίσης, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ζιζανιοκτόνων για το συνολικό ξηρό βάρος των ζιζανίων. Συμπερασματικά, τα ζιζανιοκτόνα flurochloridone και S-metolachlor+terbuthylazine παρουσίασαν εκλεκτικότητα για την καλλιέργεια της ρετσινολαδιάς στο συγκεκριμένο έδαφος που πραγματοποιήθηκε το πείραμα. Όμως χρειάζεται να διεξαχθούν πρόσθετα πειράματα σε εδάφη με διαφορετικές ιδιότητες, σε

περιοχές με διαφορετικές κλιματικές συνθήκες καθώς και με διαφορετικές δόσεις εφαρμογής.

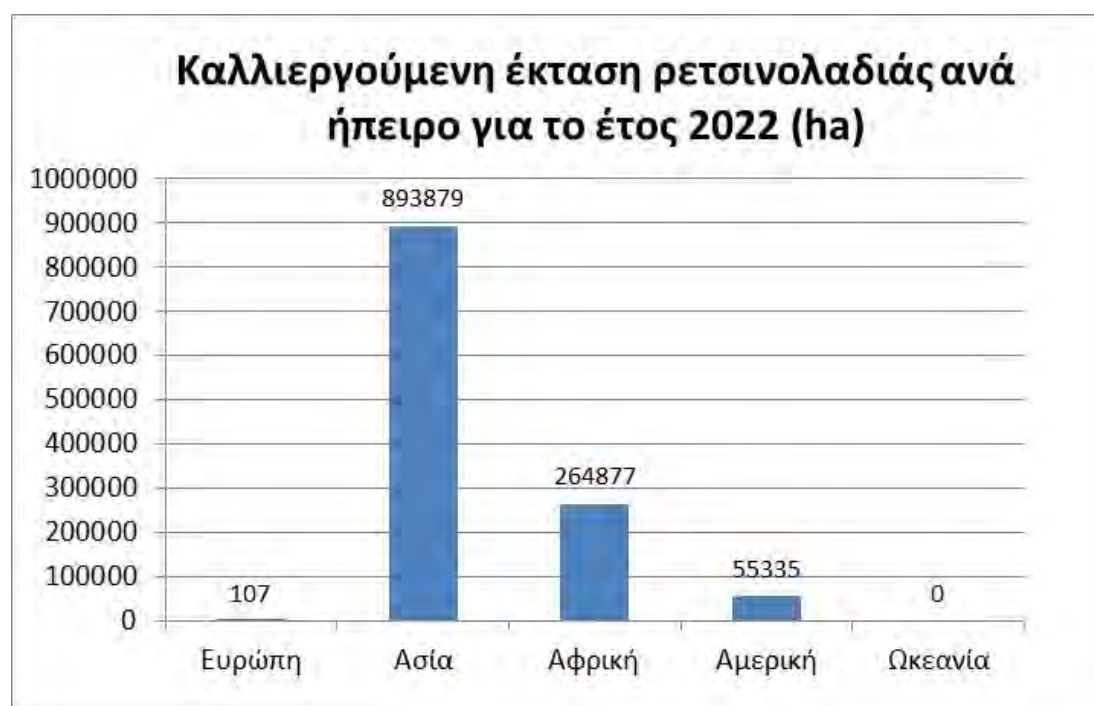
Abstract

Castor bean (*Ricinus communis* L.) is an oilseed plant species that finds several applications in industry due to the properties of the oil. Although this crop is very competitive against weeds, the interaction between weeds and crop plants reduces plant's growth and crop productivity. The purpose of this thesis was to evaluate the selectivity of the preemergence herbicides flurochloridone, isoxaflutole, and S-metolachlor+terbuthylazine in castor bean. Thus, a field experiment was carried out at the farm of the Department of Agriculture, Plant Production and Rural Environment of the University of Thessaly in Velestino during the spring growing season of the year 2023. The experiment was carried out according to the randomized complete block design with four treatments and three replications. The experimental treatments were as follows: 1) weed-free control, 2) flurochloridone, 3) isoxaflutole, and 4) S-metolachlor+terbuthylazine. These herbicides were applied after crop sowing. Our results showed that the herbicide isoxaflutole caused high injury on this crop, reducing both the density and growth of the crop, while the herbicides flurochloridone and S-metolachlor+terbuthylazine did not affect the density of the crop and the growth of the castor bean plants. Also, the results showed that the lowest seed yield and dry weight of crop were found in the experimental plots where the herbicide isoxaflutole had been applied, while for these parameters no statistically significant differences were observed between the treatments weed-free control, flurochloridone, and S-metolachlor+terbuthylazine. The highest yield was observed for the herbicide flurochloridone (3373 kg/ha) and the lowest for isoxaflutole (1124 kg/ha). Moreover, there were no statistically significant differences among the herbicides flurochloridone, isoxaflutole, and S-metolachlor+terbuthylazine for total weed dry weight. In conclusion, the herbicides flurochloridone and S-metolachlor+terbuthylazine showed selectivity for this crop in the soil where the experiment was carried out. However, additional experiments need to be conducted on soils with different texture, in regions with different climatic conditions as well as with different application rates.

Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή

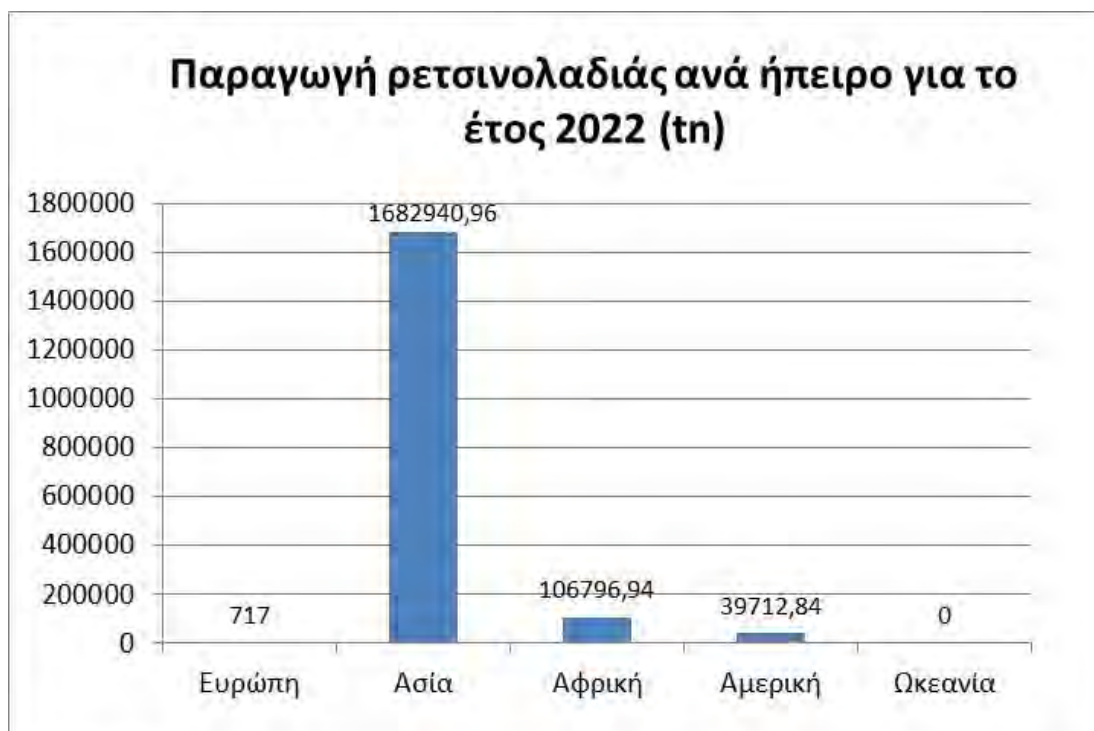
1.1. Ρετσινολαδιά: Καταγωγή, καλλιεργούμενες εκτάσεις, χρήσεις και ιδιότητες

Η ρετσινολαδιά (*Ricinus communis* L.) ανήκει στην οικογένεια Euphorbiaceae. Πρόκειται για ένα ελαιούχο είδος του οποίου οι σπόροι περιέχουν 45-58% έλαιο που βρίσκει εφαρμογή στην ιατρική και τη βιομηχανία (Ahmed et al. 2012). Το *R. communis* πιθανότατα προέρχεται από την Αφρική ή την Ινδία και θεωρείται το αρχαίο ελαιοδοτικό φυτό της Αιγύπτου (Franke et al. 2019). Οι φαρμακευτικές του ιδιότητες έχουν ήδη περιγραφεί από τον 16^ο αιώνα π.Χ. στον Πάπυρο Έμπερς (Franke et al. 2019). Στην Ελλάδα δεν γίνεται συστηματική καλλιέργεια της ρετσινολαδιάς, αν και θα μπορούσε να δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα λόγω του μεσογειακού κλίματος που διαθέτει (Koutroubas et al. 1999). Σύμφωνα με τα δεδομένα του FAO (Διεθνής Οργάνωση Τροφίμων και Γεωργίας) για το έτος 2022 η καλλιεργούμενη έκταση της ρετσινολαδιάς σε όλο τον κόσμο ήταν 1.214.398 ha. Συγκεκριμένα, μεγαλύτερη καλλιεργούμενη έκταση καταλαμβάνει η Ασία με 893.879 ha, ακολουθεί η Αφρική με 264.877 ha, ενώ η Ευρώπη έχει μόνο 107 ha (FAO 2024) (Διάγραμμα 1.1).



Διάγραμμα 1.1. Καλλιεργούμενη έκταση ρετσινολαδιάς σε Ευρώπη, Ασία, Αφρική, Αμερική, Ωκεανία για το έτος 2022 (FAO 2024).

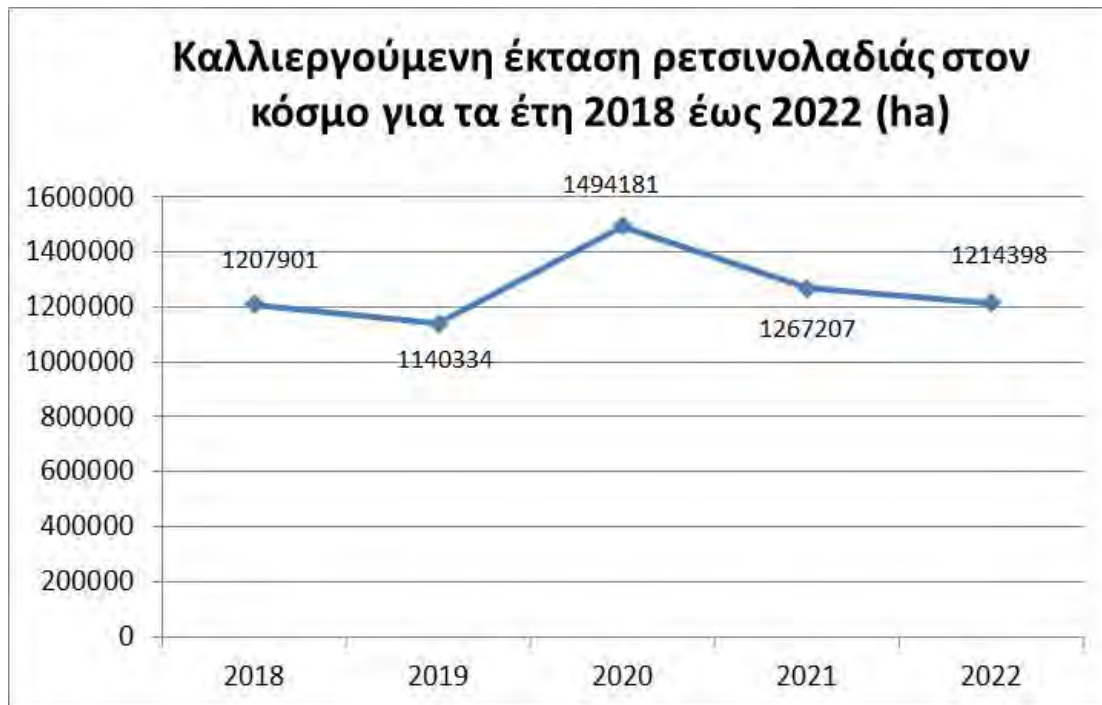
Σύμφωνα με το διάγραμμα 1.2, η Ασία βρίσκεται στην πρώτη θέση παραγωγής ρετσινολαδιάς με 1.682.940,96 tn και η Ευρώπη παράγει 71 tn για το ίδιο έτος (FAO 2024).



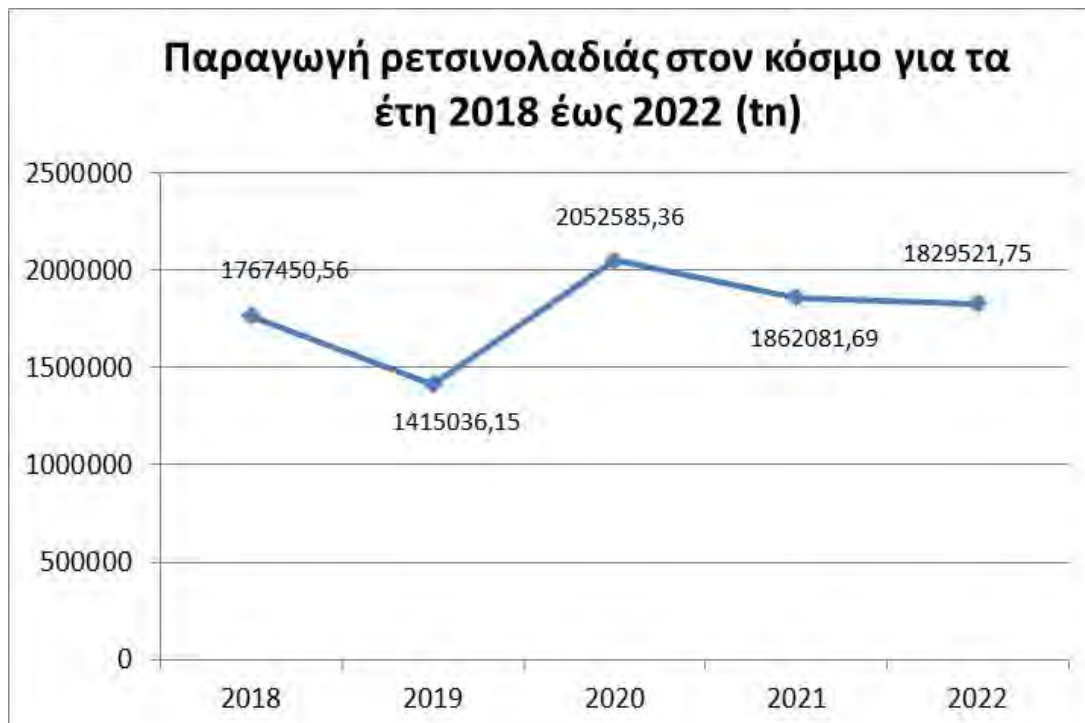
Διάγραμμα 1.2. Παραγωγή ρετσινολαδιάς σε Ευρώπη, Ασία, Αφρική, Ωκεανία για το 2022 (FAO 2024).

Όσον αφορά την καλλιεργούμενη έκταση ρετσινολαδιάς από το 2018 έως το 2022 παρατηρούμε μία αύξηση για το έτος 2020 φτάνοντας τα 1494181 ha, ενώ το προηγούμενο έτος είχε παρουσιάσει τη μικρότερη τιμή (1140334 ha) σε παγκόσμια κλίμακα (FAO 2024) (Διάγραμμα 1.3).

Η ίδια τάση ισχύει και για την παραγωγή της ρετσινολαδιάς στον κόσμο για τα έτη 2018 έως 2022. Το έτος 2020 παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη παραγωγή (2052585,36 tn), ενώ το προηγούμενο έτος ήταν σαφέστατα λιγότερη με 1415036,15 tn (Διάγραμμα 1.4) (FAO 2024).



Διάγραμμα 1.3. Καλλιεργούμενη έκταση ρετινολαδιάς παγκοσμίως από το 2018 έως 2022 (FAO, 2024).



Διάγραμμα 1.4. Παραγωγή ρετινολαδιάς παγκοσμίως από το 2018 έως 2022 (FAO, 2024).

Το έλαιο της ρετσινολαδιάς, γνωστό επίσης ανά τον κόσμο ως καστορέλαιο, φαίνεται να έχει φαρμακευτική δράση. Διαθέτει αντιοξειδωτική, αναλγητική, αντιδιαβητική, αντικαρκινική και αντιμικροβιακή δράση, ενώ βοηθάει και στην αναγέννηση των οστών (Rana et al. 2012). Σύμφωνα με τους Worbs et al. (2011) το έλαιο του συγκεκριμένου είδους λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε λιπαρά οξέα χρησιμοποιείται ευρέως ως πρώτη ύλη στη βιομηχανία για παραγωγή καλλυντικών, χρωμάτων, λιπαντικών, σαπουνιών και καυσίμων.

Αξιοσημείωτη είναι και η τοξικότητα που παρουσιάζει το συγκεκριμένο είδος φυτού επειδή περιέχει στους σπόρους της κυρίως την τοξική πρωτεΐνη ρικίνη σε ποσοστό έως 5% και την λιγότερο τοξικό αλκαλοείδες ρικινίνη (Worbs et al. 2011). Γενικά, η χρήση του ως ζωοτροφή χαμηλής θρεπτικής αξίας μπορεί να προκαλέσει δηλητηρίαση στα ζώα λόγω της τοξικότητας της, ενώ αποτελεί πιθανό παράγοντα βιολογικού πολέμου και εγκληματικών ενεργειών λόγω της ευκολίας παρασκευής (Worbs et al. 2011). Έτσι, γίνεται προσπάθεια από τους ερευνητές για την δημιουργία ποικιλιών οι οποίες να μην παρουσιάζει τοξικότητα έτσι ώστε να επιτευχθεί πιο ευρεία χρήση της ρετσινολαδιάς (Worbs et al. 2011).

1.2. Βοτανική περιγραφή-Μορφολογικά γνωρίσματα

Η ρετσινολαδιά είναι ένα ετήσιο ή πολυετές φυτό με ταχεία ανάπτυξη, που το ύψος της μπορεί να φτάσει έως τα 6 m (Jena and Gupta 2012). Σύμφωνα με Jena και Gupta (2012) τα φύλλα έχουν χρώμα πράσινο ή κοκκινωπό, έχουν 5 έως 12 λοβούς, σχηματίζοντας παλαμοειδές σχήμα με συνολική διάμετρο περίπου 30-60 cm και με κατ' εναλλαγή φυλλοταξία.

Το σχήμα του καρπού ή αλλιώς κάψα είναι σφαιρικό. Επίσης, η κάψα είναι ακανθώδης και στο εσωτερικό σχηματίζει τρεις σπόρους (Yeboah et al. 2021). Ο σπόρος της ρετσινολαδιάς χαρακτηρίζεται από επίμηκες ωοειδές, οβάλ σχήμα με μεταβλητά μεγέθη από 0,5 έως 1,5 cm, ενώ το χρώμα του σπόρου ποικίλλει από κόκκινο έως καφέ, μαύρο, κιτρινοκαστανό και γκρι (Yeboah et al. 2021).

Το *R. Communis* είναι ένα διπλοειδές ($2n = 2x = 20$) και μόνικο είδος με τα θηλυκά άνθη να βρίσκονται στο πάνω μέρος και τα αρσενικά άνθη στο κάτω μέρος (Jiannong Lu et al. 2018).



Εικόνα 1.1. Έλλοβα φύλλα της ρετινολαδιάς.

1.3. Είδη ζιζανίων στην καλλιέργεια της ρετινολαδιάς

Η ρετινολαδιά είναι μια καλλιέργεια, η οποία είναι πολύ ευαίσθητη στον ανταγωνισμό με τα ζιζάνια. Αυτό οφείλεται στην αργή ανάπτυξη της, συγκριτικά με τα ζιζάνια προκαλώντας ανταγωνισμό για τα θρεπτικά στοιχεία και το νερό και άμεση μείωση απόδοσης έως και 86% (Azevedo et al. 2006). Επειδή η καλλιέργεια της γίνεται κυρίως σε Ασία και Αφρική, τα κυριότερα πλατύφυλλα ζιζάνια που τη προσβάλλουν είναι είδη της οικογένειας Amaranthaceae όπως το *Amaranthus viridis* L. και *Celosia argentea* L., της οικογένειας Aizoaceae όπως το *Trianthema portulacastrum* L., της Portulacaceae το *Portulaca oleracea* L. (αντράκλα) και της οικογένειας Cyperaceae όπως το *Cyperus rotundus*. Τα κυριότερα αγρωστώδη ζιζάνια ανήκουν στην οικογένεια Poaceae και είναι *Chloris barbata* Sw. και *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (αγριάδα) (TNAU 2024).

Η μεγάλη απόσταση μεταξύ των φυτών και η αργή ανάπτυξη της αποτελούν ιδανικές συνθήκες για την ανάπτυξη των ζιζανίων, ιδιαίτερα τις πρώτες 20-60 μέρες μετά τη σπορά (TNAU 2024). Ο έλεγχος τους μπορεί να πραγματοποιηθεί με

καλλιεργητικές και μηχανικές μεθόδους, αλλά είναι ιδιαίτερα δαπανηρές και ενίοτε αναποτελεσματικές (Dungawal et al. 2002). Η μέθοδος καταπολέμηση των ζιζανίων που υπερτερεί είναι η χημική, αφού είναι περισσότερο αποτελεσματική και οικονομική προσφέροντας μία καλλιέργεια απαλλαγμένη από ζιζάνια και βελτιωμένη ανάπτυξη φυτών (Dungawal et al. 2002).

1.4. Διαχείριση ζιζανίων στην καλλιέργεια της ρετσινολαδιάς

Ο έλεγχος για την ύπαρξη διαφόρων ειδών ζιζανίων και η ορθή καταπολέμηση τους στην καλλιέργεια της ρετσινολαδιάς καθίσταται σημαντική για πολλούς λόγους. Τα ζιζάνια αφενός ανταγωνίζονται για νερό, θρεπτικά συστατικά, χώρο, αφετέρου είναι φορείς εντόμων και ασθeneιών.

