



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ, ΣΤΗ  
ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΓΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ**

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

Επίδραση της λίπανσης και της διαχείρισης ζιζανίων στην καλλιέργεια  
και τις αποδόσεις βιομηχανικής κάνναβης (*Cannabis sativa* L.)

**Αντώνιος Δ. Μαυροειδής**

Επιβλέπων Καθηγητής:

Τραυλός Ηλίας, Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ

**ΑΘΗΝΑ**

**2021**

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ**

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

Επίδραση της λίπανσης και της διαχείρισης ζιζανίων στην καλλιέργεια  
και τις αποδόσεις βιομηχανικής κάνναβης (*Cannabis sativa* L.)

“Effects of fertilization and weed management on the performance and  
yield of hemp (*Cannabis sativa* L.)”

**Αντώνιος Δ. Μαυροειδής**

Εξεταστική Επιτροπή:

Τραυλός Ηλίας, Επίκουρος Καθηγητής Γ.Π.Α. (Επιβλέπων)

Δημήτριος Μπιλάλης, Καθηγητής Γ.Π.Α.

Παπαστυλιανού Παναγιώτα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Γ.Π.Α.

## **Επίδραση της λίπανσης και της διαχείρισης ζιζανίων στην καλλιέργεια και τις αποδόσεις βιομηχανικής κάνναβης (*Cannabis sativa* L.)**

*ΠΜΣ Καινοτόμες εφαρμογές στην αειφορική γεωργία, στη βελτίωση φυτών και στην αγρομετεωρολογία  
Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής  
Εργαστήριο Γεωργίας*

### **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε στον πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών ελέγχθηκε η επίδραση της λίπανσης και της εφαρμογής ζιζανιοκτόνου σε δύο ποικιλίες κλωστικής κάνναβης (Fedora 17 και Uso 31), καθώς και στη ζιζανιοχλωρίδα των δύο αυτών ποικιλιών. Το πειραματικό σχέδιο ήταν αυτό των υπο-υποδιαιρεμένων τεμαχίων (Split-split-plot design) με τρεις επαναλήψεις, δύο ποικιλίες κάνναβης (παράγοντας κυρίων τεμαχίων), τρεις μεταχειρίσεις λίπανσης (υποδιαιρεμένα τεμάχια), και τρεις μεταχειρίσεις διαχείρισης ζιζανίων (υπο-υποτεμάχια). Το ζιζανιοκτόνο που εφαρμόστηκε ήταν το pendimethalin, ενώ το λίπασμα περιείχε N-P-K σε ποσοστό 7-4-7. Οι μεταχειρίσεις της λίπανσης περιλάμβαναν τις 0N (δεν εφαρμόστηκε λίπασμα), 7N (110 kg λιπάσματος/στρέμμα) και 14N (220 kg λιπάσματος/ στρέμμα). Παράλληλα οι μεταχειρίσεις για τη διαχείριση των ζιζανίων περιλάμβαναν τις W (καμία επέμβαση), T1 (εφαρμογή 1.980 g δ.ο./ha pendimethalin 33%), και WF (τακτική απομάκρυνση των ζιζανίων με το χέρι). Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης αξιολογήθηκε η πυκνότητα των ζιζανίων, η βιομάζα τους, οι τιμές του δείκτη NDVI στα ζιζάνια, η πυκνότητα, το ύψος, και η βιομάζα των φυτών της κάνναβης, το ξηρό βάρος και το μήκος της κύριας ταξιανθίας των φυτών της κάνναβης, ο αριθμός, το μήκος, και το ξηρό βάρος των δευτερευουσών ταξιανθιών των φυτών της κάνναβης, οι αποδόσεις σε σπόρο, και το βάρος των χιλίων σπόρων. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν πως η εφαρμογή του pendimethalin μείωσε τη μέση πυκνότητα των ζιζανίων κατά 25-55% και 35-70% στις Fedora 17 και Uso 31 αντίστοιχα. Παράλληλα, μείωσε τη μέση βιομάζα των ζιζανίων κατά 30-70% και 40-80%, και τις τιμές του δείκτη NDVI κατά 20-40% και 15-30%, στις Fedora 17 και Uso 31 (αντίστοιχα). Η καθυστερημένη εφαρμογή του pendimethalin όμως προκάλεσε φυτοτοξικότητα στα φυτά κάνναβης με αποτέλεσμα να μειώσει αισθητά την πυκνότητα των φυτών. Όσον αφορά το ύψος και τη βιομάζα των φυτών, τα καλύτερα αποτελέσματα καταγράφηκαν κατά κύριο λόγο κατά την ταυτόχρονη εφαρμογή των WF και 14N. Ο συνδυασμός αυτός αύξησε το ύψος των φυτών περίπου κατά 20% και στις δύο ποικιλίες, ενώ αύξησε και τη βιομάζα τους κατά 45% και 100% στις Fedora 17 και Uso 31 (αντίστοιχα). Τα αποτελέσματα της εφαρμογής του ζιζανιοκτόνου και της λίπανσης στον αριθμό, το μήκος και το ξηρό βάρος των ταξιανθιών ήταν αντικρουόμενα. Παρ' όλα αυτά, ασχέτως με τη μεταχείριση διαχείρισης ζιζανίων (WF ή T1) και το επίπεδο λίπανσης (7N ή 14N), η λήψη μέτρων προς διαχείριση ζιζανίων και η εφαρμογή λίπανσης γενικώς επηρέασαν θετικά τις ταξιανθίες. Αντίθετα, οι απόδοση σε σπόρο και το βάρος χιλίων σπόρων δεν επηρεάστηκαν από τις μεταχειρίσεις. Τέλος, τα αποτελέσματα της ποικιλίας Fedora 17 ήταν στην πλειοψηφία τους καλύτερα από τα αντίστοιχα της Uso 31. Αν και τα ευρήματα αυτά είναι ενθαρρυντικά, περαιτέρω έρευνα απαιτείται σχετικά με τη σημασία της λίπανσης και την αποδοτική διαχείριση ζιζανίων σε καλλιέργειες κάνναβης.

**Επιστημονική περιοχή:** Γεωπονικές Επιστήμες

**Λέξεις κλειδιά:** Fedora 17, Uso 31, κάνναβη, λίπανση, διαχείριση ζιζανίων

## **Effects of fertilization and weed management on the performance and yield of hemp (*Cannabis sativa* L.)**

*MSc Novel applications in agricultural sustainability, plant breeding, and agrometeorology*

*Department of crop science*

*Laboratory of Agronomy*

### **SUMMARY**

An experiment was conducted in the experimental field of the Laboratory of Agronomy, Agricultural University of Athens in order to evaluate the effects of fertilization and herbicide application in two hemp varieties ((Fedora 17 και Uso 31)) and their weed flora. The experiment was based on a split-split-plot experimental design with three replications, two hemp varieties (main plots), three fertilization levels (sub-plots), and three levels of weed management (sub-sub-plots). The herbicide applied was pendimethalin and the fertilizer used was compound (N-P-K: 7-4-7). Fertilization treatments included 0N (no fertilization applied), 7N (110 kg fertilizer/str) and 14N (220 kg fertilizer/str). Weed management treatments included W (weedy), T1 (application of 1.980 g a.i./ha of pendimethalin 33%), and WF (frequent hand weeding). Measurements included total weed density and biomass, weed NDVI measurements, the density, height, and biomass of cannabis plants, the length and dry weight of the main inflorescences, the number, length, and dry weight of the secondary inflorescences, the seed yield, and the weight of 1000 seeds. According to the results of this present study, pendimethalin reduced total weed density by 25-55% and 35-70% in Fedora 17 and Uso 31, respectively. Furthermore, it reduced the total weed biomass by 30-70% and 40-80%, and the weed NDVI values by 20-40% and 15-30% in Fedora 17 and Uso 31 respectively. The late application of the herbicide though injured hemp plants and reduced their density. Regarding the height and biomass of hemp, the best results were reported in the simultaneous application of WF and 14N. The combined application of these treatments increased plant height by approximately 20% in both varieties. Moreover, it increased the biomass of cannabis plants by 45% and 100% in Fedora 17 and Uso 31 respectively. The results regarding the effects of fertilization and herbicide application on the number, length, and dry weight of the inflorescences were conflicting. Nevertheless, weed management (either WF or T1) and fertilization (either 7N or 14N) had a positive impact on the inflorescences. On the contrary, weed management and fertilization did not affect seed yield and 1000 seed weight. Overall, Fedora 17 was superior to Uso 31. Even though the findings of this present study are promising, further research should be conducted regarding the effect of fertilization, and the efficiency of chemical weed management on hemp.

**Scientific area:** Agricultural sciences

**Key words:** Fedora 17, Uso 31, hemp, fertilization, weed management

*Στην Παναγιά*

# Πίνακας περιεχομένων

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
1.1 Το Φυτό Της Κανναβης ( <i>Cannabis sativa</i> L.).....	8
1.1.1 Ιστορική αναδρομή.....	8
1.1.1.1 Αρχαίοι και Προχριστιανικοί πολιτισμοί .....	8
1.1.1.2 Από τη Χριστιανική εποχή (1 μ.Χ.) έως τον 18 <sup>ο</sup> αιώνα .....	10
1.1.1.3 Από το 19 <sup>ο</sup> αιώνα έως το σήμερα.....	11
1.1.2 Μορφολογία του φυτού.....	13
1.1.3 Βιοχημικά χαρακτηριστικά.....	14
1.1.3.1 Η Δ <sup>9</sup> -τετραϋδροκανναβινόλη (THC).....	14
1.1.3.2 Η κανναβιδιόλη (CBD) .....	14
1.1.3.3 Άλλα κανναβινοειδή.....	15
1.1.3.3.1 Κανναβιγκερόλη (CBG).....	15
1.1.3.3.2 Κανναβρωμίνη (CBC).....	15
1.1.3.3.3 Κανναβινόλη (CBN).....	16
1.1.3.3.4 Τετραϋδροκανναβιβαρίνη (THCV).....	16
1.1.4 Χρήσεις.....	17
1.1.5 Καλλιέργεια κάνναβης .....	18
1.1.5.1. Εδαφος.....	18
1.1.5.2. Περιβαλλοντικές συνθήκες .....	18
1.1.5.3. Απαιτήσεις της καλλιέργειας.....	19
1.1.5.3.1. Κάλιο .....	19
1.1.5.3.2. Άζωτο .....	19
1.1.5.3.3. Φώσφορος .....	19
1.1.5.3.4. Νερό .....	20
1.1.5.4 Διαχείριση ζιζανίων.....	20
1.1.6 Εχθροί και ασθένειες.....	21
1.1.6.1 Φυτοπαθόγονοι μικροοργανισμοί.....	21
1.1.6.2 Έντομα, άλλα αρθρόποδα και σκώληκες .....	21
1.1.7.3 Παρασιτικά φυτά και πτηνά .....	23
1.1.7.4 Τροφοπενίες και φυτοτοξικότητες .....	23
1.1.7.5 Αντιμετώπιση εχθρών και παθογόνων .....	23
1.2 Ζιζάνια.....	25
1.2.1 Τραχύ βλήτο ( <i>Amaranthus retroflexus</i> ).....	25

1.2.2 Τάτουλας ( <i>Datura stramonium</i> ) .....	26
1.2.3 Περικοκλάδα ( <i>Convolvulus arvensis</i> ) .....	26
1.2.4 Γερμανός ( <i>Solanum elaeagnifolium</i> ).....	26
1.2.5 Μουχρίτσα ( <i>Echinochloa crus-galli</i> ).....	27
1.2.6. Πορφυρή κύπερη ( <i>Cyperus rotundus</i> ).....	27
2. ΣΚΟΠΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	28
3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....	29
3.1. Γενικές πληροφορίες .....	29
3.2. Πειραματικό σχέδιο.....	30
3.3. Μετρήσεις.....	30
3.3.1. Πυκνότητα ζιζανίων .....	30
3.3.2. Βιομάζα ζιζανίων.....	30
3.3.3. Δείκτης NDVI .....	31
3.3.4. Ύψος κάνναβης .....	31
3.3.5. Βιομάζα κάνναβης.....	31
3.3.6. Μήκος κύριας ταξιανθίας.....	31
3.3.7. Ξηρό βάρος κύριας ταξιανθίας.....	31
3.3.8. Αριθμός δευτερευουσών ταξιανθιών.....	32
3.3.9. Μήκος δευτερεύουσας ταξιανθίας .....	32
3.3.10. Ξηρό βάρος δευτερεύουσας ταξιανθίας .....	32
3.3.11. Αποδόσεις σε σπόρο.....	32
3.3.12. Βάρος 1000 σπόρων .....	32
3.4. Στατιστική ανάλυση .....	32
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	33
4.1. Πυκνότητα ζιζανίων .....	33
4.1.1. 21 DAS.....	33
4.1.2. 41 DAS .....	37
4.2. Ξηρό βάρος ζιζανίων.....	41
4.2.1. 21 DAS .....	41
4.2.2. 41 DAS .....	45
4.3. NDVI.....	49
4.3.1. 21 DAS .....	49
4.3.2. 41 DAS .....	52
4.4. Πυκνότητα φυτών κάνναβης .....	55

4.5. Ύψος κάνναβης.....	59
4.6. Βιομάζα κάνναβης.....	63
4.7. Συγκομιδή.....	66
4.7.1. Μήκος κύριας ταξιανθίας.....	66
4.7.2. Ξηρό βάρος κύριας ταξιανθίας.....	69
4.7.3. Αριθμός δευτερευόντων ταξιανθιών.....	73
4.7.4. Μήκος δευτερεύουσας ταξιανθίας.....	77
4.7.5. Ξηρό βάρος δευτερεύουσας ταξιανθίας.....	81
4.7.6. Απόδοση σε σπόρο.....	85
4.7.7. Βάρος χιλίων σπόρων.....	87
5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	91
5.1. Διαχείριση ζιζανίων.....	91
5.2. Πυκνότητα, ύψος και βιομάζα της κάνναβης.....	93
5.3. Συγκομιδή.....	95
5.4. Συμπεράσματα.....	96
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	97



# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 Το Φυτό Της Κάνναβης (*Cannabis sativa* L.)

Η κάνναβη (*C. sativa*) είναι ένα ετήσιο, δικότυλο, C3 φυτό της οικογένειας Cannabaceae (Abdollahi et al., 2020; Denton et al., 2001; Van der Werf et al., 1995; McPartland, 2020). Πιθανότατα αποτελεί μια από της αρχαιότερες καλλιέργειες του ανθρώπου (Russo, 2007) καθώς αρχαιολογικές έρευνες κάνουν λόγο για χρήση του φυτού ακόμα και πριν από 4.000 χρόνια (Li, 1974). Αν και για πολλές δεκαετίες η καλλιέργεια του συγκεκριμένου φυτού θεωρείται αμφιλεγόμενο ζήτημα (Russo, 2007), οι πολλαπλές χρήσεις της κάνναβης έχουν αυξήσει το αγρονομικό της ενδιαφέρον, με αποτέλεσμα πλέον να καλλιεργείται σε περισσότερες από 47 χώρες και να καταλαμβάνει περισσότερα από 73.000 εκτάρια παγκοσμίως (FAOSTAT, 2018). Ο ετήσιος τζίρος της καλλιέργειας, σε παγκόσμια κλίμακα, ανήλθε στα 123.9 δισεκατομμύρια δολάρια το 2019 και μέχρι το 2027 αναμένεται να αυξηθεί περισσότερο από 14% (Reportlinker, 2021). Στη χώρα μας η καλλιέργεια του φυτού εντατικοποιείται τα τελευταία χρόνια λόγω των φαρμακευτικών και βιομηχανικών χρήσεων των προϊόντων της, με αποτέλεσμα να καταλαμβάνει περισσότερα από 300 εκτάρια καλλιεργήσιμης γης στον ελλαδικό χώρο (Bilalis et al., 2019).

### 1.1.1 Ιστορική αναδρομή

#### 1.1.1.1 Αρχαίοι και Προχριστιανικοί πολιτισμοί

Γενικά η καλλιέργεια κάνναβης θεωρείται μια από της αρχαιότερες καλλιέργειες του ανθρώπου (Russo, 2007). Αρκετοί ερευνητές εικάζουν πως οι πρώτες επαφές του ανθρώπου με το συγκεκριμένο φυτό χρονολογούνται προ της πρώτης αγροτικής επανάστασης (περίπου πριν από 10.000 χρόνια) (Clarke and Merlin, 2013). Αν και αρχικά το φυτό πιθανότατα αυτοφυόταν σε πλαγιές, ρεματιές και όχθες ποταμών της Ασίας, σε κάποια χρονική στιγμή ο άνθρωπος αποφάσισε να καλλιεργήσει το φυτό και με επιλεγμένες διασταυρώσεις να βελτιώσει τα επιθυμητά χαρακτηριστικά του, όπως την ποιότητα των ινών του φυτού, τη ποσότητα του σπόρου που παράγει ή την περιεκτικότητα των σπόρων σε έλαιο (Schultes et al., 1974). Αν και δεν είναι ακριβώς γνωστό το πότε και το που αυτό συνέβη, υπάρχουν δύο κύριες υποθέσεις, της Κίνας (Chang 1986; Crawford 2006) και της Κεντρικής Ασίας (Vavilon, 1992), με αυτή της Κίνας να είναι επικρατέστερη (Long et al., 2017). Παρ' όλα αυτά, η έλλειψη αρχαιολογικών στοιχείων καθιστούν την επιβεβαίωση, ή και την απόρριψη, των υποθέσεων αυτών δύσκολη (Long et al., 2017).

Πάντως πληθώρα καταγραφών (Long et al., 2017) υποδεικνύουν πως η κάνναβη χρησιμοποιούταν από φυλές της Ανατολικής, Νότιας, Νοτιοδυτικής και Κεντρικής Ασίας ήδη από το 10.000 – 2.000 π.Χ. Ενδεικτικά, μια από τις αρχαιότερες καταγεγραμμένες χρήσεις του φυτού χρονολογείται πριν από περίπου 5.000 χρόνια στην Κίνα, όπου το φυτό χρησιμοποιούταν μεταξύ άλλων και για την αντιμετώπιση της ελονοσίας, της δυσκοιλιότητας, των ρευματικών πόνων κ.α. (Scholten, 2000) ενώ χρησιμοποιούταν και σαν πρώτη ύλη για την παρασκευή χορδών, σχοινιών, υφασμάτων και χαρτιού (Li, 1974). Και η πρώτη καταγραφή της χρήσης του φυτού ως ναρκωτικό εντοπίζεται στην αρχαία Κίνα καθώς στο έργο «*Pen-ts'ao ching*», που αποδίδεται στον μυθικό Κινέζο αυτοκράτορα Shennong, αναφέρονται οι παραισθησιογόνες ιδιότητες της κάνναβης (Li, 1978). Το 2003, εκσκαφές που πραγματοποιήθηκαν στη Xinjiang έφεραν στην επιφάνεια ένα αρχαίο νεκροταφείο έκτασης 54.000 m<sup>2</sup> που αποδίδεται στους Jushi, μια φυλή που εγκαταστάθηκε σε αυτή την περιοχή περίπου πριν από 2.000 χρόνια (Russo et al., 2008; Ma and Sun, 1994). Στο νεκροταφείο

αυτό βρέθηκαν 2.500 τάφοι, σε έναν εκ των οποίων πιστεύεται πως είχε ταφεί κάποιον πρόσωπο υψηλού κύρους. Κοντά στα λείψανα βρέθηκαν φυτικοί ιστοί, οι οποίοι αν και αρχικά ταυτοποιήθηκαν ως ιστοί κόλιανδρου (*Coriandrum sativum*), περαιτέρω έρευνα απέδειξε ότι ανήκαν σε φυτό κάνναβης (Jiang et al., 2006), επιβεβαιώνοντας για μια ακόμη φορά την χρήση του φυτού από αρχαίους Κινέζικους πολιτισμούς.

Στην αρχαία Ινδία η χρήση κάνναβης είχε φαρμακευτικό και θρησκευτικό χαρακτήρα (Zuardi, 2006). Η χρήση της θεωρείται πως ξεκίνησε περίπου γύρω στο 1.000 π.Χ. (Mikuriya, 1969) στα πλαίσια της αντιμετώπισης των νευραλγιών, των πονόδοντων, των πονοκεφάλων, των επιληπτικών επεισοδίων, του τέτανου, της λύσσας, του στρες, των ρευματικών παθήσεων, των φλεγμονών και των λοιμώξεων, της φυματίωσης, των πεπτικών διαταραχών κ.α. (Mikuriya, 1969; Touw, 1981; Aldrich, 1997). Ο θρησκευτικός χαρακτήρας του φυτού φαίνεται από τις αναφορές του στο «*Atharva Veda*», ένα ανθολόγιο θρησκευτικών κειμένων αγνώστου συγγραφέα, μέσα στο οποίο αναφέρεται πως η κάνναβη θεωρείται ως ένα «αερό φυτό που φέρει την ευτυχία και την ελευθερία» (Touw, 1981).

Η χρήση του φυτού αυτού ήταν γνωστή και στους αρχαίους Έλληνες. Σε γενικές γραμμές το φυτό προοριζόταν για την παρασκευή σχοινιών και πανιών, αν και υπάρχουν και καταγραφές της βρώσης των σπόρων του (Pisanti and Bifulco, 2019). Ο Ηρόδοτος (484 π.Χ. – 425 π.Χ.) στο έργο του «*Ιστορίαι*» αναφέρεται στην κάνναβη (Wills, 1998). Συγκεκριμένα, αναφέρει πως οι Σκύθες, νομαδικές φυλές της Κεντρικής Ασίας, εισέπνεαν καπνό κάνναβης κατά τις τελετές τους (Warf, 2014). Σύμφωνα με ορισμένους ερευνητές εικάζεται πως η διάδοση του φυτού στους Σκύθες έγινε από τους Ασσύριους και τους Θράκες πριν από περίπου 2.600 χρόνια (Pisanti and Bifulco, 2019). Ο Διοσκουρίδης ο Πεδάνιος (περίπου 10 μ.Χ. - 90 μ.Χ.), αρχαίος Έλληνας βοτανολόγος και ιατρός, το 70 μ.Χ. δημοσίευσε το έργο του «*Περὶ ὕλης ἰατρικῆς*», στο οποίο κατηγοριοποίησε πληθώρα φυτών βάσει των ιατρικών τους ιδιοτήτων (McPartland, 2020). Στο έργο του αυτό, κατέταξε και το φυτό της κάνναβης μεταξύ άλλων αρωματικών βοτάνων όπως η αλθαία (*Althaea officinalis*), και το βρωμοκλάδι (*Anagyris foetida*) (McPartland, 2020). Ο Ρωμαίος συγγραφέας Πλίνιος ο Πρεσβύτερος (23-79 μ.Χ.) στο έργο του «*Naturalis historia*» περιγράφει τόσο τις ευεργετικές, όσο και ανεπιθύμητες παρενέργειες της κατανάλωσης του φυτού (Butrica, 2002; Pliny, 1950). Από το έργο του αρχαίου Έλληνα ιατρού Γαληνού (129-199 μ.Χ.), «*De alimentorum facultatibus*», γνωρίζουμε ότι κατά τα ρωμαϊκά συμπόσια πολλές φορές καταναλώνονταν σπόροι κάνναβης με σκοπό την χαλάρωση και τη πρόκληση αισθήματος εφορίας (Arata, 2004; Galen, 2003). Παρ' όλα αυτά, οι αναφορές στο εν λόγω φυτό από αρχαίους Έλληνες και Ρωμαίους είναι ελάχιστες, υποδηλώνοντας πιθανώς πως η χρήση του ήταν σχετικά περιορισμένη (Mikuriya, 1969; Touw, 1981).

Στην αρχαία Αίγυπτο, αρχαιολογικά ευρήματα υποδεικνύουν τη χρήση κάνναβης (Balabanova et al., 1992). Πέρα από ίχνη γύρης του φυτού που βρέθηκαν στους τύμβους των φαραώ Αμένοφης Δ' (περίπου 1353-1336 π.Χ.) και Ραμσή Β' (1303 π.Χ. - 1214 π.Χ.) (Balabanova et al., 1992), ιερογλυφικές αναπαραστάσεις που έχουν παρατηρηθεί σε αρκετές τύμβους θεωρείται ότι αναπαριστούν το φυτό της κάνναβης. Μάλιστα αρκετοί ερευνητές αποδίδουν τον ιερογλυφικό όρο «*shemshemet*», ο οποίος περιγράφει ένα φυτό που χρησίμευε τόσο στην ιατρική όσο και στην παραγωγή σχοινιού, στο εν λόγω φυτό (Pisanti and Bifulco, 2019). Σύμφωνα με τα αρχαία Αιγυπτιακά ιατρικά χειρόγραφα «*Ebers papyrus*» (περίπου 1550 π.Χ.) και «*Papyrus Ramesseum III*» (περίπου 1700 π.Χ.) η κάνναβη θεράπευε μολύνσεις των ματιών και των νυχιών και προκαλούσε συστολές επιταχύνοντας τον τοκετό στις εγκύους (Russo, 2007; Pisanti and Bifulco, 2019). Γενικά πάντως δεν είναι ακόμα

γνωστό εάν το φυτό καλλιεργούταν στην αρχαία Αίγυπτο ή αν διαδόθηκε εκεί από τους Σκύθες (Pisanti and Bifulco, 2019).

Όσον αφορά άλλους προχριστιανικούς πολιτισμούς της Ευρωπαϊκής ηπείρου, καταγραφές αναφέρουν εκτεταμένη χρήση της κάνναβης και από τους Βίκινγκ, ήδη από το 800 π.Χ. (Nockert and Possnert, 2002; Hafsten, 1958 ; Brøgger, 1917). Γενικά θεωρείται πως η χρήση του φυτού από τις φυλές των Βίκινγκ της Σκανδιναβίας περιοριζόταν στην κατασκευή σχοινιών και υφασμάτων (Skoglund et al., 2013)

#### *1.1.1.2 Από τη Χριστιανική εποχή (1 μ.Χ.) έως τον 18<sup>ο</sup> αιώνα*

Με την είσοδο στη μετά-Χριστό εποχή η χρήση της κάνναβης παρέμεινε ιδιαίτερα διαδεδομένη στην Ινδία ενώ εξαπλώθηκε ιδιαίτερα και στην Μέση Ανατολή και την Αφρική (Zuardi, 2006). Στην Αραβία ήδη από το 1.000 μ.Χ. καταγραφές ιατρών υποδεικνύουν τη χρήση του φυτού (Fankhauser, 2002). Χαρακτηριστικά, υπάρχουν αναφορές τόσο για θεραπεία επιληπτικών ατόμων μετά από χρήση ελαίου κάνναβης όσο και για τον εθισμό τους στη ναρκωτική ουσία της ήδη από το 1.400 μ.Χ. (Aldrich, 1997). Υπολογίζεται πως στις αρχές του 15<sup>ου</sup> αιώνα οι Άραβες έμποροι διέδωσαν το φυτό και στην Αφρική όπου χρησιμοποιούταν για τη θεραπεία της ελονοσίας, του πυρετού, του άσθματος, της δυσεντερίας κ.α. (Du Toit, 1980).

Σε αντίθεση με την Ανατολή, στην Ευρώπη η διάδοση του φυτού άρχισε σταδιακά να ελαττώνεται, με αποκορύφωμα το Μεσαίωνα όπου το 1484 με παπικό διάταγμα του πάπα Ιννοκέντιου Η΄ (1432 - 1492 μ.Χ.) η φαρμακευτική χρήση του φυτού, όπως και η χρήση πολλών άλλων βοτάνων στα οποία αποδίδονταν «μαγικές» ιδιότητες, απαγορεύτηκε. Αυτή η πτώση της δημοτικότητας του φυτού πιθανώς να οφείλεται και στο γεγονός ότι συχνά συγχέοταν με άλλα οπιοειδή φυτά (Aldrich, 1997). Παρ' όλα αυτά, η χρήση του φυτού για παρασκευή σχοινιών και πανιών συνεχίστηκε, και κυρίως στην Ιταλία, και πιο συγκεκριμένα στη Βενετία, στη Γένοβα, στη Πίζα και στο Αμάφι (Pisanti and Bifulco, 2019). Πιθανολογείται πως οι βιομηχανικές χρήσεις της κάνναβης έγιναν γνωστές στους Ευρωπαίους από τους Άραβες γύρω στο 1.100 μ.Χ. (Aldrich, 1997). Παρά τη καταγεγραμμένη μείωση, και την απαγόρευση της χρήσης του φυτού αυτή την περίοδο δεν λείπουν και οι αναφορές των φαρμακευτικών του ιδιοτήτων. Έτσι, σε έργα όπως το «*Physica*» της Γερμανίδας συγγραφέα Χίλντεγκαρντ του Μπίνγκεν (1098 – 1179 μ.Χ.), το «*Theatrum Botanicum*» του Άγγλου βοτανολόγου Τζον Πάρκινσον (1567–1650), το «*The Anatomy of Melancholy*» του Άγγλου λόγιου Ρόμπερτ Μπάρτον (1577–1640 μ.Χ.) και το «*Complete herbal*» του Άγγλου βοτανολόγου Νικόλας Κάλπεπερ (1616 –1654) αναφέρονται οι θεραπευτικές ιδιότητες της κάνναβης (Von Bingen and Throop, 1998; Shimwell, 2005; Clarke and Merlin, 2013).

Η εξάπλωση της κάνναβης στην Αμερικανική Ήπειρο ξεκίνησε από τις χώρες της νότιας Αμερικής περίπου στις αρχές του 16<sup>ου</sup> αιώνα (Zuardi, 2006; Guido et al., 2020). Θεωρείται πως εκείνη την περίοδο οι σκλάβοι από την Αφρικανική Ήπειρο που μετέφεραν οι Ισπανοί στο «νέο κόσμο» έφεραν μαζί τους σπόρους του φυτού (Zuardi, 2006; Guido et al., 2020). Εξάλλου, η κάνναβη ήταν ευρέως διαδεδομένη στις αφρικανικές φυλές, ιδιαίτερα της Αγκόλα (Zuardi, 2006). Συνεπώς το φυτό πιθανότατα μεταφέρθηκε από την Αγκόλα, τη Σενεγάλη, το Κονγκό και τις ακτές της Γουινέας αρχικά στη Βραζιλία ή τη Χιλή, μέσω της μεταφοράς των σκλάβων, και έπειτα εξαπλώθηκε σε όλο τον Αμαζόνιο, όπου και έγινε γνωστό ως «το όπιο των φτωχών» (Assunção, 1995; Wills, 1998; Chandra et al., 2019; Guido

et al., 2020). Αξίζει βεβαία να αναφερθεί πως αρχικά η χρήση του φυτού ως ναρκωτική ουσία γινόταν κυρίως από τους Ινδοϊσπανούς (mestizos) και όχι από τις γηγενείς φυλές οι οποίες διέθεταν ήδη αρκετές παραισθησιογόνες ουσίες (Guido et al., 2020). Επίσης, ενδιαφέρον παρουσιάζουν και αρχαιολογικά ευρήματα σε μουμιοποιημένους σκελετούς που βρέθηκαν στο Περού και χρονολογούνται περί το 200 – 1500 π.Χ., σύμφωνα με τα οποία στους σκελετούς βρέθηκαν ίχνη κανναβινοειδών (Parsche et al., 1993). Βάσει των ευρημάτων αυτών, πιθανολογείται πως η διάδοση της κάνναβης στη Λατινική Αμερική μπορεί να έγινε από Ασιάτες ή Αιγύπτιους προ των Ισπανών το 1545 (Moore et al., 1993) αν και η υπόθεση των αφρικανών σκλάβων μοιάζει πιθανότερη. Η διάδοση του φυτού στη Βόρεια Αμερική πιθανολογείται πως ξεκίνησε στις αρχές του 1.600 από το φαρμακοποιό Samuel de Champlain (1580–1635), ο οποίος έφερε το φυτό στους αποίκους (Chandra et al., 2019). Αν και αρχικά η κάνναβη είχε αποκλειστικά βιομηχανικό χαρακτήρα, η φαρμακευτική χρήση της στη Βόρεια Αμερική υπολογίζεται πως ξεκίνησε μεταξύ 1840 – 1900 (Courtwright, 2009).

Το 1753 ο Κάρολος Λινναίος (1707 – 1778) με το έργο του «*Species Plantarum*» καθιέρωσε την επιστημονική ονομασία του φυτού ως *Cannabis sativa* (Bouloc, 2013). Παρ' όλα αυτά, ορισμένοι αποδίδουν την ονομασία αυτή στον Ιταλό λόγιο Ermolao Barbaro (1454 – 1493) ο οποίος μελετώντας το «*Περὶ ὕλης ἰατρικῆς*» του Διοσκουρίδη του Πεδάνιου κατέληξε στο εν λόγω διώνυμο μεταφέροντας τη λέξη «*κάνναβις*» από τα ελληνικά στα λατινικά (*cannabis*) και προσθέτοντας τον όρο «*sativa*» ο οποίος στα λατινικά υποδεικνύει «κάτι το οποίο καλλιεργείται» (Barbaro, 1516; McPartland, 2020).