Η καταπολέμηση των ζιζανίων μπορεί να επιτευχθεί με καλλιεργητικές, μηχανικές και χημικές μεθόδους. Στις καλλιεργητικές μεθόδους συμπεριλαμβάνεται η σωστή προετοιμασία εδάφους, η αμειψισπορά, η συγκαλλιέργεια και η σωστή επιλογή ποικιλιών. Σύμφωνα με Bizinoto et al. (2010), με τη χρήση ποικιλιών νάνων της ρετσινολαδιάς μειώνονται οι αποστάσεις φύτευσης μεταξύ των φυτών και άρα πλεονεκτούν έναντι των ζιζανίων. Στην αμειψισπορά προϋποθέτει την ένταξη καλλιεργειών όπως ο αραβόσιτος, το κεχρί, το σόργο και το ζαχαροκάλαμο για να επιτευχθεί μείωση του πληθυσμού των ζιζανίων (Maciel 2006).

Η μηχανική μέθοδος περιλαμβάνει το χειρωνακτικό σκάλισμα ή την κατεργασία εδάφους με κατάλληλα μηχανήματα και αποτελεί την πιο διαδεδομένη μέθοδο για τον έλεγχο ζιζανίων σε καλλιέργειες ρετσινολαδιάς μικρής έκτασης (Costa et al. 2014, TNAU 2024). Στη χημική μέθοδο κατατάσσεται η εφαρμογή ζιζανιοκτόνων. Πρόκειται για την πιο οικονομική και αποδοτική μέθοδος για τη διαχείριση των ζιζανίων αν και δεν είναι ιδιαίτερα διαδομένη για την καλλιέργεια της ρετσινολαδιάς (Maciel 2006). Σε μεγάλες εκμεταλλεύσεις η καταπολέμηση των ζιζανίων γίνεται μόνο με τη χρήση ζιζανιοκτόνων, εξαιτίας του υψηλού κόστους του εργατικού δυναμικού (Silva et al. 2010).

1.5. Κύρια ζιζάνια στις ανοιξιάτικες καλλιέργειες στην Ελλάδα

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται πληροφορίες για σημαντικά ζιζάνια που συναντάμε σε ανοιξιάτικες καλλιέργειες στην Ελλάδα.

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

Ο βέλιουρας είναι ένα πολυετές, αγρωστώδες ζιζάνιο (Εικόνα 1.2) που ανήκει στην οικογένεια Poaceae. Γενικά, θεωρείται ένα από τα πιο ευρέως διαδεδομένα ζιζάνια σε όλο τον κόσμο και μπορεί να προκαλέσει απώλειες απόδοσης 57-88% (Peerzada et al. 2017). Παρουσιάζει αντοχή σε πολλά ζιζανιοκτόνα, ταχεία ανάπτυξη και μεγάλη ανταγωνιστικότητα (Peerzada et al. 2017). Μπορεί να αναπαραχθεί εγγενώς με σπόρους και αγενώς με ριζώματα και παράγει μεγάλο αριθμό σπόρων ανά φυτό.



Εικόνα 1.2. Βέλιουρας σε καλλιέργεια ρετινολαδιάς.

Βλήτα (*Amaranthus* spp.)

Τα βλήτα (Εικόνα 1.3) είναι ένα ετήσια, ανοιξιάτικο, πλατύφυλλα ζιζάνιο που ανήκουν στην οικογένεια Amaranthaceae και αναπαράγεται αποκλειστικά με σπόρους. Τα είδη του γένους Amaranthaceae που απαντώνται περισσότερο στην Ελλάδα είναι το βλήτο το πλαγιαστό (*A. blitoides* L.), το τραχύ (*A. retroflexus* L.) και το λευκό (*A. albus* L.). Το πλαγιαστό βλήτο έχει σχεδόν άτριχο βλαστό και τα φύλλα είναι επιμήκη, λογχοειδή ή σπαθοειδή, ενώ το λευκό έχει βλαστό όρθιο, πράσινα φύλλα πλατιά στην άκρη στενά στις βάσεις και τα περιθώρια του φύλλου είναι κυματιστά (Costea and

Tardif 2003). Το τραχύ έχει όρθιο βλαστό με τρίχες και τα φύλλα του έχουν κυματιστά περιθώρια, αιχμηρή κορυφή και ωοειδές σχήμα (CABI 2021a).



Εικόνα 1.3. Πλαγιαστό βλήτο (αριστερή φωτογραφία) και τραχύ βλήτο (δεξιά φωτογραφία) σε ρετινολαδιά.

Στύφνος (*Solanum nigrum* L.)

Ο στύφνος ή αγριοτομάτα είναι ένα ετήσιο, ανοιξιάτικο ζιζάνιο της οικογένειας Solanaceae. Πολλαπλασιάζεται με σπόρους και μπορεί να παράγει από 5.000 έως 800.000 σπόρους ανά φυτό (Coleman et al. 2020). Η βλάστηση των σπόρων αρχίζει την άνοιξη και σταματά το φθινόπωρο. Πρόκειται για ένα σημαντικό ζιζάνιο, αφού παρουσιάζει γρήγορη ανάπτυξη, πρώιμη ανθοφορία, αναπτύσσεται και απουσία φωτός, μπορεί να υπερτερήσει έναντι των φυτών καλλιέργειας και οι σπόροι δύνανται να είναι βιώσιμοι για πολλά χρόνια (Coleman et al. 2020). Έχει όρθιο βλαστό, τα φύλλα του έχουν τρίχες και τα περιθώρια των φύλλων είναι οδοντωτά (Εικόνα 1.4). Τα άνθη του είναι λευκά και παράγει σκούρου χρώματος σπόρους (Edmonds and Chweya 1997).

Τριβόλι (*Tribulus terrestris* L.)

Το τριβόλι είναι ετήσιο, θερινό, πλατύφυλλο ζιζάνιο, που ανήκει στην οικογένεια Zygophyllaceae και πολλαπλασιάζεται αγενώς με σπόρο. Σύμφωνα με Yang και Yu (1981) παρουσιάζει τον μεταβολισμό C4, αυξάνοντας την φωτοσυνθετική του ικανότητα. Μπορεί να αναπτυχθεί σχεδόν σε όλους τους τύπους εδαφών και η επιβίωση

του σε ξηρές συνθήκες οφείλεται στις βαθιές ρίζες του που είναι ικανές να απορροφήσουν τη διαθέσιμη υγρασία του εδάφους (CABI 2021b). Διαθέτει κιτρινοπράσινους βλαστούς, οι οποίοι καλύπτονται από λεπτές τρίχες και τα φύλλα του είναι σύνθετα (Εικόνα 1.5), αντίθετα ανά ζεύγη, ενώ η πάνω επιφάνεια είναι πιο σκούρα συγκριτικά με την κάτω (CABI 2021b). Τα άνθη είναι κίτρινα, διαθέτει πέταλα, τα οποία ανοίγουν το πρωί και κλείνουν το απόγευμα, ενώ ο καρπός έχει αγκάθια και περιέχει 1 έως 4 σπόρους (CABI 2021b).



Εικόνα 1.4. Στύφνος σε καλλιέργεια ρετσινολαδιάς.



Εικόνα 1.5. Τριβόλι σε καλλιέργεια ρετσινολαδιάς.

Περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis* L.)

Η περικοκλάδα είναι ένα ποώδες, πολυετές ζιζάνιο (Εικόνα 1.6), που ανήκει στην οικογένεια Convolvulaceae. Θεωρείται από τα πιο επιβλαβή ζιζάνια στον κόσμο και πολλαπλασιάζεται με ριζώματα και σπόρους (González and Gianoli 2004). Μπορεί να παράγει μεγάλο αριθμό σπόρων (έως 500 σπόροι ανά φυτό), οι οποίοι είναι δυνατόν να διασπαρθούν σε μεγάλες αποστάσεις και να είναι βιώσιμοι έως και 20 χρόνια (Cortat 2016). Τα φυτά σχηματίζουν βαθύ ριζικό σύστημα και ανταγωνίζονται τα φυτά των καλλιεργειών έντονα για νερό και θρεπτικά συστατικά (Cortat 2016).



Εικόνα 1.6. Περικοκλάδα σε καλλιέργεια ρετινολαδιάς.

Λουβουδιά (*Chenopodium album* L.)

Η λουβουδιά (Εικόνα 1.7) είναι ένα ετήσιο, ανοιξιάτικο ζιζάνιο που ανήκει στην οικογένεια Amaranthaceae. Αναπαράγεται αποκλειστικά με σπόρους. Πρόκειται για ένα ζιζάνιο το οποίο εμφανίζεται σχεδόν σε όλες τις καλλιέργειες και θεωρείται ένα από τα πέντε φυτά με τη μεγαλύτερη διάδοση στον κόσμο (CABI 2021c). Προκαλεί σημαντικές οικονομικές απώλειες στις περισσότερες καλλιέργειες προκαλώντας άμεσο ανταγωνισμό και είναι τοξικό για άνθρωπο και τα ζώα (CABI 2021c). Αναπτύσσει όρθιο βλαστό, ύψους από 0,2 έως 2 m, τα φύλλα της είναι ωοειδή ως ραβδοειδή και ο σπόρος είναι σφαιρικός, γυαλιστερός και μαύρος (CABI 2021c).



Εικόνα 1.7. Λουβουδιά σε καλλιέργεια ρετσίνολαδιάς.

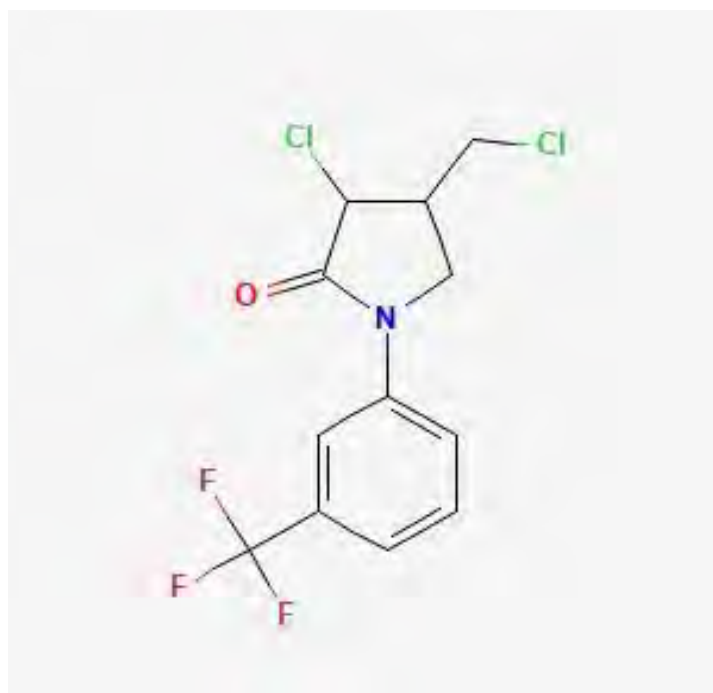
1.6. Ζιζανιοκτόνα

Στη συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία αξιολογήθηκε η εκλεκτικότητα ορισμένων προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων. Στις παρακάτω σελίδες παρουσιάζονται πληροφορίες για τις δραστικές ουσίες (flurochloridone, S-metalachlor, terbuthylazine και isoxaflutole) που περιέχουν τα σκευάσματα που χρησιμοποιήθηκαν.

Flurochloridone

Το flurochloridone (Εικόνα 1.8) ένα εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο που κατατάσσεται στις φαινυλοπυριδινόνες και αναστέλλει τη σύνθεση των καροτενοειδών και συγκεκριμένα τη δράση του ενζύμου αποκορεσμού του φυτοενίου (phytoene desaturase, PDS) (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2017). Η αρχική πρόσληψη της ουσίας γίνεται στις ρίζες και στη συνέχεια μεταφέρεται στα φυλλώδη μέρη του φυτού (EFSA 2018). Η δράση του λαμβάνει χώρα στους χλωροπλάστες, όπου παρεμποδίζει τη σύνθεση του β-καροτένιου, το οποίο είναι υπεύθυνο για την προστασία της χλωροφύλλης από τη φωτοοξείδωση που προκαλεί το ηλιακό φως (EFSA 2018). Συνεπώς, τα φύλλα χάνουν τις προστατευτικές χρωστικές ουσίες και τα προσβεβλημένα φυτά εμφανίζουν συμπτώματα λεύκανσης (EFSA 2018). Το

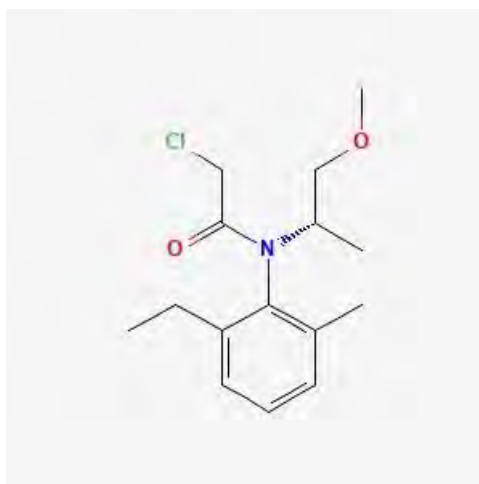
flurochloridone εφαρμόζεται σε παγκόσμια κλίμακα προφυτρωτικά και δρα κυρίως ενάντια σε πλατύφυλλα, αλλά και σε αγρωστώδη ζιζάνια.



Εικόνα 1.8. Χημική δομή του flurochloridone (PubChem 2024).

S-metolachlor

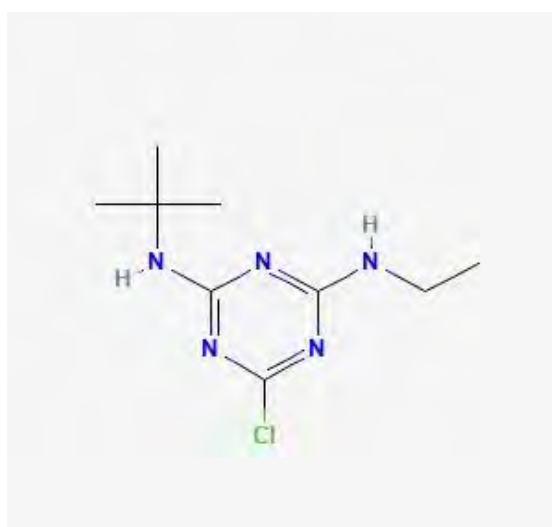
Το ζιζανιοκτόνο S-metolachlor (Εικόνα 1.9) ζιζανιοκτόνο αποτελεί μείγμα δύο ισομερών, ανήκει στην ομάδα των χλωροακεταμιδίων και αναστέλλει τη σύνθεση των λιπαρών οξέων με μεγάλο μήκος αλυσίδας (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2017). Συνήθως εφαρμόζεται προφυτρωτικά ή νωρίς μεταφυτρωτικά για τον έλεγχο αγρωστωδών και μικρού αριθμού πλατύφυλλων ζιζανίων και δεν έχει ανασταλτικά αποτελέσματα στα μεταγενέστερα στάδια ανάπτυξης των ζιζανίων (EFSA 2012). Το ζιζανιοκτόνο προσλαμβάνεται από τους βλαστούς ή και από τις ρίζες των αναδυόμενων ζιζανίων και ο ρόλος του είναι να αναστέλλει την κυτταρική ανάπτυξη των ιστών του βλαστού και των ριζών αμέσως μετά τη βλάστηση των σπόρων (US EPA 2023).



Εικόνα 1.9. Χημική δομή του S-metolachlor (PubChem 2024)

Terbuthylazine

Το ζιζανιοκτόνο terbuthylazine (Εικόνα 1.9) είναι ένα ζιζανιοκτόνο που κατατάσσεται στην ομάδα των χλωροτριαζινών και είναι αναστολέας του φωτοσυστήματος II (PS II). Τα ζιζανιοκτόνα αυτής της ομάδας παρεμβαίνουν στην μεταφορά ηλεκτρονίων, αναστέλλοντας τη δραστηριότητα της πρωτεΐνης D1, που συμμετέχει στη λειτουργία της φωτοσύνθεσης (Yu et al. 2021). Ως αποτέλεσμα της δράσης, στα φύλλα παρατηρούνται χλωρωτικά συμπτώματα λόγω μειωμένης παραγωγής χλωροφύλλης και τελικά νέκρωση των φυτών (Ζιώγας και Μαρκόγλου 2017).



Εικόνα 1.9. Χημική δομή του terbuthylazine (PubChem 2024).

Χρησιμοποιείται τόσο προφυτρωτικά όσο μεταφυτρωτικά και δρα ενάντια σε πλατύφυλλα ζιζάνια. Θεωρείται ένα από τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα ζιζανιοκτόνα, ενώ υπολείμματα του έχουν βρεθεί στο έδαφος, στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα, σε θηλαστικά, πουλιά και ερπετά (Beasley 2020).

Isoxaflutole

Το isoxaflutole (Εικόνα 1.10) κατατάσσεται στην ομάδα των ισοξαζολών και αναστέλλει το ένζυμο διοξυγονάση του 4-υδρο-φαινυλο-πυροσταφυλικού οξέος (4-HPPD). Η πρόσληψη της ουσίας γίνεται από το φύλλωμα ή τις ρίζες και στη συνέχεια αναστέλλει το 4-HPPD εμποδίζοντας τη βιοσύνθεση της πλαστοκινόνης, της α-τοκοφερόλης και των καροτενοειδών (Pallet et al. 1998). Ως αποτέλεσμα της δράσης του ζιζανιοκτόνου isoxaflutole είναι η εμφάνιση διαφόρων συμπτωμάτων όπως χλώρωση, λεύκανση, διακοπή ανάπτυξης και τελικά νέκρωση των φυτών (Pallet et al. 1998).

Το ζιζανιοκτόνο αυτό χρησιμοποιείται προσπαρτικά, προφυτρωτικά ή νωρίς μεταφυτρωτικά και καταπολεμά μεγάλο αριθμό αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων, ακόμη και πληθυσμών που έχουν αποκτήσει ανθεκτικότητα σε άλλα ζιζανιοκτόνα όπως το glyphosate και altrazine (MDA 2015, Ζιώγας και Μαρκόγλου 2017).



Εικόνα 1.10. Χημική Δομή του isoxaflutole (PubChem 2024).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: Υλικά και Μέθοδοι

2.1. Πειραματικός Αγρός

Το πείραμα έλαβε μέρος στο αγρόκτημα του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, το οποίο βρίσκεται στο Βελεστίνο κατά την εαρινή καλλιεργητική περίοδο το έτος 2023. Το πείραμα είχε ως σκοπό την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας τριών προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων ενάντια διάφορων ζιζανίων στην καλλιέργεια της ρετσίνολαδιάς. Στο συγκεκριμένο τμήμα του αγρού όπου έγινε το πείραμα το έδαφος έχει αμμοαργιλώδη σύσταση, με ποσοστό άμμου 38%, ιλύ 36% και άργιλο 26%, με το pH να είναι αλκαλικό (7,4).

2.2. Πειραματικό Σχέδιο

Με βάση το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων το αγροτεμάχιο χωρίστηκε σε 12 τεμάχια με διαστάσεις 3 m x 3 m και αποστάσεις σποράς 75 cm x 20 cm. Η μέτρηση των ζιζανίων έγινε σε επιφάνεια 40 cm X 40 cm.



Εικόνα 2.1. Πειραματικό τεμάχιο διαστάσεων 3 m x 3 m στο στάδιο των δύο φύλλων της καλλιέργειας.

Σε κάθε μία από τις τρεις επαναλήψεις του πειράματος τυχαιοποιήθηκαν οι παρακάτω 4 επεμβάσεις:

- Σκαλισμένος Μάρτυρας: Πραγματοποιούνταν σκαλίσματα και βοτανίσματα ανά τακτά χρονικά διαστήματα για την πλήρη απομάκρυνση των ζιζανίων από τα πειραματικά τεμάχια. Το 1^ο σκάλισμα πραγματοποιήθηκε στις 31 Μαΐου.
- Merlin Flexx Xtra (δραστική ουσία isoxaflutole, περιεκτικότητα 240 g/L). Η δόση που εφαρμόστηκε ήταν 42 ml/στρέμμα.
- Racer 25 EC (δραστική ουσία flurochloridone, περιεκτικότητα 25%). Η χρησιμοποιούμενη δόση ήταν 100 ml/στρέμμα.
- Gardoprim Gold Plus 500 SE (δραστικές ουσίες S-metolachlor και terbutylazine, περιεκτικότητα 31,25% και 18,75% αντίστοιχα). Η χρησιμοποιούμενη δόση ήταν 400 ml/στρέμμα.

Gardoprim Gold Plus 500 SC	Merlin flexx Xtra	Σκαλισμένος Μάρτυρας
Merlin flexx Xtra	Racer 25 EC	Gardoprim Gold Plus 500 SC
Σκαλισμένος Μάρτυρας	Σκαλισμένος Μάρτυρας	Racer 25 EC
Racer 25 EC	Gardoprim Gold Plus 500 SC	Merlin flexx Xtra

Διάγραμμα 2.1. Πειραματικό σχέδιο τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων (4 επεμβάσεις ανά επανάληψη).



Εικόνα 2.2. Πειραματικό τεμάχιο flurochloridone στις 4 Ιουλίου του 2023.