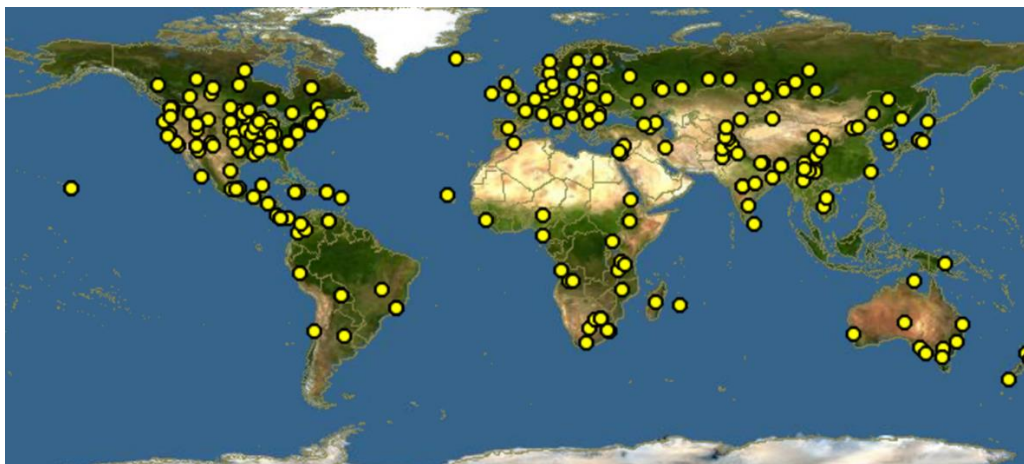
#### 1.1.1.3 Από το 19<sup>ο</sup> αιώνα έως το σήμερα

Στις αρχές του 19<sup>ου</sup> αιώνα ο Ιρλανδός ιατρός William Brooke O'Shaughnessy (1809 – 1889), έχοντας πραγματοποιήσει έρευνα για το φυτό στην Ινδία, πρώτος έκανε το διαχωρισμό μεταξύ των φυτών κάνναβης με φαρμακευτικές χρήσεις που καλλιεργούνταν στην Ινδία (*Cannabis indica*) και των φυτών με βιομηχανικές χρήσεις που καλλιεργούνταν στην Ευρώπη (*Cannabis sativa*) (Pisanti and Bifulco, 2019). Σήμερα βέβαια είναι γνωστό πως τα φυτά που προορίζονται για φαρμακευτική χρήση (marijuana) και αυτά που προορίζονται για βιομηχανική (hemp) δεν ανήκουν σε διαφορετικά είδη (*C.indica* / *C.sativa*) αλλά αντίθετα ο παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψιν κατά το διαχωρισμό αυτό είναι η συγκέντρωση των κανναβινοειδών CBD και THC των φυτών (Bouloc, 2013) (Βλέπε Υποκεφάλαιο 1.1.3). Οι εκτενείς έρευνες που πραγματοποίησε ο O'Shaughnessy σε συνδυασμό και με το έργο του Γάλλου ψυχίατρου Jacques-Joseph Moreau (1804 – 1884) οδήγησαν σε αύξηση της χρήσης του φυτού για φαρμακευτικούς και ψυχαγωγικούς λόγους στην Ευρώπη κατά το πρώτο μισό του 19<sup>ου</sup> αιώνα (Booth, 2015). Ταυτόχρονα αποτελούσε και ένα από τα πιο σημαντικά βιομηχανικά φυτά. Ενδεικτικά, μέχρι και το 1850 καλλιεργούνταν σε περισσότερες από 8.000 φάρμες στις Η.Π.Α. και αποτελούσε την 3<sup>η</sup> μεγαλύτερη καλλιέργεια, μετά το βαμβάκι και τον καπνό (Deitch, 2003). Το δεύτερο μισό του 19<sup>ου</sup> αιώνα αποτελεί αυτό που αρκετοί ερευνητές αποκαλούν τη «*Χρυσή εποχή της κάνναβης*» καθώς πέρα από τη βιομηχανική της επιτυχία, την περίοδο αυτή πραγματοποιήθηκαν πληθώρα ερευνών σχετικά με τις φαρμακευτικές της εφαρμογές (Pisanti and Bifulco, 2017).

Με την είσοδο στον 20<sup>ο</sup> αιώνα η φαρμακευτική χρήση της κάνναβης ξεκίνησε να μειώνεται κυρίως λόγω των παρενεργειών που άρχισαν να παρατηρούνται μετά από εκτεταμένη χρήση της (Pisanti and Bifulco, 2017). Λόγω των οικονομικών συμφερόντων της Αγγλίας στην Ινδία, προέκυψε μια γενική ανησυχία σχετικά με τη κατάχρηση του φυτού στην Ινδία (Pisanti and Bifulco, 2017). Ταυτόχρονα, το 1912, στα πλαίσια της γενικευμένης

προσπάθειας περιορισμού των οπιοειδών, εφαρμόστηκαν οι πρώτες διεθνείς συμφωνίες σχετικά με τις ναρκωτικές ουσίες μεταξύ Αμερικής, Γερμανίας, Γαλλίας, Αγγλίας, Ιταλίας, Ολλανδίας, Πορτογαλίας, Ινδίας, Κίνας, Ιαπωνίας και Περσίας (Pisanti and Bifulco, 2017). Αν και αρχικά ο περιορισμός και απαγόρευση της κάνναβης δεν αποφασίστηκε στα πλαίσια των συμφωνιών αυτών, κυρίως λόγω των ενστάσεων της Ινδίας, η επερχόμενη θέσπιση νομοθετικών έργων με στόχο την απαγόρευση της καλλιέργειας και της χρήσης του φυτού στη Δύση έμοιαζε αναπόφευκτη (Pisanti and Bifulco, 2017). Έτσι, ο φόβος για πιθανή αλόγιστη χρήση της κάνναβης ως ναρκωτική ουσία και οι πιθανές της παρενέργειες στον ανθρώπινο οργανισμό προκάλεσαν ένα, κατά ορισμένους ερευνητές, «κύμα υστερίας» στην Αμερική κατά τις δεκαετίες του 20' και του 30' (Deitch, 2003), με αποτέλεσμα τη δεκαετία του 60' να καταταχθεί στις παράνομες ναρκωτικές ουσίες (Booth, 2015). Παρ' όλα ταύτα, η νομιμότητα της καλλιέργειας και χρήσης του φυτού αποτελεί εθνικό ζήτημα για το εκάστοτε κράτος με αποτέλεσμα παρά τη γενική αρνητική στάση που διατήρησαν πολλά κράτη ανά τον κόσμο, σε αρκετές χώρες να επιτρέπεται η καλλιέργεια βιομηχανικής κάνναβης. Σε αντίθεση με την Αμερική, σε αρκετά Ευρωπαϊκά κράτη όπως η Γαλλία, η Ισπανία και η Φινλανδία η καλλιέργεια κάνναβης για βιομηχανικές χρήσεις συνεχίστηκε κανονικά και δεν απαγορεύτηκε ποτέ (Vantreese, 2002). Ωστόσο από το 1970 έως και το 1990 ο αριθμός των επιστημονικών δημοσιεύσεων σχετικά με το φυτό έφθινε συνεχώς υποδεικνύοντας το μειωμένο ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας (Zuardi, 2006).

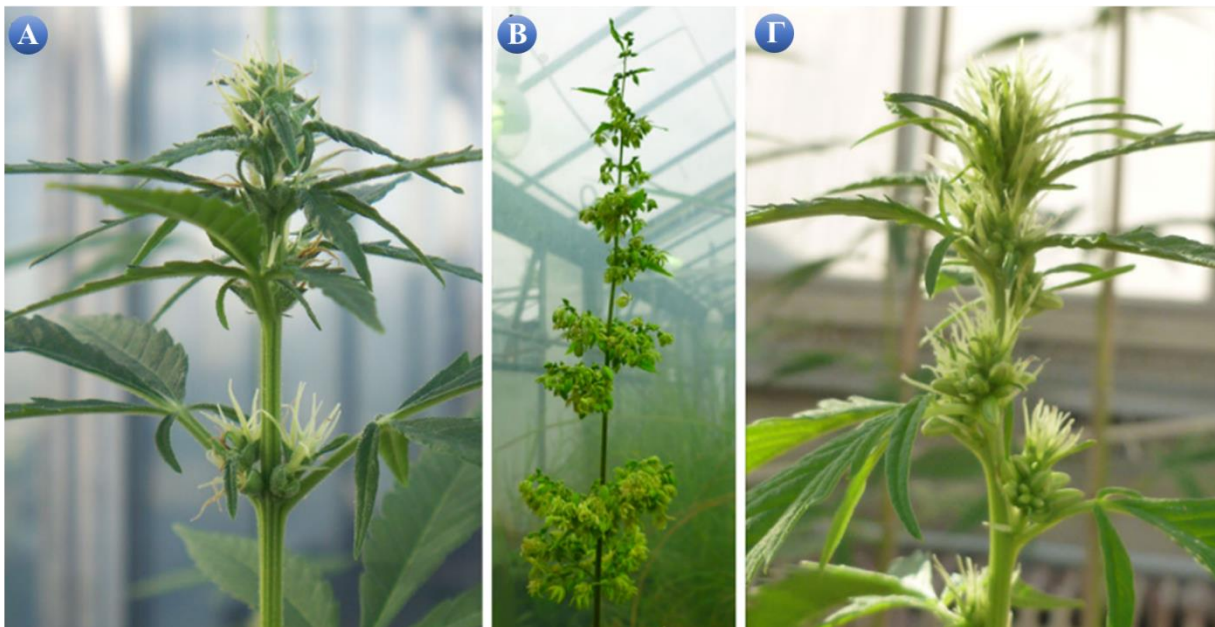
Στις μέρες μας το ενδιαφέρον για το φυτό έχει αναζωπυρωθεί (Zuardi, 2006). Αρκετοί παράγοντες φαίνονται ότι ευθύνονται για αυτή την αναζωπύρωση. Αρχικά η εκ νέου αύξηση του ενδιαφέροντος από την επιστημονική κοινότητα (Zuardi, 2006). Διαθέτοντας πλέον βελτιωμένα εργαλεία, ερευνητές έχουν αποδείξει ότι η κάνναβη μπορεί να αποτελέσει χρήσιμο εργαλείο κατά την αντιμετώπιση πληθώρας παθήσεων (Carlini, 2004). Ταυτόχρονα, οι οικολογικοί στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης και τα εξαιρετικά αποτελέσματα της βιομηχανικής χρήσης του φυτού φαίνεται πως έπαιξαν, επίσης, καθοριστικό ρόλο (Vantreese, 2002). Το αποτέλεσμα είναι πως σε αρκετά κράτη, όπως π.χ. στον Καναδά και σε ορισμένες πολιτείες των Η.Π.Α., παρατηρείται μια αναθεώρηση σχετικά με τη στάση απέναντι στο φυτό της κάνναβης (Vantreese, 2002). Πλέον στα περισσότερα κράτη η καλλιέργεια κάνναβης για βιομηχανική χρήση επιτρέπεται εάν η συγκέντρωση της ουσίας THC στα φυτά είναι μικρότερη του 0.2 % β/β (Duchateau et al., 2020).



**Εικόνα 1:** Η παγκόσμια εξάπλωση του φυτού. Προσαρμογή εικόνας από “Discover life” (<https://www.discoverlife.org/mp/20m?kind=Cannabis+sativa&flags=glean>):

### 1.1.2 Μορφολογία του φυτού

Η κάνναβη είναι ένα ορθοστέλεχο, κυρίως δίοικο φυτό (Farag and Kayser, 2017), αν και υπάρχουν και μόνουκες (ερμαφρόδιτες) ποικιλίες (Thomas and Elsohly, 2015). Αυτό σημαίνει πως συνήθως η κάνναβη παρουσιάζει διαφορετικά άτομα για το κάθε φύλλο. Το ριζικό σύστημα του φυτού είναι πασσαλώδες με αρκετές διακλαδώσεις και μήκος περί των 30-60 cm (Farag and Kayser, 2017). Σε ελαφριά εδάφη παρ' όλα ταύτα το ριζικό μπορεί να φτάσει έως και τα 2,5 m ενώ σε εδάφη που συγκρατούν περισσότερη υγρασία έχει παρατηρηθεί πως σχηματίζει περισσότερες διακλαδώσεις (Farag and Kayser, 2017). Το στέλεχος του φυτού είναι γωνιώδες, με αυλακώσεις και συνήθως φτάνει τα 1-6 m ύψος (Farag and Kayser, 2017). Τα φύλλα, χρώματος ανοιχτού πράσινου, είναι παλαμοειδή και εφτάλοβα, αν και το μέγεθος και το σχήμα τους εξαρτάται από τα γενετικά χαρακτηριστικά του εκάστοτε φυτού (Farag and Kayser, 2017). Η διάταξή τους επί του στελέχους είναι είτε αντίθετη, είτε κατ' εναλλαγή και το μέγεθός τους φτάνει τα 6-11 cm μήκος και 2-15 mm πλάτος (Farag and Kayser, 2017). Περιφεριακά φέρουν «όδοντες» (οδοντωτά φύλλα) και καλύπτονται και στην άνω αλλά και στην κάτω επιφάνειά τους από διάσπαρτα ρητινώδη τριχίδια (Farag and Kayser, 2017). Οι ταξιανθίες αποτελούνται από πολλά μικρά άνθη και εντοπίζονται στους άξονες των φύλλων (Farag and Kayser, 2017). Τα αρσενικά άνθη διαθέτουν πέντε τριχωτά σέπαλα χρώματος ανοιχτού πράσινου και μήκους 2,5-4 mm, και πέντε στήμονες (Farag and Kayser, 2017). Τα θηλυκά άνθη εμφανίζονται κατά ζεύγη και διαθέτουν πολύ μικρό μίσχο (Farag and Kayser, 2017). Τα αρσενικά και θηλυκά άνθη, πέρα από τα πρώτα τους στάδια, διαχωρίζονται εύκολα λόγω της διαφορετικής τους μορφολογίας (Thomas and Elsohly, 2015). Η επικονίαση πραγματοποιείται με τη βοήθεια του ανέμου (ανεμόφυλλο φυτό) (Thomas and Elsohly, 2015). Ο σπόρος (αχένιο) είναι σκληρός, ελλειψοειδής, ελαφρώς συμπιεσμένος, λείος, με καφέ στίγματα και μεγέθους 2-5 mm (Farag and Kayser, 2017).



**Εικόνα 2:** Το φυτό της κάνναβης: A) Θηλυκό φυτό δίοικης ποικιλίας, B) Αρσενικό φυτό δίοικης ποικιλίας, Γ) Ερμαφρόδιτο φυτό μόνουικης ποικιλίας. Προσαρμογή εικόνας από “Faux et al, 2013. Sex chromosomes and quantitative sex expression in monoecious hemp (*Cannabis sativa* L.)”.



Πέραν των φύλλων, τα ρητινώδη τριχίδια καλύπτουν και τους μίσχους και τα άνθη του φυτού (Giacoppo et al., 2014). Τα τριχίδια αυτά διακρίνονται αρχικά σε αδενικά και μη-αδενικά, με την κάθε κατηγορία να αποτελείται από περαιτέρω υποκατηγορίες (π.χ. βολβοειδή, σφαιρικά επιφανειακά και σφαιρικά σε συστάδες) (Frag and Kayser, 2017). Τα τριχίδια, και ιδιαίτερα τα αδενικά, παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον καθώς σε αυτά πραγματοποιείται η βιοσύνθεση τερπενοειδών και άλλων μεταβολιτών (π.χ. κανναβινοειδή) (Livingston et al., 2020). Κάθε αδενικό τριχίδιο αποτελείται από κύτταρα διαφορετικού τύπου και με διαφορετικές ιδιότητες (π.χ. εκκριτικά και βλαστικά κύτταρα) (Kim & Mahlberg, 1991). Αν και τα τριχίδια (αδενικά και μη) καλύπτουν τόσο τα αρσενικά όσο και τα θηλυκά φυτά, τα σφαιρικά τριχίδια σε συστάδες (capitate - stalked glandular trichomes) εντοπίζονται κατά κύριο λόγο στα θηλυκά φυτά (Raman et al., 2017).

### 1.1.3 Βιοχημικά χαρακτηριστικά

Στο φυτό της κάνναβης έχουν εντοπιστεί και καταγραφεί περισσότερες από 538 διαφορετικές χημικές ενώσεις (ElSohly and Slade, 2005). Στις ενώσεις αυτές συγκαταλέγονται διάφορα τερπενοειδή, κανναβινοειδή, υδρογονάνθρακες και σάκχαρα, αζωτούχες ενώσεις, φαινόλες, φλαβονοειδή, λιπαρά οξέα, κετόνες, εστέρες και λακτόνες, αλδεϋδες, πρωτεΐνες, γλυκοπρωτεΐνες και ένζυμα, αλκοόλες, χρωστικές ουσίες και βιταμίνες (βιταμίνη K) (Kuddus et al., 2013). Από το σύνολο των ενώσεων αυτών μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα κανναβινοειδή και πιο συγκεκριμένα τα Δ<sup>9</sup>-τετραϋδροκανναβινόλη (Δ<sup>9</sup>-THC ή THC) και κανναβιδιόλη (CBD) (Thomas and Elsohly, 2015). Άλλα σημαντικά κανναβινοειδή είναι τα τετραϋδροκανναβιβαρίνη (THCV), κανναβινόλη (CBN), κανναβιγκερόλη (CBG) και κανναβρωμίνη (CBC) (Πίνακας 1) (Thomas and Elsohly, 2015).

#### 1.1.3.1 Η Δ<sup>9</sup>-τετραϋδροκανναβινόλη (THC)

Το THC είναι ένα λιπόφιλο μόριο (Rashidi et. al, 2009) που αποτελεί την κύρια ψυχοδραστική ουσία που περιέχεται στο φυτό της κάνναβης (Thibaut and Hoehe, 2020). Αν και θεωρείται πως η μετακίνηση τόσο του THC, όσο και του CBD, στο εσωτερικό του ανθρώπινου οργανισμού πραγματοποιείται μέσω του κυκλοφορικού συστήματος, και με τη βοήθεια της λευκοματίνης ή άλλων λιποπρωτεϊνών, δεν είναι ακόμα γνωστό το πώς οι ουσίες αυτές μεταφέρονται μεταξύ κυττάρων (Elmes et al., 2015). Το THC επιδρά στο ενδοκανναβινοειδές σύστημα του ανθρώπου δρώντας ανταγωνιστικά του νευροδιαβιβαστή ανανδαμίδη (N-αραχιδονυλαιθανολαμίνη ή αλλιώς AEA) (National Institute of Drug Abuse, 2020). Επειδή η δομή των δύο αυτών μορίων (THC και ανανδαμίδη) μοιάζει σε μεγάλο βαθμό, το THC μπορεί και προσδέεται στη θέση της ανανδαμίδης στους νευρικούς υποδοχείς CB<sub>1</sub> και CB<sub>2</sub> (Elmes et al., 2015), επηρεάζοντας έτσι φυσικές λειτουργίες του εγκεφάλου (National Institute of Drug Abuse, 2020) Γενικώς, η ουσία αυτή αποδειγμένα προκαλεί αίσθηση εφορίας και επηρεάζει τη μνήμη, τη συγκέντρωση, το συντονισμό των κινήσεων και την αίσθηση του χρόνου (National Institute of Drug Abuse, 2020).

#### 1.1.3.2 Η κανναβιδιόλη (CBD)

Η κανναβιδιόλη σε αντίθεση με το THC δεν διαθέτει ψυχοδραστικές ιδιότητες σε τυπικές δόσεις (Pertwee, 2008). Αυτό συμβαίνει καθώς έχει ελάχιστη δράση στους υποδοχείς CB<sub>1</sub> και CB<sub>2</sub>, λόγω της μειωμένης συγγένειας πρόσδεσης σε αυτούς (Thomas et al., 2007). Αντίθετα έχει αποδειχθεί ότι δρα ως αγωνιστής στους υποδοχείς 5HT<sub>1A</sub> (Ross, 2007; Russo et al., 2005) και PPAR $\gamma$  (Campos et al., 2012) και στον GPR55 ως ανταγωνιστής (Ryberg et

al., 2007) ενώ αναστέλλει και την υδρόλυση και επαναπρόσληψη του ενζύμου FAAH (Fatty Acid Amide Hydrolase enzyme) (Bisogno et al., 2001). Σε αντίθεση με το THC, το οποίο δρα στην ορθοστερική θέση του CB<sub>1</sub> υποδοχέα, το CBD είναι ένας αρνητικός αλλοστερικός ρυθμιστής ο οποίος μπορεί να τροποποιήσει τη δραστηριότητα και αποτελεσματικότητα των ορθοστατικών προσδετών χωρίς να ενεργοποιήσει τον υποδοχέα (Hayakawa et al., 2008; Laprairie et al., 2015). Αυτό πιθανώς να αιτιολογεί τα ευρήματα προ-κλινικών δοκιμών, όπου κατά τη ταυτόχρονη χορήγηση THC και CBD, το CBD φαίνεται να εξουδετερώνει κάποιες από τις δράσεις του THC, ενώ ταυτόχρονα να ενισχύει κάποιες άλλες (McPartland and Russo, 2014). Γενικώς θεωρείται πως το CBD έχει αντισπασμωδικές, αντιφλεγμονώδεις, και αντιψυχωτικές ιδιότητες και για αυτό συνιστάται κατά την αντιμετώπιση νευρολογικών και νευροεκφυλιστικών διαταραχών, (συμπεριλαμβανομένης της επιληψίας), της νόσου του Πάρκινσον, της νόσου του Huntington, της νόσου του Αλτσχάιμερ και της σκλήρυνσης κατά πλάκας (Lago and Fernandez-Ruiz, 2007; Scuderi et al., 2009; Martín-Moreno et al., 2011; Hofmann and Frazier, 2013)

### 1.1.3.3 Άλλα κανναβινοειδή

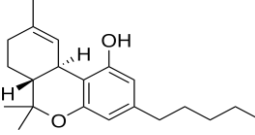
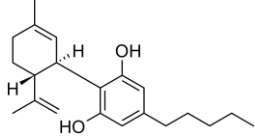
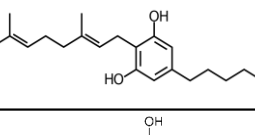
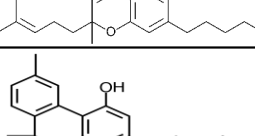
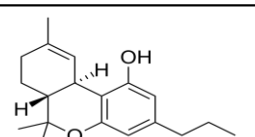
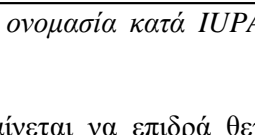
#### 1.1.3.3.1 Κανναβιγκερόλη (CBG)

Η κανναβιγκερόλη δρα σε πληθώρα υποδοχέων που σχετίζονται με τον πόνο, τη φλεγμονώδη αντίδραση, την ευαισθησία στη θερμότητα κ.α. (Russo and Marcu, 2017). Συγκεκριμένα, δρα ως ανταγωνιστής στους υποδοχείς TRPV8, TRPM8, 5-HT<sub>1A</sub>, CB<sub>1</sub> και α<sub>2</sub>-adrenoreceptor (Formukong et al., 1988; Mukerji et al., 2006; Cascio et al., 2010; De Petrocellis and Di Marzo, 2010; De Petrocellis et al., 2011; Russo and Marcu, 2017). Ομοίως με το CBD δε διαθέτει ψυχοδραστικές ιδιότητες (Grünfeld and Ederly, 1969; Grünfeld and Gresty, 1998). Οι αναλγητικές του ιδιότητες και η ικανότητα αναστολής της λιποξυγενάσης φαίνεται να είναι ισχυρότερες των αντιστοιχών δράσεων του THC (Evans, 1991). Cannabinoids: the separation of central from peripheral effects on a structural basis. *Planta medica*, 57(S 1), S60-S67.). Ταυτόχρονα το κανναβινοειδές αυτό διαθέτει αντιμυκητιακές (Eisohly et al., 1982) και αντικαρκινικές ιδιότητες καθώς έχει χαρακτηριστεί ως ένα από τα πιο αποτελεσματικά φυτοκανναβινοειδή σε θεραπείες έναντι του καρκίνου του μαστού (Baek et al., 1998) Τέλος, το CBG έχει προταθεί ως ήπιος ανταγωνιστής του σεροτονινεργικού υποδοχέα 5-HT<sub>1A</sub>, προσδίδοντας του αντικαταθλιπτικές ιδιότητες (Cascio et al., 2010).

#### 1.1.3.3.2 Κανναβρωμίνη (CBC)

Η κανναβρωμίνη αποτελεί συνήθως περίπου το 0,3% των συνολικών κανναβινοειδών που εντοπίζονται στην κάνναβη, αν και υπάρχουν και ποικιλίες με σημαντικά υψηλότερη περιεκτικότητα σε CBC (De Meijer et al., 2009; Mehmedic et al., 2010; De Meijer, 2011; Swift et al., 2013). Το CBC αλληλοεπιδρά με τα ιοντικά κανάλια TRP (Transient receptor potential channels), τα οποία αναστέλλουν την απενεργοποίηση των κανναβινοειδών, ενώ ταυτόχρονα διεγείρει και τον υποδοχέα CB<sub>2</sub> χωρίς να επιδρά στον υποδοχέα CB<sub>1</sub> (De Petrocellis et al., 2008; De Petrocellis et al., 2011; De Petrocellis et al., 2012; Shinjyo and Di Marzo, 2013). Επιπλέον, το CBC φαίνεται πως αλληλοεπιδρά και με τους υποδοχείς TRPV2, TRPV3 και TRPV4 (De Petrocellis et al., 2012). Η αλληλοεπίδρασή του με τους υποδοχείς αυτούς καθώς και με τα κανάλια TRP προσδίδουν αντιφλεγμονώδεις και παυσίπονες ιδιότητες στην ουσία αυτή (De Petrocellis et al., 2012; Russo and Marcu, 2017). Τέλος, αξίζει



Μόριο	Ονομασία κατά IUPAC	Απεικόνιση	Χημικός τύπος	Μοριακό βάρος (g/mol)
THC	(6aR,10aR)-6,6,9-Trimethyl-3-pentyl-6a,7,8,10a-tetrahydro-6H-benzo[c]chromen-1-ol		C <sub>21</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>	314.469
CBD	2-[(1R,6R)-6-Isopropenyl-3-methylcyclohex-2-en-1-yl]-5-pentylbenzene-1,3-diol		C <sub>21</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>	314.469
CBG	2-[(2E)-3,7-Dimethylocta-2,6-dienyl]-5-pentylbenzene-1,3-diol		C <sub>21</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	316.485
CBC	2-Methyl-2-(4-methylpent-3-enyl)-7-pentyl-5-chromenol		C <sub>21</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>	314.469
CBN	6,6,9-Trimethyl-3-pentylbenzo[c]chromen-1-ol		C <sub>21</sub> H <sub>26</sub> O <sub>2</sub>	310.437
THCV	6,6,9-Trimethyl-3-propyl-6a,7,8,10a-tetrahydro-6H-benzo[c]chromen-1-ol		C <sub>19</sub> H <sub>26</sub> O <sub>2</sub>	286.415

**Πίνακας 1:** Τα κανναβινοειδή: ονομασία κατά IUPAC, στερεοτακτική απεικόνιση, χημικός τύπος και μοριακό βάρος

να αναφερθεί πως το CBC φαίνεται να επιδρά θετικά και στα νευρικά βλαστοκύτταρα (Shinjyo and Di Marzo, 2013).

#### 1.1.3.3.3 Κανναβινόλη (CBN)

Η κανναβινόλη αποτελεί υποπροϊόν του THC και είναι το πρώτο κανναβινοειδές το οποίο ταυτοποιήθηκε και απομονώθηκε από το φυτό της κάνναβης (Wood et al., 1899; Russo and Marcu, 2017). Το CBN διαθέτει καταπραϋντικές, αντισπασμωδικές, αντιφλεγμονώδη, και αντιβιοτικές ιδιότητες (Appendino et al., 2008). Καθώς το CBN αναστέλλει τον πολλαπλασιασμό κερατινοκυττάρων, η τοπική εφαρμογή του χρησιμοποιείται σε θεραπείες κατά της ψωρίασης (Wilkinson and Williamson, 2007). Ομοίως, τοπική εφαρμογή του προτείνεται και κατά τη θεραπεία εγκυμάτων (Qin et al., 2008; Russo, 2014). Τέλος το κανναβινοειδές αυτό φαίνεται να εμπλέκεται και στη διαδικασία ανάπτυξης οστών (Scutt and Williamson, 2007), καθώς και πιθανώς διαθέτει αντικαρκινικές ιδιότητες (Holland et al., 2008).

#### 1.1.3.3.4 Τετραϋδροκανναβιβαρίνη (THCV)

Η Τετραϋδροκανναβιβαρίνη (THCV) είναι ένα προπυλικό ανάλογο του THC που συχνά συναντάται σε χαμηλές συγκεντρώσεις στη ξηρή βιομάζα φυτών κάνναβης (De Meijer et al., 2009). Το THCV συμπεριφέρεται και ως αγωνιστής, αλλά και ως ανταγωνιστής, των CB<sub>1</sub> υποδοχέων, ανάλογα με τη συγκέντρωσή του (Pertwee, 2008). Ως ανταγωνιστής των υποδοχέων CB<sub>1</sub> μπορεί να καταστείλει το αίσθημα πείνας και για αυτόν το λόγο χρησιμοποιείται κατά της παχυσαρκίας (Cawthorne et al., 2007; Russo and Marcu, 2017). Επιπλέον, διαθέτει αντισπασμωδικές (Hill et al., 2010), αντιφλεγμονώδεις, και αναλγητικές ιδιότητες, καθώς έχει προταθεί ότι αλληλοεπιδρά με τους CB<sub>1</sub> και CB<sub>2</sub> υποδοχείς σε ζωικά

μοντέλα (Bolognini et al., 2010). Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι ορισμένα σκευάσματα με την συγκεκριμένη δραστική έχουν αποσυρθεί από την αγορά λόγω ανεπιθύμητων νευρολογικών παρενεργειών (McLaughlin, 2012).

#### 1.1.4 Χρήσεις

Παρατηρώντας την ιστορία της κάνναβης γίνεται άμεσα αντιληπτό ότι πρόκειται για ένα φυτό με τεράστιες δυνατότητες και πολλαπλές χρήσεις. Από την αρχαιότητα χρησίμευε τόσο ως πρώτη ύλη για παρασκευή φαρμακευτικών σκευασμάτων, όσο και ως πρώτη ύλη για παρασκευή σχοινίων, πανιών υφασμάτων κ.α. Στις μέρες μας, οι πολυάριθμες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με το φυτό μας έχουν προσφέρει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα σχετικά με τις δυνατότητες της κάνναβης. Ανάμεσα σε αυτές, λόγω των πολυάριθμων ουσιών που περιέχει, η κάνναβη διαθέτει πληθώρα φαρμακευτικών ιδιοτήτων. Οι ιδιότητες αυτές αποδίδονται κυρίως στα κανναβινοειδή που εντοπίζονται στους μίσχους, τα φύλλα, και τα άνθη του φυτού (Ashton, 2001). Πληθώρα ερευνών υποδεικνύει πως τα κανναβινοειδή μπορούν να βοηθήσουν ασθενείς με επιληψία, σκλήρυνση κατά πλάκας, στομαχικές και εντερικές παθήσεις, νόσο του Πάρκινσον, σχιζοφρένεια, γλαύκωμα, σύνδρομο Τουρέτ, χρόνιους πόνους, αναπνευστικές παθήσεις κ.α. (Stasiłowicz et al., 2021). Εδώ αξίζει να αναφερθεί πως σύμφωνα με ορισμένες μελέτες, κανναβινοειδή όπως το CBD θα μπορούσαν πιθανώς να βοηθήσουν ασθενείς COVID-19, ωστόσο περισσότερες μελέτες πρέπει να διεξαχθούν έως ότου να υπάρξουν καταληκτικά πορίσματα (Stasiłowicz et al., 2021). Περισσότερες πληροφορίες για το μηχανισμό δράσης των κανναβινοειδών και τις εφαρμογές τους στην αντιμετώπιση παθήσεων παραθέτονται και στο Υποκεφάλαιο 1.1.3. *Βιοχημικά χαρακτηριστικά.*

Ταυτόχρονα, οι ίνες του φυτού μπορούν να αξιοποιηθούν και για βιομηχανικούς σκοπούς (Kitrytė et al., 2018). Για την ακρίβεια έχει υπολογιστεί πως η κάνναβη αποτελεί πρώτη ύλη για περισσότερα από 25.000 προϊόντα σχετιζόμενα με τους τομείς της αυτοκινητοβιομηχανίας, των κατασκευών, της κλωστοϋφαντουργίας, της φαρμακοβιομηχανίας, της γεωργίας κ.α. (Salentijn et al., 2015). Πέρα από την παρασκευή χαρτιού και υφασμάτων από τις ίνες του φυτού (Kitrytė et al., 2018), το λάδι που παράγεται από το σπόρο του φυτού είναι πλούσιο σε πολυακόρεστα λιπαρά κατάλληλα για την παρασκευή καλλυντικών (Crescente et al., 2018) ή ακόμα και ελαιοχρωμάτων (Mirpoo et al., 2021). Παράλληλα, η υψηλή περιεκτικότητα σε κυτταρίνη στα κύτταρα του φυτού (Amaducci et al., 2000) καθιστά δυνατή την παραγωγή βιοαιθανόλης (González-García et al., 2012), αλλά και υποκατάστατων πλαστικού (Shahzad, 2012) και σκυροδέματος (Elfordy et al., 2008).

Αξιοσημείωτη είναι και η διατροφική αξία του φυτού. Τα υποπροϊόντα που παράγονται κατά την εξαγωγή του ελαίου από τους σπόρους του φυτού είναι ιδανικά για ζωοτροφές καθώς είναι πλούσια σε πρωτεΐνη (Mirpoo et al., 2021). Για την ακρίβεια, τα επίπεδα πρωτεΐνης σε αυτά τα υποπροϊόντα είναι τόσο ψηλά που πλησιάζουν τα αντίστοιχα επίπεδα πρωτεϊνών του γάλατος, των αυγών, και της σόγιας (Mirpoo et al., 2021). Οι ιδιότητες των πρωτεϊνών αυτών (διαλυτότητα, γαλακτωματοποιητικές ικανότητες, και αφριστικές ιδιότητες) καθιστούν πολλά προϊόντα κάνναβης κατάλληλα ως πρόσθετα στη βιομηχανία τροφίμων (Teh and Bekhit, 2015; Hadnađev et al., 2018). Επιπλέον, η πεπτικότητά τους καθώς και διάφορες οι αναλύσεις αλλεργιογένεσης έδειξαν ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν επιτυχώς ως συστατικά για υποαλλεργικά τρόφιμα (Mamone et al., 2019). Τέλος, αξίζει να αναφερθεί πως οι σπόροι του φυτού πέρα από τη μεγάλη περιεκτικότητά τους σε λιπίδια (25–

35%), υδατάνθρακες (20-30%), και πρωτεΐνες (20-25%), περιέχουν και αρκετές αντιοξειδωτικές ουσίες που αυξάνουν κι άλλο τη διατροφική τους αξία (Farinon et al., 2020).

Όσον αφορά την κτηνοτροφία, η κάνναβη πέρα από τις ζωοτροφές χρησιμοποιείται και στις στρωμένες, σε σταβλικές εγκαταστάσεις ιπποειδών (Kagus and Vogt, 2004). Επίσης, έρευνες υποδεικνύουν πως διάφορα σκευάσματα κάνναβης είναι αποτελεσματικά έναντι ακάρεων (όπως τα *Dermanyssus gallinae* και *Hyalomma dromedarii*) που παρασιτούν σε παραγωγικά ζώα (Tabari et al., 2020). Παρομοίως, σκευάσματα κάνναβης μπορούν να εφαρμοστούν και για την αντιμετώπιση εντόμων αποθηκών όπως τα *Prostephanus truncatus*, *Trogoderma granarium*, *Tribolium confusum*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Plodia interpunctella*, κ.α. (Kavallieratos et al., 2020; Mantzoukas et al., 2020). Τα έντομα αυτά μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές ζημιές σε αποθηκευμένα γεωργικά προϊόντα (όπως σπόροι και άλευρα) και έχουν μεγάλη οικονομική σημασία (Kavallieratos et al., 2020; Mantzoukas et al., 2020). Τέλος, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η καλλιέργεια της κάνναβης μπορεί να αξιοποιηθεί και ως μέτρο φυτοεξυγίανσης του εδάφους από βαρέα μέταλλα και υπολείμματα χημικών φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων (Stonehouse et al., 2020; Loffredo et al., 2021; Parihar et al., 2021).

### 1.1.5 Καλλιέργεια κάνναβης

#### 1.1.5.1. Έδαφος

Το φυτό της κάνναβης, χαρακτηρίζεται από μεγάλη προσαρμοστικότητα σε διάφορα κλίματα και εδαφικούς τύπους (Bayraktar et al., 2019). Παρ' όλα ταύτα, τα αργιλοαμμώδη εδάφη προτιμώνται για την καλλιέργεια του φυτού αυτού (Flajšman, and Ačko, 2020). Αντίθετα, τα βαριά αργιλώδη, ή τα αμμώδη εδάφη δεν θεωρούνται ιδιαίτερος κατάλληλα (Amaducci et al., 2002). Η κάνναβη παρουσιάζει εξαιρετική προσαρμοστικότητα και σε μεγάλα υψόμετρα καθώς σύμφωνα με αναφορές το φυτό αυτό ευδοκίμει πολλές χιλιάδες μέτρα πάνω από το επίπεδο της θάλασσας (π.χ. στα Ιμαλάια) (Shah et al., 2008). Αξίζει επίσης να αναφερθεί πως η συγκεκριμένη καλλιέργεια προτιμά τα εδάφη με καλή αποστράγγιση και με ελαφρώς όξινο pH (γύρω στο 6) (Barton et al., 2003). Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία η κάνναβη (και ιδιαίτερα οι βιομηχανικές ποικιλίες που προορίζονται για παραγωγή ίνας) παρουσιάζουν μια σχετική ανθεκτικότητα στην εδαφική αλατότητα (Liu et al., 2016; Hu et al, 2019), και μάλιστα σε μικρές συγκεντρώσεις (50 mM NaCl) η αλατότητα αυτή μπορεί να επιδράσει θετικά στην εκβλάστηση των σπόρων (Hu et al., 2018). Τέλος, η κάνναβη μπορεί να καλλιεργηθεί με επιτυχία σε εδάφη μολυσμένα με βαρέα μέταλλα και γι αυτό έχει προταθεί και ως καλλιέργεια φυτοεξυγίανσης του εδάφους (Kumar et al., 2017).

#### 1.1.5.2. Περιβαλλοντικές συνθήκες

Αν και όπως προαναφέρθηκε η κάνναβη θεωρείται ένα σχετικώς ευπροσάρμοστο φυτό, φαίνεται να ευνοείται από τις υψηλές θερμοκρασίες. Σύμφωνα με τον Haberlandt (1879), η ιδανική μέση θερμοκρασία για την εκβλάστηση των σπόρων του φυτού είναι οι 35 °C, ενώ σε θερμοκρασίες κάτω των 1-2 °C ή άνω των 45 °C οι σπόροι δεν εκβλαστάνουν. Ομοίως, οι ιδανική θερμοκρασία για την ανάπτυξη του φυτού έχει υπολογιστεί στους 25-35 °C τόσο για τις ποικιλίες φαρμακευτικής, όσο και για τις ποικιλίες βιομηχανικής κάνναβης (Chandra et al., 2011), ενώ σε θερμοκρασίες άνω των 41 °C η ανάπτυξη του φυτού αναστέλλεται (Petit et al., 2020). Έχει υπολογιστεί πως αθροιστικά, η συνολική απαιτούμενη θερμότητα για να ολοκληρώσει το φυτό το βιολογικό του κύκλο αντιστοιχεί σε 306-636 °C σε μια καλλιεργητική περίοδο (Petit et al., 2020). Αν και οι ιδανικές θερμοκρασίες για την ανάπτυξη

του φυτού είναι υψηλές, σύμφωνα με τον Ranalli (1999) η υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία ευνοεί τις ποικιλίες βιομηχανικής κάνναβης. Σύμφωνα με τους Chandra et al., (2017), η ιδανική ατμοσφαιρική υγρασία όταν τα φυτά είναι νεαρά ανέρχεται στο 75%, ενώ όταν το φυτό έχει αναπτυχθεί (έως και την άνθιση) στο 55-60%. Όντας φυτό μικρής ημέρας η κάνναβη χρειάζεται φωτοπερίοδο μικρότερη των 12 ωρών για την επαγωγή της άνθισης (Moher et al, 2021), ή μάλλον πιο σωστά αδιάληπτες περιόδους σκότους μεγαλύτερες των 12 ωρών (Lumsden and Vince-Prue, 1984). Ωστόσο, σύμφωνα με τους Lisson et al (2000), σε ορισμένες ποικιλίες η επαγωγή της άνθισης μπορεί να γίνει και με φωτοπερίόδους έως και 14 ωρών.

#### 1.1.5.3. Απαιτήσεις της καλλιέργειας

##### 1.1.5.3.1. Κάλιο

Η καλλιέργεια της κάνναβης γενικώς κατατάσσεται στις λιγότερο απαιτητικές (εν συγκρίσει με άλλες μεγάλες καλλιέργειες όπως ο αραβόσιτος ή το σιτάρι) (Flajšman, and Ačko, 2020). Αν και οι απαιτήσεις του φυτού σε λίπασμα εξαρτώνται από την ποικιλία και τις συνθήκες υπό τις οποίες καλλιεργείται, σε γενικές γραμμές η κάνναβη δεν απαιτεί μεγάλες ποσότητες λίπανσης (Van der Werf, 1994). Όσον αφορά το κάλιο (K), σύμφωνα με τους Finnan and Burke (2013), σε γόνιμα εδάφη ( $K > 70 \text{ mg/L}$ ) η εφαρμογή καλιούχων λιπασμάτων δεν είναι απαραίτητη. Οι Ivonyi and Izsáki (1996) σε μελέτη τους υπολόγισαν πως οι ανάγκες της καλλιέργειας κάνναβης σε κάλιο ανέρχονται σε 23,4 kg/str. Σε λιγότερο γόνιμα εδάφη, και πάντα ανάλογα με τη περιεκτικότητα του εδάφους σε K, συνιστάται εφαρμογή 14-23 kg K/str (ITC, 2007). Πάντως σύμφωνα με τους Iványi et al. (1997), η εφαρμογή 300 kg  $K_2O$ /χρόνο σε βιομηχανικές ποικιλίες κάνναβης αυξάνει την παραγωγή κατά 1 τόνο/ha.

##### 1.1.5.3.2. Άζωτο

Ομοίως με το κάλιο, οι απαιτήσεις του φυτού σε άζωτο (N) είναι χαμηλές και μπορούν να καλυφθούν με μικρές ποσότητες λιπάσματος (Struik et al., 2000). Σε γόνιμα εδάφη ( $> 100 \text{ kg}$  εδαφικού  $N \text{ ha}^{-1}$ ) δεν είναι απαραίτητη η εφαρμογή N λίπανσης (Struik et al., 2000). Παρόλα ταύτα, σύμφωνα με τους Amaducci et al (2002), όταν το διαθέσιμο εδαφικό N υπολογίζεται περί των  $100 \text{ kg N ha}^{-1}$ , κάθε επιπλέον κίλο/ha αζώτου που εφαρμόζεται αυξάνει τη βιομάζα της καλλιέργειας κατά 20 kg. Αν και ορισμένες μελέτες αναφέρουν πως η N λίπανση επιδρά θετικά στη βιομάζα της κάνναβης (Ivonyi et al., 1997; Struik et al., 2000), η επίδραση αυτή δεν είναι συνεπής από χρονιά σε χρονιά και από τοποθεσία σε τοποθεσία (Struik et al., 2000), συνεπώς τα αποτελέσματα για την επίδραση της N λίπανσης στην καλλιέργεια κάνναβης δεν είναι καταληκτικά.

##### 1.1.5.3.3. Φώσφορος

Αν και σε ορισμένες μελέτες η εφαρμογή λιπασμάτων φωσφόρου (P) επέδρασε θετικά στο ύψος και τη βιομάζα των φυτών (Vera et al., 2004), σε γενικές γραμμές η P λίπανση δεν φαίνεται να επηρεάζει ιδιαίτερα την καλλιέργεια κάνναβης (Deng et al., 2019). Για την ακρίβεια, εξαιρουμένων των περιπτώσεων όπου τα εδάφη είναι φτωχά σε P (Vera et al., 2010), η επίδραση της P λίπανσης ήταν αμελητέα (Aubin et al., 2015). Για το λόγο αυτό η εφαρμογή P λιπασμάτων συνιστάται μόνο σε φτωχά εδάφη. Οι Cockson et al. (2020) σε πείραμά τους για θερμοκηπιακή παραγωγή φαρμακευτικής κάνναβης υπολόγισαν πως η περιεκτικότητα του εδάφους σε P πρέπει να είναι μεγαλύτερη των  $11.25 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  εδάφους. Ωστόσο, αξίζει να αναφερθεί πως σύμφωνα με τους Coffman and Gentner (1977), η περιεκτικότητα του φυτού της κάνναβης σε THC αυξάνει όσο αυξάνεται η περιεκτικότητα

του εδάφους σε P, συνεπώς η P λίπανση μπορεί να αυξήσει την παραγωγή σε καλλιέργειες φαρμακευτικής κάνναβης.

#### 1.1.5.3.4. Νερό

Σύμφωνα με τους Flajšman and Ačko (2020), για την παραγωγή ενός κιλού βιομάζας κάνναβης απαιτούνται 300-500 L νερού. Οι ίδιοι ερευνητές διατύπωσαν πως κατά τη βλαστική φάση η καλλιέργεια της κάνναβης απαιτεί 250-300 mm βροχής ενώ καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο απαιτεί 500-700 mm. Πάντως σύμφωνα με τους Struik et al. (2000), η υπέρμετρη ή ελλιπής άρδευση κατά τα πρώτα βλαστικά στάδια της καλλιέργειας κάνναβης μπορεί να επιφέρουν σημαντική ζημία στην τελική παραγωγή. Σύμφωνα με τους Garcia Tejero et al. (2014), στα Μεσογειακά κλίματα τα 400 mm νερού (150 mm κατά την εγκατάσταση της καλλιέργειας και 250 mm έως το περας της) αρκούν για μια επιτυχημένη καλλιέργεια.

#### 1.1.5.4 Διαχείριση ζιζανίων

Η κάνναβη έχει μειωμένες ανάγκες σε φυτοπροστατευτικά σκευάσματα (Flajšman, and Ačko, 2020). Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που προκαλούν προβλήματα σε αυτή την καλλιέργεια, καθώς και άλλοι εχθροί της καλλιέργειας, αλλά και η αντιμετώπισή τους, παραθέτονται εκτενώς στο υποκεφάλαιο «1.1.6 Εχθροί και ασθένειες». Παρά τις μειωμένες απαιτήσεις σε φυτοπροστατευτικά, ένας σημαντικός παράγοντας για την πετυχημένη εγκατάσταση της καλλιέργειας είναι η διαχείριση ζιζανίων (Sandler and Gibson, 2019). Γενικώς η χρήση ζιζανιοκτόνων στην καλλιέργεια της κάνναβης θεωρούνταν περιττή (Amaducci et al., 2015) καθώς πρόκειται για ένα ταχέως αναπτυσσόμενο φυτό το οποίο σε μικρό χρονικό διάστημα αναπτύσσει το φύλλωμά του και καταστέλλει την ανάπτυξη των ζιζανίων λόγω σκίασης (Ehrensing, 1998; Kraenzel et al., 1998; Sandler and Gibson, 2019). Ωστόσο η επίδραση αρκετών παραγόντων (όπως το μέσο ύψος των φυτών της κάθε ποικιλίας, η πυκνότητα σποράς, οι αποστάσεις φύτευσης και διάφοροι άλλοι περιβαλλοντικοί παράγοντες) μπορεί να διαψεύσει την παραπάνω θεώρηση (Vera et al., 2006; Hall et al., 2016; Jankauskienė et al., 2014). Ενδεικτικά αναφέρεται ότι, σε πείραμα των Jankauskienė et al. (2014) όπου δεν εφαρμόστηκε καμία τεχνική διαχείρισης ζιζανίων οι πυκνότητές τους κυμάνθηκαν σε σχετικά υψηλά επίπεδα (133-202 ζιζάνια/m<sup>2</sup>). Παρ' όλα ταύτα η βιβλιογραφία σχετικά με τη διαχείριση ζιζανίων σε καλλιέργειες κάνναβης, και ιδιαίτερα οι επιπτώσεις τους στις αποδόσεις της καλλιέργειας είναι πολύ περιορισμένη (Sandler and Gibson, 2019)

Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι ένας από τους στόχους της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσει την αποτελεσματικότητα της ζιζανιοκτόνου δραστικής pendimethalin σε καλλιέργεια κάνναβης. Αν και γενικώς η εφαρμογή ζιζανιοκτόνων (τόσο προφυτρωτικών όσο και μεταφυτρωτικών) θεωρείται πως προκαλεί φυτοτοξικότητες στην κάνναβη (Sandler and Gibson, 2019), η βιβλιογραφία προτείνει πως κάτι τέτοιο δε συμβαίνει με την εν λόγω δραστική (Maxwell, 2016). Το pendimethalin (N-[1-ethylpropyl]-3,4-dimethyl-2,6-dinitrobenzenamine) είναι μια εκλεκτική (Zimdahl et al., 1984), προφυτρωτική (Richardson and Gangolli, 1994), ζιζανιοκτόνος δραστική ουσία. Το ζιζανιοκτόνο αυτό καταστέλλει την ανάπτυξη τόσο αγρωστωδών, όσο και πλατύφυλλων ζιζανίων επεμβαίνοντας στο μηχανισμό της κυτταροδιαίρεσης κατά το στάδιο της ανάφασης (αποχωρισμός των αδελφών χρωματίδων) και της τελόφασης (σχηματισμός νέων κυτταρικών τοιχωμάτων) (Strandberg and Scott-Fordsmann, 2004). Η δραστική αυτή επεμβαίνει στις μιτωτικές διεργασίες παρεμποδίζοντας τον πολυμερισμό της τουμποουλίνης (που αποσκοπεί στο

σχηματισμό μικροσωληνίσκων) (Morejohn et al., 1987). Ως αποτέλεσμα, το pendimethalin αναστέλλει την ανάπτυξη των ριζών και των βλαστών στα νεαρά ζιζάνια (Appleby and Valverde, 1989; Gilliam et al., 1993).

### 1.1.6 Εχθροί και ασθένειες

Έχει υπολογιστεί πως σε παγκόσμια κλίμακα οι απώλειες στην καλλιέργεια της κάνναβης ξεπερνούν το 30% της παραγωγής ετησίως (Agris, 1997). Πιο συγκεκριμένα, οι απώλειες που οφείλονται σε έντομα ανέρχονται περί του 13%, οι απώλειες που οφείλονται σε φυτοπαθογόνους μικροοργανισμούς ανέρχονται περί του 11% ενώ οι απώλειες που οφείλονται σε ζιζάνια και άλλους οργανισμούς υπολογίζονται περί του 7% της παραγωγής (Agris, 1997). Μάλιστα το 9% αυτών των ζημιών συμβαίνει μετά τη συγκομιδή (Pimentel et al., 1991). Στο κεφάλαιο αυτό θα συζητηθούν οι εχθροί και οι ασθένειες της κάνναβης, καθώς και η αντιμετώπισή τους.

#### 1.1.6.1 Φυτοπαθογόνοι μικροοργανισμοί

Αν και αρκετοί ερευνητές για πολλά χρόνια θεωρούσαν πως «η κάνναβη δεν έχει εχθρούς» (Dewey, 1914), πλέον είναι γνωστό πως κάτι τέτοιο δεν ισχύει. Πληθώρα μικροοργανισμών (βακτήρια, μύκητες, ιοί κ.α.) έχουν βρεθεί πως προσβάλλουν και προκαλούν σοβαρά προβλήματα στο φυτό. Μάλιστα έχουν καταγραφεί περιπτώσεις όπου οι φυτοπαθογόνες προσβολές ήταν τόσο σοβαρές που οδήγησαν σε πλήρη καταστροφή της καλλιέργειας και της παραγωγής (Szarka et al., 2020b). Στον Πίνακα 2 παραθέτονται αναλυτικά τα παθογόνα που έχουν καταγραφεί πως προσβάλλουν την κάνναβη.

#### 1.1.6.2 Έντομα, άλλα αρθρόποδα και σκώληκες

Ομοίως με τα παθογόνα, αρκετά έντομα, άλλα αρθρόποδα αλλά και σκώληκες (Πίνακας 3) έχουν καταγραφεί πως προκαλούν ζημιές στα φυτά της κάνναβης.

Οι νηματώδεις σκώληκες (βλέπε Πίνακα 3, Φύλλο: Nematoda), εξαιρουμένου του *Ditylenchus dipsaci*, προσβάλλουν μόνο τα υπόγεια μέρη των φυτών (McPartland, 1996). Το χαρακτηριστικότερο σύμπτωμα που συνήθως προκαλούν είναι υπερπλασίες στη ρίζα των φυτών (McPartland, 1996). Στο υπέργειο τμήμα τους τα φυτά αυτά πολλές φορές παρουσιάζουν καθυστερημένη ανάπτυξη και πολλές φορές γίνονται καχεκτικά και μαραίνονται (McPartland, 1996). Ο *Ditylenchus dipsaci*, σε αντίθεση με τους λοιπούς νηματώδεις που προσβάλλουν την κάνναβη, παρασιτεί στο υπέργειο τμήμα του φυτού (κυρίως στο στέλεχος) με αποτέλεσμα να προκαλεί παραμορφώσεις στο στέλεχος και χλωρώσεις στα φύλλα (McPartland, 1996).

Οι ζημιές από έντομα (βλέπε Πίνακα 3, Τάξη: Insecta) και άλλα αρθρόποδα (βλέπε Πίνακα 3, Τάξη: Arachnida) ποικίλουν αλλά εντοπίζονται αποκλειστικά στο υπέργειο τμήμα του φυτού (Bakro et al., 2018). Σε ορισμένες περιπτώσεις οι ζημιές προκαλούνται από τις προνύμφες των εντόμων (*Ostrinia nubilalis*) ενώ σε άλλες από τα ίδια τα ακμαία (*Psylliodes attenuata*), και συνήθως εντοπίζονται στα φύλλα, τα άνθη και τους τρυφερούς βλαστούς (Bakro et al., 2018).

	Παθογόνο	Βασίλειο	Σύμπτωμα	Βιβλιογραφία
1.	<i>Serratia marcescens</i>	Bacteria	Γονιώδης κηλίδωση φύλλων, βλαστών και ανθέων	Schappe et al., 2020
2.	<i>Pseudoperonospora cannabina</i>	Chromista	Λευκές εξανθήσεις και κηλίδωση φύλλων	Bakro et al., 2018
3.	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>	Chromista	Λευκές εξανθήσεις και κηλίδωση φύλλων	Bakro et al., 2018
4.	<i>Pythium aphanidermatum</i>	Chromista	Σήψεις ρίζας	Punja and Rodriguez, 2018
5.	<i>Pythium debaryanum</i>	Chromista	Σήψεις ρίζας	Bakro et al., 2018
6.	<i>Pythium dissotocum</i>	Chromista	Σήψεις ρίζας	Punja and Rodriguez, 2018
7.	<i>Pythium myriotylum</i>	Chromista	Σήψεις ρίζας	Punja and Rodriguez, 2018
8.	<i>Pythium ulimum</i>	Chromista	Σήψεις ρίζας	Bakro et al., 2018
9.	<i>Aecidium cannabis</i>	Fungi	Μεταχρωματισμοί των προσβεβλημένων ιστών στο χρώμα της σκουριάς (Σκωρίαση)	Bakro et al., 2018
10.	<i>Alternaria alternata</i>	Fungi	Καστανή κηλίδωση των φύλλων	Punja et al., 2019
11.	<i>Ascochyta spp.</i>	Fungi	Καστανή κηλίδωση των φύλλων	Bakro et al., 2018
12.	<i>Botryosphaeria marconii</i>	Fungi	Ξήρανση στελέγους	Bakro et al., 2018
13.	<i>Botrytis cinerea</i>	Fungi	Σήψεις ανθέων	Punja, 2018
14.	<i>Botrytis infestans</i>	Fungi	Γκριζές εξανθήσεις στα άνθη	Bakro et al., 2018
15.	<i>Cercospora cannabis</i>	Fungi	Καστανή κηλίδωση των φύλλων	Bakro et al., 2018
16.	<i>Cercospora cf. flagellaris</i>	Fungi	Κηλίδωση των φύλλων	Doyle et al., 2019
17.	<i>Cladosporium westerdijkiae</i>	Fungi	Σήψεις ανθέων	Punja et al., 2019
18.	<i>Colletotrichum fioriniae</i>	Fungi	Ανθράκωση των φύλλων	Szarka et al., 2020a
19.	<i>Curvularia cymbopogonis</i>	Fungi	Έλκη και νεκρωτικές κηλίδες	Bakro et al., 2018
20.	<i>Curvularia lunata</i>	Fungi	Έλκη και νεκρωτικές κηλίδες	Bakro et al., 2018
21.	<i>Dendrophoma marconii</i>	Fungi	Ξήρανση στελέγους	Bakro et al., 2018
22.	<i>Drechslera gigantea</i>	Fungi	Καστανή κηλίδωση των φύλλων	Szarka et al., 2020b
23.	<i>Epicoccum nigrum</i>	Fungi	Μαύρη κηλίδωση	Bakro et al., 2018
24.	<i>Fusarium avenaceum</i>	Fungi	Έλκη βλαστών	Bakro et al., 2018
25.	<i>Fusarium brachygibbosum</i>	Fungi	Σήψεις ρίζας	Punja et al., 2019
26.	<i>Fusarium culmorum</i>	Fungi	Έλκη βλαστών	Bakro et al., 2018
27.	<i>Fusarium equiseti</i>	Fungi	Σήψεις ρίζας και υπέργειου τμήματος	Punja, 2018
28.	<i>Fusarium graminearum</i>	Fungi	Έλκη βλαστών	Bakro et al., 2018
29.	<i>Fusarium lateritium</i>	Fungi	Έλκη βλαστών	Bakro et al., 2018
30.	<i>Fusarium lichenicola</i>	Fungi	Σήψεις ρίζας και υπέργειου τμήματος	Punja et al., 2020
31.	<i>Fusarium oxysporum</i>	Fungi	Σήψεις ρίζας και υπέργειου τμήματος	Punja, 2020a
32.	<i>Fusarium proliferatum</i>	Fungi	Σήψεις ρίζας και υπέργειου τμήματος, νέκρωση εντεριώνης	Punja, 2020b
33.	<i>Fusarium sambucinum</i>	Fungi	Έλκη βλαστών	Bakro et al., 2018
34.	<i>Fusarium solani</i>	Fungi	Σήψη ρίζας, καστανοί αποχρωματισμοί βλαστού, μαρasmus, πτώση φύλλων	Sorrentino et al., 2019
35.	<i>Fusarium sulphureum</i>	Fungi	Έλκη βλαστών	Bakro et al., 2018
36.	<i>Golovinomyces cichoracearum</i>	Fungi	Λευκές εξανθήσεις στα φύλλα και τα άνθη	Punja, 2018
37.	<i>Golovinomyces spadiceus</i>	Fungi	Λευκές εξανθήσεις στα φύλλα	Szarka et al., 2019
38.	<i>Leptosphaerulina trifolii</i>	Fungi	Πορφυρή κηλίδωση φύλλων και βλαστών	Bakro et al., 2018
39.	<i>Leveillula taurica</i>	Fungi	Λευκές εξανθήσεις στα φύλλα	Bakro et al., 2018
40.	<i>Leveillula taurica f. sp. cannabis</i>	Fungi	Λευκές εξανθήσεις και νεκρωτικές κηλίδες στα φύλλα	Bakro et al., 2018
41.	<i>Macrophomina phaseolina</i>	Fungi	Ξηρές σήψεις	Bakro et al., 2018
42.	<i>Ophiobolus anguillidus</i>	Fungi	Έλκη βλαστών	Bakro et al., 2018
43.	<i>Ophiobolus cannabinus</i>	Fungi	Έλκη βλαστών	Bakro et al., 2018
44.	<i>Penicillium copticola</i>	Fungi	Σήψεις ανθέων	Punja, 2018
45.	<i>Penicillium olsonii</i>	Fungi	Σήψεις ανθέων	Punja, 2018
46.	<i>Phoma spp.</i>	Fungi	Καστανή κηλίδωση των φύλλων	Bakro et al., 2018
47.	<i>Phomopsis arctii</i>	Fungi	Έλκη βλαστών	Bakro et al., 2018
48.	<i>Phomopsis ganjae</i>	Fungi	Λευκή κηλίδωση των φύλλων	Bakro et al., 2018
49.	<i>Pseudocercospora cannabina</i>	Fungi	Καστανή κηλίδωση των φύλλων	Bakro et al., 2018
50.	<i>Rhizoctonia solani</i>	Fungi	Σήψεις ρίζας	Bakro et al., 2018
51.	<i>Sciffnerula cannabis</i>	Fungi	Μαύρες εξανθήσεις στα φύλλα	Bakro et al., 2018
52.	<i>Septoria cannabis</i>	Fungi	Χλωρώσεις στα φύλλα	Bakro et al., 2018
53.	<i>Septoria neocannabina</i>	Fungi	Χλωρώσεις στα φύλλα	Bakro et al., 2018
54.	<i>Sphaerotheca macularis</i>	Fungi	Λευκές εξανθήσεις και νεκρωτικές κηλίδες στα φύλλα	Bakro et al., 2018
55.	<i>Stemphylium botryosum</i>	Fungi	Κηλίδωση φύλλων και στελέγους	Bakro et al., 2018
56.	<i>Stemphylium herbarum</i>	Fungi	Κηλίδωση φύλλων και στελέγους	Bakro et al., 2018
57.	<i>Stemphylium spp.</i>	Fungi	Καστανή κηλίδωση των φύλλων	Bakro et al., 2018
58.	<i>Trichothecium roseum</i>	Fungi	Ερυθρή σήψη	Bakro et al., 2018
59.	<i>Uredo kriegeriana</i>	Fungi	Μεταχρωματισμοί των προσβεβλημένων ιστών στο χρώμα της σκουριάς (Σκωρίαση)	Bakro et al., 2018
60.	<i>Uromyces inconspicuus</i>	Fungi	Μεταχρωματισμοί των προσβεβλημένων ιστών στο χρώμα της σκουριάς (Σκωρίαση)	Bakro et al., 2018
61.	<i>Verticillium albo-atrum</i>	Fungi	Μαρασμός, μεταχρωματισμός των αγγειακών ιστών του φυτού	Bakro et al., 2018
62.	<i>Verticillium dahliae</i>	Fungi	Μαρασμός, μεταχρωματισμός των αγγειακών ιστών του φυτού	Bakro et al., 2018
63.	Alfalfa mosaic virus (AMV)	Orthornavirae	Νεκρώσεις και μεταχρωματισμοί σε διάταξη μωσαϊκού	Bakro et al., 2018
64.	Arabid mosaic virus (ArMV)	Orthornavirae	Νανισμός και μεταχρωματισμοί σε διάταξη μωσαϊκού	Bakro et al., 2018
65.	Cucumber mosaic virus (CMV)	Orthornavirae	Εξαγωνικές κηλίδες σε διάταξη μωσαϊκού	Bakro et al., 2018
66.	Hemp mosaic virus (HMV)	Orthornavirae	Γκριζοί μεταχρωματισμοί στα φύλλα σε διάταξη μωσαϊκού	Bakro et al., 2018
67.	Hemp streak virus (HSV)	Orthornavirae	Χλωρώσεις στα φύλλα	Bakro et al., 2018
68.	Beet Curly Top Virus	Shotokuvirae	Καγκετική ανάπτυξη, κιτρίνισμα φύλλων	Giladi et al., 2020

Πίνακας 2: Παθογόνοι μικροοργανισμοί που προσβάλουν το φυτό, το βασίλειο στο οποίο ανήκουν και τα συμπτώματα που προκαλούν.

#### 1.1.7.3 Παρασιτικά φυτά και πτηνά

Σε πολλές περιπτώσεις έχουν καταγραφεί ζημιές στην παραγωγή από πτηνά, ιδιαίτερα σε μικρής έκτασης εκμεταλλεύσεις (Bakro et al., 2018). Αυτό συμβαίνει διότι πολλά πτηνά, ιδιαίτερα τα στρουθιόμορφα (Τάξη: Passeriformes) αρέσκονται στο να τρώνε τους σπόρους του φυτού (Bakro et al., 2018). Μεταξύ αυτών των πτηνών συγκαταλέγονται τα *Carduelis cannabina* (φανέτο), *Pica pica* (καρακάζα), *Sturnus vulgaris* (ψαρόνι) κ.α. (Sorauer, 1958).

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί πως σε ορισμένες περιπτώσεις έχει καταγραφεί και η παρουσία παρασιτικών φυτών σε καλλιέργειες κάνναβης. Μάλιστα σύμφωνα με τον Dewey (1914) ένα τέτοιο φυτό, η οροβάγγη (*Orobancha ramosa*) αποτελεί τον μεγαλύτερο εχθρό της κάνναβης. Τα παρασιτικά φυτά που προκαλούν πιο συχνά προβλήματα σε καλλιέργεια κάνναβης είναι τα *Orobancha ramosa*, *Cuscuta campestris* και *Cuscuta europea* ενώ σπανιότερα και τα *Orobancha aegyptiaca* και *Orobancha cernua* (McPartland, 1996). Το *Orobancha ramosa* προσβάλλει τα υπόγεια μέρη του φυτού ενώ το *Cuscuta campestris* τα υπέργεια (McPartland, 1996). Σε γενικές γραμμές, τα φυτά αυτά διαθέτουν ειδικά ριζίδια (haustoria) τα οποία μπορούν και διαπερνούν τους ιστούς του φυτού στο οποίο παρασιτούν, και τα οποία φτάνοντας στο ξύλο του «ξενιστή» μιλούν το χυμό του και τα θρεπτικά στοιχεία του (McPartland, 1996). Ταυτόχρονα, οι οπές που αφήνουν τα haustoria στους ιστούς του φυτού διευκολύνουν την είσοδο παθογόνων στο φυτό (McPartland, 1996). Το *Orobancha ramosa* προσβάλλει τα υπόγεια μέρη του φυτού ενώ το *Cuscuta campestris* τα υπέργεια (McPartland, 1996).

#### 1.1.7.4 Τροφοπενίες και φυτοτοξικότητες

Συχνό φαινόμενο αποτελούν και οι παθήσεις του φυτού που οφείλονται στην επίδραση αβιοτικών παραγόντων. Πολλές φορές εμφανίζονται ξαφνικά συμπτώματα σε φυτά της καλλιέργειας τα οποία αν και παραπέμπουν σε προσβολές από κάποιο παθογόνο, οφείλονται είτε σε τροφοπενία κάποιου στοιχείου, είτε σε φυτοτοξικότητες που προκαλούν χημικοί ρύποι (McPartland, 1996). Γενικά σε περιπτώσεις τροφοπενίας ευκίνητων στοιχείων, όπως τα N, P, K, Mg, B και Mb, τα συμπτώματα εμφανίζονται αρχικά στα μεγαλύτερης ηλικίας φύλλα ενώ σε περιπτώσεις τροφοπενίας λιγότερο ευκίνητων στοιχείων, όπως τα Mn, Zn, Ca, S, Fe και Cu, τα συμπτώματα εμφανίζονται αρχικά στα νεαρά φύλλα (McPartland, 1996). Οι τοξικότητες από ρύπους αντίθετα, συνήθως εμφανίζονται σε όλα τα φύλλα του φυτού, όπως στην περίπτωση της τοξικότητας από υψηλή συγκέντρωση διοξειδίου του θείου (SO<sub>2</sub>) όπου παρατηρούνται μεσοενύριες χλωρώσεις στα φύλλα (McPartland, 1996).

#### 1.1.7.5 Αντιμετώπιση εχθρών και παθογόνων

Η αντιμετώπιση των εχθρών και των παθογόνων που προσβάλουν την κάνναβη διακρίνεται στη χημική και τη βιολογική. Κατά τη χημική αντιμετώπιση γίνεται χρήση εμπορικών σκευασμάτων με εντομοκτόνο, ζιζανιοκτόνο, μυκητοκτόνο, τρωκτικοκτόνο, ακαρεοκτόνο, μαλακιοκτόνο ή και νηματοκτόνο δράση (Taylor and Birkett, 2020). Αν και η χρήση τέτοιων σκευασμάτων είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη και αποτελεί τον κύριο τρόπο καταπολέμησης εχθρών και ασθενειών, πιθανότατα να αποτελούν κίνδυνο για την υγεία του ανθρώπου (Martín Reina et al., 2017). Εδώ πρέπει να σημειωθεί πως σύμφωνα με τις οδηγίες του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (WHO), για καθεμία από της χημικές ουσίες των σκευασμάτων αυτών υπάρχει ένα ανώτατο όριο υπολειμματικότητας σε φυτικά προϊόντα. Αυτό σημαίνει πως εάν υπολείμματα αυτών των ουσιών εντοπιστούν σε ένα προϊόν σε συγκεντρώσεις μικρότερες του ορίου αυτού, τότε το προϊόν αυτό θεωρείται ασφαλές για τον



άνθρωπο ενώ σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις θεωρείται επικίνδυνο για την υγεία του. Στα πλαίσια της αξιολόγησης αυτής όμως γίνεται η παραδοχή πως το προϊόν αυτό είναι βρώσιμο. Συνεπώς σε περιπτώσεις όπως αυτή της κάνναβης, όπου η κατανάλωση του προϊόντος δεν γίνεται με βρώση αλλά με άλλη μέθοδο (π.χ. άτμισμα ή κάπνισμα), τα ανώτατα επιτρεπόμενα όρια χημικών υπολειμμάτων στα φυτά της κάνναβης δεν είναι ξεκάθαρα με αποτέλεσμα να μην γνωρίζουμε με ακρίβεια κατά πόσο η χρήση των χημικών αυτών είναι ασφαλής (Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals, & World Health Organization, 2010). Μάλιστα, σύμφωνα με τους Voelker και Holmes (2015) οι συγκεντρώσεις των χημικών υπολειμμάτων στην κάνναβη ξεπερνούν τα επιτρεπόμενα όρια που έχουν δοθεί για όλα τα αγροτικά προϊόντα. Ταυτόχρονα είναι γνωστό πως πολλές από αυτές τις χημικές ενώσεις σε συγκεντρώσεις ανώτερες του επιτρεπόμενου μπορούν να προκαλέσουν μόνιμες βλάβες στο νευρικό σύστημα του ανθρώπου (Ogg et al., 2006). Συνεπώς είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθεί μελλοντικά περεταίρω έρευνα σχετικά με τους κινδύνους της συμβατικής (χημικής) αντιμετώπισης εχθρών και ασθενειών σε καλλιέργειες κάνναβης που προορίζεται για φαρμακευτική χρήση (Taylor and Birkett, 2020). Φυσικά το πρόβλημα αυτό δεν αφορά τη βιομηχανική κάνναβη.