2.3. Καλλιεργητικά στοιχεία

2.3.1. Προετοιμασία εδάφους- Λίπανση-Άρδευση

Η προετοιμασία του εδάφους περιλάμβανε το όργωμα του εδάφους τον μήνα Οκτώβριο του 2022. Στη συνέχεια τον Απρίλιο του 2023 εφαρμόστηκε δευτερεύουσα κατεργασία με καλλιεργητή και σβολοκόπτη και στη συνέχεια ακολούθησε η σπορά της καλλιέργειας τον Μάιο με πνευματική σπαρτική μηχανή (Εικόνα 2.3). Για την κάλυψη των αναγκών στα κύρια θρεπτικά στοιχεία πραγματοποιήθηκε υδρολίπανση. Στις 26/06/2023 εφαρμόστηκε νιτρική αμμωνία (34,5-0-0, δόση 7,5 Kg/στρέμμα) και στις 07/07/2023 εφαρμόστηκαν τα ανόργανα λιπάσματα φωσφορικό μονο-κάλιο MKP (0-52-34, δόση 5 Kg/στρέμμα) και θειϊκό κάλιο Solusop (0-0-52, δόση 1,5 Kg/στρέμμα). Τέλος, η άρδευση της καλλιέργειας πραγματοποιούνταν ανάλογα με τις ανάγκες της καλλιέργειας και τις συνθήκες του περιβάλλοντος.

2.3.2. Φυτικό υλικό – Σπορά

Για τους πειραματικούς σκοπούς χρησιμοποιήθηκε σπόρος της ρετσινολαδιάς και πιο συγκεκριμένα το υβρίδιο Kaïma C1012. Η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 2 Μαΐου 2023, ενώ η ολοκλήρωση του φυτρώματος έγινε στις 22 Μαΐου.



Εικόνα 2.3. Πνευματική σπαρτική μηχανή που χρησιμοποιήθηκε για τη σπορά της καλλιέργειας στις 2 Μαΐου.

2.3.3. Εφαρμογή ζιζανιοκτόνων

Η εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων έγινε την ίδια μέρα που πραγματοποιήθηκε η σπορά δηλαδή στις 2 Μαΐου. Για τον ψεκασμό τους χρησιμοποιήθηκε ψεκαστήρας ακριβείας (πίεση 2,5 atm, ακροφύσια σκούπας), ενώ ο όγκος του ψεκαστικού υγρού ήταν 25 L/στρέμμα. Μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων έγινε ενσωμάτωση τους με άρδευση με σύστημα καταιονισμού.

2.3.4. Μετρήσεις

Για το φυτό της ρετσινολαδιάς μελετήθηκαν τα παρακάτω φυτικά χαρακτηριστικά:

1. **Αριθμός φυτών:** Πραγματοποιήθηκε η μέτρηση του συνολικού αριθμού φυτών ανά πειραματικό τεμάχιο. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε μία φορά μετά την ολοκλήρωση του φυτρώματος της καλλιέργειας.
2. **Αριθμός φύλλων:** Έγινε μέτρηση του αριθμού των φύλλων χρησιμοποιώντας δειγματοληπτικά 4 φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο. Η μέτρηση αυτή πραγματοποιήθηκε σε όλες τις επισκέψεις στον αγρό, χωρίς να πραγματοποιείται μέτρηση σε φυτά των περιθωρίων του πειραματικού τεμαχίου.
3. **Αριθμός ταξιανθιών:** Μετρήθηκε ο αριθμός των ταξιανθιών ανά φυτό. Η μέτρηση γινόταν σε 4 φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε καθ' όλες τις επισκέψεις στον αγρό, χωρίς να πραγματοποιείται μέτρηση σε φυτά των περιθωρίων του πειραματικού τεμαχίου.
4. **Ύψος:** Μέτρηση ύψους του κύριου βλαστού σε 4 φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο, χωρίς να γίνεται μέτρηση σε φυτά των περιθωρίων του πειραματικού τεμαχίου.
5. **Διάμετρος βλαστού:** Η μέτρηση του έγινε με την χρήση κατάλληλου οργάνου (παχύμετρο) σε 4 φυτά ανά τεμάχιο χωρίς να γίνεται μέτρηση σε φυτά των περιθωρίων του πειραματικού τεμαχίου.
6. **Συγκέντρωση χλωροφύλλης – Τιμές SPAD:** Χρησιμοποιήθηκε το όργανο SPAD – 502 chlorophyll meter (KonicaMinoltaOpticsInk.) με τις μετρήσεις να γίνονται σε 4 φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο. Δεν πραγματοποιούνταν μετρήσεις σε φυτά των περιθωρίων του πειραματικού τεμαχίου.
7. **Νωπό και ξηρό βάρος των φύλλων, των βλαστών και των ταξιανθιών:** Στις 30 Αυγούστου πραγματοποιήθηκε κοπή τριών φυτών από κάθε τεμάχιο και διαχωρισμός των φύλλων, των βλαστών και των ταξιανθιών. Στη συνέχεια μετριόνταν το νωπό βάρος τους με ζυγαριάς ακριβείας και τοποθέτηση τους σε κλίβανο (θερμοκρασία 60°C για 4 ημέρες)μέχρι την πλήρη αποξήρανση τους. Στο τέλος, μετά την αποξήρανση γίνονταν η μέτρηση του ξηρού βάρους τους με τη ζυγαριά ακριβείας.

8. **Βάρος καψών:** Ζυγίστηκε σε ζυγαριά το βάρος των καψών από τρία φυτά ανά τεμάχιο. Για την ταυτόχρονη ωρίμανση των ταξιανθιών είχε πραγματοποιηθεί η εφαρμογή του αποφυλλωτικού Spotlight® C 24 EC (carfentrazone-ethyl, δόση 21 ml/στρέμμα) στις 01/09/2023.
9. **Βάρος 1000 σπόρων:** Έγινε η μέτρηση του βάρους 100 σπόρων ανά πειραματικό τεμάχιο αφαιρώντας τα περιβλήματα των καψών (Εικόνα 2.5).
10. **Απόδοση σε σπόρο:** Ζυγίστηκε το βάρος των σπόρων από τρία φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο (Εικόνα 2.4).



Εικόνα 2.4. Καλλιέργεια της ρετσινολαδιάς την ημέρα της συγκομιδής.



Εικόνα 2.5. Σπόροι της ρετσινολαδιάς μετά τον διαχωρισμό τους από τις κάψες.

Οι μετρήσεις των παραπάνω χαρακτηριστικών πραγματοποιήθηκαν στις 9 Ιουνίου, 4 Ιουλίου, 18 Ιουλίου, 2 Αυγούστου και 30 Αυγούστου, ενώ η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε με το χέρι στις 22 Σεπτεμβρίου.

Οι μετρήσεις των ζιζανίων πραγματοποιήθηκαν στις 5 Ιουλίου του 2023. Τα κύρια ζιζάνια που παρατηρήθηκαν στην καλλιέργεια της ρετσίνολαδιάς ήταν ο βέλιουρας (*Sorghum halepense* (L.) Pers.), το βλήτο (*Amaranthus* spp.), ο στύφνος (*Sorghum nigrum* L.), το τριβόλι (*Tribulus terrestris* L.), η περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis* L.) και η λουβουδιά (*Chenopodium album* L.). Για αυτά τα ζιζάνια μετρήθηκαν τα εξής χαρακτηριστικά:

1. **Αριθμός ζιζανίων.** Μετρήθηκε ο αριθμός των ζιζανίων για κάθε είδος σε επιφάνεια 40 cm x 40 cm.
2. **Νωπό – Ξηρό βάρος.** Μετρήθηκε με τη ζυγαριά ακριβείας το βάρος των ζιζανίων αμέσως μετά την κοπή τους και στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε κλίβανο για την πλήρη αποξήρανση τους με τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την αποξήρανση των δειγμάτων της ρετσίνολαδιάς. Τέλος, έγινε η μέτρηση των αποξηραμένων πλέον ζιζανίων.

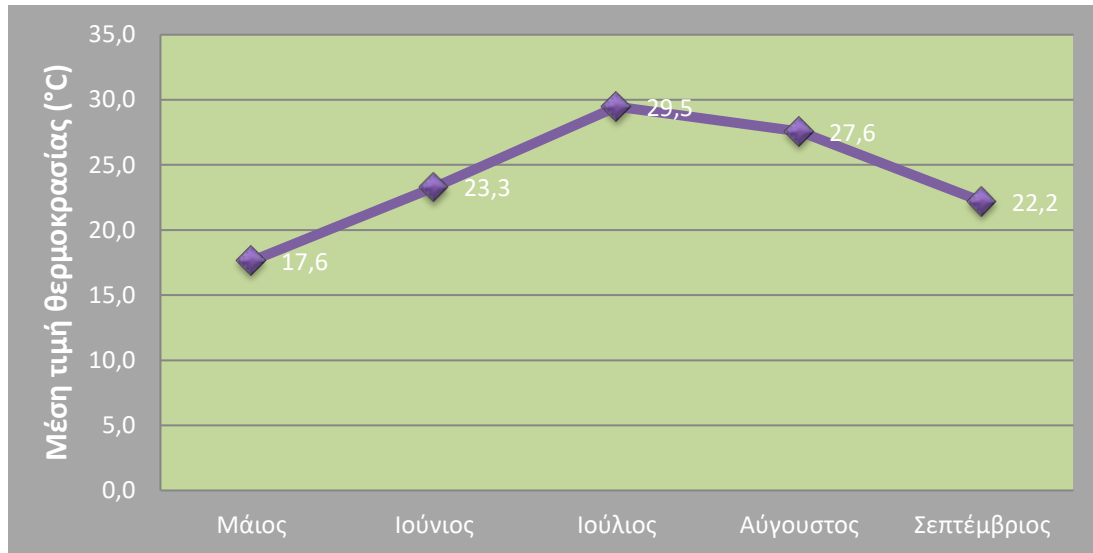
2.4. Μετεωρολογικά δεδομένα

Στα διαγράμματα 2.2 και 2.3 παρουσιάζονται η μέση μηνιαία θερμοκρασία και η μηνιαία βροχόπτωση που καταγράφηκαν από το μετεωρολογικό σταθμό που είναι εγκατεστημένος στο Βελεστίνο από τον Μάιο μέχρι τον Σεπτέμβριο του 2023. Η μέγιστη μέση μηνιαία τιμή της θερμοκρασίας παρουσιάστηκε τον μήνα Ιούλιο και η ελάχιστη τον Μάιο. Επίσης, τους θερινούς μήνες οι βροχοπτώσεις ήταν ελάχιστες, ιδιαίτερα τον Ιούλιο όπου δεν παρατηρήθηκε καμία βροχόπτωση (0 mm), ενώ τον Σεπτέμβριο η τιμή της συνολικής βροχόπτωσης ήταν πολύ μεγάλη (602,7 mm).

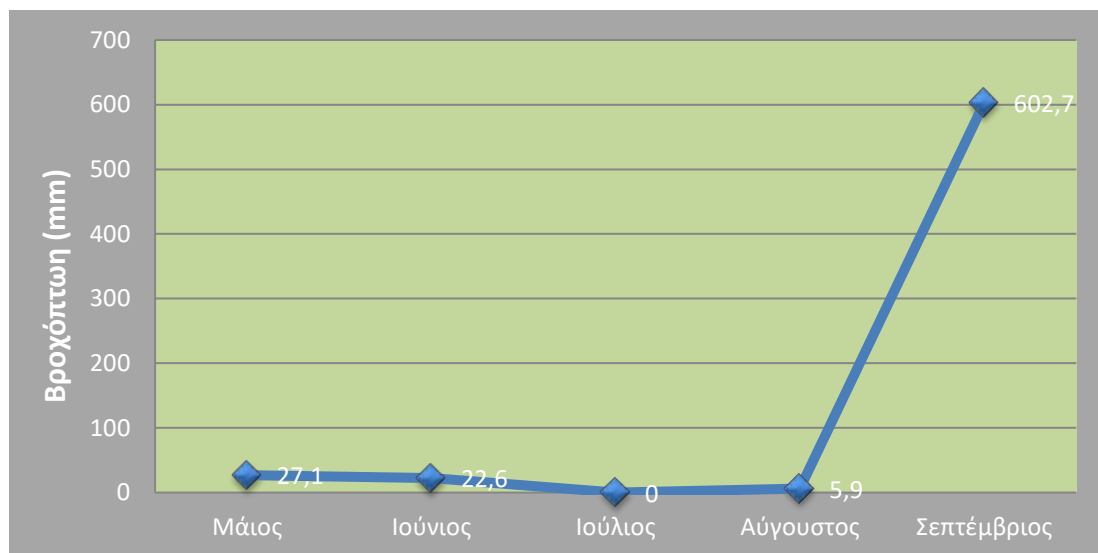
2.5. Στατιστική επεξεργασία δεδομένων

Τα δεδομένα όλων των δειγματοληψιών αναλύθηκαν με βάση το πειραματικό σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων. Πιο συγκεκριμένα, αρχικά χρησιμοποιήθηκε για την επεξεργασία των στοιχείων η μέθοδος της ανάλυσης της διασποράς – ANOVA και στη συνέχεια συγκρίθηκαν οι μέσοι των επεμβάσεων με τη

δοκιμασία LSD σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Το λογισμικό, με το οποίο έγινε η ανάλυση ήταν το SigmaPlot 12 (SystatSoftware. San Jose, CA, USA).



Διάγραμμα 2.2. Μέση μηνιαία θερμοκρασία των μηνών Μάιος, Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος και Σεπτέμβριος του 2023.

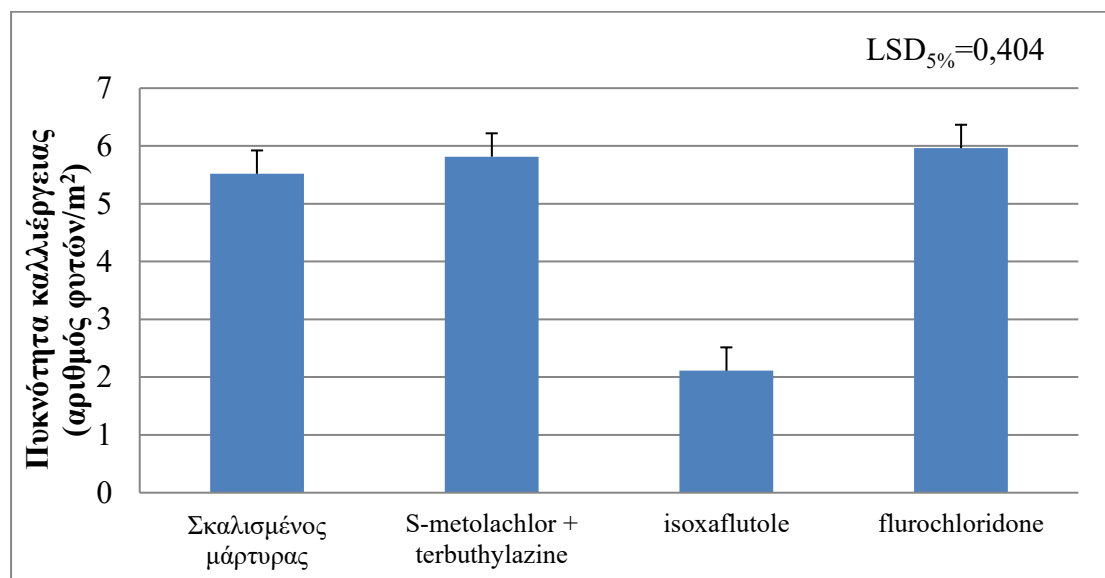


Διάγραμμα 2.2. Βροχόπτωση στη περιοχή του αγροκτήματος στους μήνες Μάιος, Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος και Σεπτέμβριος του 2023.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: Αποτελέσματα

3.1. Πυκνότητα της καλλιέργειας ρετινολαδιάς

Κατά τη μέτρηση της πυκνότητας στην καλλιέργεια της ρετινολαδιάς, η μεγαλύτερη τιμή (Διάγραμμα 3.1) παρατηρήθηκε για το ζιζανιοκτόνο flurochloridone (5,96 φυτά m^{-2}) και η μικρότερη για το isoxaflutole (2,11 φυτά m^{-2}). Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων φανέρωσε την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των επεμβάσεων ($P<0,001$ και $F=247,933$). Συγκεκριμένα, σημειώθηκαν διαφορές που ήταν στατιστικά σημαντικές μεταξύ του isoxaflutole και των επεμβάσεων S-metolachlor+terbuthylazine, flurochloridone και σκαλισμένου μάρτυρα καθώς και μεταξύ του flurochloridone με το σκαλισμένο μάρτυρα. Επίσης, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα και των ζιζανιοκτόνων S-metolachlor+teburthylazine και flurochloridone.



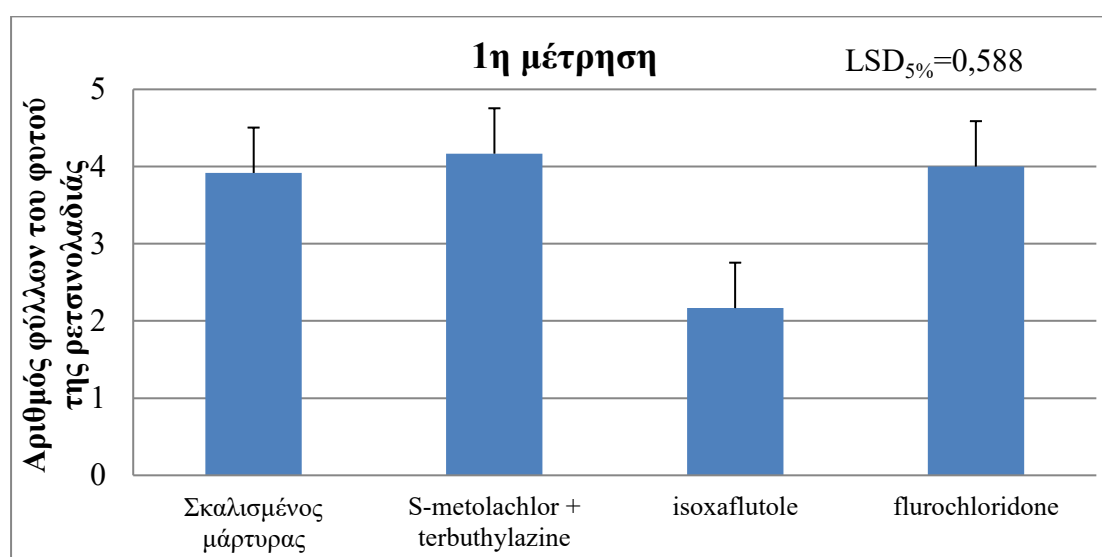
Διάγραμμα 3.1. Μέτρηση πυκνότητας της καλλιέργειας της ρετινολαδιάς (αριθμός φυτών/ m^2) στις επεμβάσεις σκαλισμένου μάρτυρα, S-metolachlor+terbuthylazine, isoxaflutole και flurochloridone.

3.2. Αριθμός φύλλων του φυτού της ρετινολαδιάς

1^η Μέτρηση

Στην 1^η μέτρηση, η οποία πραγματοποιήθηκε στις 9 Ιουνίου 2023, η μεγαλύτερη τιμή (Διάγραμμα 3.2.1) παρατηρήθηκε για το S-metolachlor+terbuthylazine (4,2 φύλλα/φυτό) και η μικρότερη για το isoxaflutole (2,2 φύλλα ανά φυτό). Η στατιστική

επεξεργασία των δεδομένων φανέρωσε την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των επεμβάσεων ($P < 0,001$ και $F = 33,667$). Συγκεκριμένα, σημειώθηκαν διαφορές που ήταν στατιστικά σημαντικές μεταξύ του S-metolachlor+terburthylazine και του ζιζανιοκτόνου isoxaflutole, μεταξύ του flurochloridone και του isoxaflutole καθώς και μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα και του isoxaflutole. Επίσης, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα και των ζιζανιοκτόνων S-metolachlor+teburthylazine και flurochloridone και μεταξύ του S-metolachlor+terbuthylazine και του flurochloridone.

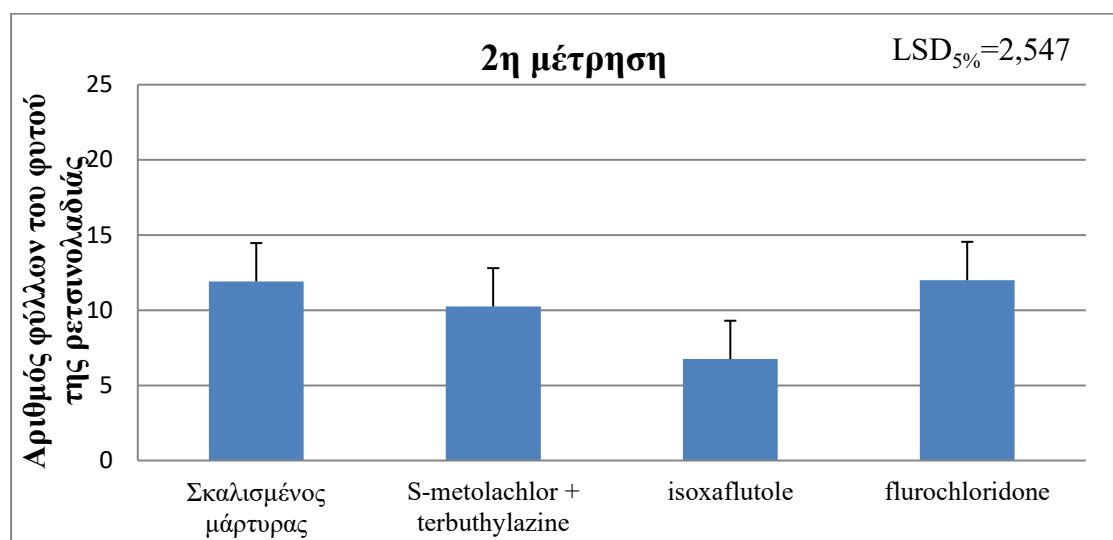


Διάγραμμα 3.2.1. Αριθμός φύλλων του φυτού της ρετινολαδιάς (αριθ./φυτό) κατά την 1^η μέτρηση στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, S-metolachlor+terbuthylazine, isoxaflutole και flurochloridone.