Κατά τη βιολογική αντιμετώπιση μυκήτων και βακτηρίων χρησιμοποιούνται σκευάσματα φυτικής και μικροβιακής προελεύσεως καθώς και ωφέλιμα έντομα και μικροοργανισμοί (Bakro et al., 2018). Για παράδειγμα, η αντιμετώπιση των *Botrytis cinerea* και *Botrytis infestans* μπορεί να γίνει με σκευάσματα που περιέχουν το βακτήριο *Pseudomonas syringae* ή μύκητες του γένους *Trichoderma* ενώ η αντιμετώπιση των προσβολών από μύκητες του γένους *Fusarium* μπορεί να πραγματοποιηθεί με βιολογικά σκευάσματα που περιέχουν τους μικροοργανισμούς *Burkholderia cepacia* και *Streptomyces griseoviridis* (Bakro et al., 2018). Σε ορισμένες περιπτώσεις (π.χ. ενάντια στους μύκητες του είδους *Phoma* και *Ascochyta*) δεν υπάρχουν βιολογικά σκευάσματα για την αντιμετώπιση αυτών των μικροοργανισμών, ενώ συχνά οι κατάλληλες φροντίδες (ικανοποιητική θρέψη φυτών, καλός αερισμός του εδάφους, αποφυγή υπέρμετρης άρδευσης κ.α.) εξασφαλίζουν τη προστασία των φυτών από τις προσβολές από παθογόνους μικροοργανισμούς (Bakro et al., 2018). Ιδιαίτερα στις περιπτώσεις των ιώσεων, όπου η αντιμετώπιση ταυτίζεται με την πρόληψη, η ευρωστία των φυτών και η χρήση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού είναι απαραίτητες (Bakro et al., 2018). Βέβαια, καθώς αρκετά έντομα αποτελούν αποδεδειγμένα φορείς ιών (*Phorodon cannabis*, *Trialeurodes vaporariorum*, *Thrips tabaci*, *Myzus persicae* κ.α.) (McPartland, 1996), η καταπολέμηση τους θεωρείται εξίσου αποτελεσματική και απαραίτητη (Bakro et al., 2018). Στα πλαίσια της βιολογικής καταπολέμησης αυτών των εντόμων συχνά αξιοποιούνται ωφέλιμα έντομα τα οποία τρέφονται με έντομα και μικροοργανισμούς που προκαλούν ζημιές στην κάνναβη (Quarles, 2018). Έτσι έντομα-θηρευτές (*Feltiella* sp., *Neoseiulus* sp., *Phytoseiulus* sp., έντομα της οικογενείας *Coccinellidae* κ.α.) και παράσιτα εντόμων (*Aphelinus abdominalis*, *Dacnusa sibirica*, *Aphidius* spp., *Trichogramma* spp. κ.α.) μπορούν να περιορίσουν τους πληθυσμούς επιβλαβών εντόμων σε φυτά κάνναβης (Quarles, 2018). Ικανοποιητικά αποτελέσματα έχουν παρατηρηθεί και με τη χρήση φερομονικών παγίδων (Quarles, 2018). Η απώθηση των πουλιών μπορεί να γίνει με χρήση ανθρακινόνης (Bakro et al., 2018). Η διαχείριση των παρασιτικών φυτών υπάγεται στη διαχείριση ζιζανίων και μπορεί να πραγματοποιηθεί με χημικά και βιολογικά σκευάσματα, εφαρμογή των κατάλληλων καλλιεργητικών τεχνικών κ.α. (Aly, 2012).

	Όνομασία	Φύλλο	Τάξη	Οικογένεια	Βιβλιογραφία
1.	<i>Ditylenchus dipsaci</i>	Nematoda	Tylenchoidea	Anguinidae	Bakro et al., 2018
2.	<i>Heterodera humuli</i>	Nematoda	Secernentea	Heteroderidae	McPartland, 1996
3.	<i>Heterodera schachtii</i>	Nematoda	Secernentea	Heteroderidae	McPartland, 1996
4.	<i>Meloidogyne hapla</i>	Nematoda	Secernentea	Heteroderidae	De Meijer, 1995
5.	<i>Meloidogyne incognita</i>	Nematoda	Secernentea	Heteroderidae	Goodey, 1940
6.	<i>Meloidogyne javanica</i>	Nematoda	Secernentea	Heteroderidae	Decker, 1989
7.	<i>Paralongidorus maximus</i>	Nematoda	Enoplea	Longidoridae	McPartland, 1996
8.	<i>Pratylenchus penetrans</i>	Nematoda	Adenophorea	Pratylenchidae	McPartland, 1996
9.	<i>Tetranychus cinnabarinus</i>	Arthropoda	Arachnida	Tetranychidae	Bakro et al., 2018
10.	<i>Tetranychus urticae</i>	Arthropoda	Arachnida	Tetranychidae	Bakro et al., 2018
11.	<i>Aphis fabae</i>	Arthropoda	Insecta	Aphididae	Bakro et al., 2018
12.	<i>Adelphocoris lineolatus</i>	Arthropoda	Insecta	Miridae	Bakro et al., 2018
13.	<i>Agriotes lineatus</i>	Arthropoda	Insecta	Elateridae	Bakro et al., 2018
14.	<i>Agromyza reptans</i>	Arthropoda	Insecta	Agromyzidae	Bakro et al., 2018
15.	<i>Agrotis segetum</i>	Arthropoda	Insecta	Noctuidae	Bakro et al., 2018
16.	<i>Autographa gamma</i>	Arthropoda	Insecta	Noctuidae	Bakro et al., 2018
17.	<i>Chromatomyia horticola</i>	Arthropoda	Insecta	Agromyzidae	Bakro et al., 2018
18.	<i>Delia platura</i>	Arthropoda	Insecta	Anthomyiidae	Bakro et al., 2018
19.	<i>Frankliniella schultzei</i>	Arthropoda	Insecta	Thripidae	Bakro et al., 2018
20.	<i>Hylemyia florilega</i>	Arthropoda	Insecta	Anthomyiidae	Bakro et al., 2018
21.	<i>Liriomyza strigata</i>	Arthropoda	Insecta	Agromyzidae	Bakro et al., 2018
22.	<i>Lygus rugulipennis</i>	Arthropoda	Insecta	Miridae	Bakro et al., 2018
23.	<i>Mamestra brassicae</i>	Arthropoda	Insecta	Noctuidae	Bakro et al., 2018
24.	<i>Melanchra persicariae</i>	Arthropoda	Insecta	Noctuidae	Bakro et al., 2018
25.	<i>Melanogromyza urticivora</i>	Arthropoda	Insecta	Agromyzidae	Bakro et al., 2018
26.	<i>Melolontha melolontha</i>	Arthropoda	Insecta	Scarabaeidae	Bakro et al., 2018
27.	<i>Myzus persicae</i>	Arthropoda	Insecta	Aphididae	Bakro et al., 2018
28.	<i>Ostrinia nubilalis</i>	Arthropoda	Insecta	Crambidae	Bakro et al., 2018
29.	<i>Phorodon humuli</i>	Arthropoda	Insecta	Aphididae	Bakro et al., 2018
30.	<i>Phyllopertha horticola</i>	Arthropoda	Insecta	Scarabaeidae	Bakro et al., 2018
31.	<i>Psylliodes attenuata</i>	Arthropoda	Insecta	Chrysomelidae	Bakro et al., 2018
32.	<i>Thrips tabaci</i>	Arthropoda	Insecta	Thripidae	Bakro et al., 2018
33.	<i>Tiplula paludosa</i>	Arthropoda	Insecta	Tipulidae	Bakro et al., 2018
34.	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Arthropoda	Insecta	Aleyrodidae	Bakro et al., 2018

**Πίνακας 3:** Έντομα, άλλα αρθρόποδα και σκόληκες που προκαλούν ζημιές στο φυτό, το φύλλο, η τάξη και η οικογένεια στην οποία ανήκουν.

## 1.2 Ζιζάνια

Όπως προαναφέρθηκε, στα πλαίσια της παρούσας μελέτης για τη διαχείριση των ζιζανίων εφαρμόστηκε η ζιζανιοκτόνος δραστική pendimethalin. Για να ελεγχθεί όμως επιτυχώς η αποτελεσματικότητά της πρέπει να ληφθούν υπόψιν και τα διαφορετικά είδη της ζιζανιοχλωρίδας του πειραματικού αγρού. Στο Κεφάλαιο αυτό θα αναλυθούν περιληπτικά τα επικρατή είδη ζιζανίων που καταγράφηκαν στον αγρό. Όλα τα είδη που καταγράφηκαν στην κάθε ποικιλία, καθώς και οι λόγοι για τους οποίους τα παρακάτω είδη θεωρήθηκαν επικρατή, αναφέρονται στο Υποκεφάλαιο 4.2.2.

### 1.2.1 Τραχύ βλήτο (*Amaranthus retroflexus*)

Το τραχύ βλήτο (*Amaranthus retroflexus*) είναι ένα ετήσιο ζιζάνιο που αναπαράγεται με σπόρο και απαντάται σε πολλές χώρες της Ευρώπης, της Ασίας, και της Αμερικής (Weaver and McWilliams, 1980). Πρόκειται για ένα πολύ ανταγωνιστικό, αζωτόφιλο ζιζάνιο, που αναπτύσσεται ταχύτατα και μπορεί να προκαλέσει μεγάλη οικονομική ζημία σε πολλές καλλιέργειες (Kingsbury, 1964; Stilwell and Sweet, 1974; Legere and Schreiber, 1989; Francischini et al., 2014). Ενδεικτικά αναφέρεται πως υπάρχουν καταγραφές σύμφωνα με τις

οποίες το εν λόγω ζιζάνιο μείωσε την παραγωγή κατά 50% (Hendrick et al., 1974). Παράλληλα, το ζιζάνιο αυτό μπορεί να αποτελέσει ξενιστής για παράσιτα και επιβλαβή φυτοπαθογόνα τα οποία θα μεταφερθούν και στην καλλιέργεια και θα προκαλέσουν ακόμα μεγαλύτερη ζημία (Weaver and McWilliams, 1980). Ένας από τους λόγους που καθιστούν το ζιζάνιο αυτό μεγάλη απειλή για την παραγωγή είναι η καταγεγραμμένη ανθεκτικότητα που έχει αποκτήσει (ανά τον κόσμο) σε ζιζανιοκτόνα (Powles and Yu, 2010). Για την ακρίβεια, σύμφωνα με τον Hear (2021), το ζιζάνιο αυτό είναι ανθεκτικό σε πολλά ζιζανιοκτόνα τα οποία δρουν στο Φωτοσύστημα II (PSII), αναστέλλουν το ένζυμο συνθάση του ακετολακτικού (ALS), ή αναστέλλουν το ένζυμο πρωτοπορφυρινογόνος οξειδάση (PPO).

### 1.2.2 Τάτουλας (*Datura stramonium*)

Ο τάτουλας (*Datura stramonium*) είναι ένα ετήσιο πλατύφυλλο ζιζάνιο που απαντάται σε περισσότερες από 100 χώρες παγκοσμίως, και σε περισσότερες από 40 διαφορετικές καλλιέργειες (Holm et al., 1997). Στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής ο τάτουλας θεωρείται ως ένα από τα δέκα πιο επιβλαβή ζιζάνια που προκαλούν σημαντική ζημία στην αγροτική παραγωγή (Hagood et al., 1981). Μάλιστα, το ζιζάνιο αυτό θεωρείται πως μπορεί να προκαλέσει σημαντική ζημία επί της παραγωγής ακόμα και σε μικρές πυκνότητες (Tariq et al., 2020). Αν και υπάρχουν καταγραφές για ανθεκτικότητα του ζιζανίου στη δραστική atrazine (Hear, 2021), οι δραστικές chlorimuron, thifensulfuron, imazaquin, cloransulam, metribuzin, clomazone, και glyphosate ενδείκνυνται για τη διαχείριση του εν λόγω ζιζανίου (Deng, 2005).

### 1.2.3 Περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis*)

Η περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis*) είναι ένα πολυετές ζιζάνιο το οποίο απαντάται σε εύκρατα κλίματα σε όλο τον κόσμο (Davis et al., 2018). Πρόκειται για ένα ζιζάνιο που αποτελεί σοβαρό πρόβλημα για την αγροτική παραγωγή, και κυρίως σε καλλιέργειες σιτηρών και βάμβακος (Spiridonov and Shestakov, 2013; Huang et al., 2014). Μάλιστα υπάρχουν αναφορές πως η περικοκλάδα έχει προκαλέσει απώλειες της τάξεως του 75% σε ανοιξιάτικες καλλιέργειες (Ratliff and Peeper, 1987). Πέρα από τον ανταγωνισμό μεταξύ του ζιζανίου και της καλλιέργειας, η περικοκλάδα δυσχεραίνει τη συγκομιδή και αποτελεί ξενιστή για παράσιτα και φυτοπαθογόνα (Bayat and Zargar, 2020). Αν και η χρήση χημικών ζιζανιοκτόνων μπορεί να προκαλέσει άμεσα νέκρωση του υπέργειου τμήματος του ζιζανίου, το υπόγειο τμήμα του συνήθως παραμένει ζωντανό και δίνει αναβλαστήσεις, καθιστώντας τη διαχείριση του ζιζανίου αυτού δύσκολη (Lindenmayer et al., 2013; Bayat and Zargar, 2020). Αν και υπάρχουν καταγραφές ανθεκτικότητας της περικοκλάδας στη δραστική paraquat (Hear, 2021), οι δραστικές 2,4-D, glyphosate, dicamba, picloram, και imazapyr ενδείκνυνται για τη διαχείριση του εν λόγω ζιζανίου (Westra et al., 1992; Lindenmayer et al., 2013; Huang et al., 2014).

### 1.2.4 Γερμανός (*Solanum elaeagnifolium*)

Ο γερμανός (*Solanum elaeagnifolium*) είναι ένα πολυετές, πλατύφυλλο, χωροκατακτητικά ζιζάνιο (Brunel, 2011). Πρόκειται για ένα εξαιρετικά ευπροσάρμοστο ζιζάνιο που απαντάται στο Μαρόκο, την Τυνησία, τις ΗΠΑ, την Αυστραλία, την Αίγυπτο, την Ελλάδα, την Ινδία, το Ισραήλ, τη Ζιμπάμπουε, τη Σικελία, τη Νότια Αφρική, τη Βορειοδυτική Αφρική και την Ισπανία (Taleb and Bouhache, 2006; Mekki, 2006; Sforza and Jones, 2007). Το ζιζάνιο αυτό έχει καταγραφεί σε πληθώρα διαφορετικών καλλιεργειών, όπου μπορεί να προκαλέσει σημαντική μείωση στις τελικές αποδόσεις της καλλιέργειας

(Brunel, 2011). Η διαχείριση του γερμανού θεωρείται αρκετά δύσκολη (EPPO, 2007). Η διαχείριση με μηχανικά μέσα δεν ενδείκνυται καθώς το ζιζάνιο αυτό αναπαράγεται και μέσω ριζωμάτων (Ensbeys, 2009). Ταυτόχρονα, η διαχείριση του ζιζανίου με χημικά μέσα ενδείκνυται μόνο με χρήση διασυστηματικών ζιζανιοκτόνων καθώς εάν το υπόγειο τμήμα του φυτού παραμείνει ζωντανό, θα δώσει αναβλαστήσεις (Gitsopoulos et al., 2017).

#### 1.2.5 Μουχρίτσα (*Echinochloa crus-galli*)

Η μουχρίτσα (*Echinochloa crus-galli*) είναι ένα ετήσιο, αγρωστώδες ζιζάνιο (Chin, 2001). Αν και θεωρείται πως προέρχεται από την Ευρώπη, το ζιζάνιο αυτό έχει πλέον εξαπλωθεί σε πολλές χώρες της Ασίας και της Αμερικής, καθώς και στην Αυστραλία (Carey et al., 1995, Van Devender et al., 1997, Gealy et al., 2003). Πρόκειται για ένα εξαιρετικά δυσεξόντωτο ζιζάνιο με μεγάλη προσαρμοστικότητα σε δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες (Marambe and Amarsinghe, 2002; Leeson, 2005). Η μουχρίτσα μπορεί να προκαλέσει σημαντική ζημία επί της παραγωγής, με καταγραφές να αναφέρουν απώλειες της τάξεως έως και 79% σε καλλιέργειες ρυζιού (Bajwa et al., 2015). Όσον αφορά τη διαχείριση του ζιζανίου αυτού με χημικά μέσα, σύμφωνα με καταγραφές η μουχρίτσα μπορεί να παρουσιάσει ανθεκτικότητα σε ένα μεγάλο αριθμό ζιζανιοκτόνων (συμπεριλαμβανομένου και του glyphosate) (Hear, 2021).

#### 1.2.6 Πορφυρή κύπερη (*Cyperus rotundus*)

Η πορφυρή κύπερη (*Cyperus rotundus*) είναι ένα πολυετές ζιζάνιο που συναντάται κυρίως σε τροπικά και υποτροπικά κλίματα (Baloch et al., 2015). Πρόκειται για ένα ζιζάνιο που προκαλεί σημαντική οικονομική ζημία σε πλήθος καλλιεργειών, και σε περισσότερες από 90 χώρες (Rao, 2000). Ενδεικτικά, υπάρχουν αναφορές σύμφωνα με τις οποίες το ζιζάνιο αυτό προκάλεσε απώλειες της τάξεως του 50-80% σε καλλιέργειες κηπευτικών (Keeley, 1987). Η κύπερη σχηματίζει υπόγειους κονδύλους με τους οποίους μπορεί να αναπαραχθεί, συνεπώς μηχανική ζιζανιοκτονία δε συνιστάται (Baloch et al., 2015). Η χρήση ζιζανιοκτόνων αντίθετα αποτελεί έναν αποτελεσματικό τρόπο διαχείρισης του ζιζανίου (Baloch et al., 2015). Ανάμεσα στις δραστικές που συνιστώνται για τη διαχείριση του ζιζανίου αυτού (sulfosulfuron, paraquat, s-metolachlor, glyphosate, κ.α.) συμπεριλαμβάνεται και το pendimethalin (Baloch et al., 2015).

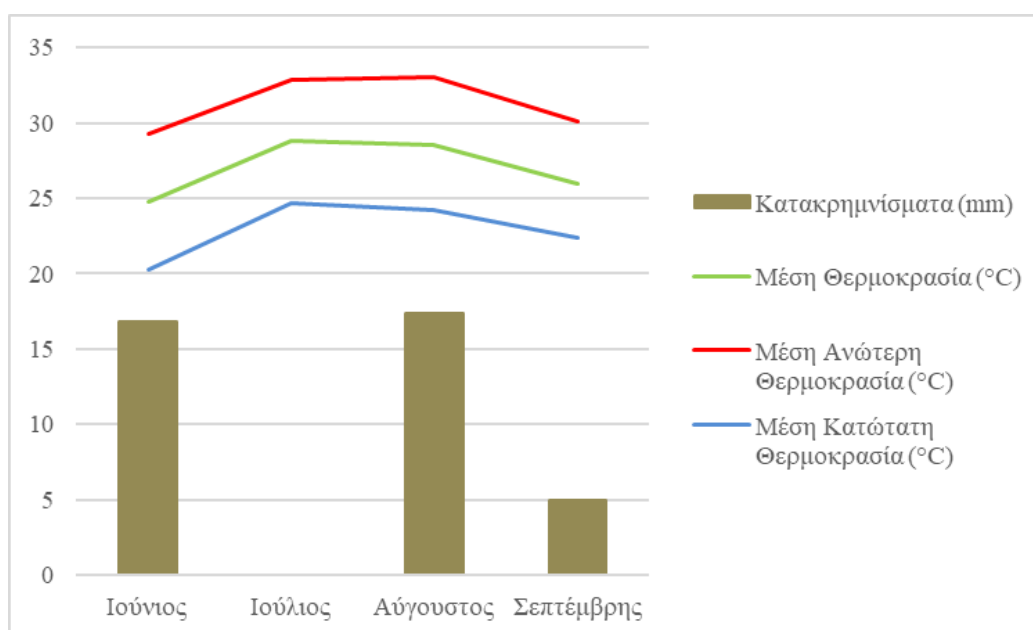
## 2. ΣΚΟΠΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να αξιολογήσει την επίδραση δύο διαφορετικών επιπέδων λίπανσης στα αγρονομικά χαρακτηριστικά και τις αποδόσεις δύο ποικιλιών κλωστικής κάνναβης (Fedora 17 και Uso 31). Παράλληλα, στα πλαίσια της μελέτης αυτής αξιολογήθηκε και η επίδραση των επιπέδων λίπανσης στα ζιζάνια της καλλιέργειας, καθώς και η επίδραση της διαχείρισης των ζιζανίων αυτών στα αγρονομικά χαρακτηριστικά και τις αποδόσεις της κάνναβης

### 3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

#### 3.1. Γενικές πληροφορίες

Το πείραμα διήρκησε από τις 22 Ιουνίου (σπορά) έως τις 5 Σεπτεμβρίου 2020 και πραγματοποιήθηκε στο πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (γεωγραφικό μήκος: 37°58' N, γεωγραφικό πλάτος: 23°32' E, υψόμετρο 30 m πάνω από τη θάλασσα). Η συνολική έκταση του πειράματος ήταν ίση με 108 m<sup>2</sup>. Η διακύμανση της θερμοκρασίας και το ύψος βροχής κατά τη διάρκεια του πειράματος παραθέτονται στο Γράφημα 1 και τα χαρακτηριστικά του εδάφους στον Πίνακα 4. Οι ποικιλίες κλωστικής κάνναβης που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι Fedora 17 και Uso 31 (θα αναφέρονται ως Fedora και Uso για αποφυγή συγχύσεων). Η σπορά πραγματοποιήθηκε με το χέρι σε βάθος ίσο με 3 cm, σε πυκνότητα 60 σπόροι/m<sup>2</sup> και με αποστάσεις μεταξύ των γραμμών ίσες με 0,2 m. Το λίπασμα που εφαρμόστηκε ήταν το Biogen (N-P-K: 7-4-7) της εταιρίας ΦΥΤΟΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΒΕΕ (Ανω Λιόσια, Αττική) ενώ το ζιζανιοκτόνο σκεύασμα που εφαρμόστηκε ήταν το PENDINOVA® 330 EC (δραστική ουσία: pendimethalin 33% β/ο) της εταιρίας ΕΛΛΑΓΡΕΤ ΑΒΕΕ (Θέση Ξηροπήγαδο, Μάνδρα Αττικής). Η επέμβαση με το ζιζανιοκτόνο πραγματοποιήθηκε 4 ημέρες μετά τη σπορά (4 DAS).



**Γράφημα 1:** Η μέση βροχόπτωση και η διακύμανση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του πειράματος

Εδαφικά χαρακτηριστικά	
Τύπος	Αργιλλοπηλώδες
CaCO <sub>3</sub> (%)	15,99
Οργανική ουσία (%)	2,37
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	104,3
P (Olsen) (ppm)	9,95
Na <sup>+</sup> (ppm)	110
pH (1:1 H <sub>2</sub> O)	7,29

**Πίνακας 4:** Εδαφικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού του Εργαστηρίου Γεωργίας-Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

### 3.2. Πειραματικό σχέδιο

Εφαρμόστηκε το πειραματικό σχέδιο των υπο-υποδιαιρεμένων τεμαχίων (Split-split-plot design) με τρεις επαναλήψεις, δύο ποικιλίες κάνναβης (Fedora και Uso), τρεις μεταχειρίσεις λίπανσης (0N, 7N, και 14N), και τρεις μεταχειρίσεις διαχείρισης ζιζανίων (W, T1, και WF) (Εικόνα 3). Ως παράγοντας κυρίων τεμαχίων επιλέχθηκαν οι ποικιλίες κάνναβης (Fedora και Uso). Στα υποδιαιρεμένα τεμάχια εντός των κυρίων τεμαχίων κατανεμήθηκαν τυχαία οι επεμβάσεις λίπανσης (0N, 7N και 14N), ενώ στα υπο-υποτεμάχια οι επεμβάσεις διαχείρισης ζιζανίων (W, T1 και WF). Κάθε υπο-υποτεμάχιο είχε μέγεθος 2 m<sup>2</sup>. Στις μεταχειρίσεις 0N, 7N και 14N σε κάθε υποδιαιρεμένο τεμάχιο εφαρμόστηκαν 0 g, 660 g, και 1320 g λιπασματος. Αντίστοιχα, στα υπο-υποτεμάχια W δεν λήφθηκε κανένα μέτρο διαχείρισης ζιζανίων, στα WF πραγματοποιούνταν τακτική απομάκρυνση των ζιζανίων με το χέρι (πλήρης απομάκρυνση κάθε ζιζανίου), και στα T1 εφαρμόστηκε pendimethalin σε δόση 1.980 g δ.ο./εκτάριο (600cc/στρέμμα).

FEDORA				USO 31			
REP 1	T1	WF	W	WF	W	T1	
	WF	W	T1	W	T1	WF	
	W	T1	WF	T1	WF	W	
REP 2	W	T1	WF	T1	WF	W	
	T1	WF	W	W	T1	WF	
	WF	W	T1	WF	W	T1	
REP 3	WF	W	T1	W	WF	T1	
	W	T1	WF	T1	W	WF	
	T1	WF	W	T1	W	WF	

0N	7N	14N
----	----	-----

**Εικόνα 3:** Κάτοψη του πειραματικού σχεδίου.

### 3.3. Μετρήσεις

#### 3.3.1. Πυκνότητα ζιζανίων

Ο υπολογισμός της μέσης συνολικής πυκνότητας ζιζανίων πραγματοποιήθηκε στις 21, 31, 41, και 51 ημέρες μετά τη σπορά (DAS). Κατά τις ημερομηνίες αυτές 2 quadrat 50 cm x 50 cm (25 cm<sup>2</sup>) τοποθετούνταν τυχαία σε κάθε πειραματικό τεμάχιο. Τα ζιζάνια στο εσωτερικό του κάθε quadrat καταγράφονταν και για την αναγωγή τους στο τετραγωνικό μέτρο (m<sup>2</sup>) οι υπολογιζόμενες πυκνότητες πολλαπλασιάστηκαν x 4. Μετά τον υπολογισμό της εκάστοτε πυκνότητας τα ζιζάνια συλλέγονταν με το χέρι

#### 3.3.2. Βιομάζα ζιζανίων

Ο υπολογισμός της μέσης συνολικής βιομάζας των ζιζανίων πραγματοποιήθηκε στις 21, 31, 41, και 51 ημέρες μετά τη σπορά (DAS). Κατά τις ημερομηνίες αυτές τα ζιζάνια που είχαν συλλεχθεί κατά τον υπολογισμό των μέσων πυκνοτήτων μεταφέρθηκαν σε ειδικό

κλίβανο του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, στους 60 °C, για 72 ώρες. Με το πέρας των 72 ωρών τα φυτικά αυτά δείγματα ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας (με ακρίβεια 2 δεκαδικών ψηφίων) και κατ' αυτόν τον τρόπο υπολογίστηκε η μέση συνολική βιομάζα ζιζανίων στα 25 cm<sup>2</sup>. Για τον υπολογισμό της μέσης συνολικής βιομάζας ζιζανίων στο τετραγωνικό μέτρο (m<sup>2</sup>) τα αποτελέσματα πολλαπλασιάστηκαν x 4.

### 3.3.3. Δείκτης NDVI

Η μέτρηση του δείκτη NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) πραγματοποιήθηκε στις 21, 31, 41, και 51 ημέρες μετά τη σπορά (DAS). Ο δείκτης NDVI υπολογίζεται από το ορατό και το εγγύς υπέρυθρο φως που ανακλάται από τη βλάστηση και αποτελεί χρήσιμο εργαλείο για την εκτίμηση της κατάστασης της υγείας του φυτού (Travlos et al., 2021). Κατά τις προαναφερθείσες ημερομηνίες 6 μετρήσεις του δείκτη λήφθηκαν από κάθε τεμάχιο που εφαρμόστηκε pendimethalin (T1), και άλλες 6 μετρήσεις λήφθηκαν από κάθε τεμάχιο όπου δεν λήφθηκε κανένα μέτρο διαχείρισης ζιζανίων. Οι μετρήσεις αυτές λήφθηκαν αποκλειστικά από ζιζάνια με τη χρήση Αισθητήρα Φυτών Χειρός.

### 3.3.4. Ύψος κάνναβης

Η μέτρηση του ύψους των φυτών κάνναβης πραγματοποιήθηκε στις 31, 41, και 51 ημέρες μετά τη σπορά (DAS). Κατά τις ημερομηνίες αυτές, 3 φυτά κάνναβης επιλέγονταν τυχαία σε κάθε τεμάχιο. Τα φυτά αυτά αρχικά αφαιρούνταν από τον αγρό, το ριζικό τους σύστημα αποκοπτόταν, και το ύψος τους μετριοταν με τη βοήθεια κοινού μέτρου.

### 3.3.5. Βιομάζα κάνναβης

Η μέτρηση της βιομάζας των φυτών κάνναβης πραγματοποιήθηκε στις 31, 41, και 51 ημέρες μετά τη σπορά (DAS). Κατά τις ημερομηνίες αυτές τα φυτά κάνναβης που είχαν συλλεχθεί κατά τον υπολογισμό του ύψους τους μεταφέρθηκαν σε ειδικό κλίβανο του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, στους 60 °C, για 72 ώρες. Με το πέρας των 72 ωρών τα φυτικά αυτά δείγματα ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας (με ακρίβεια 2 δεκαδικών ψηφίων).

### 3.3.6. Μήκος κύριας ταξιανθίας

Η μέτρηση του μήκους της κύριας ταξιανθίας των φυτών κάνναβης πραγματοποιήθηκε κατά τη συγκομιδή, στις 75 ημέρες μετά τη σπορά (DAS). Κατά τη συγκομιδή 2 φυτά κάνναβης επιλέχθηκαν τυχαία σε κάθε τεμάχιο, αφαιρέθηκαν από τον αγρό, και μεταφέρθηκαν σε αίθουσα του πανεπιστημίου όπου και πραγματοποιήθηκαν όλες οι μετρήσεις της συγκομιδής. Για τη μέτρηση του μήκους της κύριας ταξιανθίας η ταξιανθία αποκοπτόταν από τη βάση της και μετριοταν με χάρακα.

### 3.3.7. Ξηρό βάρος κύριας ταξιανθίας

Η μέτρηση του ξηρού βάρους της κύριας ταξιανθίας των φυτών κάνναβης πραγματοποιήθηκε κατά τη συγκομιδή, στις 75 ημέρες μετά τη σπορά (DAS). Μετά τη καταγραφή του μήκους τους οι κύριες ταξιανθίες μεταφέρθηκαν σε ειδικό κλίβανο του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, στους 60 °C, για 72 ώρες. Με το πέρας των 72 ωρών τα φυτικά αυτά δείγματα ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας (με ακρίβεια 2 δεκαδικών ψηφίων).



### 3.3.8. Αριθμός δευτερευουσών ταξιανθιών

Η μέτρηση του αριθμού των δευτερευουσών ταξιανθιών των φυτών κάνναβης πραγματοποιήθηκε κατά τη συγκομιδή, στις 75 ημέρες μετά τη σπορά (DAS). Κατά τη μέτρηση αυτή, σε κάθε φυτό κάνναβης που συλλέχθηκε κατά τη συγκομιδή καταγράφηκε ο συνολικός αριθμός δευτερευουσών ταξιανθιών.

### 3.3.9. Μήκος δευτερεύουσας ταξιανθίας

Η μέτρηση του μήκους των δευτερευουσών ταξιανθιών των φυτών κάνναβης πραγματοποιήθηκε κατά τη συγκομιδή, στις 75 ημέρες μετά τη σπορά (DAS). Μετά την καταγραφή του αριθμού των δευτερευουσών ταξιανθιών, 2 δευτερεύουσες ταξιανθίες αφαιρέθηκαν από κάθε φυτό (από τη βάση τους) και το μήκος τους μετρήθηκε με χάρακα.

### 3.3.10. Ξηρό βάρος δευτερεύουσας ταξιανθίας

Η μέτρηση του ξηρού βάρους των δευτερευουσών ταξιανθιών των φυτών κάνναβης πραγματοποιήθηκε κατά τη συγκομιδή, στις 75 ημέρες μετά τη σπορά (DAS). Μετά τη μέτρηση του μήκους τους οι δευτερεύουσες ταξιανθίες μεταφέρθηκαν σε ειδικό κλίβανο του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, στους 60 °C, για 72 ώρες. Με το πέρας των 72 ωρών τα φυτικά αυτά δείγματα ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας (με ακρίβεια 2 δεκαδικών ψηφίων).

### 3.3.11. Αποδόσεις σε σπόρο

Ο υπολογισμός των αποδόσεων σε σπόρο των φυτών κάνναβης πραγματοποιήθηκε κατά τη συγκομιδή, στις 75 ημέρες μετά τη σπορά (DAS). Κατά τη μέτρηση αυτή το βάρος των σπόρων της κύριας και των δευτερευουσών ταξιανθιών κάθε φυτικού δείγματος κάνναβης ζυγίστηκε σε ζυγό ακριβείας (με ακρίβεια 2 δεκαδικών ψηφίων). Η αναγωγές σε τετραγωνικό μέτρο (m<sup>2</sup>) και εκτάριο (ha) έγιναν βάσει της πυκνότητας των φυτών κάνναβης.

### 3.3.12. Βάρος 1000 σπόρων

Ο υπολογισμός του βάρους των 1000 σπόρων πραγματοποιήθηκε κατά τη συγκομιδή, στις 75 ημέρες μετά τη σπορά (DAS). Μετά τον υπολογισμό των αποδόσεων σε σπόρο ο αριθμός των σπόρων κάθε φυτού καταμετρήθηκε και βάσει του βάρους τους υπολογίστηκε το βάρος 1000 σπόρων.

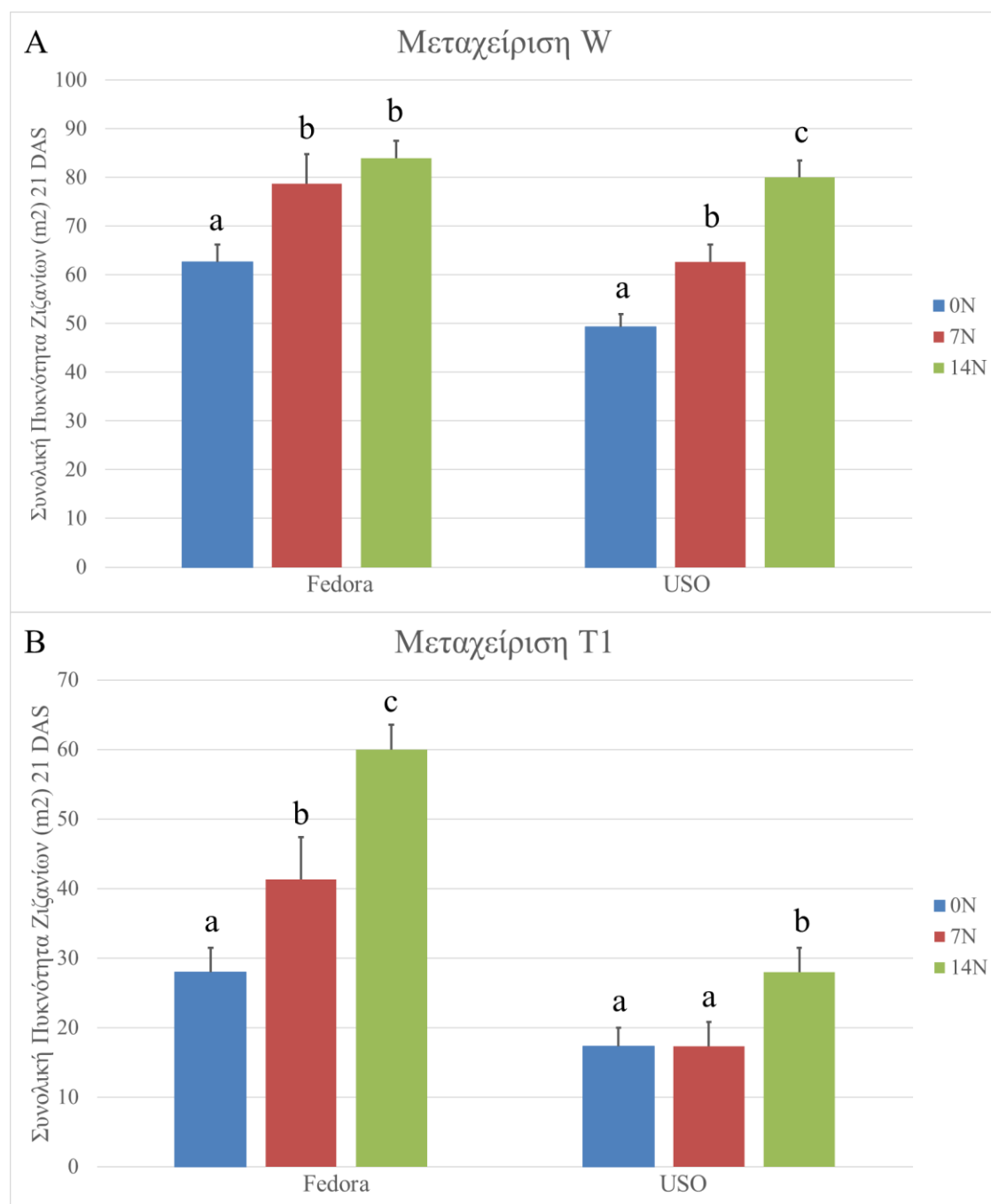
## 3.4. Στατιστική ανάλυση

Για τη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο «STATGRAPHICS<sup>®</sup> Centurion XVII» (Statpoint Technologies, Inc.), Version 17.2.00. Οι συγκρίσεις μέσω έγιναν με βάση την Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test) σε επίπεδο σημαντικότητας  $p < 0,05$  %.

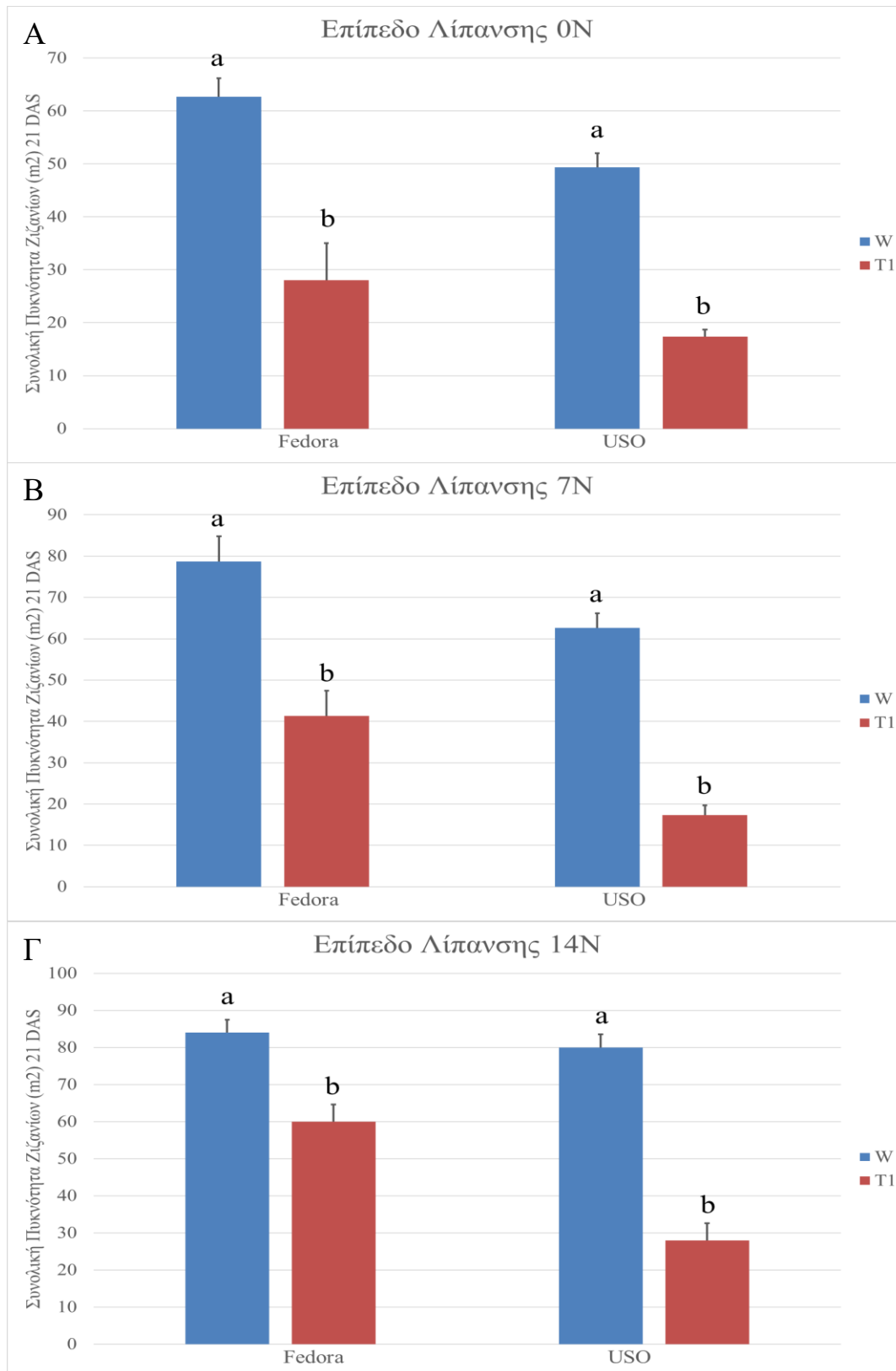
## 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 4.1. Πυκνότητα ζιζανίων

#### 4.1.1. 21 DAS



**Γράφημα 2:** Μέση συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά επίπεδο λίπανσης (0N, 7N, και 14N) για τις μεταχειρίσεις W (A), και T1 (B). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε 21 ημέρες μετά τη σπορά (21 DAS). Τα γράμματα a, b, και c υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της ίδιας ποικιλίας.



**Γράφημα 3:** Μέση συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά/m<sup>2</sup>) ανά μεταχείριση (W, και T1) για τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης 0N (Α), 7N (Β), και 14N (Γ). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε 21 ημέρες μετά τη σπορά (21 DAS). Τα γράμματα a και b υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της ίδιας ποικιλίας.

**Πίνακας 5:** Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης (MANOVA). Τα δεδομένα αφορούν τη συνολική πυκνότητα ζιζανίων ανά τετραγωνικό μέτρο (φυτά/m<sup>2</sup>) για κάθε επίπεδο λίπανσης, επέμβαση προς διαχείριση ζιζανίων, και ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 21 ημέρες μετά τη σπορά (21 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσο Τετράγωνο	F ratio	P Value
Ποικιλία (Π)	2500,0	1	27556	313,14	***
Λίπανση (Λ)	3371,56	2	2328,44	26,46	***
Διαχείριση ζιζανίων (Z)	12693,8	1	12996	147,68	***
(Λ)x(Π)	104,0	2	12	0,14	ns
(Λ)x(Z)	96,8889	2	65,3333	0,74	ns
(Π)x(Z)	277,778	1	324	3,68	ns
(Λ)x(Π)x(Z)	363,556	2	17,3333	0,2	ns
Υπόλοιπο	1386,67	24	88		
Σύνολο	20794,2	35			

Τα σύμβολα '\*' και 'ns' υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές: \*\*\* =  $P<0.001$ , \*\* =  $P<0.01$ , \* =  $P<0.05$ , και ns =  $P>0.05$ .

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης MANOVA (Πίνακας 5), οι παράγοντες λίπανση (Λ), ποικιλία κάνναβης (Π), και διαχείριση ζιζανίων (Z) επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα. Αντίθετα, η αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων αυτών (ΛxΠ, ΛxZ, ΠxZ, και ΛxΠxZ) δεν επηρέασε τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων. Στις 21 DAS, σύμφωνα με τα Γραφήματα 2 και 3, και τον Πίνακα 7, η μέση πυκνότητα ζιζανίων βρέθηκε μεγαλύτερη στην ποικιλία Fedora. Η εφαρμογή λιπάσματος αύξησε σημαντικά τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων και στις δύο ποικιλίες κάνναβης (Γράφημα 2). Αξίζει να σημειωθεί πως σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν και μεταξύ των 7N και 14N (Πίνακας 6). Στη ποικιλία Fedora οι 7N και 14N αύξησαν τη πυκνότητα των ζιζανίων κατά 26% και 34% (αντίστοιχα) στη μεταχείριση W. Ομοίως, οι 7N και 14N αύξησαν τη πυκνότητα ζιζανίων κατά 48% και 100% και στη T1 στην ποικιλία Fedora. Στην ποικιλία Uso οι 7N και 14N προκάλεσαν αύξηση στη πυκνότητα ζιζανίων κατά 27% και 62% αντίστοιχως στη μεταχείριση W. Αντίθετα, στη μεταχείριση T1 η 7N δεν επηρέασε τη πυκνότητα ζιζανίων αλλά η 14N την αύξησε κατά 62% (Γράφημα 2). Η εφαρμογή pendimethalin μείωσε σημαντικά τη πυκνότητα ζιζανίων (Πίνακας 3) ασχέτως λίπανσης και ποικιλίας κάνναβης (Γράφημα 3). Η μείωση αυτή κυμάνθηκε μεταξύ 29-73%, με τη μεγαλύτερη μείωση να καταγράφεται στη ποικιλία Uso όπου είχαν εφαρμοστεί 7 μονάδες αζώτου (7N).

**Πίνακας 6:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν τη συνολική πυκνότητα ζιζανίων ανά τετραγωνικό μέτρο (φυτά/m<sup>2</sup>) για κάθε επίπεδο λίπανσης. Η μέτρηση έγινε 21 ημέρες μετά τη σπορά (21 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
0N – 7N	*	-10,6667	6,40463
0N – 14N	*	-23,6667	6,40463
7N – 14N	*	-13,0	6,40463

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

**Πίνακας 7:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν τη συνολική πυκνότητα ζιζανίων ανά τετραγωνικό μέτρο (φυτά/m<sup>2</sup>) για κάθε ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 21 ημέρες μετά τη σπορά (21 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
Fedora - Uso	*	16,6667	5,22936

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

**Πίνακας 8:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν τη συνολική πυκνότητα ζιζανίων ανά τετραγωνικό μέτρο (φυτά/m<sup>2</sup>) για κάθε επέμβαση διαχείρισης ζιζανίων. Η μέτρηση έγινε 21 ημέρες μετά τη σπορά (21 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
T1 - W	*	-38,0	6,45371

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

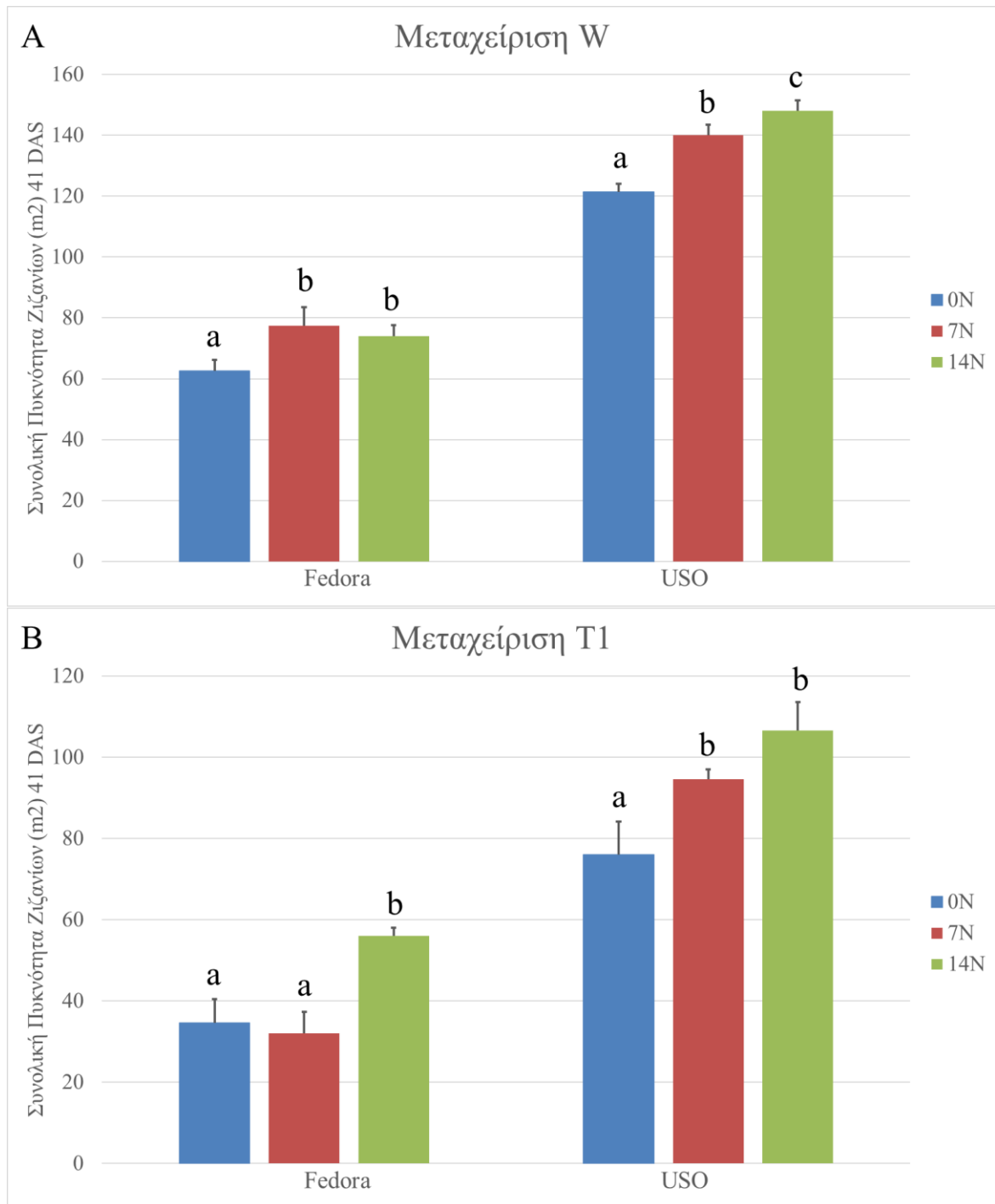
#### 4.1.2. 41 DAS

**Πίνακας 9:** Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης (MANOVA). Τα δεδομένα αφορούν τη συνολική πυκνότητα ζιζανίων ανά τετραγωνικό μέτρο (φυτά/m<sup>2</sup>) για κάθε επίπεδο λίπανσης, επέμβαση προς διαχείριση ζιζανίων, και ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 41 ημέρες μετά τη σπορά (41 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

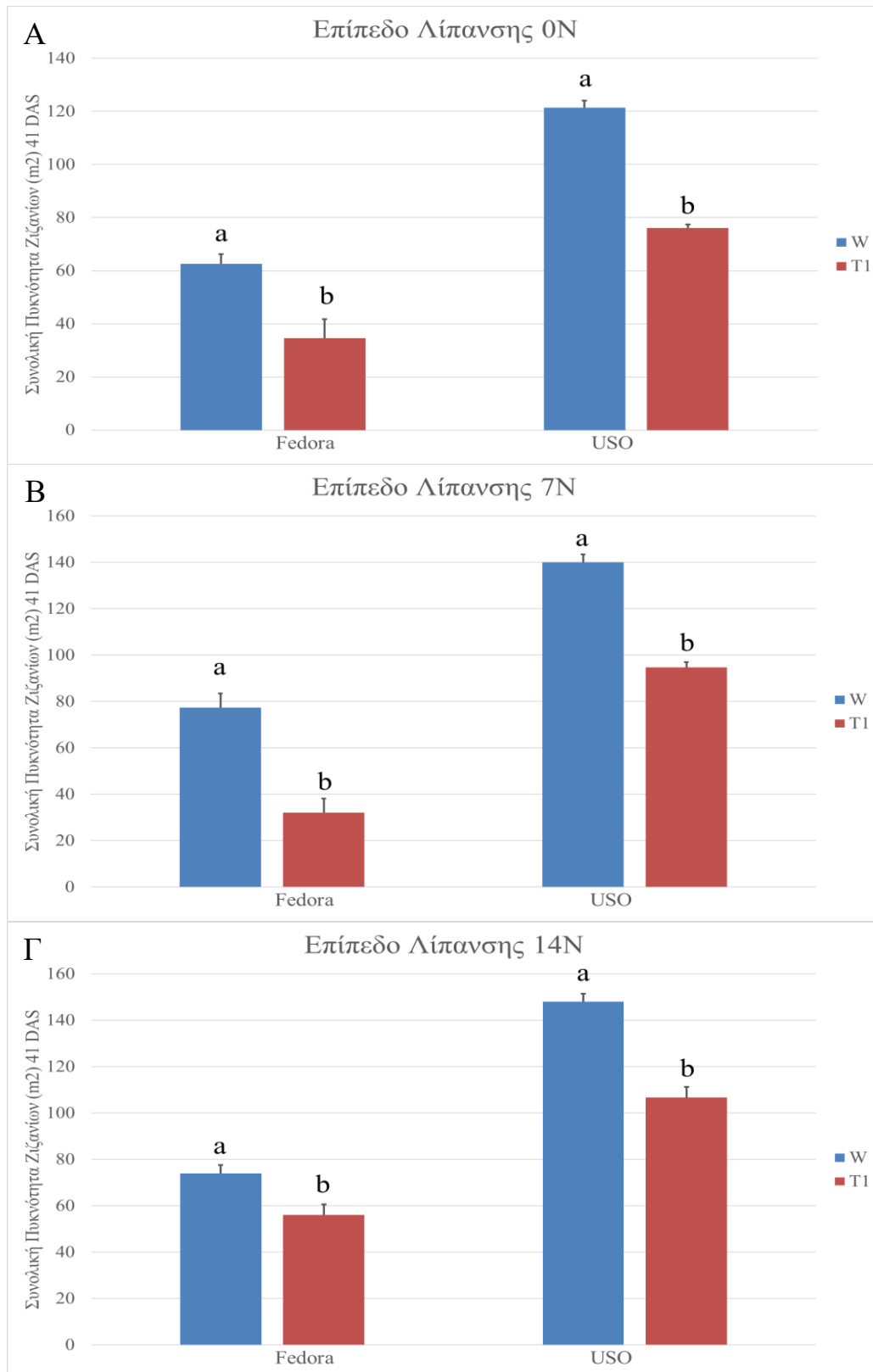
Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσο Τετράγωνο	F ratio	P Value
Ποικιλία (Π)	22901,8	1	22901,8	78,91	***
Λίπανση (Λ)	6022,22	2	3011,11	10,38	***
Διαχείριση ζιζανίων (Ζ)	12996	1	12996,0	44,78	***
(Λ)x(Π)	267,556	2	133,778	0,46	ns
(Λ)x(Ζ)	18,6667	2	9,33333	0,03	ns
(Π)x(Ζ)	324,0	1	324,0	1,12	ns
(Λ)x(Π)x(Ζ)	34,6667	2	17,3333	0,06	ns
Υπόλοιπο	6965,33	24	290,222		
Σύνολο	49530,2	35			

Τα σύμβολα ‘\*’ και ‘ns’ υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές: \*\*\* =  $P<0.001$ , \*\* =  $P<0.01$ , \* =  $P<0.05$ , και ns =  $P>0.05$ .

Στις 41 DAS τα αποτελέσματα ήταν παρεμφερή. Οι παράγοντες λίπανση (Λ), ποικιλία κάνναβης (Π), και διαχείριση ζιζανίων συνέχισαν να επηρεάζουν σημαντικά τα αποτελέσματα ενώ η αλληλεπίδρασή τους παρέμεινε ασήμαντη (Πίνακας 9). Εν συγκρίσει με τις 21 DAS, οι κυριότερες διαφορές παρατηρήθηκαν στη ποικιλία Uso όπου η πυκνότητα των ζιζανίων διπλασιάστηκε ανεξαρτήτως λίπανσης και εφαρμογής ζιζανιοκτόνου. Όσον αφορά τη λίπανση, ομοίως με τις 21 DAS, η εφαρμογή 14N οδήγησε στη μεγαλύτερη αύξηση της πυκνότητας των ζιζανίων και στις δύο ποικιλίες και ανεξαρτήτως της εφαρμογής pendimethalin. Ενδεικτικά, στη μεταχείριση T1 η 14N αύξησε τη πυκνότητα ζιζανίων κατά 62% εν συγκρίσει με την 0N (Γράφημα 4). Παράλληλα, η εφαρμογή pendimethalin μείωσε αισθητά τη μέση πυκνότητα ζιζανίων (24-58%) με τη μεγαλύτερη μείωση να καταγράφεται αυτή τη φορά στη ποικιλία Fedora, όπου εφαρμόστηκε η 7N.



**Γράφημα 4:** Μέση συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά/μ<sup>2</sup>) ανά επίπεδο λίπανσης (0N, 7N, και 14N) για τις μεταχειρίσεις W (A), και T1 (B). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά (41 DAS). Τα γράμματα a, b, και c υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της ίδιας ποικιλίας.



**Γράφημα 5:** Μέση συνολική πυκνότητα ζιζανίων (φυτά/m<sup>2</sup>) ανά μεταχείριση (W, και T1) για τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης 0N (Α), 7N (Β), και 14N (Γ). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά (41 DAS). Τα γράμματα a και b υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της ίδιας ποικιλίας.



**Πίνακας 10:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν τη συνολική πυκνότητα ζιζανίων ανά τετραγωνικό μέτρο (φυτά/m<sup>2</sup>) για κάθε επίπεδο λίπανσης. Η μέτρηση έγινε 41 ημέρες μετά τη σπορά (41 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
0N – 14N	*	-31,6667	14,3542
0N – 7N	*	-15,0	14,3542
14N – 7N	*	16,6667	14,3542

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

**Πίνακας 11:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν τη συνολική πυκνότητα ζιζανίων ανά τετραγωνικό μέτρο (φυτά/m<sup>2</sup>) για κάθε ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 41 ημέρες μετά τη σπορά (41 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
Fedora - Uso	*	-50,4444	11,7202

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

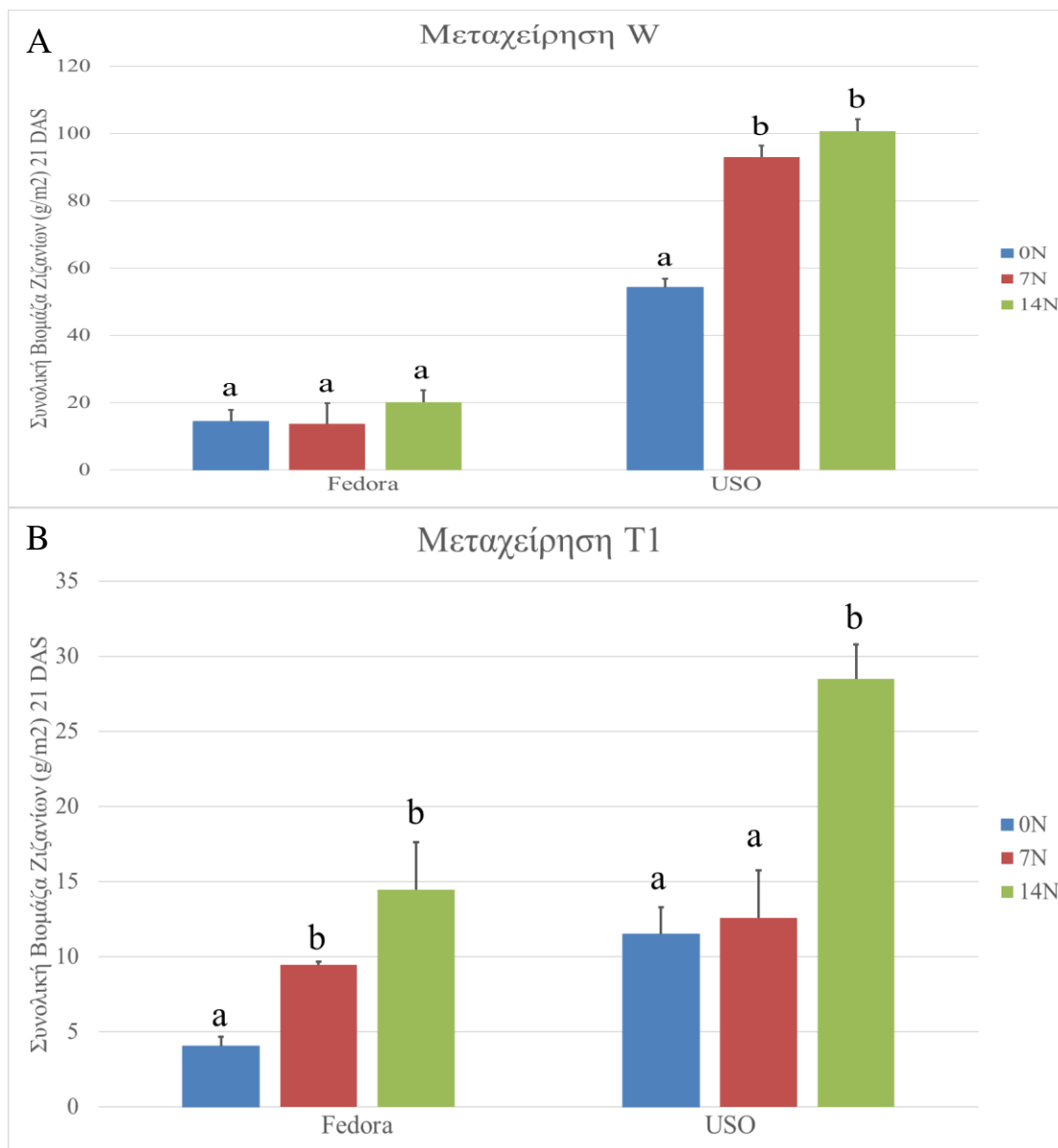
**Πίνακας 12:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν τη συνολική πυκνότητα ζιζανίων ανά τετραγωνικό μέτρο (φυτά/m<sup>2</sup>) για κάθε επέμβαση διαχείρισης ζιζανίων. Η μέτρηση έγινε 41 ημέρες μετά τη σπορά (41 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
T1 - W	*	-38,0	11,7202

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

## 4.2. Ξηρό βάρος ζιζανίων

### 4.2.1. 21 DAS



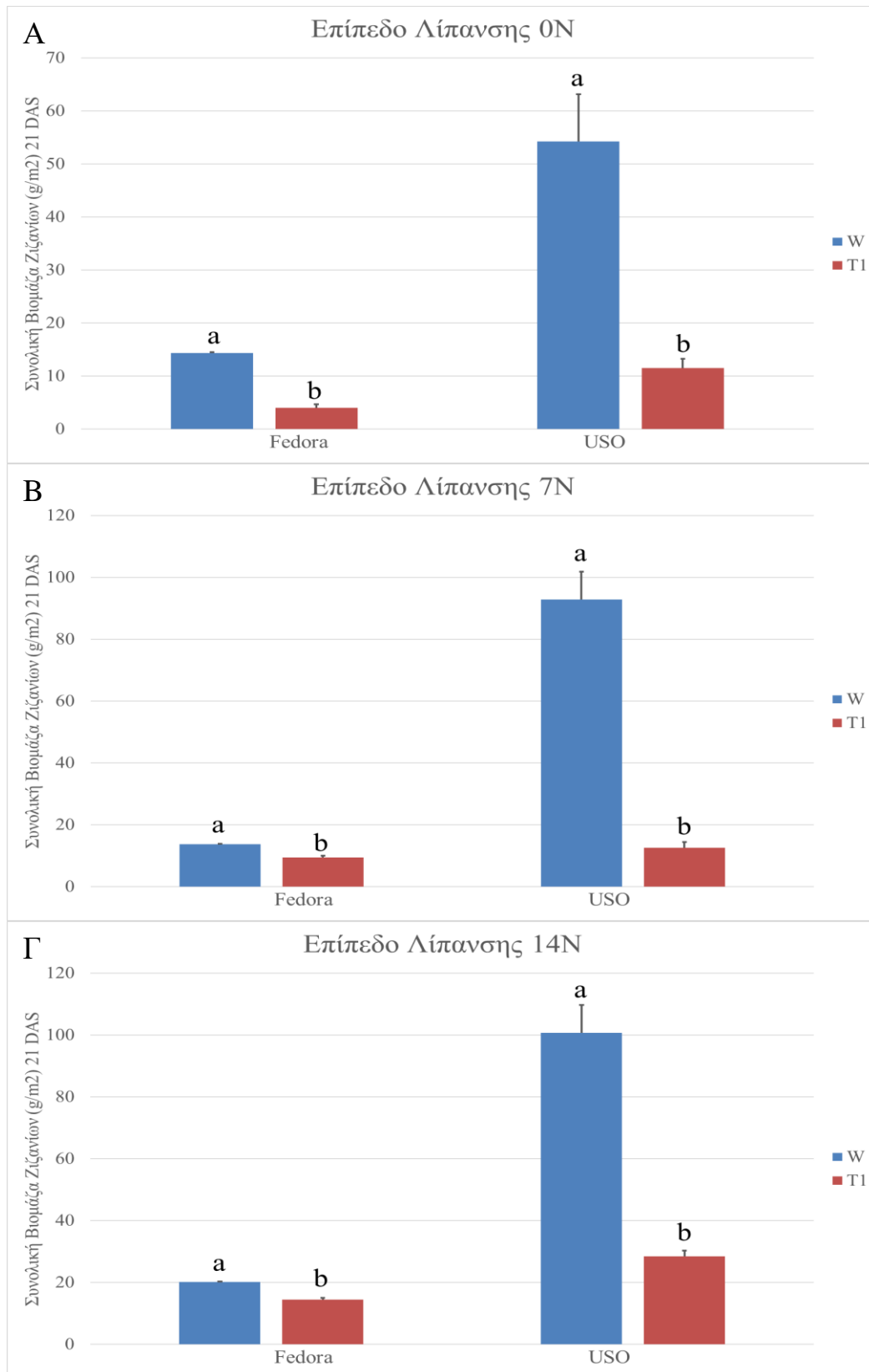
**Γράφημα 6:** Μέση συνολική βιομάζα ζιζανίων ( $\text{g/m}^2$ ) ανά επίπεδο λίπανσης (0N, 7N, και 14N) για τις μεταχειρίσεις W (A), και T1 (B). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε 21 ημέρες μετά τη σπορά (21 DAS). Τα γράμματα a και b υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της ίδιας ποικιλίας.

**Πίνακας 13:** Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης (MANOVA). Τα δεδομένα αφορούν τη συνολική βιομάζα ζιζανίων ανά τετραγωνικό μέτρο ( $\text{g/m}^2$ ) για κάθε επίπεδο λίπανσης, επέμβαση προς διαχείριση ζιζανίων, και ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 21 ημέρες μετά τη σπορά (21 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσο Τετράγωνο	F ratio	P Value
Ποικιλία (Π)	12741,9	1	12741,9	141,43	***
Λίπανση (Λ)	2593,55	2	1296,77	14,39	***
Διαχείριση ζιζανίων (Z)	12242,7	1	12242,7	135,89	***
(Λ)x(Π)	766,396	2	383,198	4,25	*
(Λ)x(Z)	634,281	2	317,141	3,52	*
(Π)x(Z)	7151,52	1	7151,52	79,38	***
(Λ)x(Π)x(Z)	543,89	2	271,945	3,02	ns
Υπόλοιπο	2162,27	24	90,0948		
Σύνολο	38836,5	35			

Τα σύμβολα '\*' και 'ns' υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές: \*\*\* =  $P < 0.001$ , \*\* =  $P < 0.01$ , \* =  $P < 0.05$ , και ns =  $P > 0.05$ .