2^η Μέτρηση

Κατά την 2^η μέτρηση των αριθμών φύλλων στις 4 Ιουλίου 2023 οι τιμές κυμαίνονται από 2,2 έως 11,9 φύλλα ανά φυτό (Διάγραμμα 3.2.2) Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων φανέρωσε την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των επεμβάσεων ($P = 0,002$ και $F = 11,131$). Συγκεκριμένα, σημειώθηκαν διαφορές που ήταν στατιστικά σημαντικές μεταξύ του S-metolachlor+teburthylazine και του ζιζανιοκτόνου isoxaflutole, μεταξύ του flurochloridone και του isoxaflutole

καθώς και μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα και του isoxaflutole. Επίσης, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα και των ζιζανιοκτόνων S-metolachlor+tebuthylazine και flurochloridone και μεταξύ του S-metolachlor+terbuthylazine και του flurochloridone.



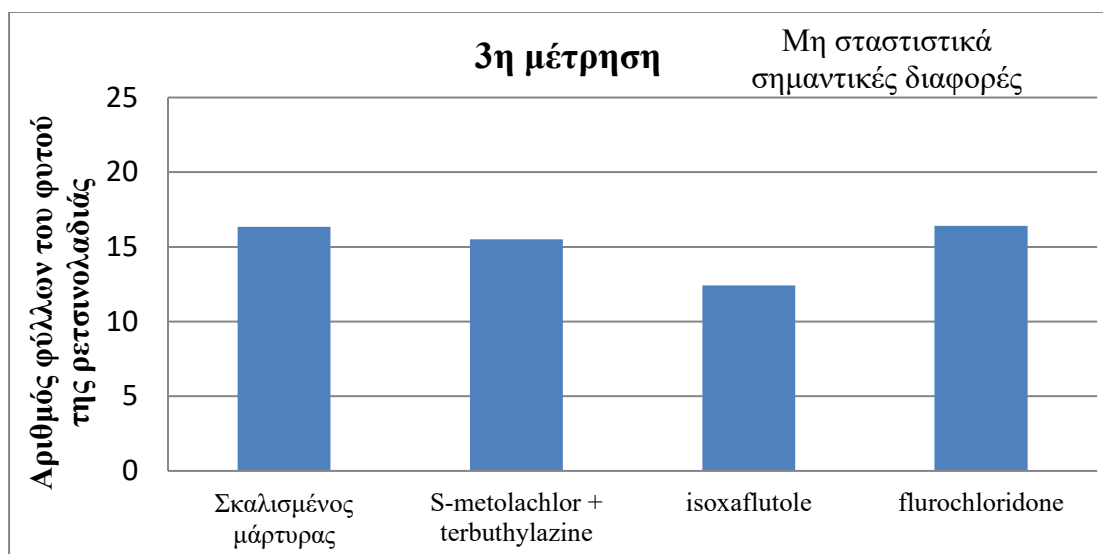
Διάγραμμα 3.2.2. Αριθμός φύλλων του φυτού της ρετσινολαδιάς (αριθ./φυτό) κατά την 2^η μέτρηση στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, S-metolachlor+terbuthylazine, isoxaflutole και flurochloridone.

3^η Μέτρηση

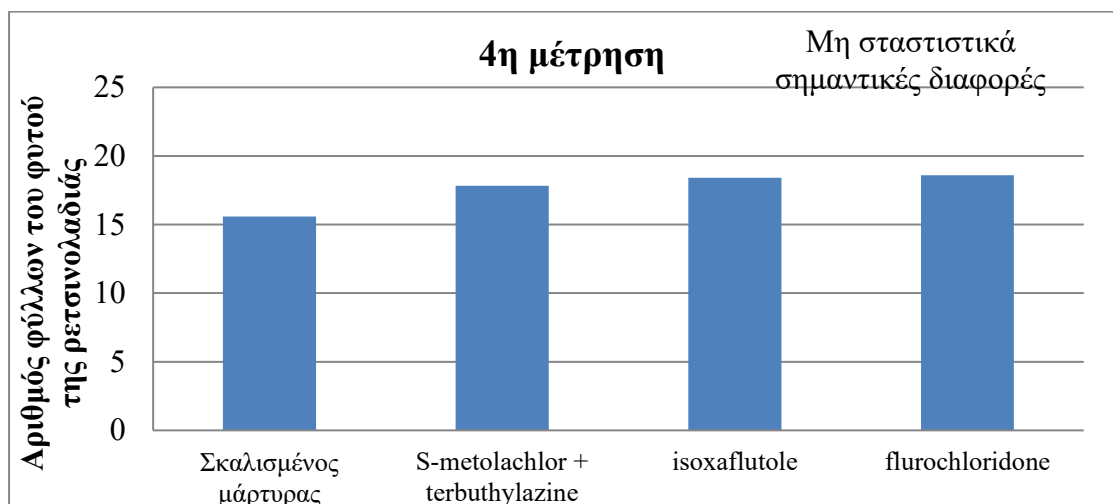
Στην 3^η μέτρηση του αριθμού των φύλλων στις 18 Ιουλίου 2023, οι τιμές κυμαίνονται από 12,4 έως 16,4 φύλλα ανά φυτό (Διάγραμμα 3.2.3) για το ζιζανιοκτόνο isoxaflutole και για το flurochloridone, αντίστοιχα, ενώ δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές αφού $P > 0,05$ ($P = 0,112$ και $F = 3,084$) όπως βρέθηκε στην ανάλυση διασποράς.

4^η Μέτρηση

Κατά την 4^η μέτρηση του αριθμού των φύλλων στις 2 Αυγούστου 2023, μεγαλύτερη τιμή είχε το ζιζανιοκτόνο flurochloridone με 18,6 φύλλα ανά φυτό (Διάγραμμα 3.2.4) και τη μικρότερη ο σκαλισμένος μάρτυρας με 15,6 φύλλα ανά φυτό. Ωστόσο, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές αφού $P > 0,05$ ($P = 0,729$ και $F = 0,446$), όπως βρέθηκε στην ανάλυση διασποράς.



Διάγραμμα 3.2.3. Αριθμός φύλλων του φυτού της ρετινολαδιάς (αριθ./φυτό) κατά την 3^η μέτρηση στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, S-metolachlor+terbuthylazine, isoxaflutole και flurochloridone.

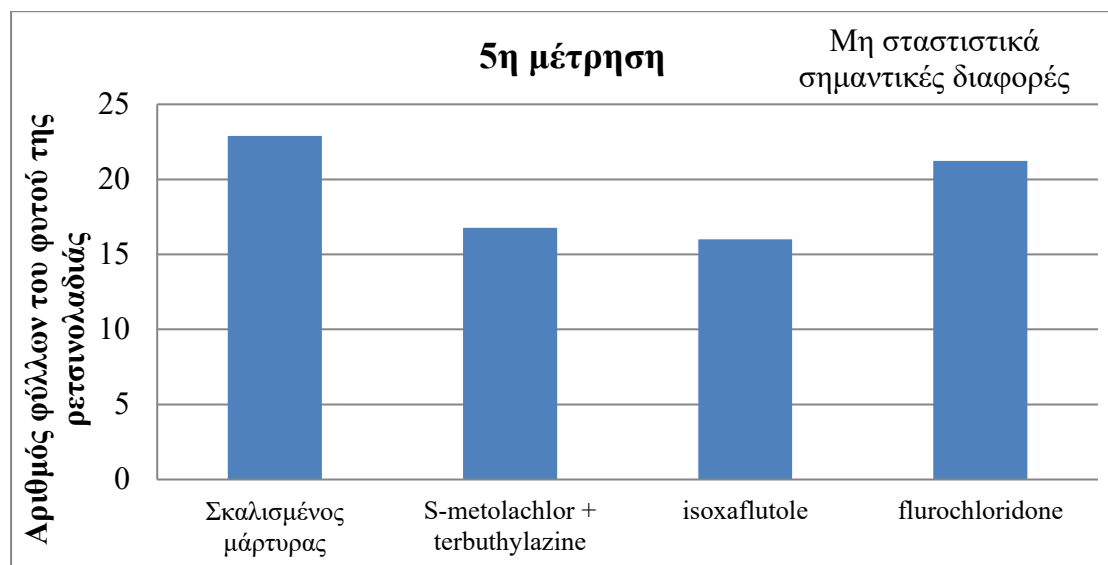


Διάγραμμα 3.2.4. Αριθμός φύλλων του φυτού της ρετινολαδιάς (αριθ./φυτό) κατά την 4^η μέτρηση στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, S-metolachlor+terbuthylazine, isoxaflutole και flurochloridone.

5^η Μέτρηση

Ο αριθμός των φύλλων κατά την 5^η μέτρηση (Διάγραμμα 3.2.5) η οποία έγινε στις 30 Αυγούστου 2023 κυμαίνονταν από 16,0 έως 22,9, ενώ δεν υπήρξαν στατιστικά

σημαντικές διαφορές αφού το P ήταν μεγαλύτερο από 0,05 ($P=0,06$ και $F=4,348$) όπως βρέθηκε στην ανάλυση διασποράς.

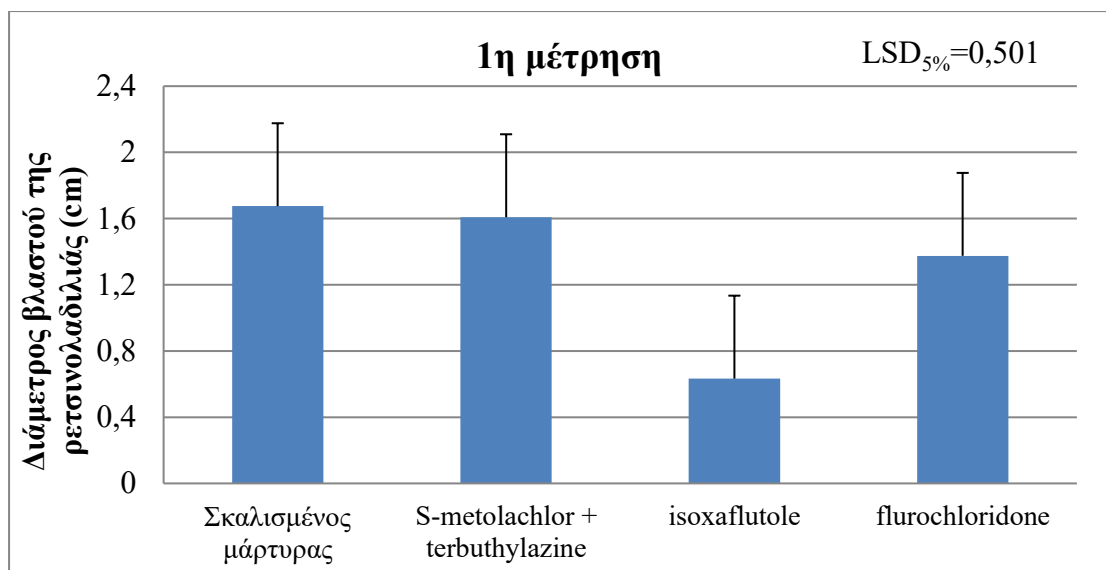


Διάγραμμα 3.2.5. Αριθμός φύλλων του φυτού της ρετσινολαδιάς (αριθ./φυτό) κατά την 5^η μέτρηση στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, -S-metolachlor+terbutylazine, isoxaflutole και flurochloridone.

3.3. Διάμετρος Βλαστού της ρετσινολαδιάς

1^η Μέτρηση

Στην 1^η μέτρηση στις 4 Ιουλίου 2023, η μεγαλύτερη τιμή (Διάγραμμα 3.3.1) παρατηρήθηκε για τις επεμβάσεις του σκαλισμένου μάρτυρα (1,68 cm) και η μικρότερη για το isoxaflutole (0,63 cm). Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων φανέρωσε την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των επεμβάσεων ($P=0,008$ και $F=10,881$). Συγκεκριμένα σημειώθηκαν διαφορές που ήταν στατιστικά σημαντικές μεταξύ του S-metolachlor+teburthylazine και του ζιζανιοκτόνου isoxaflutole, μεταξύ του flurochloridone και του isoxaflutole καθώς και μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα και του isoxaflutole. Επίσης, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα και των ζιζανιοκτόνων S-metolachlor+teburthylazine και flurochloridone και μεταξύ του S-metolachlor+teburthylazine και flurochloridone.



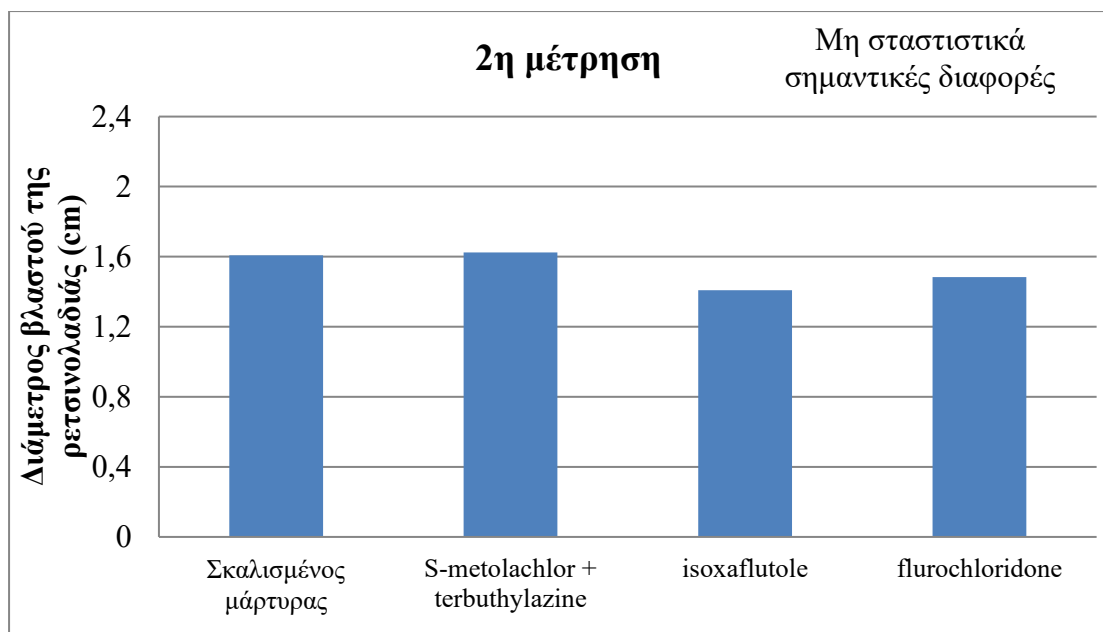
Διάγραμμα 3.3.1. Διάμετρος βλαστού της ρετινολαδιάς (cm) κατά την 1^η μέτρηση στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, S-metolachlor+terbuthylazine, isoxaflutole και flurochloridone.

2^η Μέτρηση

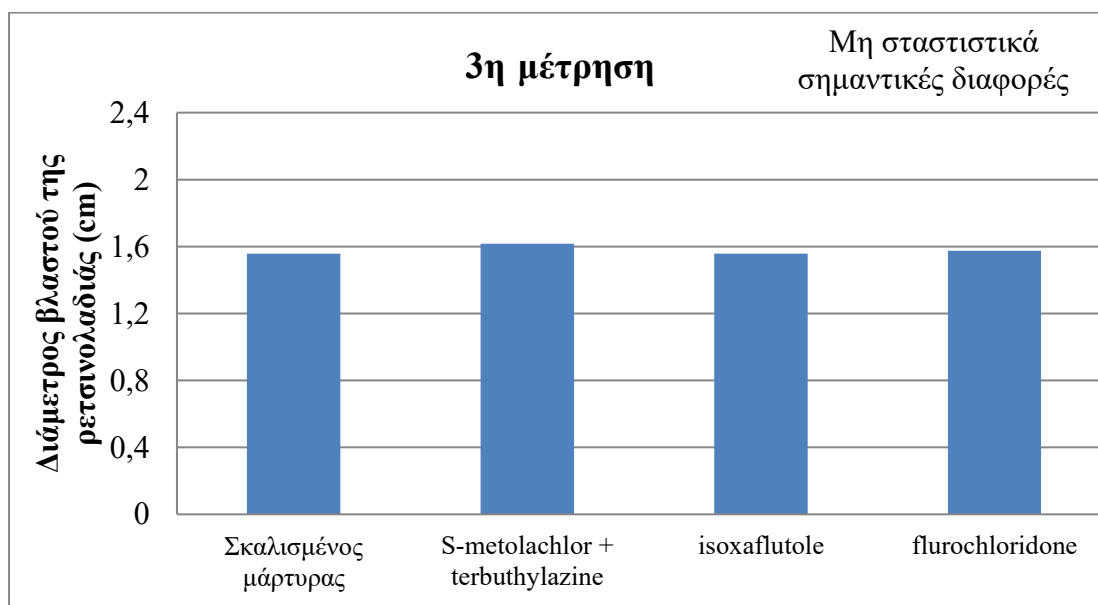
Κατά την 2^η μέτρηση της διαμέτρου του βλαστού στις 18 Ιουλίου 2023, η μεγαλύτερη τιμή (Διάγραμμα 3.3.2) βρέθηκε για το ζιζανιοκτόνο S-metolachlor+terbuthylazine (1,63 cm) και μικρότερη για το isoxaflutole (1,41 cm). Ακόμη, στη συγκεκριμένη μέτρηση δεν υπήρξαν διαφορές στατιστικά σημαντικές αφού $P > 0,05$ ($P = 0,321$ και $F = 1,442$) όπως βρέθηκε στην ανάλυση διασποράς.

3^η Μέτρηση

Στην 3^η μέτρηση της διαμέτρου της ρετινολαδιάς στις 18 Ιουλίου 2023, οι τιμές κυμαίνονται από 1,56 έως 1,62 cm (Διάγραμμα 3.3.3) για τον σκαλισμένο μάρτυρα και για το S-metolachlor+terbuthylazine, αντίστοιχα, ενώ δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές αφού $P > 0,05$ ($P = 0,958$ και $F = 0,0989$) όπως βρέθηκε στην ανάλυση διασποράς.



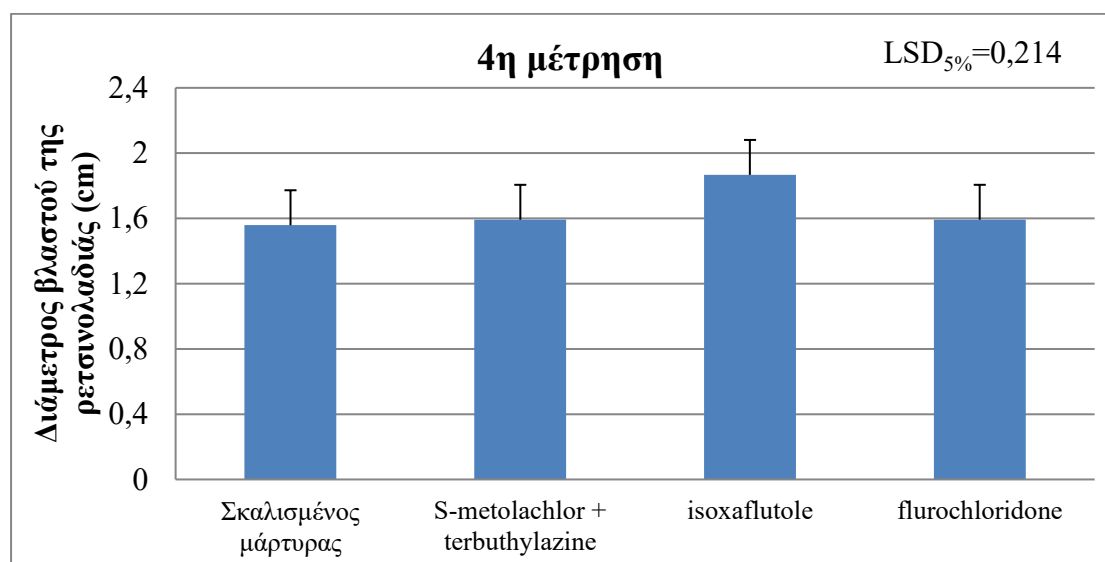
Διάγραμμα 3.3.2. Διάμετρος βλαστού της ρετινολαδιάς (cm) κατά την 2^η μέτρηση στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, S-metolachlor+terbuthylazine, isoxaflutole και flurochloridone.



Διάγραμμα 3.3.3. Διάμετρος βλαστού της ρετινολαδιάς (cm) κατά την 3^η μέτρηση στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, S-metolachlor+terbuthylazine, isoxaflutole και flurochloridone.

4^η Μέτρηση

Στην 4^η μέτρηση, η οποία πραγματοποιήθηκε στις 2 Αυγούστου 2023, η μεγαλύτερη τιμή (Διάγραμμα 3.3.4) παρατηρήθηκε για το isoxaflutole (1,87 cm) και η μικρότερη για το σκαλισμένο μάρτυρα (1,56 cm). Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων φανέρωσε την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των επεμβάσεων ($P=0,039$ και $F=5,398$). Συγκεκριμένα σημειώθηκαν διαφορές που ήταν στατιστικά σημαντικές μεταξύ του isoxaflutole και των ζιζανιοκτόνων S-metolachlor+terbuthylazine, flurochloridone και επεμβάσεις σκαλισμένου μάρτυρας, Επίσης, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα και των S-metolachlor+teburthylazine και flurochloridone και μεταξύ του S-metolachlor+terbuthylazine και flurochloridone.



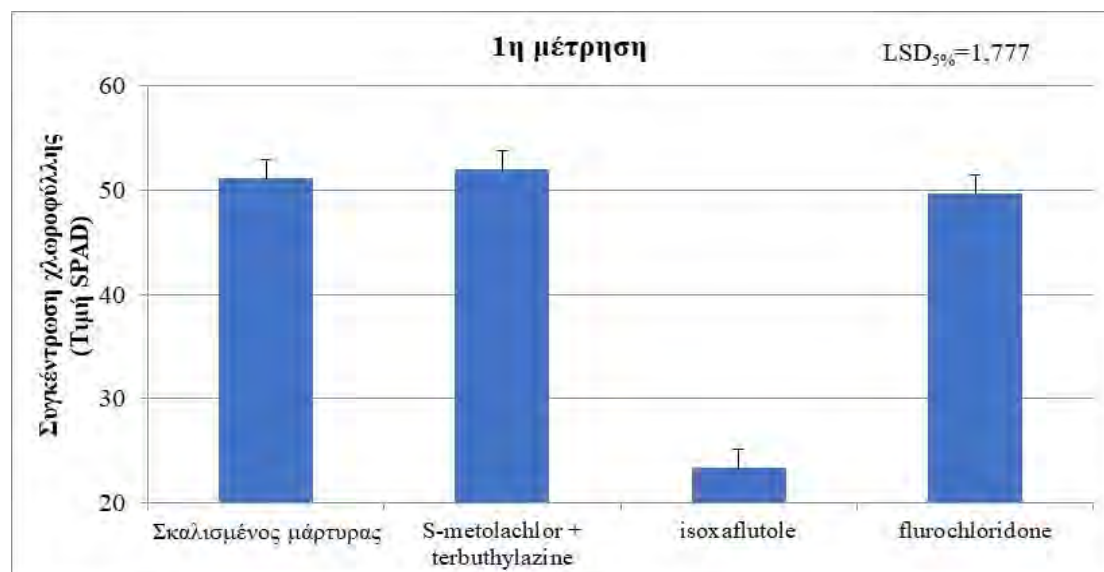
Διάγραμμα 3.3.4. Διάμετρος βλαστού της ρετσινολαδιάς (cm) κατά την 4^η μέτρηση στις επεμβάσεις σκαλισμένου μάρτυρας, S-metolachlor+terbuthylazine, isoxaflutole και flurochloridone.

3.4. Συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμές SPAD)

1^η Μέτρηση

Στην 1^η μέτρηση, η οποία πραγματοποιήθηκε στις 9 Ιουνίου 2023, η μεγαλύτερη τιμή SPAD (Διάγραμμα 3.4.1) παρατηρήθηκε για το S-metolachlor+terbuthylazine (52,0) και η μικρότερη για το isoxaflutole (23,4). Η στατιστική επεξεργασία των

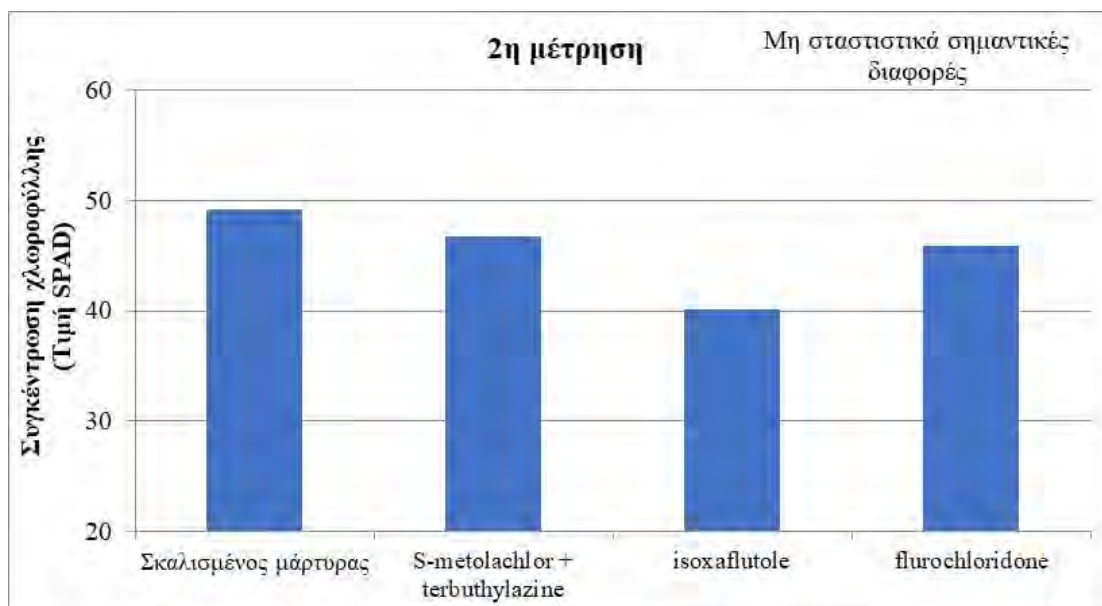
δεδομένων φανέρωσε την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των επεμβάσεων ($P < 0,001$ και $F = 727,232$). Συγκεκριμένα σημειώθηκαν διαφορές που ήταν στατιστικά σημαντικές μεταξύ του S-metolachlor+terbuthylazine και των ζιζανιοκτόνων isoxaflutole και flurochloridone, μεταξύ του flurochloridone και του isoxaflutole καθώς και μεταξύ του ασκάλιστου μάρτυρα και του isoxaflutole. Επίσης, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα και του S-metolachlor+terbuthylazine.



Διάγραμμα 3.4.1. Συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμή SPAD) κατά την 1^η μέτρηση στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, S-metolachlor+terbuthylazine, isoxaflutole και flurochloridone.

2^η Μέτρηση

Κατά την 2^η μέτρηση των τιμών SPAD στις 4 Ιουλίου 2023 μεγαλύτερη τιμή (Διάγραμμα 3.4.2) βρέθηκε για τις επεμβάσεις του σκαλισμένου μάρτυρα (49,1) και μικρότερη για το isoxaflutole (40,2). Στη δεύτερη μέτρηση δεν υπήρξαν διαφορές στατιστικά σημαντικές αφού $P > 0,05$ ($P = 0,056$ και $F = 4,503$), όπως βρέθηκε στην ανάλυση διασποράς.



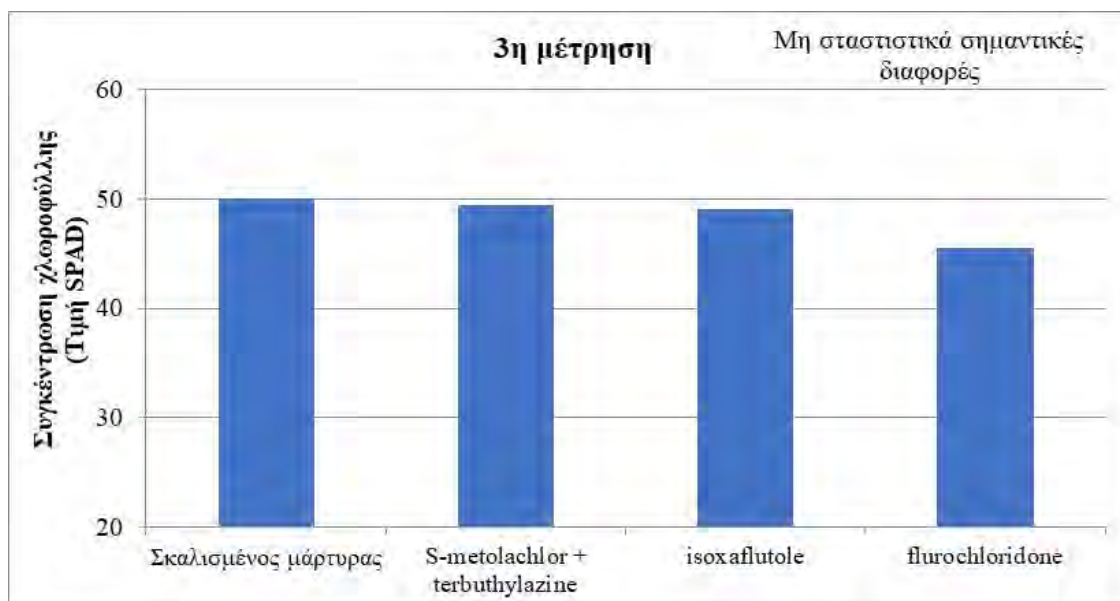
Διάγραμμα 3.4.2. Συγκέντρωση Χλωροφύλλης (τιμή SPAD) κατά την 2^η μέτρηση στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, S-metolachlor+terbuthylazine, isoxaflutole και flurochloridone.

3^η Μέτρηση

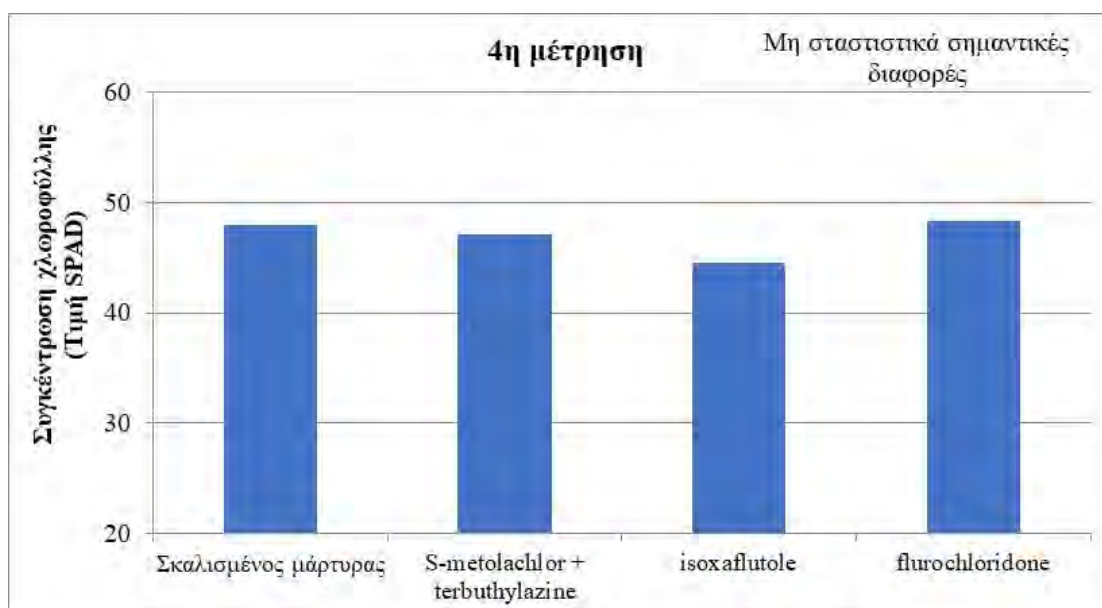
Στην 3^η μέτρηση των τιμών SPAD στις 18 Ιουλίου 2023, οι τιμές κυμαίνονται από 45,5 έως 50,0 (Διάγραμμα 3.4.3) για το flurochloridone και για τον σκαλισμένο μάρτυρα, αντίστοιχα, ενώ δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές αφού $P > 0,05$ ($P=0,302$ και $F=0,1523$) όπως βρέθηκε στην ανάλυση διασποράς.

4^η Μέτρηση

Κατά την 4^η μέτρηση των τιμών SPAD στις 2 Αυγούστου 2023, μεγαλύτερη τιμή είχε το ζιζανιοκτόνο flurochloridone με 48,3 (Διάγραμμα 3.4.4) και τη μικρότερη το isoxaflutole με 44,6. Ωστόσο, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές αφού $P > 0,05$ ($P=0,732$ και $F=0,442$) όπως βρέθηκε στην ανάλυση διασποράς.



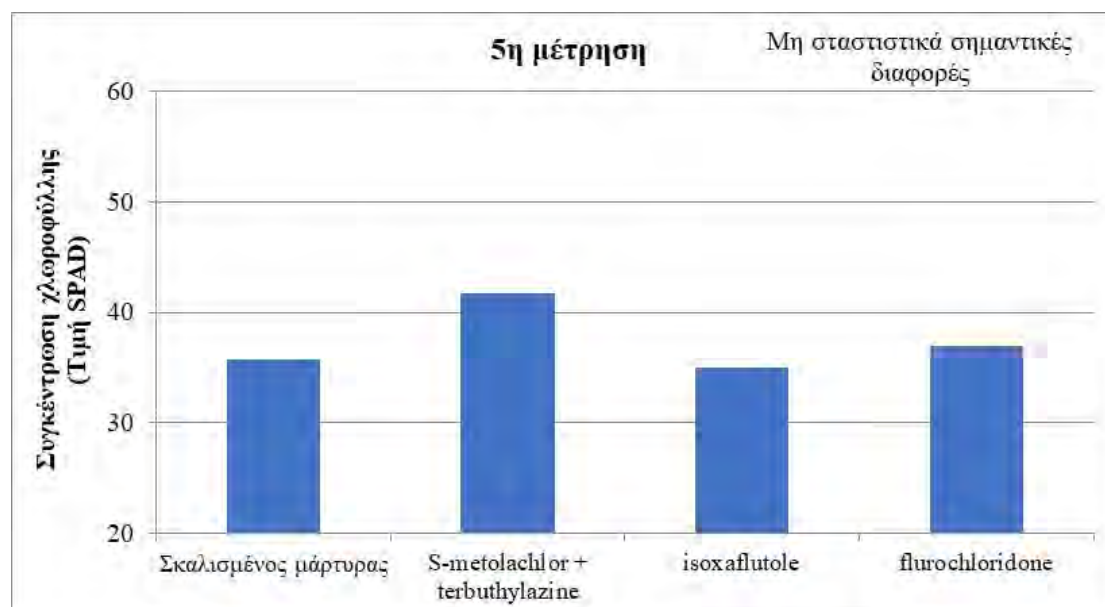
Διάγραμμα 3.4.3. Συγκέντρωση Χλωροφύλλης (τιμή SPAD) κατά την 3^η μέτρηση στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, S-metolachlor+terbutylazine, isoxaflutole και flurochloridone.



Διάγραμμα 3.4.4. Συγκέντρωση Χλωροφύλλης (τιμή SPAD) κατά την 4^η μέτρηση στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, S-metolachlor+terbutylazine, isoxaflutole και flurochloridone.

5^η Μέτρηση

Η σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης κατά την 5^η μέτρηση (Διάγραμμα 3.4.5) η οποία έγινε στις 30 Αυγούστου 2023 κυμαίνονταν από 35,0 (τιμή SPAD) έως 41,7 (τιμή SPAD), ενώ δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές αφού $P > 0,05$ ($P = 0,670$ και $F = 0,545$) όπως βρέθηκε στην ανάλυση διασποράς.



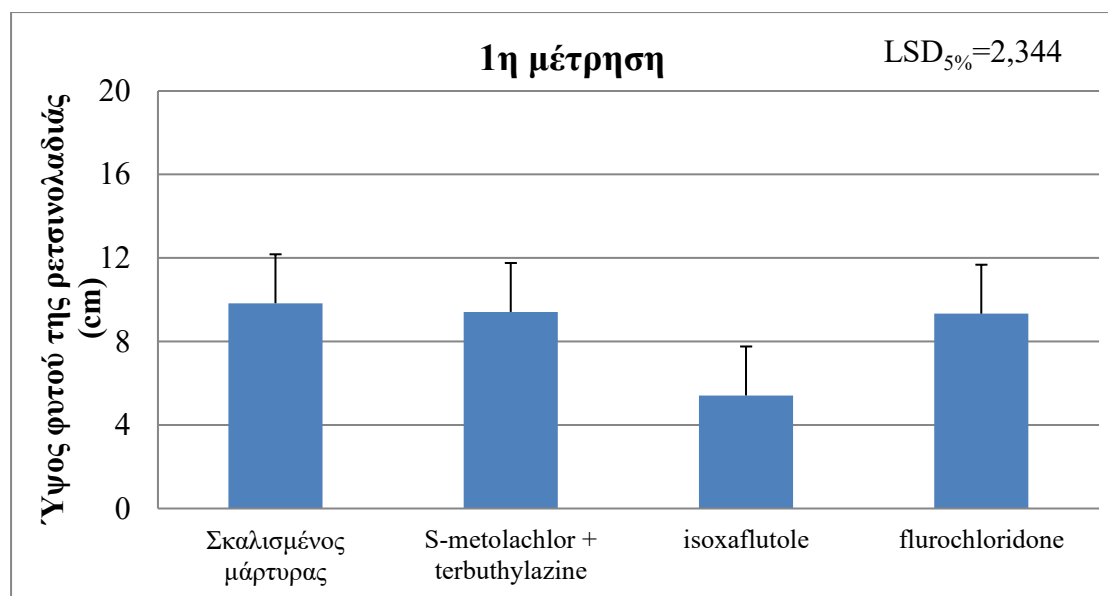
Διάγραμμα 3.4.5. Συγκέντρωση Χλωροφύλλης (τιμή SPAD) κατά την 5^η μέτρηση στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, S-metolachlor+terbutylazine, isoxaflutole και flurochloridone.

3.5. Ύψος φυτού της ρετσινολαδιάς

1^η Μέτρηση

Στην 1^η μέτρηση του ύψους των φυτών, η οποία πραγματοποιήθηκε στις 9 Ιουνίου 2023, η μεγαλύτερη τιμή (Διάγραμμα 3.5.1) παρατηρήθηκε για τις επεμβάσεις του σκαλισμένου μάρτυρα (9,8 cm) και η μικρότερη για το isoxaflutole (5.4 cm). Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων φανέρωσε την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των επεμβάσεων ($P = 0,011$ και $F = 9,311$). Συγκεκριμένα, σημειώθηκαν διαφορές που ήταν στατιστικά σημαντικές μεταξύ του isoxaflutole και των ζιζανιοκτόνων S-metolachlor+terbutylazine, flurochloridone καθώς και τον σκαλισμένο μάρτυρα. Επίσης, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ

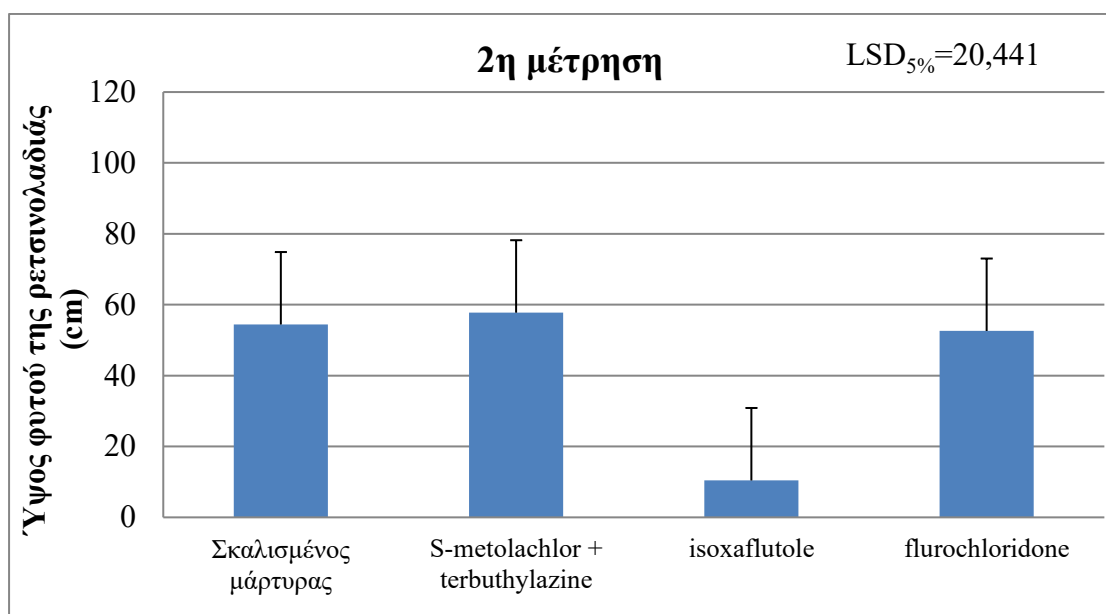
του σκαλισμένου μάρτυρα και των ζιζανιοκτόνων S-metolachlor+terburthylazine και flurochloridone και μεταξύ του S-metolachlor+terbuthylazine και του flurochloridone.



Διάγραμμα 3.5.1. Ύψος φυτού της ρετινολαδιάς (cm) κατά την 1^η μέτρηση στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, S-metolachlor+terbuthylazine, isoxaflutole και flurochloridone.

2^η Μέτρηση

Κατά την 2^η μέτρηση, η οποία πραγματοποιήθηκε στις 4 Ιουλίου 2023, η μεγαλύτερη τιμή του ύψους (Διάγραμμα 3.5.2) παρατηρήθηκε για το ζιζανιοκτόνο S-metolachlor+teburthylazine (57,8 cm) και η μικρότερη για το isoxaflutole (10,4 cm). Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων φανέρωσε την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των επεμβάσεων ($P=0,004$ και $F=14,320$). Συγκεκριμένα, σημειώθηκαν διαφορές που ήταν στατιστικά σημαντικές μεταξύ του isoxaflutole και των ζιζανιοκτόνων S-metolachlor+terbuthylazine, flurochloridone καθώς και τον σκαλισμένο μάρτυρα. Επίσης, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα και των ζιζανιοκτόνων S-metolachlor+teburthylazine και flurochloridone και μεταξύ του S-metolachlor+terbuthylazine και του flurochloridone.



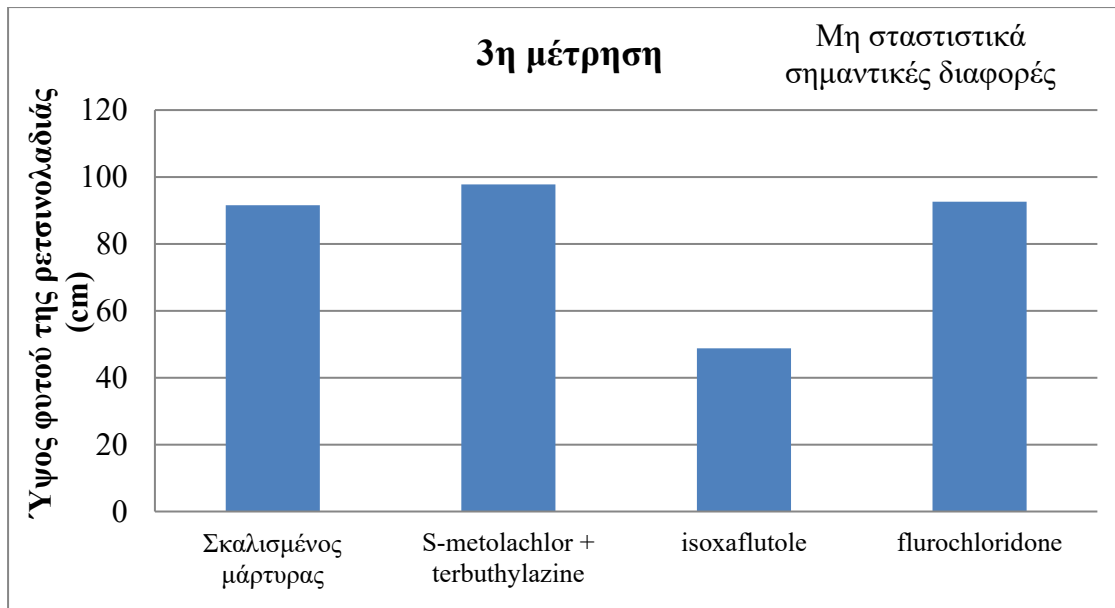
Διάγραμμα 3.5.2. Ύψος φυτού της ρετινολαδιάς (cm) κατά την 2^η μέτρηση στις επεμβάσεις σκαλισμένου μάρτυρας, S-metolachlor+terbuthylazine, isoxaflutole και flurochloridone.