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης MANOVA (Πίνακας 1), οι παράγοντες λίπανση (Λ), ποικιλία κάνναβης (Π), και διαχείριση ζιζανίων (Z) επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα. Ομοίως, η αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων αυτών (πέραν της αλληλεπίδρασης και των τριών παραγόντων - ΛxΠxZ) επηρέασε τη συνολική βιομάζα των ζιζανίων. Στις 21 DAS, σύμφωνα με τα Γραφήματα 6 και 7, και τον Πίνακα 15, η μέση βιομάζα ζιζανίων βρέθηκε μεγαλύτερη στην ποικιλία Uso. Η εφαρμογή 14 μονάδων αζώτου αύξησε σημαντικά τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων και στις δύο ποικιλίες κάνναβης (Γράφημα 6). Η σημαντικότερη αύξηση συνολικής βιομάζας ζιζανίων λόγω της 14 N καταγράφηκε στην ποικιλία Fedora, στη μεταχείριση T1, όπου η βιομάζα των ζιζανίων σχεδόν τριπλασιάστηκε (αύξηση της τάξεως του 260%). Η 7N δε διέφερε σημαντικά από τη 14N παρά μόνο στη μεταχείριση T1, στην ποικιλία Uso. Η εφαρμογή pendimethalin (T1) μείωσε σημαντικά τη βιομάζα των ζιζανίων (εν συγκρίσει με τη W) ασχέτως λίπανσης και ποικιλίας κάνναβης (Γράφημα 7). Η μείωση αυτή κυμάνθηκε μεταξύ 28-86%, με τη μεγαλύτερη μείωση να καταγράφεται στη ποικιλία Uso όπου είχαν εφαρμοστεί 7 μονάδες αζώτου (7N).



**Γράφημα 7:** Μέση συνολική βιομάζα ζιζανίων ( $g/m^2$ ) ανά μεταχείριση (W, και T1) για τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης 0N (A), 7N (B), και 14N (Γ). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε 21 ημέρες μετά τη σπορά (21 DAS). Τα γράμματα a και b υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της ίδιας ποικιλίας.

**Πίνακας 14:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν τη συνολική βιομάζα των ζιζανίων ανά τετραγωνικό μέτρο ( $\text{g/m}^2$ ) για κάθε επίπεδο λίπανσης. Η μέτρηση έγινε 21 ημέρες μετά τη σπορά (21 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
0N – 14N	*	-20,5067	7,99767
0N – 7N	*	-13,22	7,99767
14N – 7N	ns	7,28667	7,99767

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

**Πίνακας 15:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν τη συνολική βιομάζα των ζιζανίων ανά τετραγωνικό μέτρο ( $\text{g/m}^2$ ) για κάθε ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 21 ημέρες μετά τη σπορά (21 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
Fedora - Uso	*	-37,6267	6,53007

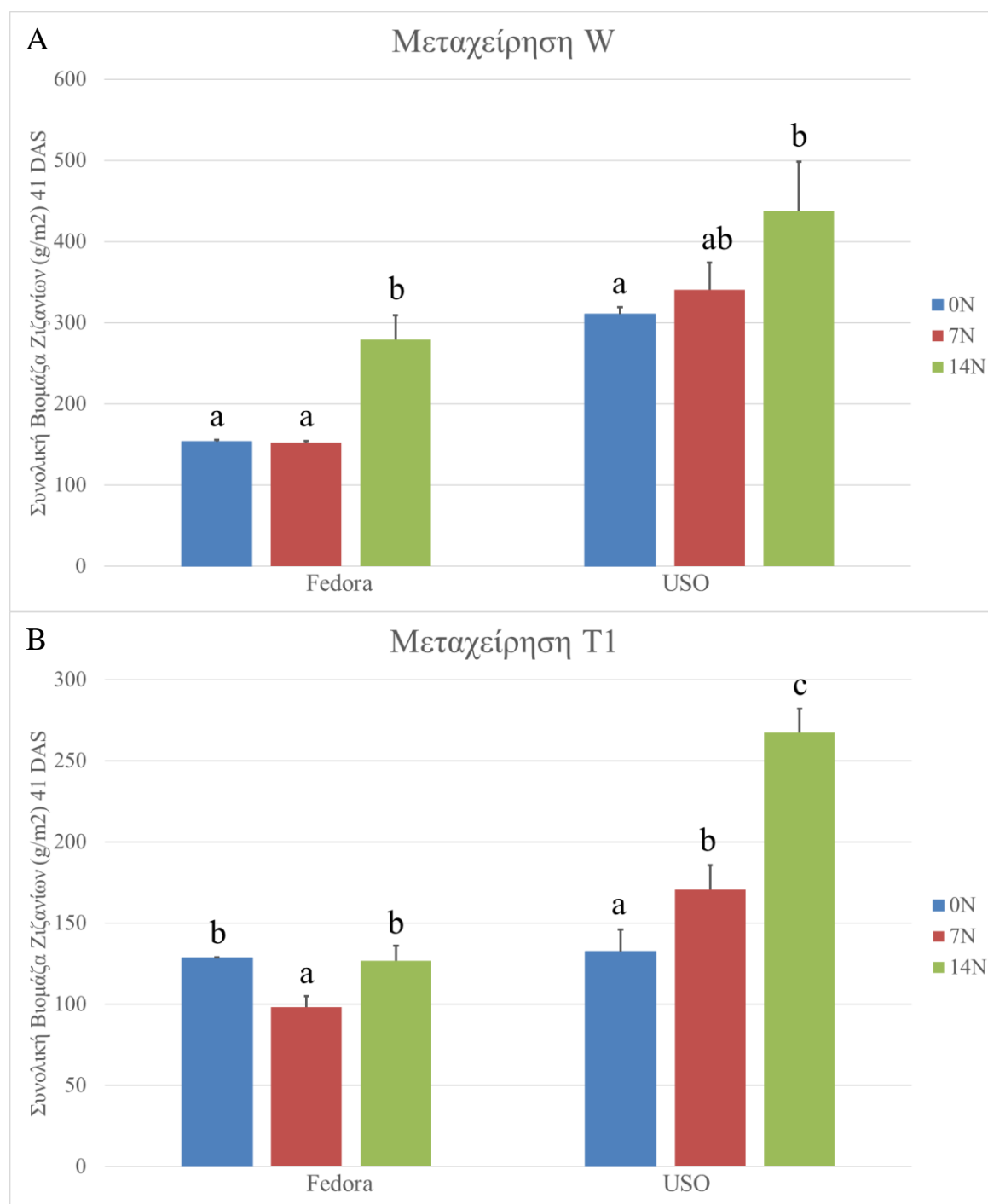
\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

**Πίνακας 16:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν τη συνολική βιομάζα των ζιζανίων ανά τετραγωνικό μέτρο ( $\text{g/m}^2$ ) για κάθε επέμβαση διαχείρισης ζιζανίων. Η μέτρηση έγινε 21 ημέρες μετά τη σπορά (21 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

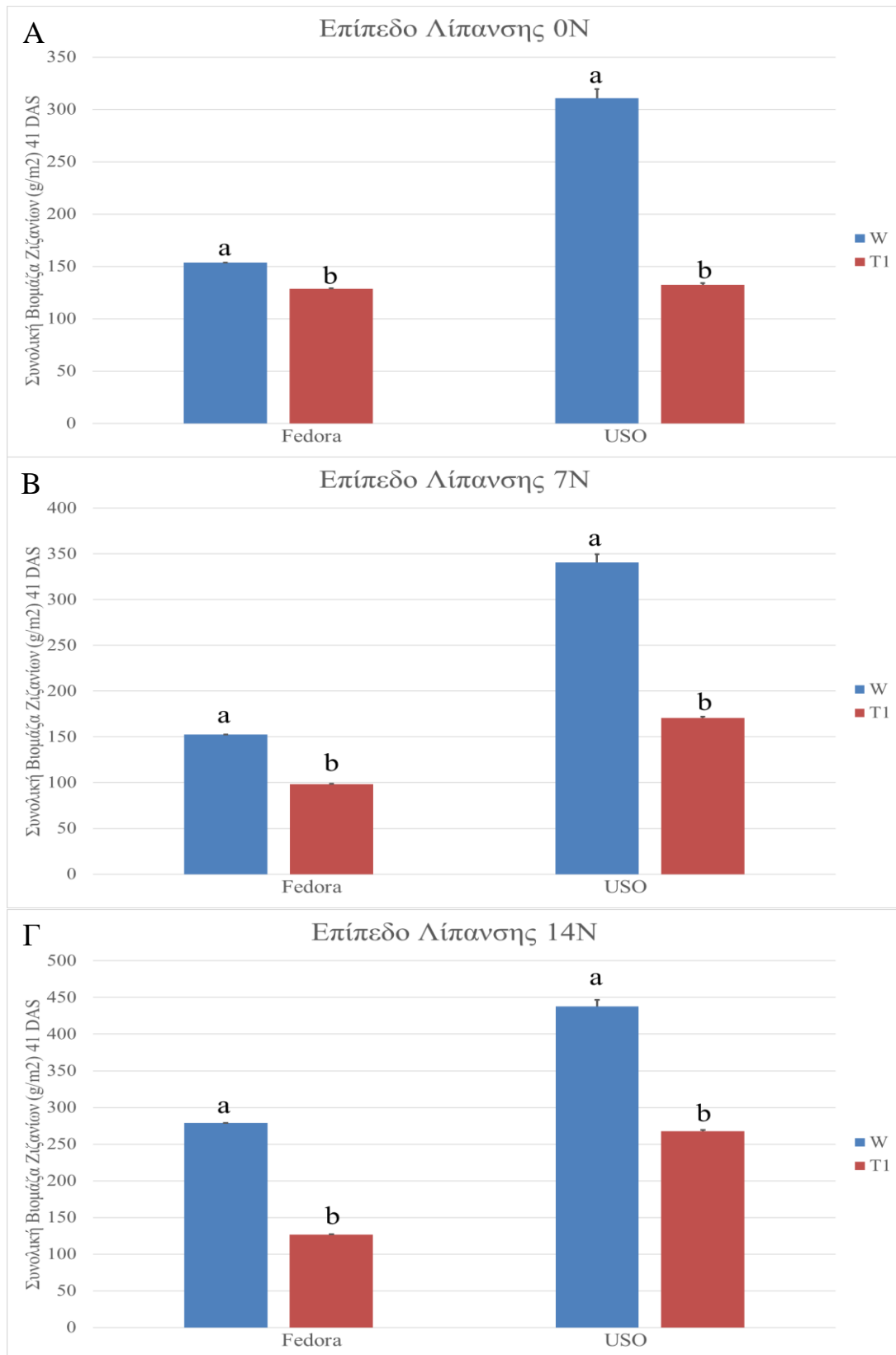
Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
T1 - W	*	-36,8822	6,53007

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

#### 4.2.2. 41 DAS



**Γράφημα 8:** Μέση συνολική βιομάζα ζιζανίων ( $g/m^2$ ) ανά επίπεδο λίπανσης (0N, 7N, και 14N) για τις μεταχειρίσεις W (A), και T1 (B). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά (41 DAS). Τα γράμματα a και b υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της ίδιας ποικιλίας.



**Γράφημα 9:** Μέση συνολική βιομάζα ζιζανίων ( $g/m^2$ ) ανά μεταχείριση (W, και T1) για τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης 0N (Α), 7N (Β), και 14N (Γ). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά (41 DAS). Τα γράμματα a και b υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της ίδιας ποικιλίας.

**Πίνακας 17:** Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης (MANOVA). Τα δεδομένα αφορούν τη συνολική βιομάζα ζιζανίων ανά τετραγωνικό μέτρο ( $\text{g/m}^2$ ) για κάθε επίπεδο λίπανσης, επέμβαση προς διαχείριση ζιζανίων, και ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 41 ημέρες μετά τη σπορά (41 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσο Τετράγωνο	F ratio	P Value
Ποικιλία (Π)	154300	1	154300	67,16	***
Λίπανση (Λ)	63790,2	2	31895,1	13,88	***
Διαχείριση ζιζανίων (Z)	132761	1	132761	57,79	***
(Λ)x(Π)	6496,25	2	3248,13	1,41	ns
(Λ)x(Z)	2005,19	2	1002,6	0,44	ns
(Π)x(Z)	23784,8	1	23784,8	10,35	**
(Λ)x(Π)x(Z)	2681,72	2	1340,86	0,58	ns
Υπόλοιπο	55135,8	24	2297,33		
Σύνολο	440954	35			

Τα σύμβολα '\*' και 'ns' υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές: \*\*\* =  $P < 0.001$ , \*\* =  $P < 0.01$ , \* =  $P < 0.05$ , και ns =  $P > 0.05$ .

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης MANOVA (Πίνακας 17), οι παράγοντες λίπανση (Λ), ποικιλία κάνναβης (Π), και διαχείριση ζιζανίων (Z) επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα. Αντίθετα, η αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων αυτών (πέραν της αλληλεπίδρασης ποικιλίας και διαχείρισης ζιζανίων - ΠxZ) δεν επηρέασε τη συνολική βιομάζα των ζιζανίων. Στις 41 DAS, ομοίως με τις 21 DAS, η μέση βιομάζα ζιζανίων βρέθηκε μεγαλύτερη στην ποικιλία Uso (Πίνακας 19). Η εφαρμογή της 14N επέφερε και πάλι τη μεγαλύτερη αύξηση βιομάζας στη μεταχείριση W (Γράφημα 8). Πιο συγκεκριμένα, η 14N αύξησε τη μέση συνολική βιομάζα των ζιζανίων κατά 41% και 86% (στη μεταχείριση W), στις ποικιλίες Fedora και Uso αντίστοιχα. Στη μεταχείριση T1 η λίπανση επηρέασε τη βιομάζα των ζιζανίων μόνο στην Uso όπου οδήγησε σε αύξηση της βιομάζας κατά 10% και 150%, για τις 7N και 14N αντίστοιχα. Αξίζει να σημειωθεί πως αυτή ήταν και η μόνη σημαντική αύξηση βιομάζας που προκλήθηκε από την 7N στις 41 DAS. Η εφαρμογή pendimethalin (T1) μείωσε και πάλι σημαντικά τη βιομάζα των ζιζανίων (εν συγκρίσει με τη W) ασχέτως λίπανσης και ποικιλίας κάνναβης (Γράφημα 9). Η μείωση αυτή κυμάνθηκε μεταξύ 16-57%, με τη μεγαλύτερη μείωση να καταγράφεται στη ποικιλία Uso, όταν δεν εφαρμόστηκε λίπανση (0N).

**Πίνακας 18:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν τη συνολική βιομάζα των ζιζανίων ανά τετραγωνικό μέτρο ( $\text{g/m}^2$ ) για κάθε επίπεδο λίπανσης. Η μέτρηση έγινε 41 ημέρες μετά τη σπορά (41 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
0N – 14N	*	-100,054	40,3855
0N – 7N	ns	-28,4483	40,3855
14N – 7N	*	71,6058	40,3855

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά



**Πίνακας 19:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν τη συνολική βιομάζα των ζιζανίων ανά τετραγωνικό μέτρο (g/m<sup>2</sup>) για κάθε ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 41 ημέρες μετά τη σπορά (41 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
Fedora - Uso	*	-130,937	32,9746

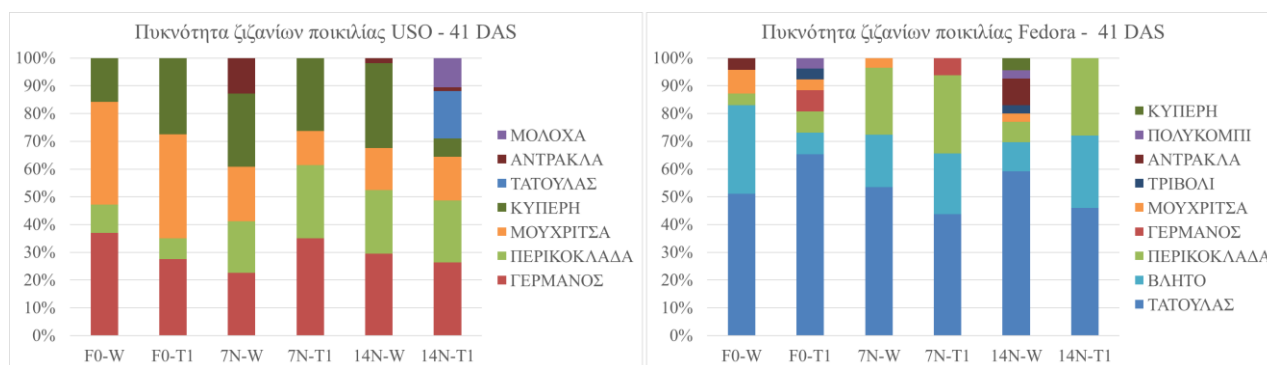
\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

**Πίνακας 20:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν τη συνολική βιομάζα των ζιζανίων ανά τετραγωνικό μέτρο (g/m<sup>2</sup>) για κάθε επέμβαση διαχείρισης ζιζανίων. Η μέτρηση έγινε 41 ημέρες μετά τη σπορά (41 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
T1 - W	*	-121,454	32,9746

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί πως αν και στις δυο ποικιλίες κάνναβης εντοπίστηκαν και καταγράφηκαν αρκετά διαφορετικά είδη ζιζανίων παρατηρώντας τις πυκνότητες και τη ξηρή βιομάζα των φυτών του εκάστοτε είδους γίνεται αντιληπτό πως μερικά μόνο είδη αποτέλεσαν πρόβλημα για την καλλιέργεια. Πιο συγκεκριμένα, στην ποικιλία Fedora, καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος καταγράφηκαν τα ζιζάνια τάτουλας, (*Datura stramonium*) τραχύ βλήτο (*Amaranthus retroflexus*), περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis*), γερμανός (*Solanum elaeagnifolium*), μουχρίτσα (*Echinochloa crus-galli*), τριβόλι (*Tribulus terrestris*), αντράκλα (*Portulaca oleracea*), πολυκόμπι (*Polygonum aviculare*), και πορφυρή κύπερη (*Cyperus rotundus*). Παρόλα ταύτα, τα μόνα ζιζάνια με σταθερή παρουσία καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος και σε όλα τα τεμάχια της ποικιλίας Fedora, ήταν τα τραχύ βλήτο, τάτουλας, και περικοκλάδα. Μάλιστα, όπως φαίνεται και στο Γράφημα 10, τα τρία αυτά είδη αποτελούσαν σταθερά το 70% του συνόλου των ζιζανίων, και στις περισσότερες περιπτώσεις γύρω στο 80-100% της συνολικής ζιζανιοχλωρίδας. Ομοίως, στην ποικιλία Uso, τα μόνα ζιζάνια με σταθερή παρουσία καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος και σε όλα τα τεμάχια της ποικιλίας ήταν τα γερμανός, περικοκλάδα, μουχρίτσα, και πορφυρή κύπερη, τα οποία αποτελούσαν σταθερά το 70-100% της ζιζανιοχλωρίδας (Γράφημα 10).



**Γράφημα 10:** Σύσταση ζιζανιοχλωρίδας στις 41 DAS και στις δύο ποικιλίες κάνναβης.

### 4.3. NDVI

#### 4.3.1. 21 DAS

**Πίνακας 21:** Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης (MANOVA). Τα δεδομένα αφορούν τις τιμές του δείκτη NDVI από μετρήσεις σε φυτά ζιζανίων, για κάθε επίπεδο λίπανσης, επέμβαση προς διαχείριση ζιζανίων, και ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 21 ημέρες μετά τη σπορά (21 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσο Τετράγωνο	F ratio	P Value
Ποικιλία (Π)	0,0292014	1	0,0292014	4,44	*
Λίπανση (Λ)	0,0252778	2	0,0126389	1,92	ns
Διαχείριση ζιζανίων (Ζ)	0,754401	1	0,754401	114,83	***
(Λ)χ(Π)	0,0500111	2	0,0250056	3,81	*
(Λ)χ(Ζ)	0,104544	2	0,0522722	7,96	***
(Π)χ(Ζ)	0,0003125	1	0,0003125	0,05	ns
(Λ)χ(Π)χ(Ζ)	0,0237	2	0,01185	1,80	ns
Υπόλοιπο	0,394183	24	0,00656972		
Σύνολο	1,38163	35			

Τα σύμβολα '\*' και 'ns' υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές: \*\*\* =  $P<0.001$ , \*\* =  $P<0.01$ , \* =  $P<0.05$ , και ns =  $P>0.05$ .

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης MANOVA (Πίνακας 1), οι παράγοντες ποικιλία κάνναβης (Π) και διαχείριση ζιζανίων (Ζ) επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα. Αντιθέτως, η λίπανση (Λ) δεν επηρέασε τις τιμές του NDVI (Πίνακες 21 και 22). Όσον αφορά την αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων αυτών, μόνο η αλληλεπίδραση της λίπανσης με την ποικιλία (ΛχΠ), και της λίπανσης με τη διαχείριση ζιζανίων (ΛχΖ) ήταν σημαντικές. Στις 21 DAS, σύμφωνα με το Γράφημα 11, και τον Πίνακα 23, οι τιμές του δείκτη ήταν μεγαλύτερες στην ποικιλία Fedora. Η εφαρμογή pendimethalin μείωσε σημαντικά τις τιμές του NDVI ασχέτως λίπανσης και ποικιλίας κάνναβης (Γράφημα 11). Η μείωση αυτή κυμάνθηκε μεταξύ 13-43%. Στη ποικιλία Fedora η εφαρμογή του pendimethalin οδήγησε στη μεγαλύτερη μείωση του NDVI στη 0N (κατά 43%), ενώ στην Uso η μεγαλύτερη μείωση καταγράφηκε στην 14N (κατά 35%).

**Πίνακας 22:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν τις τιμές του δείκτη NDVI από μετρήσεις σε φυτά ζιζανίων για κάθε επίπεδο λίπανσης. Η μέτρηση έγινε 21 ημέρες μετά τη σπορά (21 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
0N – 14N	ns	-0,0375	0,0468035
0N – 7N	ns	-0,0416667	0,0468035
14N – 7N	ns	-0,00416667	0,0468035

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

**Πίνακας 23:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν τις τιμές του δείκτη NDVI από μετρήσεις σε φυτά ζιζανίων για κάθε ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 21 ημέρες μετά τη σπορά (21 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

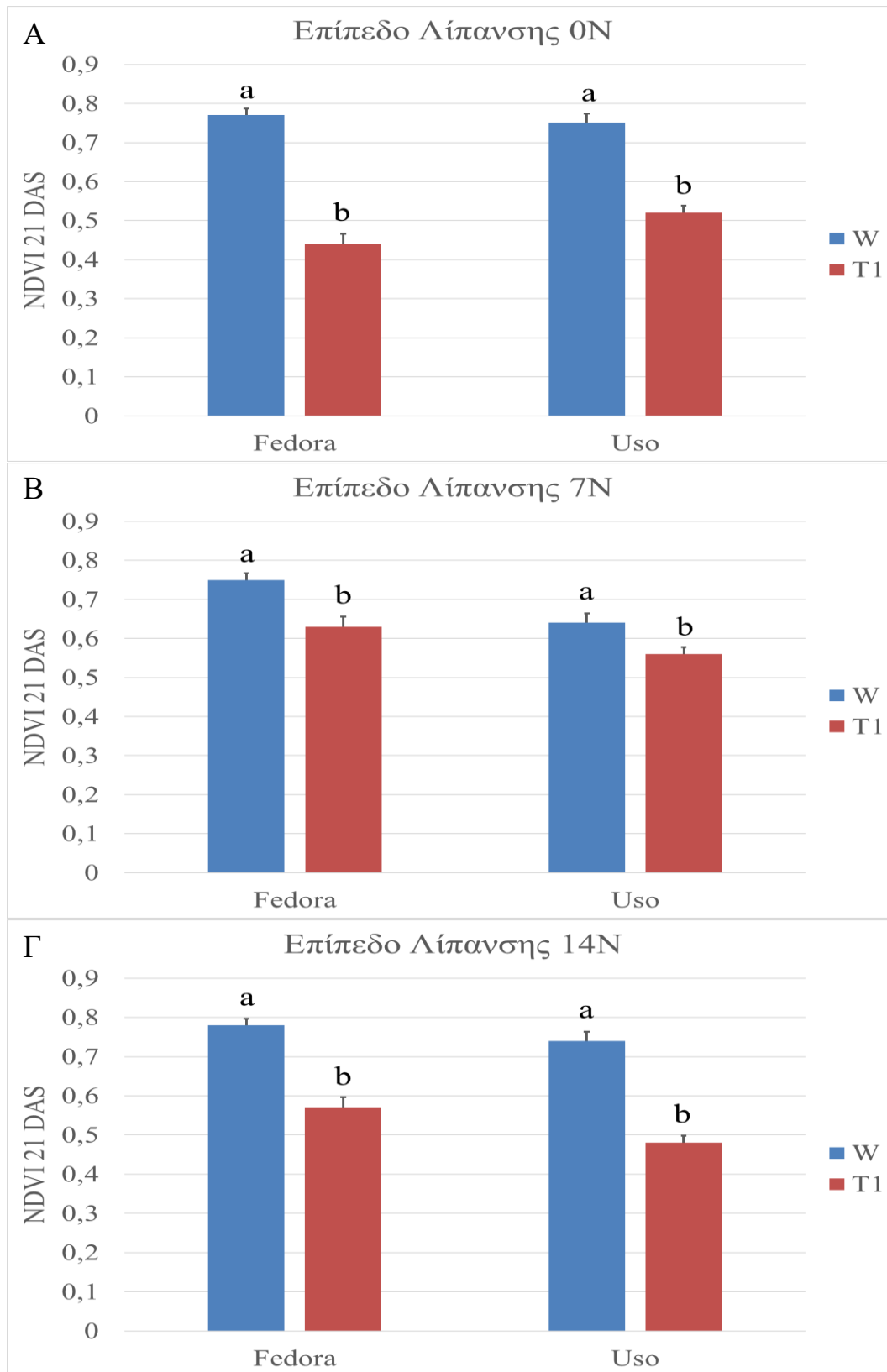
Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
Fedora - Uso	*	0,0402778	0,0382149

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

**Πίνακας 24:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν τις τιμές του δείκτη NDVI από μετρήσεις σε φυτά ζιζανίων για κάθε επέμβαση διαχείρισης ζιζανίων. Η μέτρηση έγινε 21 ημέρες μετά τη σπορά (21 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

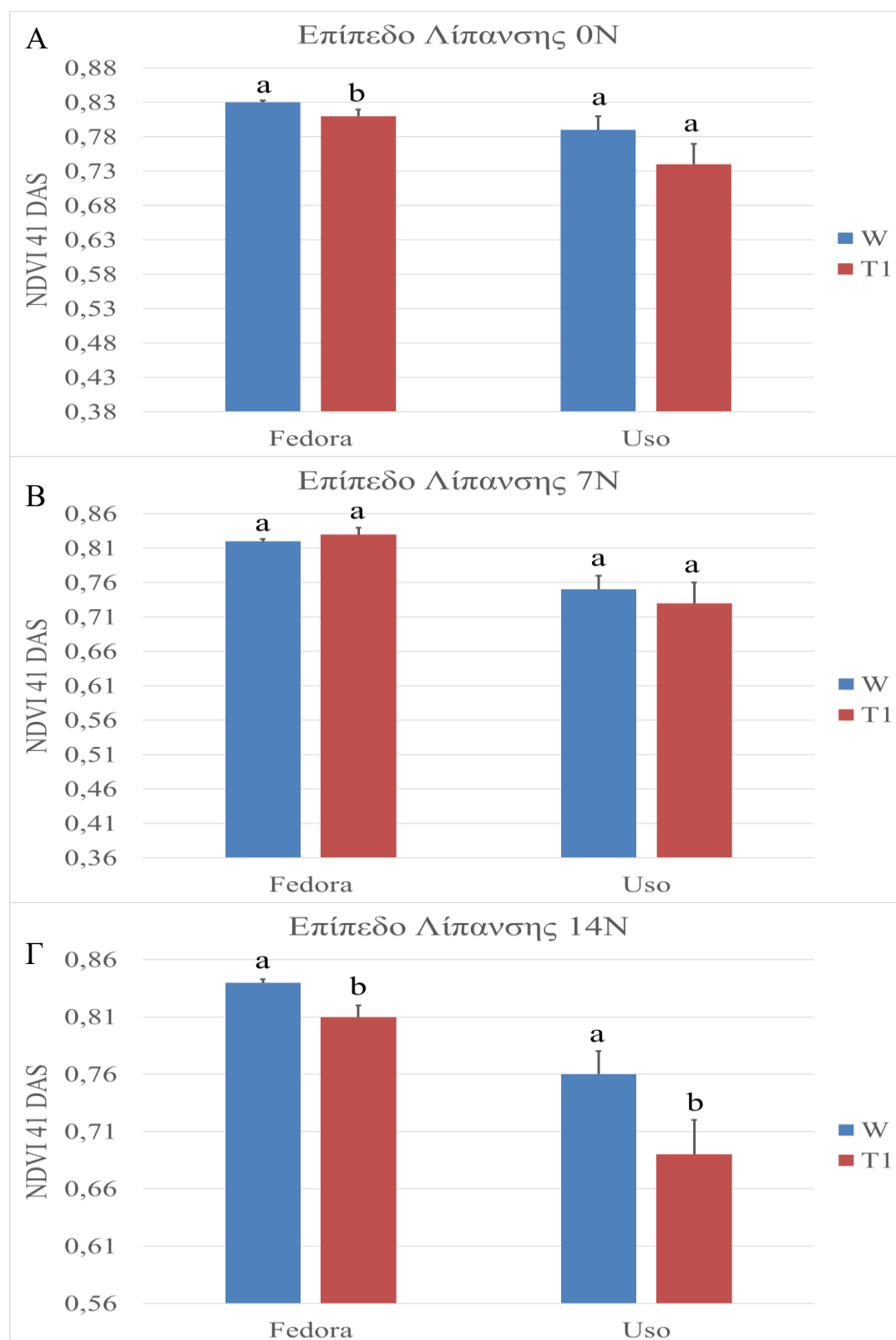
Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
T1 - W	*	-0,204722	0,0382149

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά



**Γράφημα 11:** Τιμές του δείκτη NDVI ανά μεταχείριση (W, και T1) για τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης 0N (A), 7N (B), και 14N (Γ). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε 21 ημέρες μετά τη σπορά (21 DAS). Τα γράμματα a και b υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της ίδιας ποικιλίας.

#### 4.3.2. 41 DAS



**Γράφημα 12:** Τιμές του δείκτη NDVI ανά μεταχείριση (W, και T1) για τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης 0N (A), 7N (B), και 14N (Γ). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά (41 DAS). Τα γράμματα a και b υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της ίδιας ποικιλίας.

**Πίνακας 25:** Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης (MANOVA). Τα δεδομένα αφορούν τις τιμές του δείκτη NDVI από μετρήσεις σε φυτά ζιζανίων, για κάθε επίπεδο λίπανσης, επέμβασης προς διαχείριση ζιζανίων, και ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 41 ημέρες μετά τη σπορά (41 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσο Τετράγωνο	F ratio	P Value
Ποικιλία (Π)	0,105035	1	0,105035	90,92	***
Λίπανση (Λ)	0,00445278	2	0,00222639	1,93	ns
Διαχείριση ζιζανίων (Z)	0,0190125	1	0,0190125	16,46	***
(Λ)x(Π)	0,00436944	2	0,00218472	1,89	ns
(Λ)x(Z)	0,001825	2	0,0009125	0,79	ns
(Π)x(Z)	0,00390139	1	0,00390139	3,38	ns
(Λ)x(Π)x(Z)	0,000252778	2	0,000126389	0,11	ns
Υπόλοιπο	0,0693167	24	0,00115528		
Σύνολο	0,208165	35			

Τα σύμβολα '\*' και 'ns' υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές: \*\*\* =  $P<0.001$ , \*\* =  $P<0.01$ , \* =  $P<0.05$ , και ns =  $P>0.05$ .

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης MANOVA (Πίνακας 25), οι παράγοντες ποικιλία κάνναβης (Π) και διαχείριση ζιζανίων (Z) επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα. Αντιθέτως, η λίπανση (Λ), καθώς και η αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων αυτών (ΛxΠ, ΛxZ, ΠxZ, και ΛxΠxZ) δεν επηρέασε τις τιμές του NDVI (Πίνακες 25 και 26). Σε αντίθεση με τις 21 DAS, η εφαρμογή του pendimethalin δεν προκάλεσε στατιστικώς σημαντικές διαφορές (Γράφημα 12). Στις μεταχειρίσεις 0N και 14N το pendimethalin μείωσε τις τιμές του δείκτη κατά 3% και 4% αντίστοιχα στην ποικιλία Fedora και κατά 6% και 9% αντίστοιχα στην Uso. Ομοίως με τις 21 DAS, οι τιμές του NDVI ήταν μεγαλύτερες στην ποικιλία Fedora (Πίνακας 27 και Γράφημα 12).

**Πίνακας 26:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν τις τιμές του δείκτη NDVI από μετρήσεις σε φυτά ζιζανίων για κάθε επίπεδο λίπανσης. Η μέτρηση έγινε 41 ημέρες μετά τη σπορά (41 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
0N – 14N	ns	0,0191667	0,0196267
0N – 7N	ns	0,00791667	0,0196267
14N – 7N	ns	-0,01125	0,0196267

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

**Πίνακας 27:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν τις τιμές του δείκτη NDVI από μετρήσεις σε φυτά ζιζανίων για κάθε ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 41 ημέρες μετά τη σπορά (41 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
Fedora - Uso	*	0,0763889	0,0160252

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

**Πίνακας 28:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν τις τιμές του δείκτη NDVI από μετρήσεις σε φυτά ζιζανίων για κάθε επέμβαση διαχείρισης ζιζανίων. Η μέτρηση έγινε 41 ημέρες μετά τη σπορά (41 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
T1 - W	*	-0,0325	0,0160252

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

#### 4.4. Πυκνότητα φυτών κάνναβης

**Πίνακας 29:** Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης (MANOVA). Τα δεδομένα αφορούν την πυκνότητα των φυτών κάνναβης (φυτά/m<sup>2</sup>), για κάθε επίπεδο λίπανσης, επέμβαση προς διαχείριση ζιζανίων, και ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 21 ημέρες μετά τη σπορά (21 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσο Τετράγωνο	F ratio	P Value
Ποικιλία (Π)	696,963	1	696,963	96,26	***
Λίπανση (Λ)	50,3333	2	25,1667	3,48	*
Διαχείριση ζιζανίων (Z)	199,111	2	99,5556	13,75	***
(Λ)x(Π)	150,704	2	75,3519	10,41	***
(Λ)x(Z)	57,5556	4	14,3889	1,99	ns
(Π)x(Z)	1,92593	2	0,962963	0,13	ns
(Λ)x(Π)x(Z)	68,0741	4	17,0185	2,35	ns
Υπόλοιπο	260,667	36	7,24074		
Σύνολο	1485,33	53			

Τα σύμβολα '\*' και 'ns' υποδεικνύουν τις στατιστικές σημαντικές διαφορές: \*\*\* =  $P<0.001$ , \*\* =  $P<0.01$ , \* =  $P<0.05$ , και ns =  $P>0.05$ .

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης MANOVA (Πίνακας 29), οι παράγοντες λίπανση (Λ), ποικιλία κάνναβης (Π), διαχείριση ζιζανίων (Z), και η αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων λίπανση και ποικιλία (ΛxΠ) επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα. Αντιθέτως, οι λοιπές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων (ΛxZ, ΠxZ, και ΛxΠxZ) δεν επηρέασε την πυκνότητα των φυτών κάνναβης (Πίνακας 29). Όπως γίνεται αντιληπτό και από τα Γραφήματα 13 και 14, η πυκνότητα των φυτών κάνναβης ήταν σταθερά σημαντικά μεγαλύτερη στην ποικιλία Fedora, εν συγκρίσει με την ποικιλία Uso. Όσον αφορά τη λίπανση, η πυκνότητα των φυτών και των δύο ποικιλιών δεν αυξήθηκε σε καμία από τις δύο ποικιλίες στη μεταχείριση W. Αντίθετα στις W και WF της ποικιλίας Fedora, η 14N αύξησε την πυκνότητα των φυτών κατά 26% και 56% αντιστοίχως (εν συγκρίσει με τη 0N των μεταχειρίσεων αυτών). Η 7N αύξησε σημαντικά την πυκνότητα των φυτών μόνο στην T1 (κατά 32% εν συγκρίσει με την 0N της W). Η πυκνότητα των φυτών της ποικιλίας Uso δεν αυξήθηκε λόγω λίπανσης ανεξαρτήτως μεταχείρισης και επιπέδου λίπανσης (Γραφήματα 13 και 14). Καμία θετική επίδραση στην πυκνότητα των φυτών δεν παρατηρήθηκε επίσης και κατά τη διαχείριση των ζιζανίων. Στην ποικιλία Fedora οι μεταχείριση WF δεν παρουσίασε καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά με την W, ανεξαρτήτως επιπέδου λίπανσης. Επιπλέον, η εφαρμογή του pendimethalin (T1) φαίνεται πως μείωσε την πυκνότητα των φυτών. Παρόμοια αποτελέσματα καταγράφηκαν και στην ποικιλία Uso, με τη μόνη διαφορά να παρατηρείται κατά την εφαρμογή της 14N απουσία ζιζανίων (14N-WF). Εκεί η πυκνότητα της κάνναβης αυξήθηκε κατά 42% (εν συγκρίσει με την W της 14N).

**Πίνακας 30:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν τη πυκνότητα των φυτών κάνναβης (φυτά/m<sup>2</sup>) για κάθε επίπεδο λίπανσης. Η μέτρηση έγινε 21 ημέρες μετά τη σπορά (21 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
0N – 14N	ns	-0,833333	1,81911
0N – 7N	ns	1,5	1,81911
14N – 7N	*	-2,33333	1,81911

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά



**Πίνακας 31:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν τη πυκνότητα των φυτών κάνναβης (φυτά/m<sup>2</sup>) για κάθε ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 21 ημέρες μετά τη σπορά (21 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

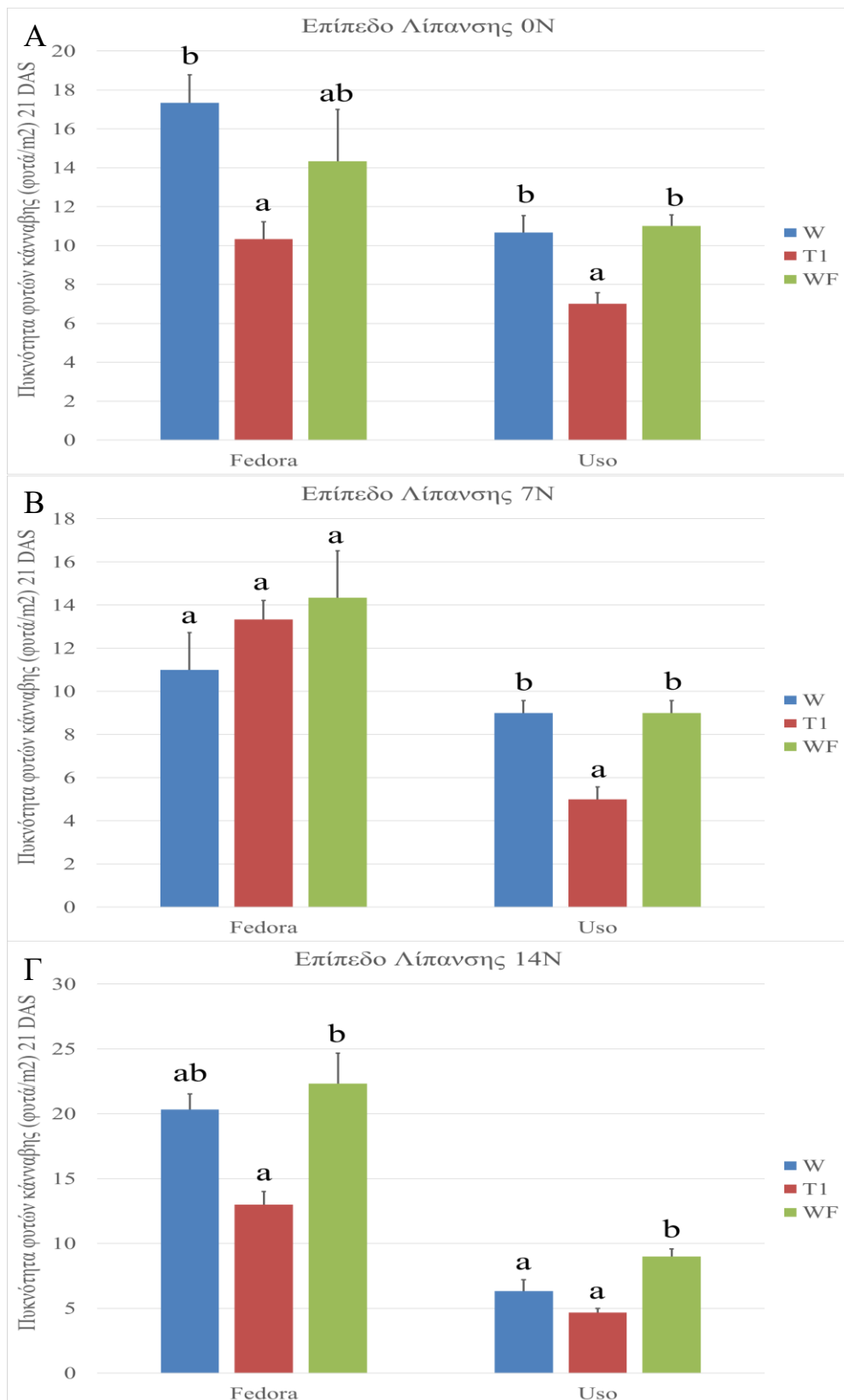
Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
Fedora - Uso	*	7,18519	1,4853

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

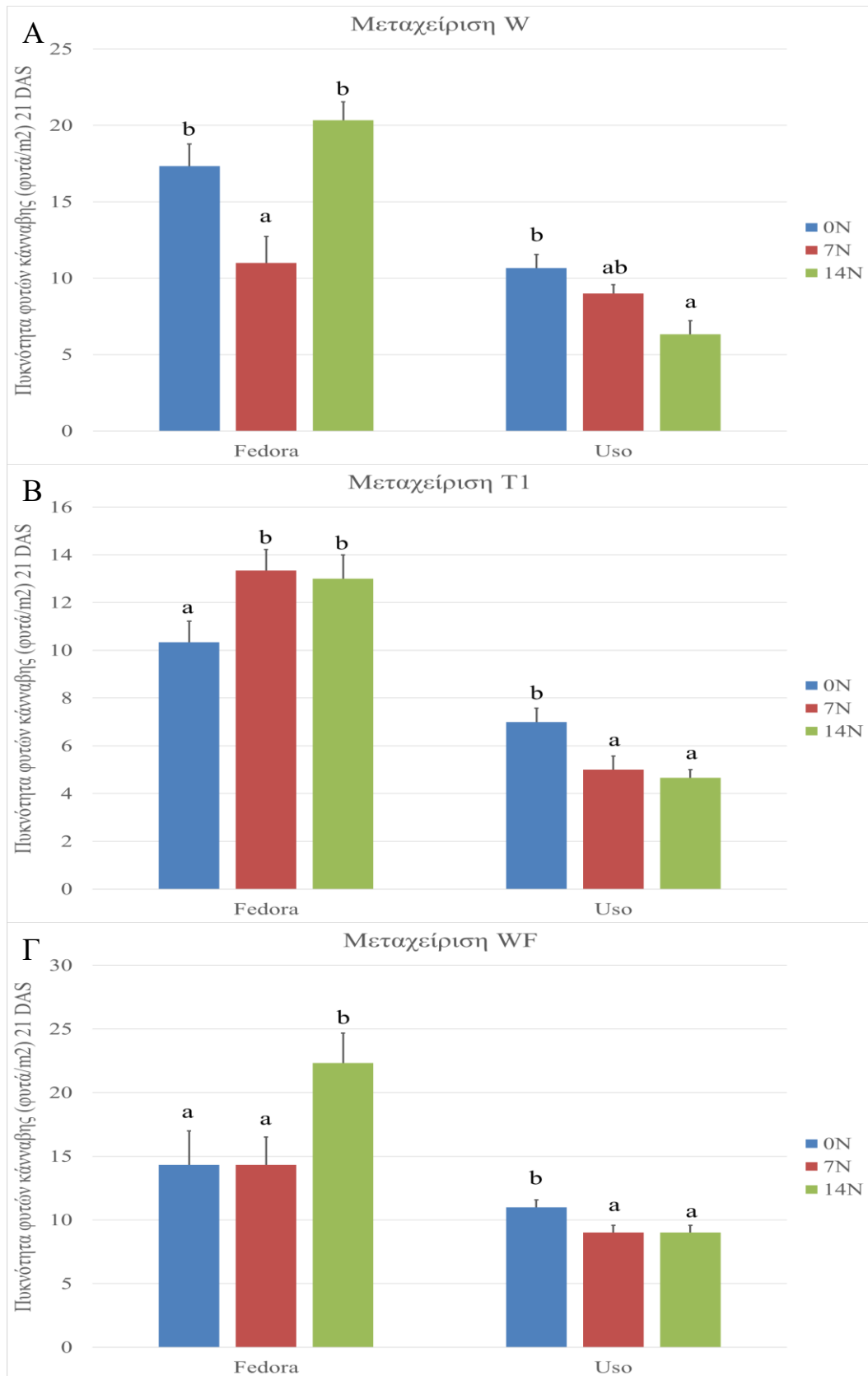
**Πίνακας 32:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν τη πυκνότητα των φυτών κάνναβης (φυτά/m<sup>2</sup>) για κάθε επέμβαση διαχείρισης ζιζανίων. Η μέτρηση έγινε 21 ημέρες μετά τη σπορά (21 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
T1 - W	*	-3,55556	1,81911
T1 - WF	*	-4,44444	1,81911
W - WF	ns	-0,88889	1,81911

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά



**Γράφημα 13:** Πυκνότητα φυτών κάνναβης ανά μεταχείριση (W, T1, και WF) για τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης 0N (Α), 7N (Β), και 14N (Γ). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε 21 ημέρες μετά τη σπορά (21 DAS). Τα γράμματα a και b υποδεικνύουν τις στατιστικές σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της ίδιας ποικιλίας.



**Γράφημα 14:** Πυκνότητα φυτών κάνναβης ανά επίπεδο λίπανσης (0N, 7N, και 14N) για τις μεταχειρίσεις W (Α), T1 (Β), και WF (Γ). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε 21 ημέρες μετά τη σπορά (21 DAS). Τα γράμματα a και b υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της ίδιας ποικιλίας.

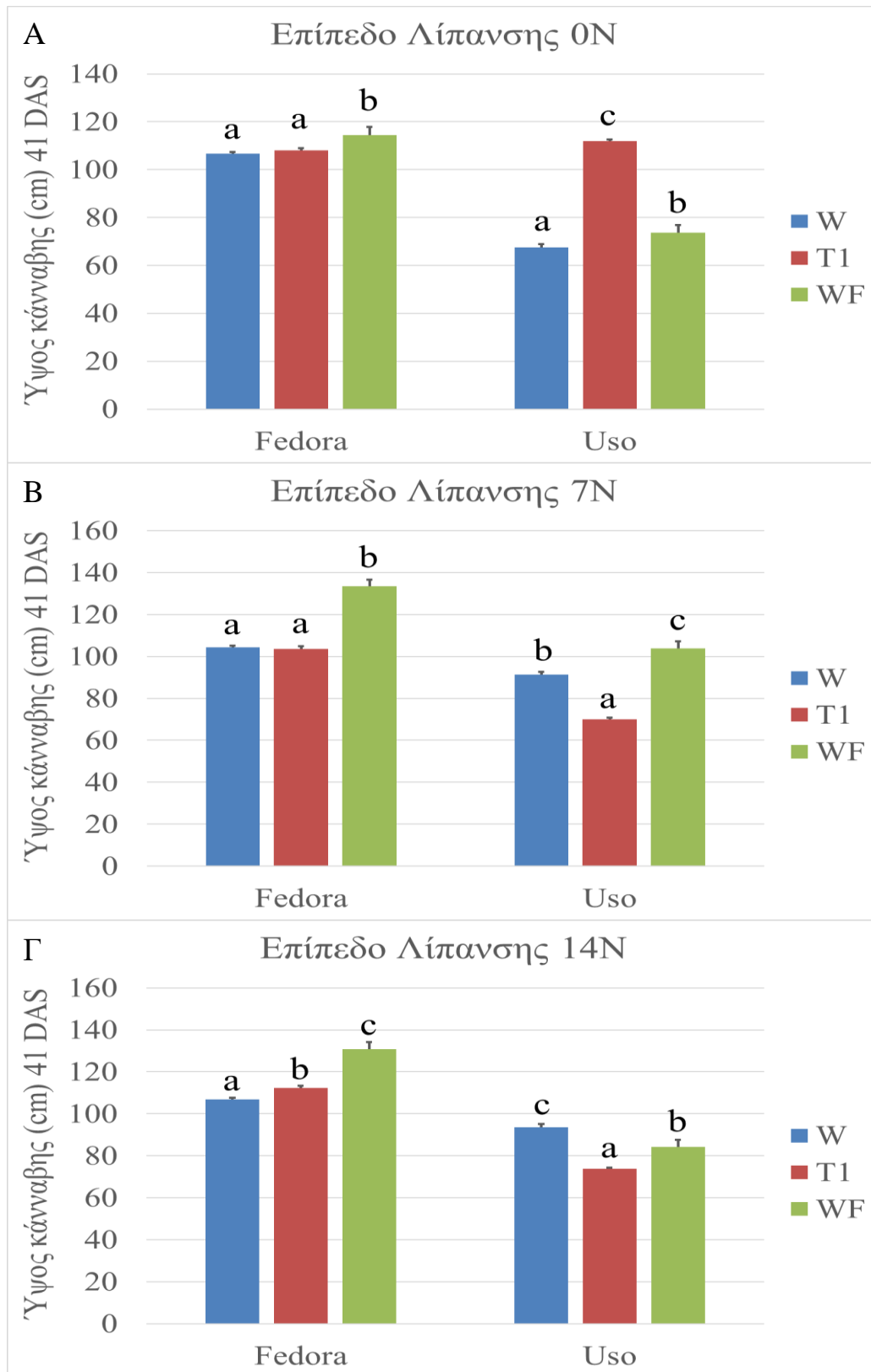
#### 4.5. Ύψος κάνναβης

**Πίνακας 33:** Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης (MANOVA). Τα δεδομένα αφορούν το ύψος των φυτών κάνναβης, για κάθε επίπεδο λίπανσης, επέμβαση προς διαχείριση ζιζανίων, και ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 41 ημέρες μετά τη σπορά (41 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

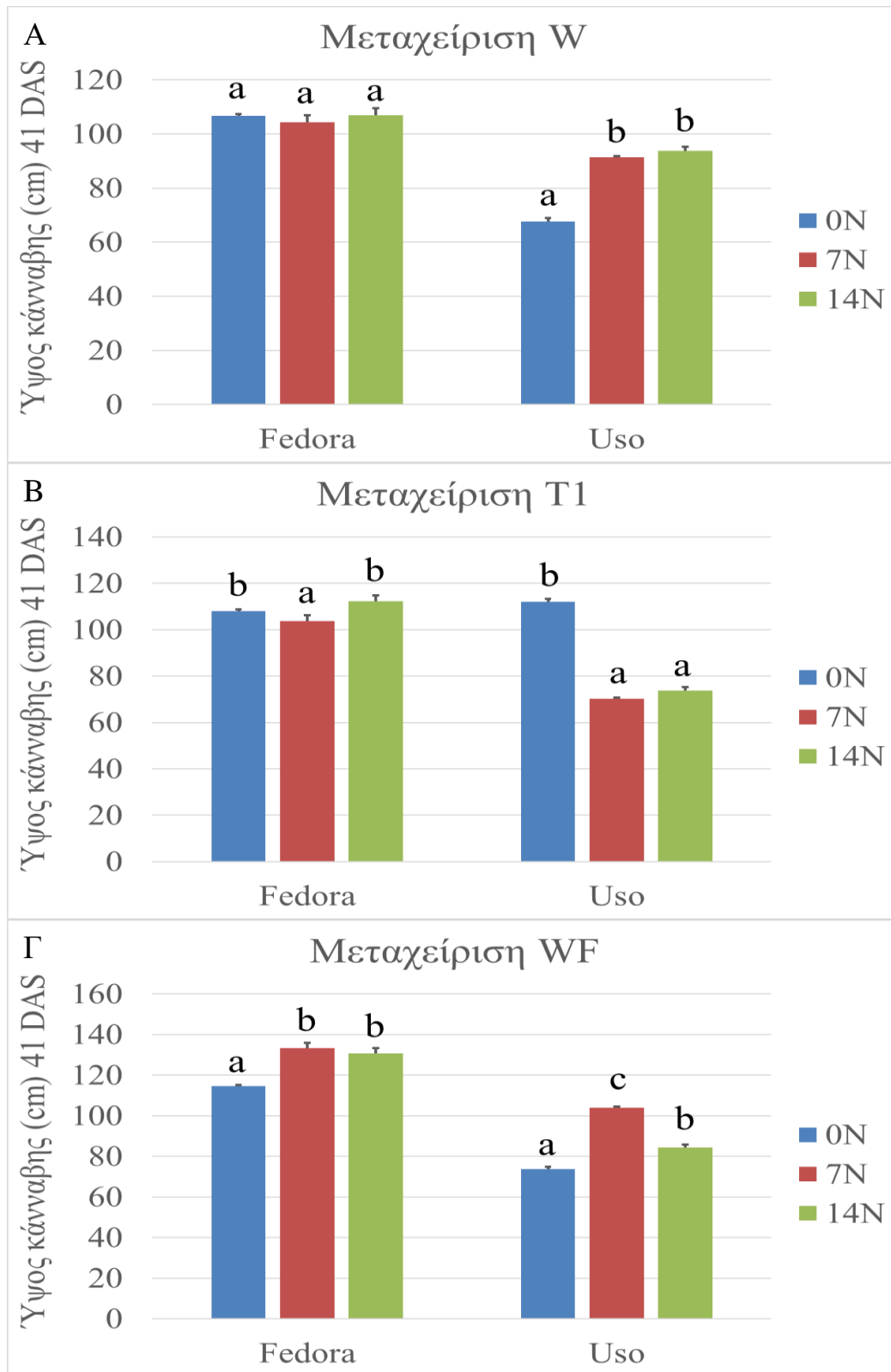
Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσο Τετράγωνο	F ratio	P Value
Ποικιλία (Π)	10436,1	1	10436,1	630,42	***
Λίπανση (Λ)	169,221	2	84,6106	5,11	**
Διαχείριση ζιζανίων (Ζ)	1448,91	2	724,454	43,76	***
(Λ)χ(Π)	164,047	2	82,0235	4,95	**
(Λ)χ(Ζ)	3958,84	4	989,711	59,79	***
(Π)χ(Ζ)	834,691	2	417,346	25,21	***
(Λ)χ(Π)χ(Ζ)	2354,48	4	588,621	35,56	***
Υπόλοιπο	595,953	36	16,5543		
Σύνολο	19962,3	53			

Τα σύμβολα ‘\*’ και ‘ns’ υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές: \*\*\* =  $P<0.001$ , \*\* =  $P<0.01$ , \* =  $P<0.05$ , και ns =  $P>0.05$ .

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης MANOVA (Πίνακας 33), οι παράγοντες λίπανση (Λ), ποικιλία κάνναβης (Π), και διαχείριση ζιζανίων (Ζ), καθώς και η αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων αυτών (ΛχΠ, ΛχΖ, ΠχΖ, και ΛχΠχΖ) επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα. Η λίπανση αύξησε σημαντικά το ύψος των φυτών στην μεταχείριση WF και των δύο ποικιλιών, και στην W στη ποικιλία Fedora (Γράφημα 15). Στη μεταχείριση W της Fedora η 7N και η 14N δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές και αύξησαν το ύψος περίπου κατά 35-38%. Στη μεταχείριση WF, η 7N και η 14N αύξησαν το ύψος της κάνναβης κατά 17% και 14% (αντίστοιχα) στη Fedora, και κατά 54% και 25% (αντίστοιχα) στην Uso. Όσον αφορά τη διαχείριση ζιζανίων, στη Fedora η τακτική απομάκρυνση ζιζανίων με βοτάνισμα (WF) είχε ως αποτέλεσμα τη σημαντικότερη αύξηση του ύψους των φυτών, ανεξαρτήτως λίπανσης. Ειδικότερα, στην 0N η WF αύξησε το ύψος των φυτών κατά 7%, ενώ στις 7N και 14N κατά 28% και 22% αντίστοιχα (Γράφημα 15). Η εφαρμογή pendimethalin (T1) αύξησε σημαντικά το ύψος των φυτών μόνο στην 14N (5%). Στην ποικιλία Uso η T1 αύξησε το ύψος της κάνναβης μόνο στην 0N (κατά 66%), και η WF μόνο στην 7N (κατά 41%).



**Γράφημα 15:** Ύψος φυτών κάνναβης ανά μεταχείριση (W, T1, και WF) για τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης 0N (Α), 7N (Β), και 14N (Γ). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά (41 DAS). Τα γράμματα a, b και c υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της ίδιας ποικιλίας.



**Γράφημα 16:** Ύψος φυτών κάνναβης ανά επίπεδο λίπανσης (0N, 7N, και 14N) για τις μεταχειρίσεις W (Α), T1 (Β), και WF (Γ). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά (41 DAS). Τα γράμματα a, b και c υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της ίδιας ποικιλίας.

**Πίνακας 34:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν το ύψος των φυτών κάνναβης για κάθε επίπεδο λίπανσης. Η μέτρηση έγινε 41 ημέρες μετά τη σπορά (41 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
0N – 14N	*	-3,26111	2,75057
0N – 7N	*	-4,10556	2,75057
14N – 7N		-0,844444	2,75057

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

**Πίνακας 35:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν το ύψος των φυτών κάνναβης για κάθε ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 41 ημέρες μετά τη σπορά (41 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
Fedora - Uso	*	27,8037	2,24583

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

**Πίνακας 36:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν το ύψος των φυτών κάνναβης για κάθε μεταχείριση διαχείρισης ζιζανίων. Η μέτρηση έγινε 41 ημέρες μετά τη σπορά (41 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
T1 - W		1,52778	2,75057
T1 - WF	*	-10,1444	2,75057
W - WF	*	-11,6722	2,75057

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

#### 4.6. Βιομάζα κάνναβης

**Πίνακας 37:** Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης (MANOVA). Τα δεδομένα αφορούν τη βιομάζα των φυτών κάνναβης, για κάθε επίπεδο λίπανσης, επέμβαση προς διαχείριση ζιζανίων, και ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 41 ημέρες μετά τη σπορά (41 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσο Τετράγωνο	F ratio	P Value
Ποικιλία (Π)	446,631	1	446,631	17,48	***
Λίπανση (Λ)	157,606	2	78,803	3,08	ns
Διαχείριση ζιζανίων (Ζ)	1148,06	2	574,032	22,47	***
(Λ)χ(Π)	45,7793	2	22,8896	0,90	ns
(Λ)χ(Ζ)	300,314	4	75,0785	2,94	**
(Π)χ(Ζ)	25,6726	2	12,8363	0,50	ns
(Λ)χ(Π)χ(Ζ)	73,3052	4	18,3263	0,72	ns
Υπόλοιπο	919,64	36	25,5456		
Σύνολο	3117,01	53			

Τα σύμβολα ‘\*’ και ‘ns’ υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές: \*\*\* =  $P<0.001$ , \*\* =  $P<0.01$ , \* =  $P<0.05$ , και ns =  $P>0.05$ .

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης MANOVA (Πίνακας 37), οι παράγοντες ποικιλία κάνναβης (Π), και διαχείριση ζιζανίων (Ζ), καθώς και η αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων λίπανση και διαχείριση ζιζανίων (ΛχΖ) επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα. Ο παράγοντας λίπανση αντίθετα, καθώς και όλες οι λοιπές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων αυτών (ΛχΠ, ΠχΖ, και ΛχΠχΖ) δεν επηρέασαν τη βιομάζα της κάνναβης. Οι βιομάζες των φυτών κάνναβης της ποικιλίας Fedora ήταν σε γενικές γραμμές μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες της ποικιλίας Uso. Όσον αφορά τη διαχείριση των ζιζανίων, η επέμβαση με *rendimethalin* (T1) δεν επέφερε κάποια σημαντική αύξηση του ξηρού βάρους των φυτών της Uso, ενώ στη Fedora αύξησε σημαντικά τη βιομάζα της κάνναβης μόνο στην 0N (κατά 23% εν συγκρίσει με την W). Αντίθετα η μεταχείριση WF αύξησε σημαντικά τη βιομάζα των φυτών (εν συγκρίσει με το μάρτυρα W), και στις δύο ποικιλίες στις 0N και 7N. Πιο συγκεκριμένα, στην 0N η WF αύξησε το ξηρό βάρος της κάνναβης κατά 27% και 100% (για τις ποικιλίες Fedora και Uso αντίστοιχα), ενώ στην N αύξησε το ξηρό βάρος της κάνναβης κατά 65% και 40% (για τις ποικιλίες Fedora και Uso αντίστοιχα) (Γράφημα 17). Στο υψηλότερο επίπεδο λίπανσης (14N), η WF δεν επέφερε κάποια στατιστικώς σημαντική αλλαγή στη βιομάζα των φυτών.

**Πίνακας 38:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν τη βιομάζα των φυτών κάνναβης για κάθε επίπεδο λίπανσης. Η μέτρηση έγινε 41 ημέρες μετά τη σπορά (41 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
0N – 14N	ns	-0,133333	3,41685
0N – 7N	*	-3,68889	3,41685
14N – 7N	*	-3,55556	3,41685

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά



**Πίνακας 39:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν τη βιομάζα των φυτών κάνναβης για κάθε ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 41 ημέρες μετά τη σπορά (41 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

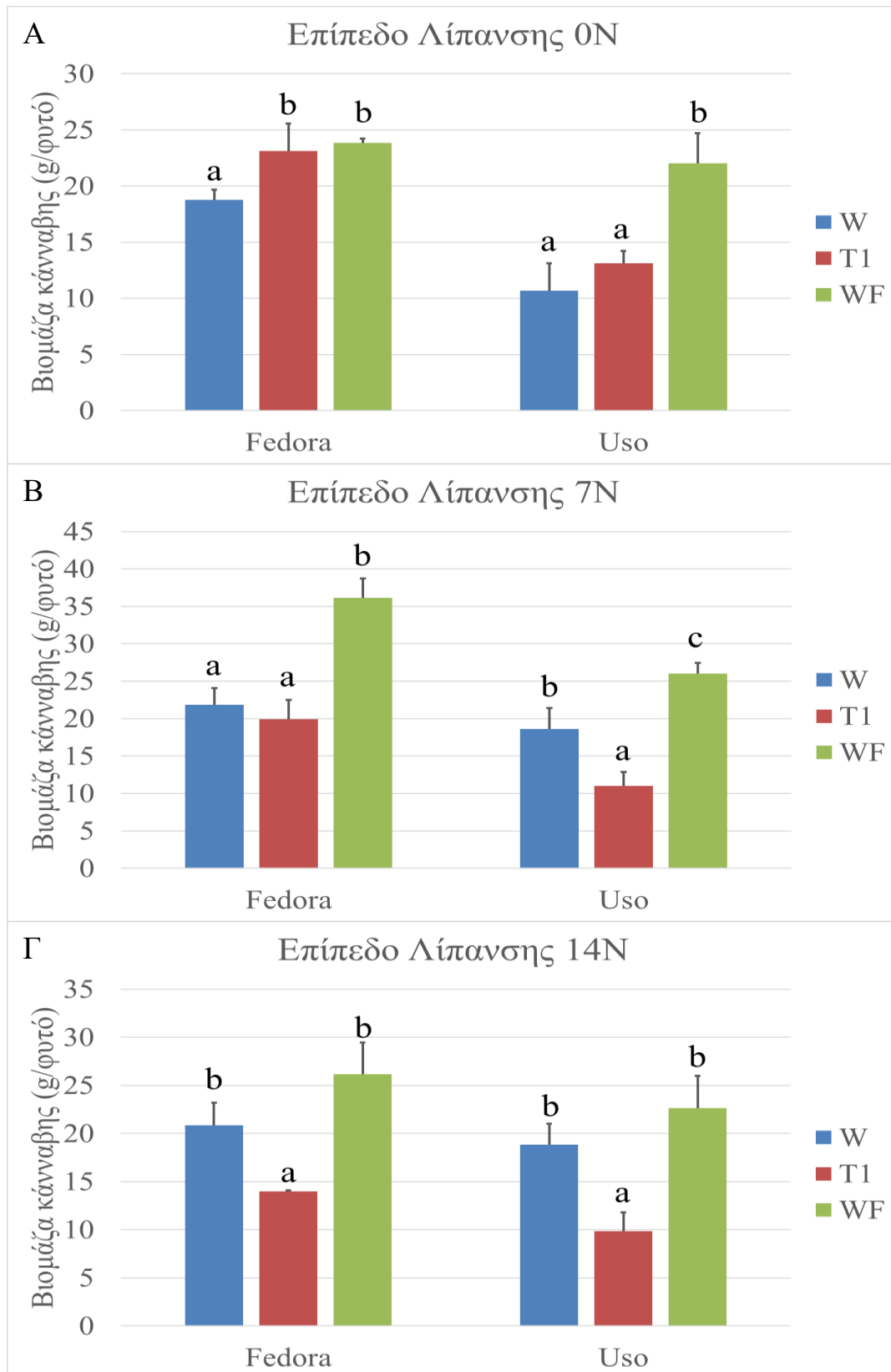
Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
Fedora - Uso	*	5,75185	2,78984

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

**Πίνακας 40:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν τη βιομάζα των φυτών κάνναβης για κάθε μεταχείριση διαχείρισης ζιζανίων. Η μέτρηση έγινε 41 ημέρες μετά τη σπορά (41 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
T1 - W	ns	-3,1	3,41685
T1 - WF	*	-10,9556	3,41685
W - WF	*	-7,85556	3,41685

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά



**Γράφημα 17:** Βιομάζα φυτών κάνναβης ανά μεταχείριση (W, T1, και WF) για τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης 0N (Α), 7N (Β), και 14N (Γ). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε 41 ημέρες μετά τη σπορά (41 DAS). Τα γράμματα a, b και c υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της ίδιας ποικιλίας.

## 4.7. Συγκομιδή

### 4.7.1. Μήκος κύριας ταξιανθίας

**Πίνακας 41:** Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης (MANOVA). Τα δεδομένα αφορούν το μήκος της κύριας ταξιανθίας των φυτών κάρναβης, για κάθε επίπεδο λίπανσης, επέμβαση προς διαχείριση ζιζανίων, και ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσο Τετράγωνο	F ratio	P Value
Ποικιλία (Π)	889,014	1	889,014	248,51	***
Λίπανση (Λ)	10,2336	2	5,11681	1,43	ns
Διαχείριση ζιζανίων (Ζ)	208,93	2	104,465	29,20	***
(Λ)χ(Π)	46,7053	2	23,3526	6,53	**
(Λ)χ(Ζ)	51,8889	4	12,9722	3,63	*
(Π)χ(Ζ)	56,6353	2	28,3176	7,92	*
(Λ)χ(Π)χ(Ζ)	27,5656	4	6,89139	1,93	ns
Υπόλοιπο	193,18	36	3,57741		
Σύνολο	1484,15	53			

Τα σύμβολα '\*' και 'ns' υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές: \*\*\* =  $P < 0.001$ , \*\* =  $P < 0.01$ , \* =  $P < 0.05$ , και ns =  $P > 0.05$ .

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης MANOVA (Πίνακας 41), οι παράγοντες ποικιλία κάρναβης (Π), και διαχείριση ζιζανίων (Ζ), καθώς και η αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων Λ, Π, και Ζ (εκτός του ΛχΠχΖ) επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα. Ο παράγοντας λίπανση αντίθετα, δεν επηρέασε το μήκος της κύριας ταξιανθίας των φυτών κάρναβης. Το μήκος κύριας ταξιανθίας ήταν σταθερά μεγαλύτερο στα φυτά της ποικιλίας Fedora (Γράφημα 18). Η μεταχείριση WF αύξησε σημαντικά το μήκος των κύριων ταξιανθιών (εν συγκρίσει με το μάρτυρα W) σε όλα τα επίπεδα λίπανσης, και στις δύο ποικιλίες (εξαιρουμένης της 7N στην ποικιλία Fedora). Η WF προκάλεσε τη μεγαλύτερη αύξηση του μήκους της κύριας ταξιανθίας στην 14N στη ποικιλία Fedora (64%). Η T1 αντίθετα αύξησε σημαντικά το μήκος της κύριας ταξιανθίας μόνο στην ποικιλία Fedora και μόνο στις 0N (64% εν συγκρίσει με την W) και 14N (39% εν συγκρίσει με την W) (Γράφημα 18).