3^η Μέτρηση

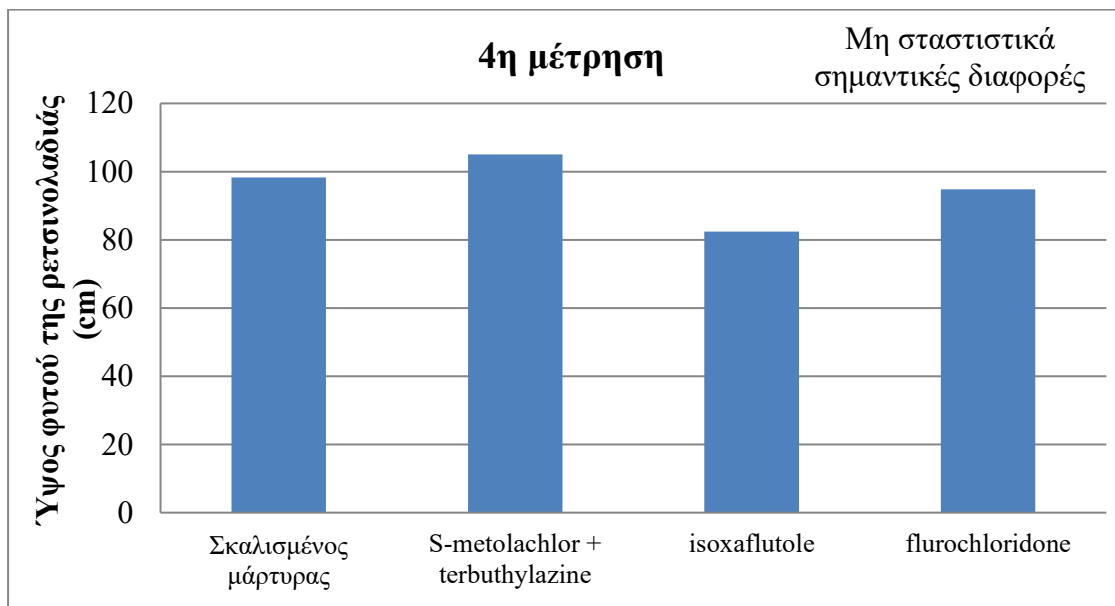
Στην 3^η μέτρηση του ύψους της ρετινολαδιάς στις 18 Ιουλίου 2023, οι τιμές κυμαίνονται από 48,8 έως 97,8 cm (Διάγραμμα 3.5.3) για το isoxaflutole και για το S-metolachlor+terbuthylazine, αντίστοιχα, ενώ δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές αφού $P > 0,05$ ($P = 0,056$ και $F = 4,502$) όπως βρέθηκε στην ανάλυση διασποράς.

4^η Μέτρηση

Κατά την 4^η μέτρηση του ύψους της ρετινολαδιάς στις 2 Αυγούστου 2023, μεγαλύτερη τιμή είχε το ζιζανιοκτόνο S-metolachlor+terbuthylazine με 105 cm (Διάγραμμα 3.5.4) και τη μικρότερη το isoxaflutole με 82,4 cm. Ωστόσο, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές αφού $P > 0,05$ ($P = 0,480$ και $F = 0,934$) όπως βρέθηκε στην ανάλυση διασποράς.



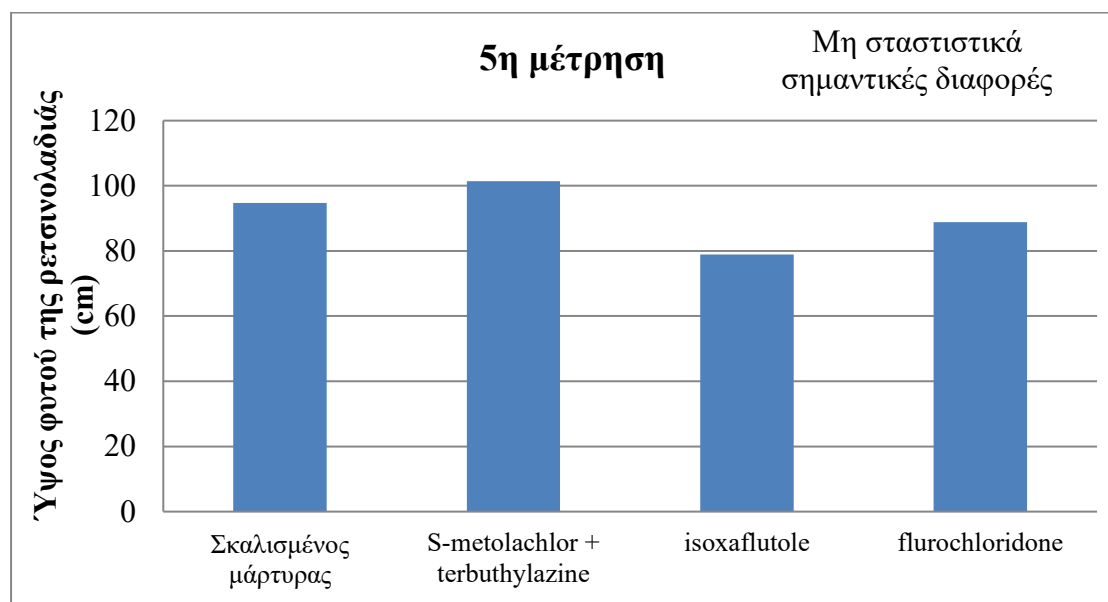
Διάγραμμα 3.5.3. Ύψος του φυτού της ρετσινολαδιάς (cm) κατά την 3^η μέτρηση στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, S-metolachlor+terbuthylazine, isoxaflutole και flurochloridone.



Διάγραμμα 3.5.4. Ύψος του φυτού της ρετσινολαδιάς (cm) κατά την 4^η μέτρηση στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, S-metolachlor+terbuthylazine, isoxaflutole και flurochloridone.

5^η Μέτρηση

Το ύψος των φυτών κατά την 5^η μέτρηση (Διάγραμμα 3.5.5) η οποία έγινε στις 30 Αυγούστου 2023 κυμαίνονταν από 78,9 έως 101,4 cm, ενώ δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές αφού $P > 0,05$ ($P = 0,443$ και $F = 1,031$), όπως βρέθηκε στην ανάλυση διασποράς.



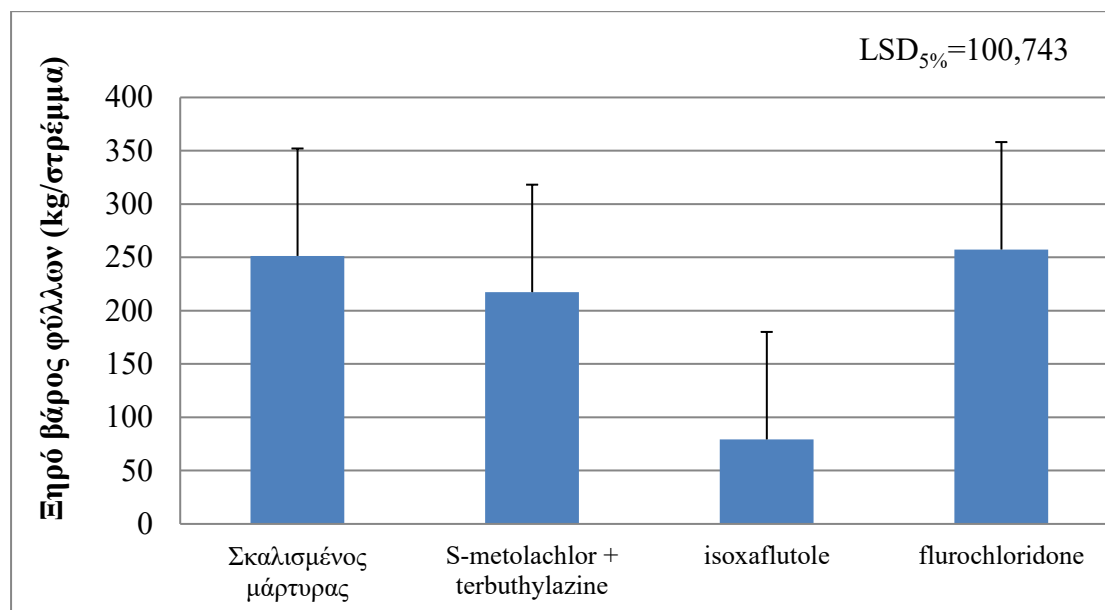
Διάγραμμα 3.5.5. Ύψος του φυτού της ρετσινολαδιάς (cm) κατά την 5^η μέτρηση στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, S-metolachlor+terbuthylazine, isoxaflutole και flurochloridone.

3.6. Ξηρά Βάρη

3.6.1. Ξηρό Βάρος Φύλλων

Στη μέτρηση του ξηρού βάρους των φύλλων, η οποία πραγματοποιήθηκε στις 30 Αυγούστου 2023, η μεγαλύτερη τιμή (Διάγραμμα 3.6.1) παρατηρήθηκε για το ζιζανιοκτόνο flurochloridone (257,4 kg/στρέμμα) και η μικρότερη για το isoxaflutole (79,3 kg/στρέμμα). Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων φανέρωσε την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των επεμβάσεων ($P = 0,015$ και $F = 8,177$). Συγκεκριμένα, σημειώθηκαν διαφορές που ήταν στατιστικά σημαντικές μεταξύ των επεμβάσεων του σκαλισμένου μάρτυρα και του ζιζανιοκτόνου isoxaflutole. Επίσης, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα και των

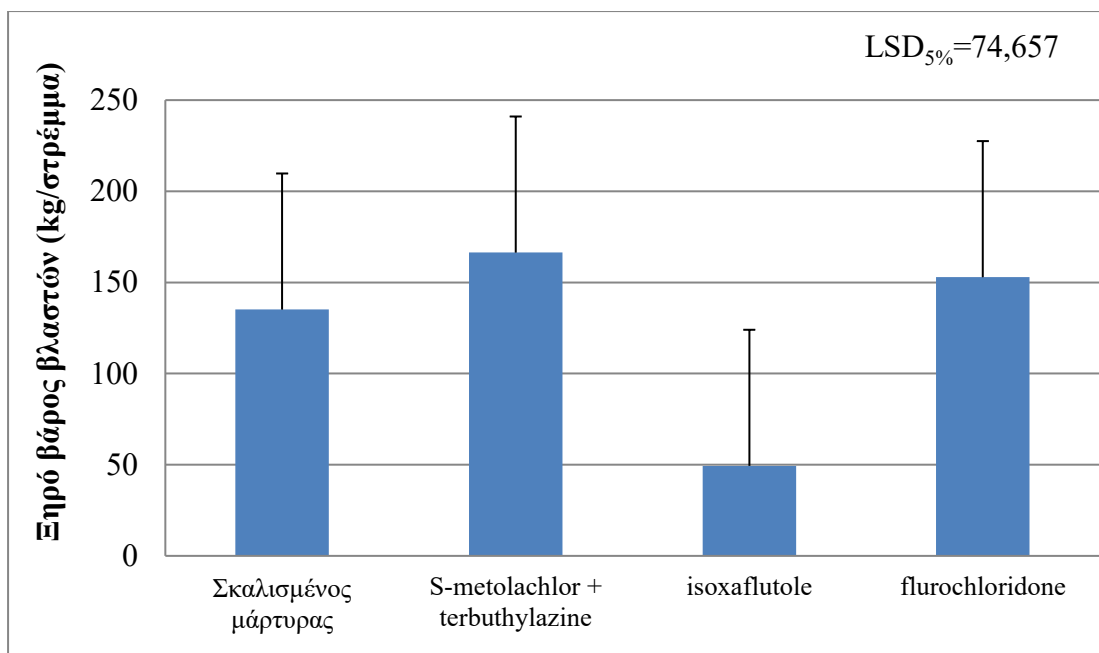
ζιζανιοκτόνων S-metolachlor+terbuthylazine και flurochloridone και μεταξύ του S-metolachlor+terbuthylazine και του flurochloridone.



Διάγραμμα 3.6.1. Μέτρηση Ξηρού Βάρους Φύλλων της ρετινολαδιάς στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, S-metolachlor+terbuthylazine, isoxaflutole και flurochloridone.

3.6.2. Ξηρό Βάρος Βλαστών

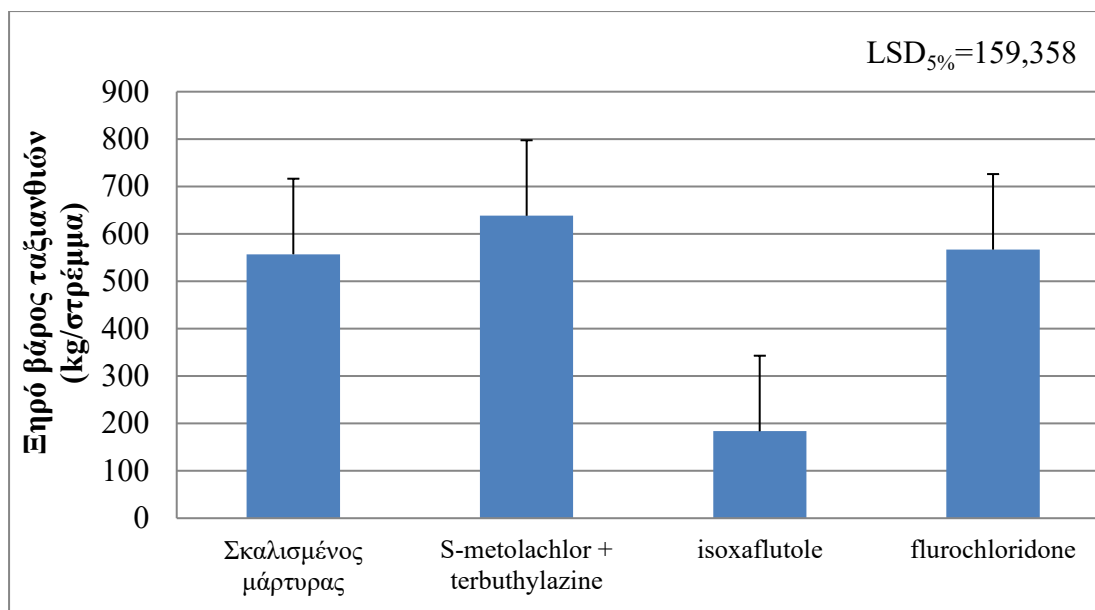
Στη μέτρηση του ξηρού βάρους των βλαστών, η οποία πραγματοποιήθηκε στις 30 Αυγούστου 2023, η μεγαλύτερη τιμή (Διάγραμμα 3.6.2.) παρατηρήθηκε για το ζιζανιοκτόνο S-metolachlor+terbuthylazine (166,4 kg/στρέμμα) και η μικρότερη για το isoxaflutole (49,4 kg/στρέμμα). Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων φανέρωσε την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των επεμβάσεων ($P=0,031$ και $F=5,948$). Συγκεκριμένα, σημειώθηκαν διαφορές που ήταν στατιστικά σημαντικές μεταξύ των επεμβάσεων του isoxaflutole και των ζιζανιοκτόνων S-metolachlor+terbuthylazine, flurochloridone καθώς και τον σκαλισμένο μάρτυρα. Επίσης, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα και των ζιζανιοκτόνων S-metolachlor+terbuthylazine και flurochloridone και μεταξύ του S-metolachlor+terbuthylazine και του flurochloridone.



Διάγραμμα 3.6.2. Μέτρηση ξηρού βάρους βλαστών της ρετσινολαδιάς (kg/στρέμμα) στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, S-metolachlor+terbuthylazine, isoxaflutole και flurochloridone.

3.6.3. Ξηρό Βάρος Ταξιανθιών

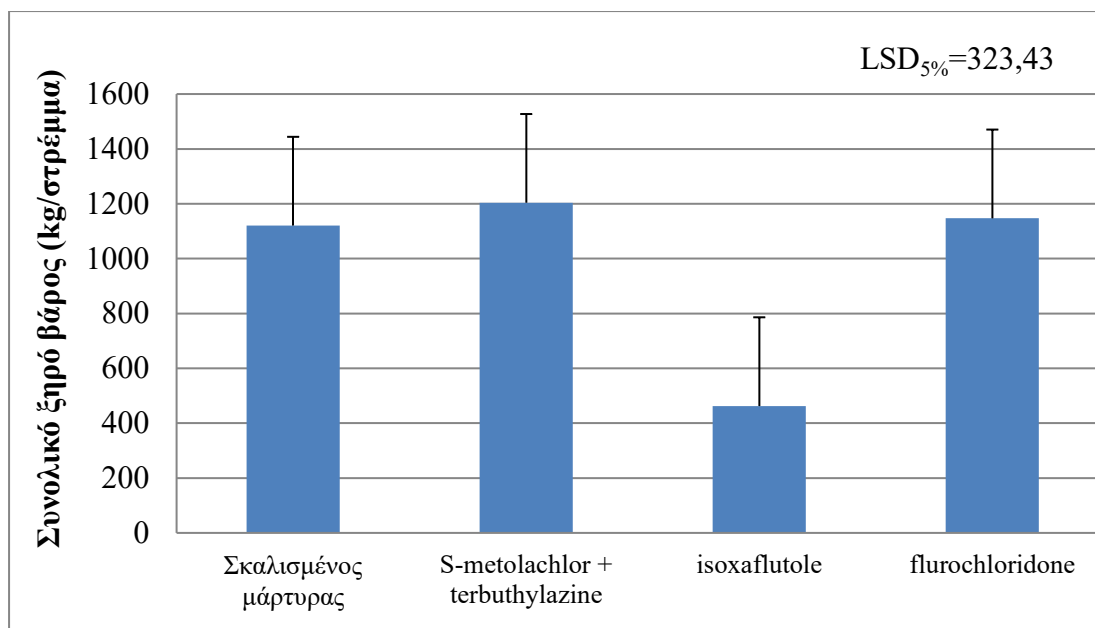
Κατά την μέτρηση του ξηρού βάρους των ταξιανθιών, η οποία πραγματοποιήθηκε στις 30 Αυγούστου 2023, η μεγαλύτερη τιμή (Διάγραμμα 3.6.3) παρατηρήθηκε για το ζιζανιοκτόνο S-metolachlor+terbuthylazine (638,1 kg/στρέμμα) και η μικρότερη για το isoxaflutole (183,5 kg/στρέμμα). Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων φανέρωσε την ύπαρξη στατιστικών σημαντικών διαφορών μεταξύ των επεμβάσεων ($P=0,002$ και $F=19,839$). Συγκεκριμένα, σημειώθηκαν διαφορές που ήταν στατιστικά σημαντικές μεταξύ του isoxaflutole με το ζιζανιοκτόνο flurochloridone και τον σκαλισμένο μάρτυρα. Επίσης, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα και των ζιζανιοκτόνων S-metolachlor+terbuthylazine και flurochloridone και μεταξύ του S-metolachlor+terbuthylazine και του flurochloridone.



Διάγραμμα 3.6.3. Μέτρηση ξηρού βάρους ταξιανθιών της ρετσινολαδιάς (kg/στρέμμα) στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, S-metolachlor+terbuthylazine, isoxaflutole και flurochloridone.

3.6.4. Συνολικό Ξηρό Βάρος

Κατά την μέτρηση του συνολικού ξηρού βάρους, η οποία πραγματοποιήθηκε στις 30 Αυγούστου 2023, η μεγαλύτερη τιμή (Διάγραμμα 3.6.4) παρατηρήθηκε για το ζιζανιοκτόνο S-metolachlor+terbuthylazine (1203,8 kg/στρέμμα) και η μικρότερη για το isoxaflutole (462,6 kg/στρέμμα). Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων φανέρωσε την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των επεμβάσεων ($P=0,004$ και $F=13,941$). Συγκεκριμένα, σημειώθηκαν διαφορές που ήταν στατιστικά σημαντικές μεταξύ του isoxaflutole και των επεμβάσεων S-metolachlor+terbuthylazine, flurochloridone και σκαλισμένος μάρτυρας. Επίσης, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα και των ζιζανιοκτόνων S-metolachlor+teburthylazine και flurochloridone και μεταξύ του S-metolachlor+terbuthylazine και του flurochloridone.



Διάγραμμα 3.6.4. Μέτρηση συνολικού ξηρού βάρους της ρετσινολαδιάς (kg/στρέμμα) στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, S-metolachlor+terbuthylazine, isoxaflutole και flurochloridone.

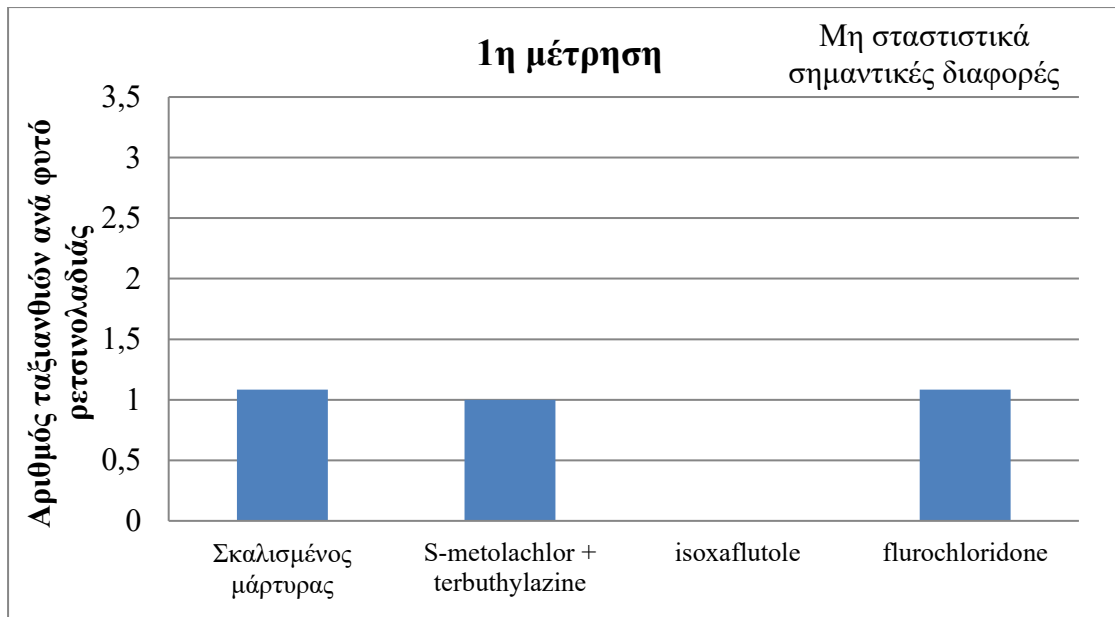
3.7. Αριθμός Ταξιανθιών ανά φυτό Ρετσινολαδιάς

1^η Μέτρηση

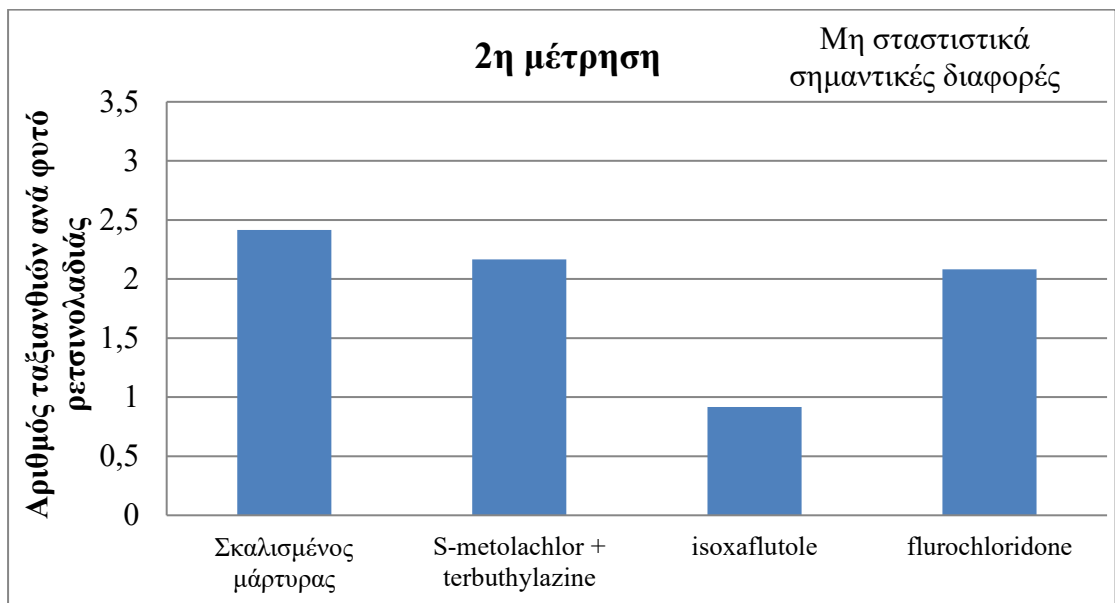
Στην 1^η μέτρηση του αριθμού των ταξιανθιών της ρετσινολαδιάς στις 4 Ιουλίου 2023, οι τιμές κυμαίνονται από 0 έως 1,08 (Διάγραμμα 3.7.1), με τη μικρότερη τιμή να βρίσκεται στο isoxaflutole, ενώ δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές αφού $P > 0,05$ ($P = 0,073$ και $F = 3,903$) όπως βρέθηκε στην ανάλυση διασποράς.

2^η Μέτρηση

Κατά την 2^η μέτρηση του αριθμού των ταξιανθιών ανά φυτό ρετσινολαδιάς στις 18 Ιουλίου 2023, μεγαλύτερη τιμή είχε ο σκαλισμένος μάρτυρας με 2,42 ταξιανθίες ανά φυτό (Διάγραμμα 3.7.2) και τη μικρότερη το ζιζανιοκτόνο isoxaflutole με 0,92 ταξιανθίες ανά φυτό. Ωστόσο, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές αφού $P > 0,05$ ($P = 0,068$ και $F = 4,079$) όπως βρέθηκε στην ανάλυση διασποράς.



Διάγραμμα 3.7.1. Αριθμός ταξιανθιών ανά φυτό ρετσίνολαδιάς κατά την 1^η μέτρηση στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, S-metolachlor+terbutylazine, isoxaflutole και flurochloridone.



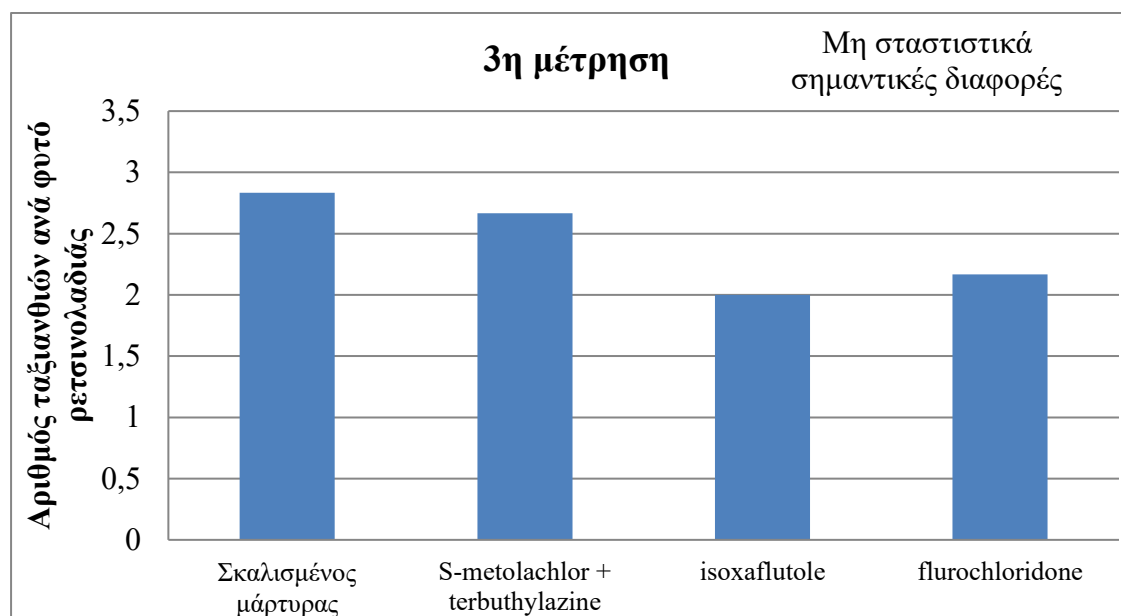
Διάγραμμα 3.7.2. Αριθμός ταξιανθιών ανά φυτό ρετσίνολαδιάς κατά την 2^η μέτρηση στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, S-metolachlor+terbutylazine, isoxaflutole και flurochloridone.

3^η Μέτρηση

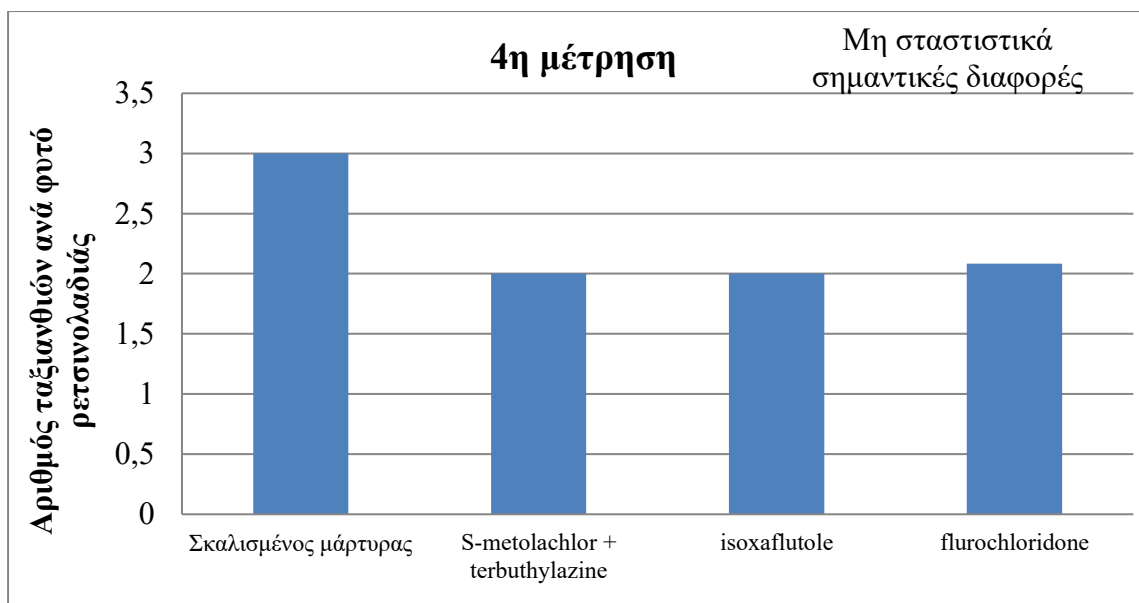
Στην 3^η μέτρηση στις 2 Αυγούστου 2023, οι τιμές κυμαίνονται από 2,00 έως 2,83 ταξιανθίες ανά φυτό (Διάγραμμα 3.7.3.) με τη μικρότερη τιμή να σημειώνεται στο isoxaflutole, ενώ δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές αφού $P > 0,05$ ($P = 0,451$ και $F = 1,011$) όπως βρέθηκε στην ανάλυση διασποράς.

4^η Μέτρηση

Κατά την 4^η μέτρηση του αριθμού ταξιανθιών στις 30 Αυγούστου 2023, μεγαλύτερη τιμή είχε ο σκαλισμένος μάρτυρας με 3 ταξιανθίες ανά φυτό (Διάγραμμα 3.7.4) και τη μικρότερη τα ζιζανιοκτόνα S-metolachlor+terbuthylazine και isoxaflutole με 2 ταξιανθίες ανά φυτό. Ωστόσο, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές αφού $P > 0,05$ ($P = 0,519$ και $F = 0,840$) όπως βρέθηκε στην ανάλυση διασποράς.



Διάγραμμα 3.7.3. Αριθμός ταξιανθιών ανά φυτό ρετσίνολαδιάς κατά την 3^η μέτρηση στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, S-metolachlor+terbuthylazine, isoxaflutole και flurochloridone.



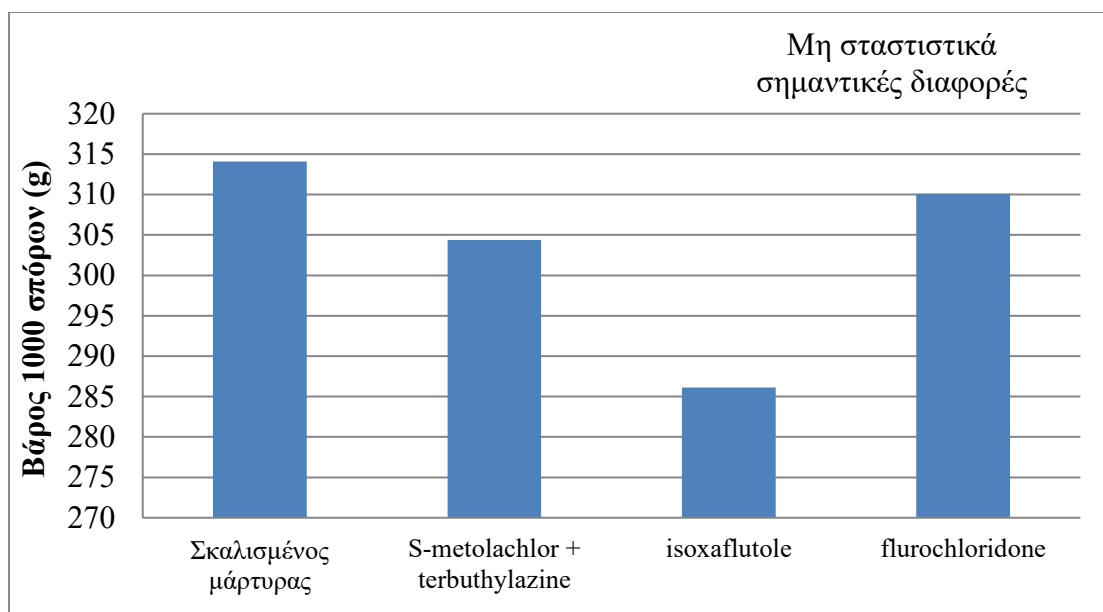
Διάγραμμα 3.7.4. Αριθμός ταξιανθιών ανά φυτό ρετινολαδιάς κατά την 4^η μέτρηση στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, S-metolachlor+terbuthylazine, isoxaflutole και flurochloridone.

3.8. Βάρος 1000 σπόρων

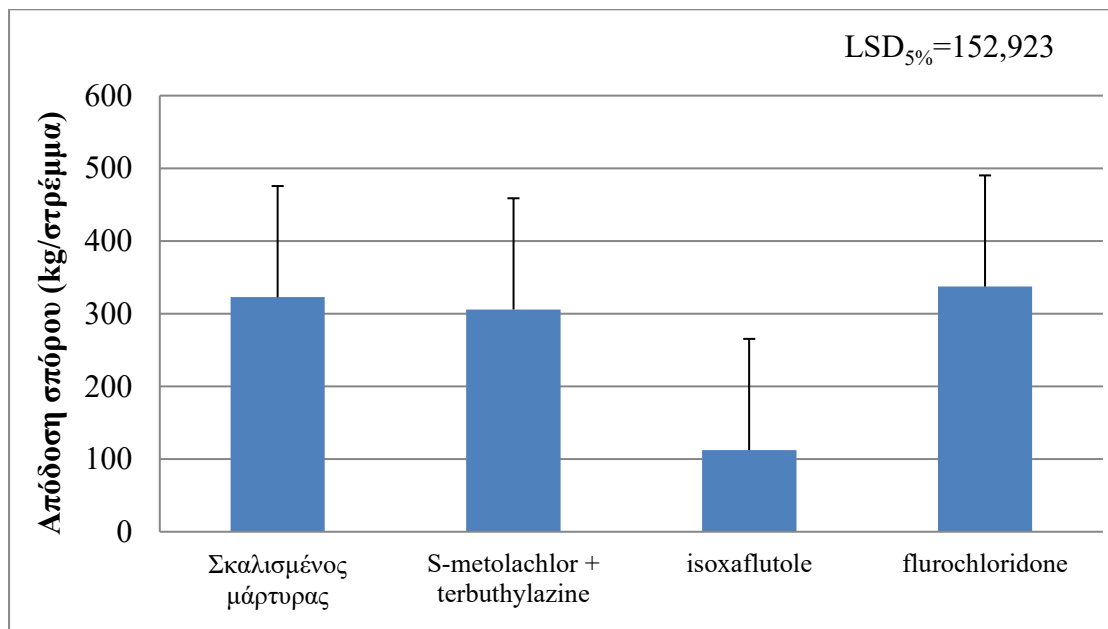
Στη μέτρηση του βάρους των 1000 σπόρων, μεγαλύτερη τιμή είχε ο σκαλισμένος μάρτυρας με 314,1 g (Διάγραμμα 3.8) και τη μικρότερη το ζιζανιοκτόνο isoxaflutole με 286,1 g. Ωστόσο, δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές αφού $P > 0,05$ ($P=0,659$ και $F=0,563$) όπως βρέθηκε στην ανάλυση διασποράς.

3.9. Απόδοση σε σπόρο

Στη μέτρηση της απόδοσης σε σπόρο, η μεγαλύτερη τιμή (Διάγραμμα 3.9) παρατηρήθηκε για το ζιζανιοκτόνο flurochloridone (337,3 kg/στρέμμα) και η μικρότερη για το isoxaflutole (112,4 kg/στρέμμα). Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων φανέρωσε την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των επεμβάσεων ($P=0,034$ και $F=5,704$). Συγκεκριμένα, σημειώθηκαν διαφορές που ήταν στατιστικά σημαντικές μεταξύ του isoxaflutole και των επεμβάσεων S-metolachlor+terbuthylazine, flurochloridone και σκαλισμένος μάρτυρας. Επίσης, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα και των ζιζανιοκτόνων S-metolachlor+teburthylazine και flurochloridone και μεταξύ του S-metolachlor+terbuthylazine και του flurochloridone.



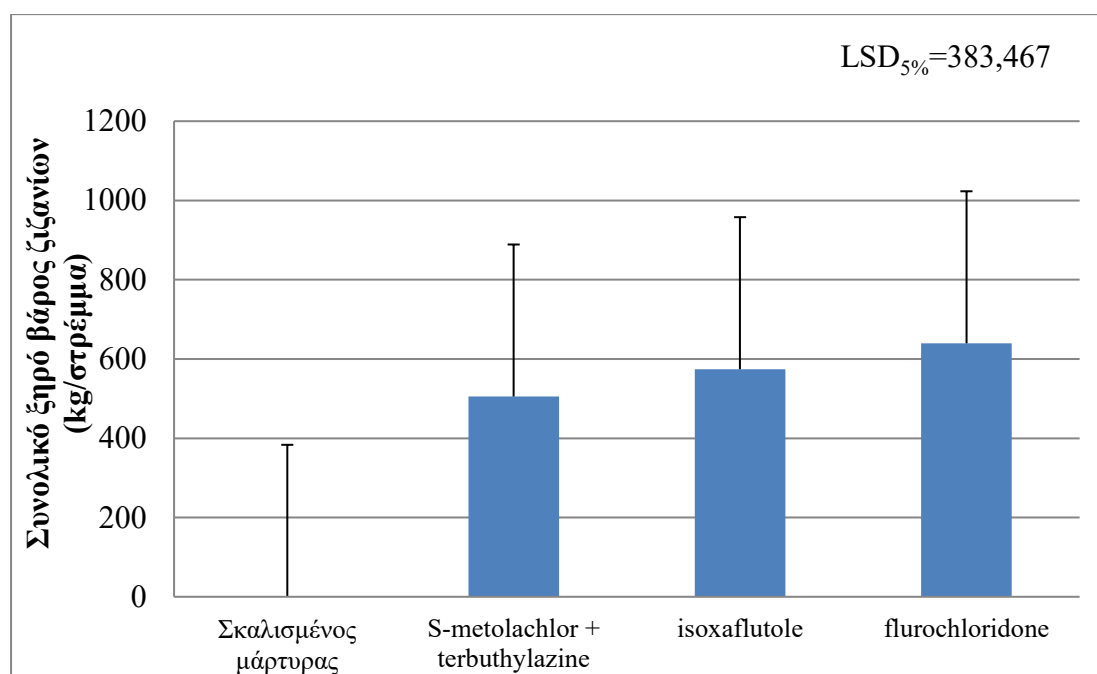
Διάγραμμα 3.8. Μέτρηση Βάρους 1000 σπόρων (g) στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, S-metolachlor+terbuthylazine, isoxaflutole και flurochloridone.



Διάγραμμα 3.9. Μέτρηση αποδόσεων σε σπόρο (kg/στρέμμα) στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, S-metolachlor+terbuthylazine, isoxaflutole και flurochloridone.

3.10. Συνολικό Ξηρό Βάρος Ζιζανίων

Κατά τη μέτρηση του συνολικού ξηρού βάρους των ζιζανίων, η μεγαλύτερη τιμή (Διάγραμμα 3.10.) παρατηρήθηκε για το ζιζανιοκτόνο flurochloridone (639,7 kg/στρέμμα) και η μικρότερη για τον σκαλισμένο μάρτυρα (0 kg/στρέμμα). Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων φανέρωσε την ύπαρξη στατιστικώς σημαντικών διαφορών μεταξύ των επεμβάσεων ($P=0,022$ και $F=6,933$). Συγκεκριμένα, σημειώθηκαν διαφορές που ήταν στατιστικά σημαντικές μεταξύ του σκαλισμένου μάρτυρα με τα ζιζανιοκτόνα S-metolachlor+terbuthylazine, flurochloridone και isoxaflutole. Επίσης, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του ζιζανιοκτόνου flurochloridone και των ζιζανιοκτόνων S-metolachlor+terbuthylazine και isoxaflutole και μεταξύ του S-metolachlor+terbuthylazine και του isoxaflutole.

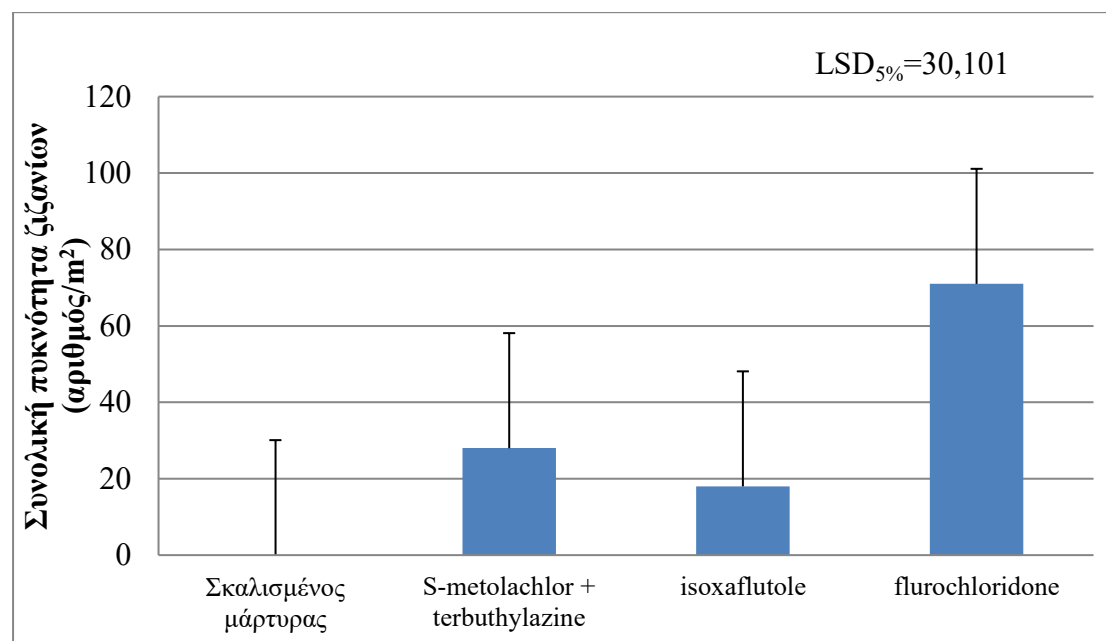


Διάγραμμα 3.10. Μέτρηση συνολικού ξηρού βάρους των ζιζανίων (kg/στρέμμα) στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, S-metolachlor+terbuthylazine, isoxaflutole και flurochloridone.

3.11. Συνολική Πυκνότητα Ζιζανίων

Κατά τη μέτρηση της συνολικής πυκνότητας των ζιζανίων, η μεγαλύτερη τιμή (Διάγραμμα 3.11) παρατηρήθηκε για το ζιζανιοκτόνο flurochloridone (71,0 φυτά m^{-2}) και η μικρότερη για τις επεμβάσεις του σκαλισμένου μάρτυρα (0 φυτά m^{-2}). Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων φανέρωσε την ύπαρξη στατιστικώς

σημαντικών διαφορών μεταξύ των επεμβάσεων ($P=0,006$ και $F=12,012$). Συγκεκριμένα, σημειώθηκαν διαφορές που ήταν στατιστικά σημαντικές μεταξύ του flurochloridone με τα ζιζανιοκτόνα S-metolachlor+terbuthylazine, isoxaflutole καθώς και τον σκαλισμένο μάρτυρα. Επίσης, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του S-metolachlor+terbuthylazine και του ζιζανιοκτόνου isoxaflutole και την επέμβαση του σκαλισμένου μάρτυρα και μεταξύ του isoxaflutole με τον σκαλισμένο μάρτυρα.



Διάγραμμα 3.11. Συνολική πυκνότητα καλλιέργειας ζιζανίων (αριθμός φυτών/μ²) στις επεμβάσεις σκαλισμένος μάρτυρας, S-metolachlor+terbuthylazine, isoxaflutole και flurochloridone.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: Συζήτηση

4.1. Εκλεκτικότητα των ζιζανιοκτόνων flurochloridone, isoxaflutole και S-metolachlor+terbuthylazine στην καλλιέργεια της ρετινολαδιάς

Τα αποτελέσματα της παρούσας πτυχιακής εργασίας έδειξαν ότι στα πειραματικά τεμάχια που είχε εφαρμοστεί το ζιζανιοκτόνο isoxaflutole προκλήθηκε μείωση της πυκνότητας της καλλιέργειας (Εικόνα 4.1) λόγω της μείωσης του φυτρώματος, της ξήρανσης των κοτυληδόνων και κατά συνέπεια της ολικής ξήρανσης των νεαρών φυτών. Συγκριτικά με τον σκαλισμένο μάρτυρα, στα τεμάχια του isoxaflutole παρατηρήθηκε μείωση της πυκνότητας της καλλιέργειας κατά 61,8%. Απ' την άλλη πλευρά, στα πειραματικά τεμάχια που είχαν εφαρμοστεί τα ζιζανιοκτόνα S-metolachlor+terbuthylazine (Εικόνα 4.2) και flurochloridone διαπιστώθηκε ότι τα συγκεκριμένα ζιζανιοκτόνα δεν επηρέασαν την πυκνότητα της καλλιέργειας έχοντας μάλιστα παρεμφερή πυκνότητα σε σχέση με τον σκαλισμένο μάρτυρα. Σύμφωνα με Maciel et al. (2011) σε πειράματα που πραγματοποίησαν σε καλλιέργεια ρετινολαδιάς το ζιζανιοκτόνο isoxaflutole όταν εφαρμόστηκε μεταφυτρωτικά στο στάδιο των 4 έως 6 φύλλων της καλλιέργειας προκάλεσε τοξικότητα σε ποσοστό 70,7% και 10,7% στις 7 και 28 ημέρες μετά την εφαρμογή. Τα συμπτώματα που παρατήρησαν οι συγκεκριμένοι ερευνητές ήταν χλωρωτικές κηλίδες και νεκρώσεις στα παλαιότερα φύλλα της καλλιέργειας.



Εικόνα 4.1. Πυκνότητα καλλιέργειας ρετινολαδιάς στις 4 Ιουλίου 2023 σε τεμάχιο isoxaflutole (αριστερά) και flurochloridone (δεξιά).

Σε άλλη μελέτη όπου αξιολογήθηκαν διάφορα προφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα, οι Grichar et al. (2015) παρατήρησαν ότι τα ζιζανιοκτόνα pendimethalin, S-metolachlor και trifluralin δεν προκάλεσαν τοξικότητα στα φυτά της καλλιέργειας της ρετινολαδιάς, ενώ τα ζιζανιοκτόνα diuron, linuron και flumioxazin προκάλεσαν χλώρωση στα αρχικά στάδια ανάπτυξης των φυτών τα οποία ήταν παροδικά και δεν ήταν ορατά στις 6 έως 8 εβδομάδες μετά την εφαρμογή.



Εικόνα 4.2. Καλλιέργεια ρετινολαδιάς σε τεμάχιο όπου εφαρμόστηκε το S-metolachlor+terbuthylazine στις 4 Ιουλίου 2023.

Ως προς τις παραμέτρους συγκέντρωση χλωροφύλλης, αριθμός φύλλων και ύψος φυτών της ρετινολαδιάς παρατηρήθηκε ότι στα αρχικά στάδια της ανάπτυξης των φυτών το ζιζανιοκτόνο isoxaflutole είχε τη μικρότερη τιμή, ενώ στις τελευταίες μετρήσεις δεν υπήρξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων. Οι Maciel et al. (2011) αναφέρουν ότι η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη στα πειραματικά τεμάχια που είχε εφαρμοστεί το isoxaflutole ήταν σαφέστατα χαμηλότερη σε σχέση με αυτή του μάρτυρα επιβεβαιώνοντας την αρνητική επίδραση του συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου. Για την παράμετρο διάμετρο του βλαστού των φυτών της ρετινολαδιάς, στην πρώτη μέτρηση το isoxaflutole έχει τη μικρότερη τιμή, ενώ την τελευταία μέτρηση το ίδιο το ζιζανιοκτόνο είχε μεγαλύτερη τιμή και από τον σκαλισμένο μάρτυρα. Η μεγαλύτερη τιμή της διαμέτρου των βλαστών στην τελευταία

μέτρηση οφείλεται στη μικρότερη πυκνότητα της καλλιέργειας λόγω της τοξικότητας που προκάλεσε το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο στο στάδιο του φυτρώματος και στα αρχικά στάδια ανάπτυξης των φυτών της ρετσινολαδιάς. Σε άλλη εργασία, οι Maciel et al. (2011) αναφέρουν ότι το μήκος και η διάμετρος του βλαστού των φυτών της ρετσινολαδιάς στα τεμάχια που είχε εφαρμοστεί το isoxaflutole είχαν τη χαμηλότερη τιμή από όλα τα υπόλοιπα ζιζανιοκτόνα που είχαν εφαρμοστεί σε άλλα πειραματικά τεμάχια.

Για την παράμετρο του συνολικού ξηρού βάρους της καλλιέργειας, μεγαλύτερες τιμές βρέθηκαν για το μίγμα των ζιζανιοκτόνων S-metolachlor+terbuthylazine το οποίο δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά από τον σκαλισμένο μάρτυρα και το ζιζανιοκτόνο flurochloridone. Μικρότερες τιμές του ξηρού βάρους βρέθηκε να έχει το isoxaflutole, έχοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές με τις υπόλοιπες επεμβάσεις. Όσον αφορά το βάρος των 1000 σπόρων και τον αριθμό ταξιανθιών ανά φυτό ρετσινολαδιάς δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων, ενώ για την απόδοση σε σπόρο η μικρότερη τιμή βρέθηκε στο isoxaflutole και η μεγαλύτερη στο flurochloridone. Στο πείραμα μας η απόδοση σε σπόρο κυμάνθηκε από 112,4 έως 337,3 Kg/στρέμμα, ενώ στη μελέτη των Grichar et al. (2015) η απόδοση κυμάνθηκε από 1159 έως 2878 Kg/ha. Σε άλλη μελέτη, οι Vaghasia and Nadiyadhara (2016) κατέγραψαν απόδοση έως 4429 Kg/ha στον σκαλισμένο μάρτυρα, ενώ μεταξύ των ζιζανιοκτόνων οι μεγαλύτερες αποδόσεις καταγράφηκαν στην επέμβαση trifluralin (1.0 kg δραστική ουσία/ha + quizalofop-p-ethyl (0.05 Kg δραστική ουσία/ha) όπου τα ζιζανιοκτόνα trifluralin και quizalofop-p-ethyl εφαρμόστηκαν προφυτρωτικά και μεταφυτρωτικά, αντίστοιχα. Επίσης, οι Patel et al. (2018) διαπίστωσαν ότι οι μεγαλύτερες αποδόσεις (2,06 έως 2,4 τόνους/ha) καταγράφηκαν στον σκαλισμένο μάρτυρα και στις επεμβάσεις α) pendimethalin + 1 σκάλισμα στις 40 ημέρες μετά τη σπορά και β) pendimethalin + 2 σκαλίσματα στις 40 και 60 ημέρες μετά τη σπορά φανερώνοντας ότι η καταπολέμηση των ζιζανίων συμβάλει σημαντικά στην αύξηση των αποδόσεων.

Όσον αφορά την αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων, διαπιστώθηκε ότι το μεγαλύτερο συνολικό ξηρό βάρος των ζιζανίων καταγράφηκε στο ζιζανιοκτόνο flurochloridone, ενώ η μικρότερη τιμή βρέθηκε στο ζιζανιοκτόνο S-metolachlor+terbuthylazine. Τέλος, ως προς τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων, οι μεγαλύτερες τιμές βρέθηκαν στο flurochloridone, ενώ δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ζιζανιοκτόνων S-metolachlor+terbuthylazine και

isoxaflutole. Τα στοιχεία αυτά δείχνουν ότι το λιγότερο αποτελεσματικό ζιζανιοκτόνο ήταν το ζιζανιοκτόνο flurochloridone.

4.2. Συμπεράσματα

Από το συγκεκριμένο πείραμα που είχε σαν στόχο την αξιολόγηση της εκλεκτικότητας προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων σε καλλιέργεια ρετινολαδιάς, εξήχθησαν χρήσιμα συμπεράσματα. Πιο συγκεκριμένα, τα κύρια συμπεράσματα της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν τα εξής:

- Το ζιζανιοκτόνο **isoxaflutole** προκάλεσε μεγάλη τοξικότητα στα φυτά της καλλιέργειας της ρετινολαδιάς προκαλώντας **μείωση της πυκνότητας καλλιέργειας** συγκριτικά με τα υπόλοιπα ζιζανιοκτόνα.
- Τα ζιζανιοκτόνα **S-metolachlor+terbuthylazine** και **flurochloridone** δεν προκάλεσαν φυτοτοξικότητα, ενώ δεν υπήρξε μείωση της πυκνότητας καλλιέργειας.
- **Αρνητική επίδραση** στις παραμέτρους **ύψος, ξηρό βάρος, αριθμός φύλλων** είχε **το ζιζανιοκτόνο isoxaflutole**. Αντιθέτως, στο ζιζανιοκτόνο S-metolachlor+terbuthylazine σημειώθηκε η μεγαλύτερη ανάπτυξη της καλλιέργειας της ρετινολαδιάς.
- Για την παραγωγικότητα της καλλιέργειας διαπιστώθηκε ότι η **μικρότερη απόδοση σε σπόρο** βρέθηκε στο ζιζανιοκτόνο **isoxaflutole**, ενώ τη μεγαλύτερη απόδοση είχε το ζιζανιοκτόνο **flurochloridone**.
- Μεγαλύτερες τιμές της **συνολικής πυκνότητας των ζιζανίων** βρέθηκαν για το ζιζανιοκτόνο **flurochloridone**.
- Για το συνολικό ξηρό βάρος των ζιζανίων δεν βρέθηκαν διαφορές στατιστικώς σημαντικές μεταξύ των τριών ζιζανιοκτόνων.

Συνολικά από την παρούσα πτυχιακή εργασία μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι τα ζιζανιοκτόνα S-metolachlor+terbuthylazine και flurochloridone παρουσιάζουν εκλεκτικότητα για την καλλιέργεια της ρετινολαδιάς. Όμως χρειάζεται να διεξαχθούν πρόσθετα πειράματα σε εδάφη με διαφορετικές ιδιότητες, σε περιοχές με διαφορετικές κλιματικές συνθήκες καθώς και με διαφορετικές δόσεις εφαρμογής.

Βιβλιογραφία

- Ahmed H.M., Sarwar G., Ahsan ul Haq, M., 2012. Genetic variability and interdependence of morphological traits in castorbean (*Ricinus communis* L) mutants. Songklanakarin Journal of Science and Technology, 34 (3), 279–286.
- Azevedo D.M.P., Beltrão N.E.M., Severino L.S., Cardoso G.D., 2007. Controle de plantas daninhas. In: Azevedo D.M.P., Beltrão N.E.M. (Ed.). O agronegócio da mamona no Brasil. 2. ed. Campina Grande: Embrapa Algodão, pp. 333–359.
- Beasley V.R., 2020. Direct and Indirect Effects of Environmental Contaminants on Amphibians. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-409548-9.11274-6>
- Bizinoto T.K.M.C., Oliveira E.G., Martins S.B., Souza S.A., Gotardo M., 2010. Cultivo da mamoneira influenciada por diferentes populações de plantas. Bragantia, 69(2), 367–370.
- CABI 2021a. *Amaranthus retroflexus* (redroot pigweed), CABI Compendium. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.4652>
- CABI 2021b. *Tribulus terrestris* (puncture vine), CABI Compendium. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.5444>
- CABI 2021c. *Chenopodium album* (fat hen), CABI Compendium. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.12648>
- Coleman, M., Kristiansen, P., Sindel, B., Fyfe, C. 2020. Blackberry Nightshade (*Solanum nigrum*): Weed management guide for Australian vegetable production. School of Environmental and Rural Science, University of New England, Armidale. pp. 1–12.
- Cortat G., 2016. *Convolvulus arvensis* (bindweed), CABI Compendium. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.151>
- Costa A.G.F., Sofiatti V., Maciel C.D.G., Poletine J.P., de Sousa J.I. 2014. Weed management strategies for castor bean crops. Acta Scientiarum - Agronomy, 36(2), 135–145.
- Costea M., Tardif F.J., 2003. The Biology of Canadian Weeds. 126. *Amaranthus albus* L., *A. blitoides* S. Watson and *A. blitum* L. Canadian Journal of Plant Science, 83(4), 1039–1066.
- Dungarwal H.S., Chaplot P.C., Nagdn B.L., 2002. Weed control in castor (*Ricinus communis*). Indian Journal of Agricultural Sciences, 72 (9), 525–7.

- Edmonds J.M., Chweya J.A., 1997. Black Nightshades: *Solanum nigrum* L. and Related Species. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 15. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- EFSA (European Food Safety Authority), 2012. Review of the existing maximum residue levels (MRLs) for S-metolachlor according to Article 12 of Regulation (EC) No 396/2005. EFSA Journal, 10(2), 2586.
- EFSA (European Food Safety Authority), Brancato A., Brocca D., De Lentdecker C., Erdos Z., Ferreir L, Greco L., Jarrah S., Kardassi D., Leuschner R., Lythgo C., Medina P., Miron I., Molnar T., Nougadere A., Pedersen R., Reich H., Sacchi A., Santos M., Stanek A., Sturma J., Tarazona J., Theobald A., Vagenende B, Verani A., Villamar-Bouza L., 2018. Review of the existing maximum residue levels for flurochloridone according to Article 12 of Regulation (EC) No 396/2005. EFSA Journal, 16(1), 5644.
- FAO 2024. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT database. <https://www.fao.org/faostat/en/> (Πρόσβαση στις 23 Απριλίου του 2024).
- Franke H., Scholl R., Aigner A., 2019. Ricin and *Ricinus communis* in pharmacology and toxicology-from ancient use and “Papyrus Ebers” to modern perspectives and “poisonous plant of the year 2018”. Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology, 392, 1181–1208.
- Grichar W.J., Dotray P.A., Trostle C.L. 2015. Castor (*Ricinus communis* L.) tolerance and weed control with preemergence herbicides. Industrial Crops and Products, 76, 710–716.
- González A.V., Gianoli E., 2004. Morphological plasticity in response to shading in three Convolvulus species of different ecological breadth. Acta Oecologica, 26, 185–190.
- Jena J., Gupta A.K., 2012. *Ricinus communis* Linn: A Phytopharmacological Review. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 4(4), 25–29.
- Koutroubas S.D., Papakosta D.K., Doitsinis A., 1999. Adaptation and yielding ability of castor plant (*Ricinus communis* L.) genotypes in a Mediterranean climate. European Journal of Agronomy, 11, 227–237.
- Lu J., Shi Y., Yin X., Liu S., Liu C., Wen D., Li W., He X., Yang T., 2019. The genetic mechanism of sex type, a complex quantitative trait, in *Ricinus communis* L. Industrial Crops & Products, 128, 590–598.

- Maciel C.D.G., 2006. Manejo na cultura da mamona em sistema de semeadura direta. *Revista Plantio Direto*, 95, 38–40.
- Maciel C.D.G., Silva T.R.B., Poletine J.P., Velini, E.D., Zanotto, M.D., Martins F.M., Gava F. 2011. Selectivity and efficacy of accase-inhibiting herbicides in castor bean crop. *Planta Daninha*, 29(3), 609–616.
- Minnesota Department of Agriculture (MDA), 2015. Isoxaflutole. New Active Ingredient Review, May 2015. pp. 1-2.
- Pallett K.E., Little J.P., Sheekey M., Veerasekaran P., 1998. The mode of action of isoxaflutole: I. Physiological Effects, Metabolism, and Selectivity. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 62(2), 113-124
- Peerzada A.M., Ali H.H., Hanif Z., Bajwa A.A., Kebaso L., Frimpong D., Iqbal N., Namubiru H., Hashim S., Rasool G., Manalil S., van der Meulen A., Chauhan B.S., 2017. Eco-biology, impact, and management of *Sorghum halepense* (L.) Pers., *Biological Invasions*, 25, 955–973.
- PubChem 2024. The National Center for Biotechnology Information. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> (Πρόσβαση στις 12 Μαρτίου 2024).
- Rana M., Dhamija H., Prashar B., Sharma S., 2012. *Ricinus communis* L. – A Review. *International Journal of PharmTech Research*, 4, 1706–1711.
- Silva F.M.O., Sofiatti V., Silva V.N.B.S., Brito G.G., Silva K.C., Bezerra J.R.C., Medeiros J.C., 2010. Controle químico de plantas daninhas na cultura da mamoneira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS E ENERGÉTICAS, 1., João Pessoa. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010.
- TNAU 2024. Tamil Nadu Agricultural University Agritech Portal. Castor (*Ricinus communis*). https://agritech.tnau.ac.in/agriculture/agri_index.html (Πρόσβαση στις 4 Μαρτίου 2024).
- US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA), 2023. Pesticide Product Label, S-Metolachlor EC Herbicide. EPA Reg. Number: 82542-36.
- Vaghasia P.M., Nadiyadhara M.V. 2016. Influence of pre-and post-emergence herbicides in castor (*Ricinus communis* L.). 17, 68-72.
- Worbs S., Köhler K., Pauly D., Avondet M-A., Schaer M., Dorner M.B., Dorner B.G., 2011. *Ricinus communis* intoxications in human and veterinary medicine—A Summary of Real Cases. *Toxins*, 3, 1332–1372.

- Yang S.J., Yu B.S., 1981. Anatomical characteristics and phototropic movement of leaves of *Tribulus terrestris* L. (C4 plant). *Acta Agriculturae Universitatis Pekinensis*, 1, 85–90.
- Yeboah A., Sheng Ying S., Lu J., Xie Y., Amoanimaa-Dede H., Boateng K.G.A., Chen M., Yin X., 2021. Castor oil (*Ricinus communis*): A review on the chemical composition and physicochemical properties. *Food Science and Technology*, 41(2), 399–413.
- Yu Q.Q., Lu F.F., Ma L.Y., Yang H., Song N.H., 2021. Residues of reduced herbicides terbuthylazine, ametryn, and atrazine and toxicology to maize and the environment through salicylic acid. *ACS Omega*, 6, 27396–27404.
- Ζιώγας Β., Μαρκόγλου Α., 2017. Γεωργική Φαρμακολογία, Βιοχημεία, Φυσιολογία, Μηχανισμοί Δράσης και Χρήσεις των Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων. Εκδόσεις Greenbooks publications. σελ. 575-710.