**Πίνακας 42:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν το μήκος της κύριας ταξιανθίας των φυτών κάρναβης για κάθε επίπεδο λίπανσης. Η μέτρηση έγινε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
0N – 14N	ns	-0,0625	1,09467
0N – 7N	ns	0,766667	1,09467
14N – 7N	ns	0,829167	1,09467

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

**Πίνακας 43:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν το μήκος της κύριας ταξιανθίας των φυτών κάνναβης για κάθε ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

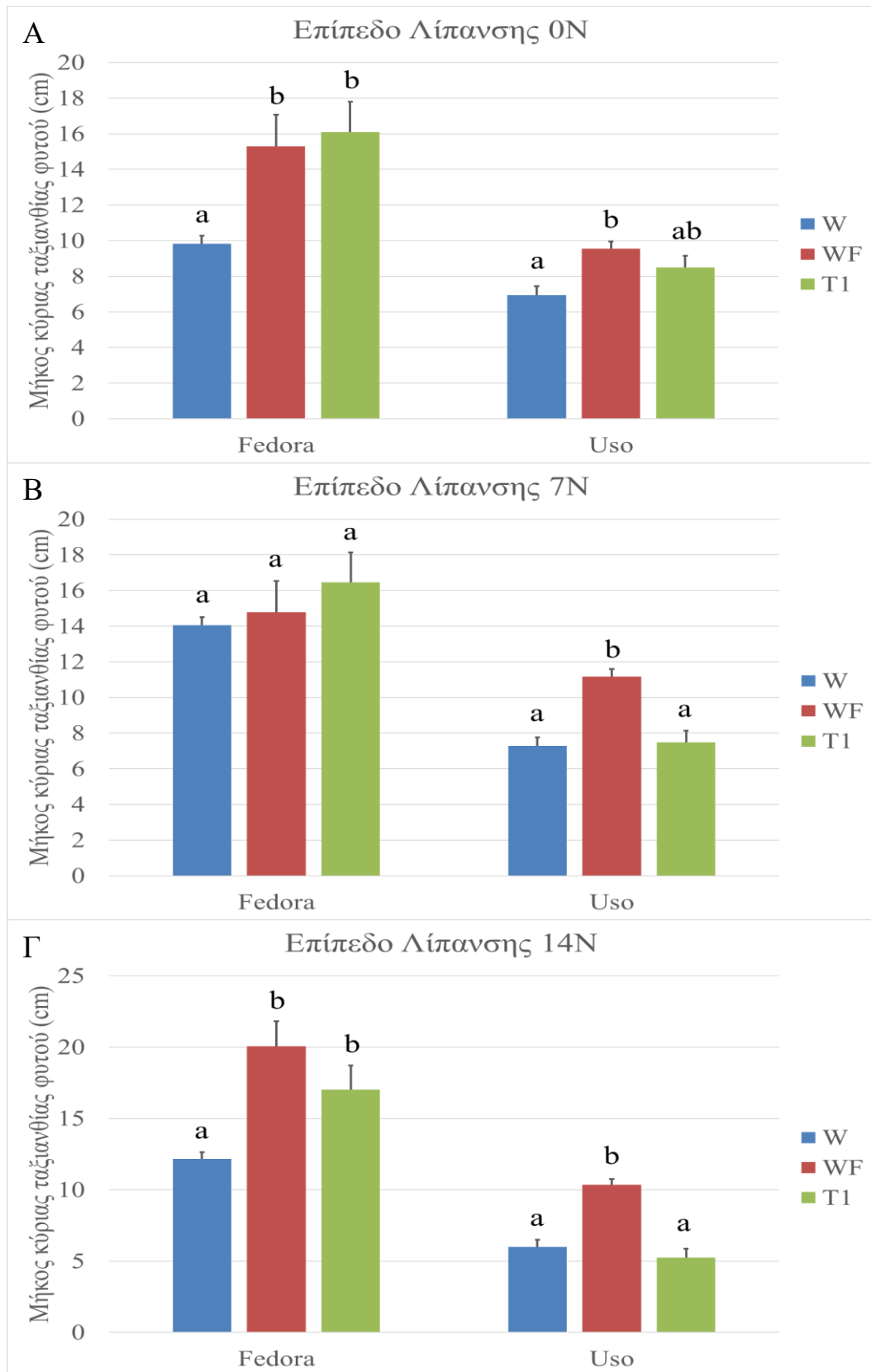
Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
Fedora - Uso	*	7,02778	0,893793

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

**Πίνακας 44:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν το μήκος της κύριας ταξιανθίας των φυτών κάνναβης για κάθε μεταχείριση διαχείρισης ζιζανίων. Η μέτρηση έγινε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

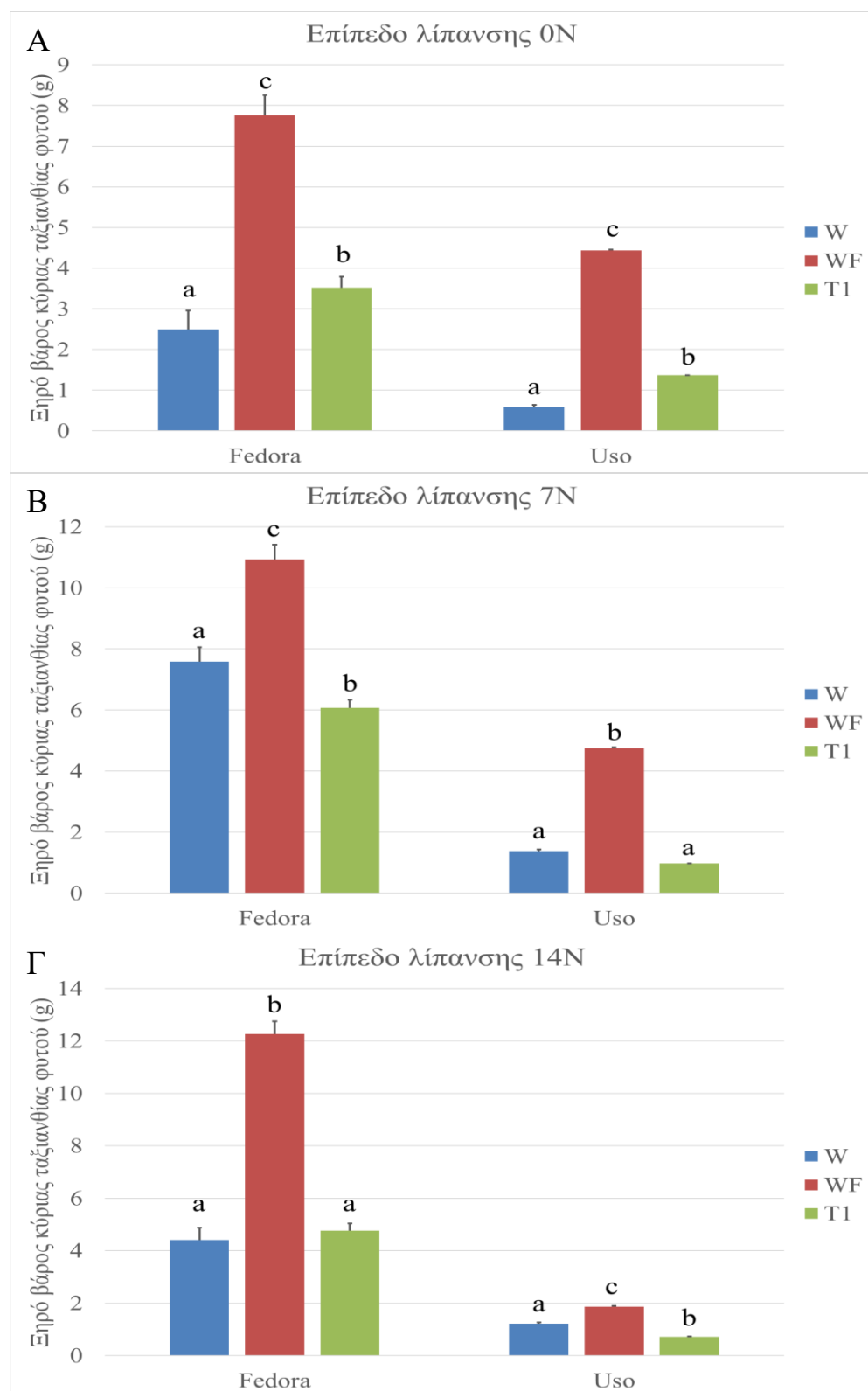
Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
T1 - W	*	2,41667	1,09467
T1 - WF	*	-1,7375	1,09467
W - WF	*	-4,15417	1,09467

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

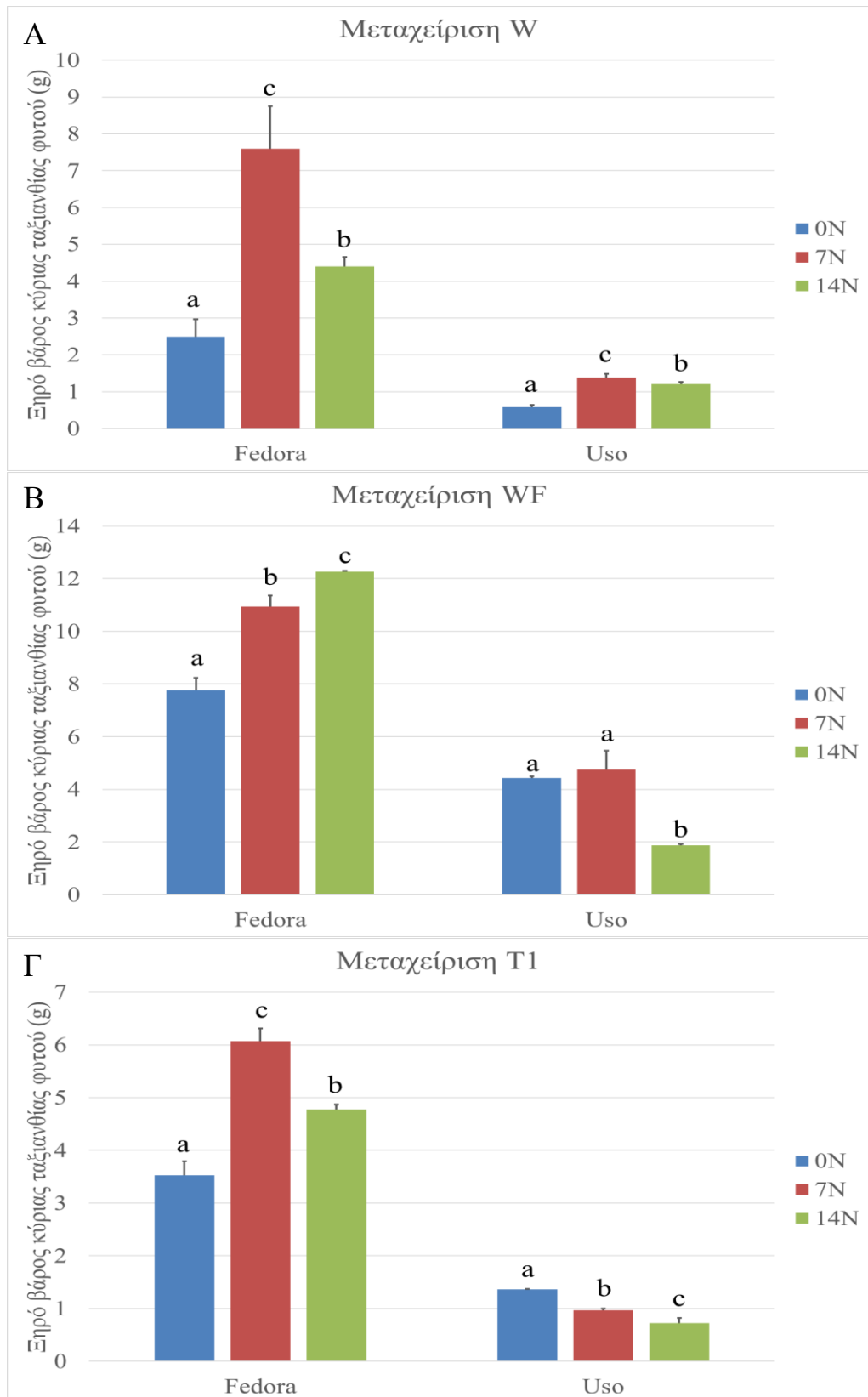


**Γράφημα 18:** Μήκος κόριας ταξιανθίας φυτών κάνναβης ανά μεταχείριση (W, T1, και WF) για τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης 0N (Α), 7N (Β), και 14N (Γ). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS). Τα γράμματα a και b υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της ίδιας ποικιλίας.

#### 4.7.2. Ξηρό βάρος κύριας ταξιανθίας



**Γράφημα 19:** Βάρος κύριας ταξιανθίας φυτών κάνναβης ανά μεταχείριση (W, T1, και WF) για τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης 0N (A), 7N (B), και 14N (Γ). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS). Τα γράμματα a και b υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της ίδιας ποικιλίας.



**Γράφημα 20:** Βάρος κύριας ταξιανθίας φυτών κάνναβης ανά επίπεδο λίπανσης (0N, 7N, και 14N) για τις διαφορετικές μεταχειρίσεις W (Α), WF (Β), και T1 (Γ). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS). Τα γράμματα a, b και c υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της ίδιας ποικιλίας.

**Πίνακας 45:** Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης (MANOVA). Τα δεδομένα αφορούν το ξηρό βάρος της κύριας ταξιανθίας των φυτών κάνναβης, για κάθε επίπεδο λίπανσης, επέμβαση προς διαχείριση ζιζανίων, και ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS) ( $\alpha=0,05$ ).

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσο Τετράγωνο	F ratio	P Value
Ποικιλία (Π)	304,309	1	304,309	578,96	***
Λίπανση (Λ)	26,507	2	13,2535	25,22	***
Διαχείριση ζιζανίων (Z)	183,655	2	91,8277	174,71	***
(Λ)x(Π)	33,0885	2	16,5442	31,48	***
(Λ)x(Z)	11,7181	4	2,92952	5,57	*
(Π)x(Z)	27,7945	2	13,8973	26,44	***
(Λ)x(Π)x(Z)	30,2121	4	7,55304	14,37	***
Υπόλοιπο	18,9219	36	0,525609		
Σύνολο	636,206	53			

Τα σύμβολα '\*' και 'ns' υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές: \*\*\* =  $P<0.001$ , \*\* =  $P<0.01$ , \* =  $P<0.05$ , και ns =  $P>0.05$ .

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης MANOVA (Πίνακας 45), οι παράγοντες λίπανση (Λ), ποικιλία κάνναβης (Π), και διαχείριση ζιζανίων (Z), καθώς και η αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων αυτών (ΛxΠ, ΛxZ, ΠxZ, και ΛxΠxZ) επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα. Το μέσο ξηρό βάρος της κύριας ταξιανθίας των φυτών κάνναβης βρέθηκε στατιστικώς σημαντικά μεγαλύτερο στα φυτά της ποικιλίας Fedora ανεξαρτήτως λίπανσης και διαχείρισης ζιζανίων. Όσον αφορά τον παράγοντα λίπανση, στην ποικιλία Fedora τόσο η 7N, όσο και η 14N, αύξησαν σημαντικά το ξηρό βάρος της κύριας ταξιανθίας (Γράφημα 20) με τη μεγαλύτερη αύξηση να καταγράφεται κατά την εφαρμογή της 7N στη μεταχείριση W (κατά 200% εν συγκρίσει με τη 0N της W). Στην ποικιλία Uso η λίπανση επέφερε σημαντικές διαφορές μόνο στη μεταχείριση W όπου η 7N αύξησε τη βιομάζα της κύριας ταξιανθίας κατά 138% (εν συγκρίσει με τη 0N της W), και η 14N αύξησε τη βιομάζα της κύριας ταξιανθίας κατά 108% (εν συγκρίσει με τη 0N της W). Σχετικά με τις επεμβάσεις για τη διαχείριση των ζιζανίων, η WF προκάλεσε τη σημαντικότερη αύξηση του ξηρού βάρους της κύριας ταξιανθίας στα φυτά κάνναβης και των δύο ποικιλιών, και ανεξαρτήτως λίπανσης (Γράφημα 19). Και στις δύο ποικιλίες η μεγαλύτερες διαφορές (λόγω της WF) καταγράφηκαν στην 0N όπου αύξησε τη βιομάζα της κύριας ταξιανθίας κατά 212% στη Fedora και κατά 665% στην Uso (εν συγκρίσει με τη W της 0N της εκάστοτε ποικιλίας). Η T1 αντίθετα προκάλεσε σημαντικές διαφορές μόνο στην 0N και των δύο ποικιλιών όπου αύξησε το ξηρό βάρος της κύριας ταξιανθίας κατά 42% (στη Fedora) και κατά 135% (στη Uso), εν συγκρίσει με τη W της 0N της εκάστοτε ποικιλίας.



**Πίνακας 46:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν το ξηρό βάρος της κύριας ταξιανθίας των φυτών κάνναβης για κάθε επίπεδο λίπανσης. Η μέτρηση έγινε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
0N – 14N	ns	-0,0625	1,09467
0N – 7N	ns	0,766667	1,09467
14N – 7N	ns	0,829167	1,09467

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

**Πίνακας 47:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν το ξηρό βάρος της κύριας ταξιανθίας των φυτών κάνναβης για κάθε ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
Fedora - Uso	*	7,02778	0,893793

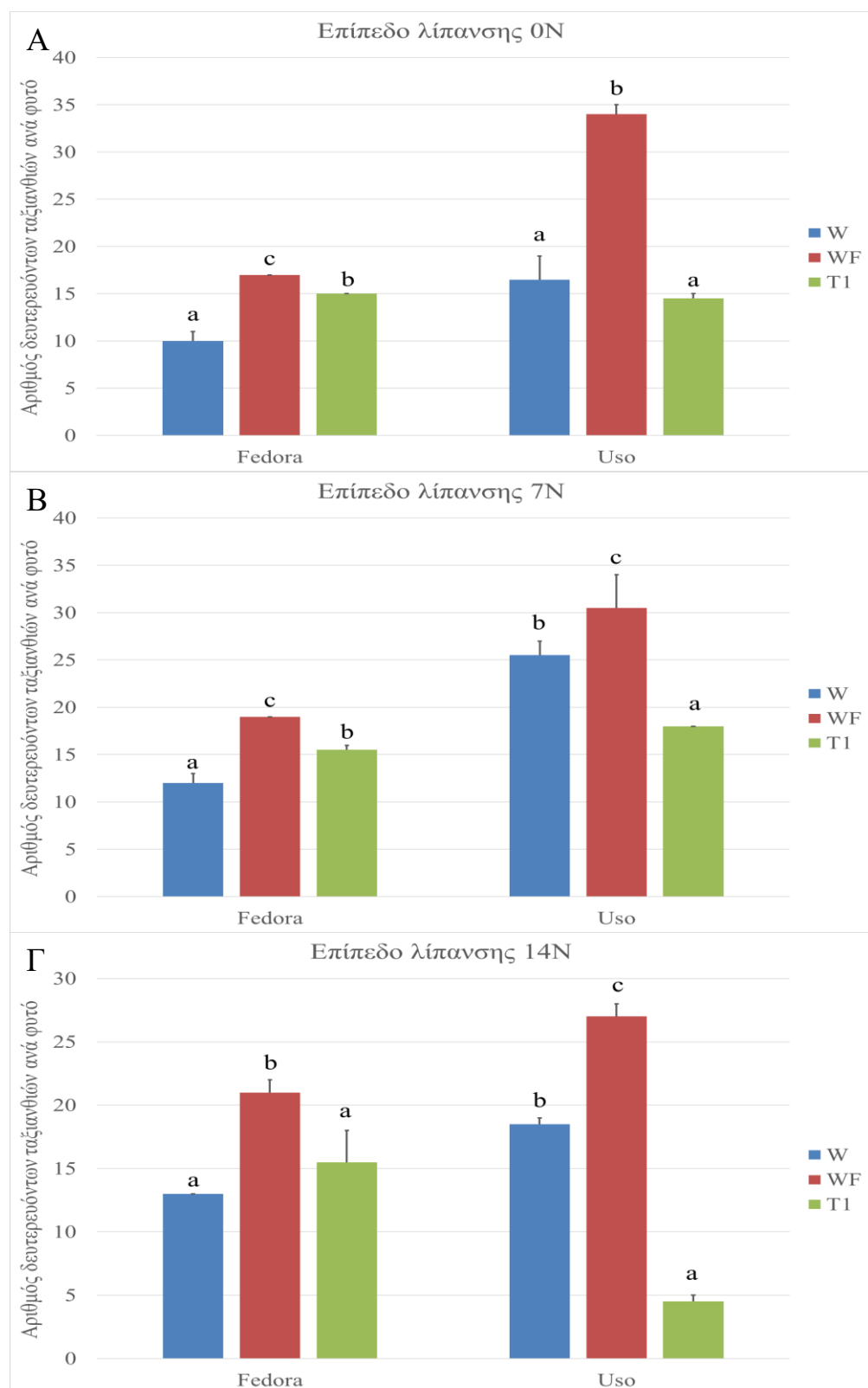
\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

**Πίνακας 48:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν το ξηρό βάρος της κύριας ταξιανθίας των φυτών κάνναβης για κάθε μεταχείριση διαχείρισης ζιζανίων. Η μέτρηση έγινε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

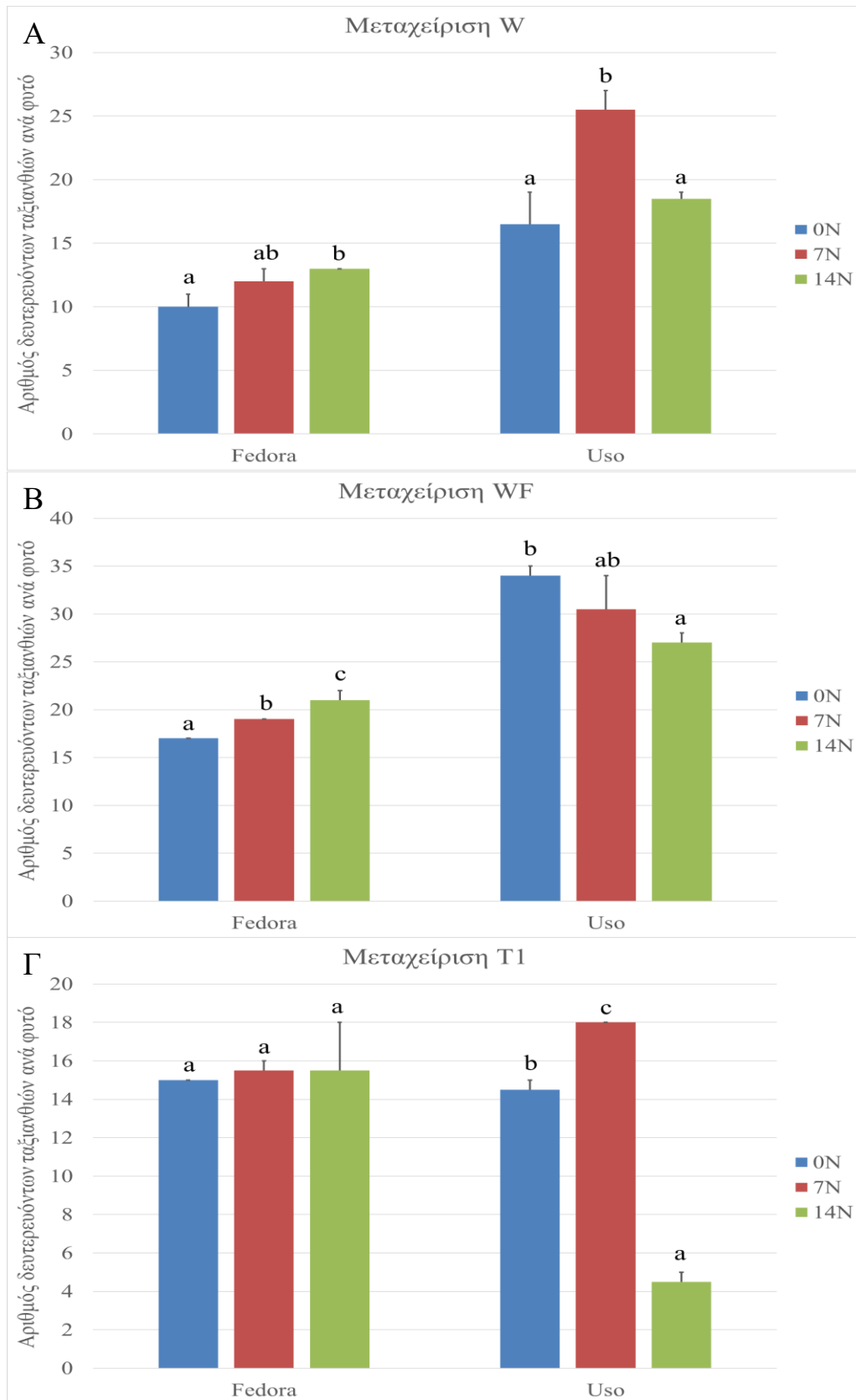
Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
T1 - W	*	2,41667	1,09467
T1 - WF	*	-1,7375	1,09467
W - WF	*	-4,15417	1,09467

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

#### 4.7.3. Αριθμός δευτερευόντων ταξιανθιών



**Γράφημα 21:** Αριθμός δευτερευόντων ταξιανθιών φυτών κάνναβης ανά μεταχείριση (W, T1, και WF) για τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης 0N (A), 7N (B), και 14N (Γ). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS) Τα γράμματα a, b και c υποδεικνύουν τις στατιστικές σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της ίδιας ποικιλίας.



**Γράφημα 22:** Αριθμός δευτερευόντων ταξιανθιών φυτών κάρναβης ανά επίπεδο λίπανσης (0N, 7N, και 14N) για τις διαφορετικές μεταχειρίσεις W (Α), WF (Β), και T1 (Γ). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS). Τα γράμματα a και b υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της ίδιας ποικιλίας.

**Πίνακας 49:** Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης (MANOVA). Τα δεδομένα αφορούν τον αριθμό δευτερευόντων ταξιανθιών ανά φυτό κάνναβης, για κάθε επίπεδο λίπανσης, επέμβαση προς διαχείριση ζιζανίων, και ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS) ( $\alpha=0,05$ ).

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσο Τετράγωνο	F ratio	P Value
Ποικιλία (Π)	362,963	1	362,963	54,44	***
Λίπανση (Λ)	84,7778	2	42,3889	6,36	**
Διαχείριση ζιζανίων (Ζ)	996,333	2	498,167	74,73	***
(Λ)x(Π)	153,815	2	76,9074	11,54	***
(Λ)x(Ζ)	151,556	4	37,8889	5,68	**
(Π)x(Ζ)	410,704	2	205,352	30,80	***
(Λ)x(Π)x(Ζ)	81,8519	4	20,463	3,07	*
Υπόλοιπο	240,0	36	6,66667		
Σύνολο	2482,0	53			

Τα σύμβολα '\*' και 'ns' υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές: \*\*\* =  $P<0.001$ , \*\* =  $P<0.01$ , \* =  $P<0.05$ , και ns =  $P>0.05$ .

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης MANOVA (Πίνακας 49), οι παράγοντες λίπανση (Λ), ποικιλία κάνναβης (Π), και διαχείριση ζιζανίων (Ζ), καθώς και η αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων αυτών (ΛxΠ, ΛxΖ, ΠxΖ, και ΛxΠxΖ) επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα. Ο μέσος αριθμός δευτερευόντων ταξιανθιών των φυτών κάνναβης ήταν κατά κύριο λόγο μεγαλύτερος στα φυτά της ποικιλίας Uso. Όσον αφορά τον παράγοντα λίπανση, στην ποικιλία Fedora τόσο η 7N, όσο και η 14N, δεν επηρέασαν τον αριθμό δευτερευουσών ταξιανθιών στην T1 (Γράφημα 22). Ομοίως η 7N δεν προκάλεσε σημαντικές αλλαγές και στην W, ενώ στην WF αύξησε κατά 12% τον αριθμό δευτερευουσών ταξιανθιών (εν συγκρίσει με την 0N της WF). Παράλληλα, η 14N αύξησε τον αριθμό των δευτερευουσών ταξιανθιών κατά 30% στην W (εν συγκρίσει με την 0N της W), και κατά 24% στην WF (εν συγκρίσει με την 0N της WF). Στην ποικιλία Uso η λίπανση επέφερε σημαντικές διαφορές μόνο στη μεταχείριση T1 όπου η 7N αύξησε τον αριθμό των δευτερευουσών ταξιανθιών κατά 24% (εν συγκρίσει με τη 0N της T1). Σχετικά με τις επεμβάσεις για τη διαχείριση των ζιζανίων, η WF προκάλεσε τη σημαντικότερη αύξηση του αριθμού δευτερευουσών ταξιανθιών στα φυτά κάνναβης και των δύο ποικιλιών, και ανεξαρτήτως λίπανσης (Γράφημα 21). Και στις δύο ποικιλίες η μεγαλύτερες διαφορές (λόγω της WF) καταγράφηκαν στην 0N όπου αύξησε τον αριθμό των δευτερευουσών ταξιανθιών κατά 70% στη Fedora και κατά 106% στην Uso (εν συγκρίσει με τη W της 0N της εκάστοτε ποικιλίας). Η T1 αντίθετα προκάλεσε σημαντικές διαφορές μόνο στην 0N και 7N της ποικιλίας Fedora όπου αύξησε τον αριθμό των δευτερευουσών ταξιανθιών κατά 50% (εν συγκρίσει με την W της 0N) και κατά 29% (εν συγκρίσει με την W της 7N) αντίστοιχα.

**Πίνακας 50:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν τον αριθμό δευτερευόντων ταξιανθιών ανά φυτό κάνναβης για κάθε επίπεδο λίπανση. Η μέτρηση έγινε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
0N – 14N	*	-2,94444	1,74551
0N – 7N		-0,722222	1,74551
14N – 7N	*	2,22222	1,74551

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

**Πίνακας 51:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν τον αριθμό δευτερευόντων ταξιανθιών ανά φυτό κάνναβης για κάθε ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
Fedora - Uso	*	-5,18519	1,4252

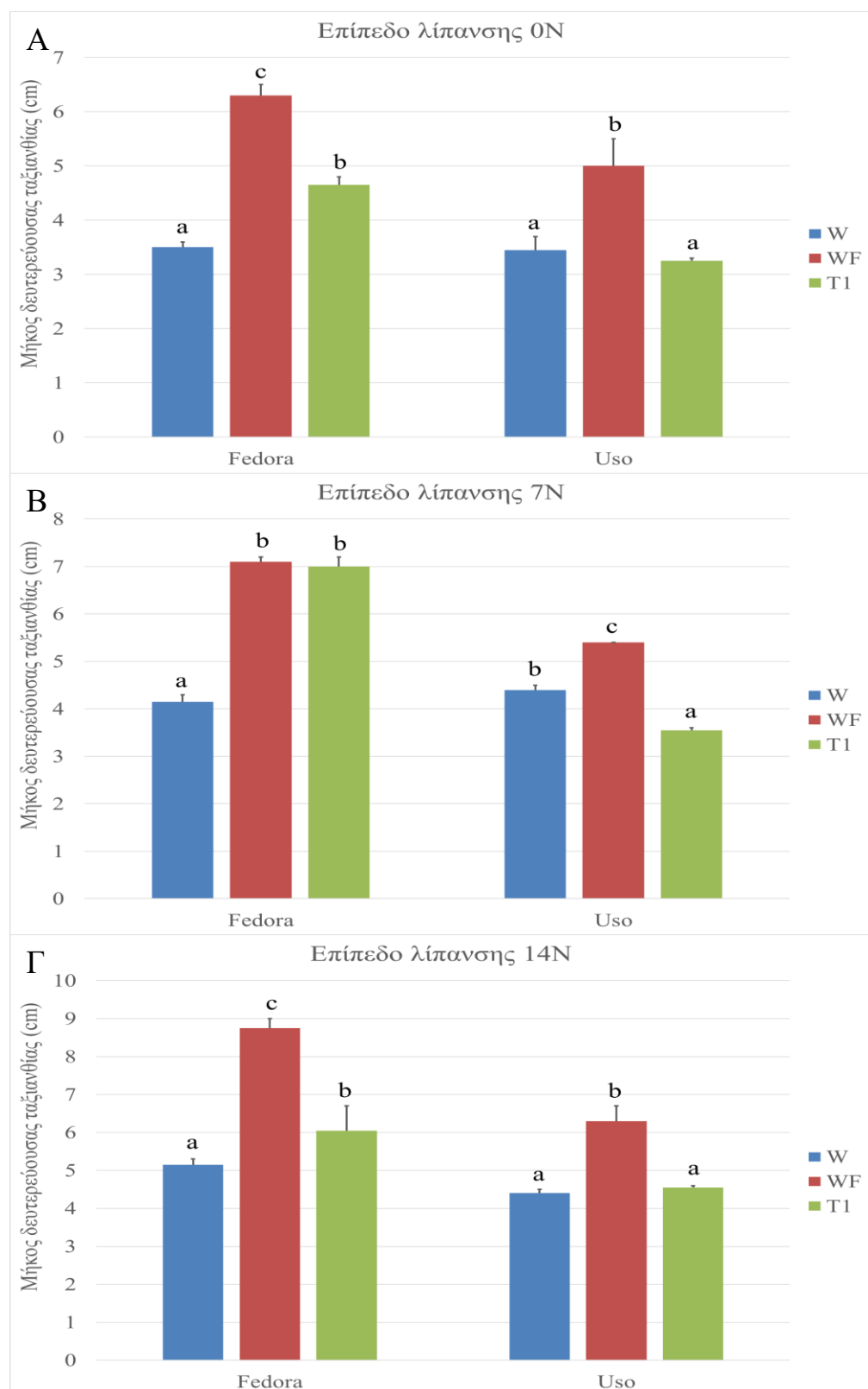
\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

**Πίνακας 52:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν τον αριθμό δευτερευόντων ταξιανθιών ανά φυτό κάνναβης για κάθε μεταχείριση διαχείρισης ζιζανίων. Η μέτρηση έγινε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS) ( $\alpha=0,05$ )

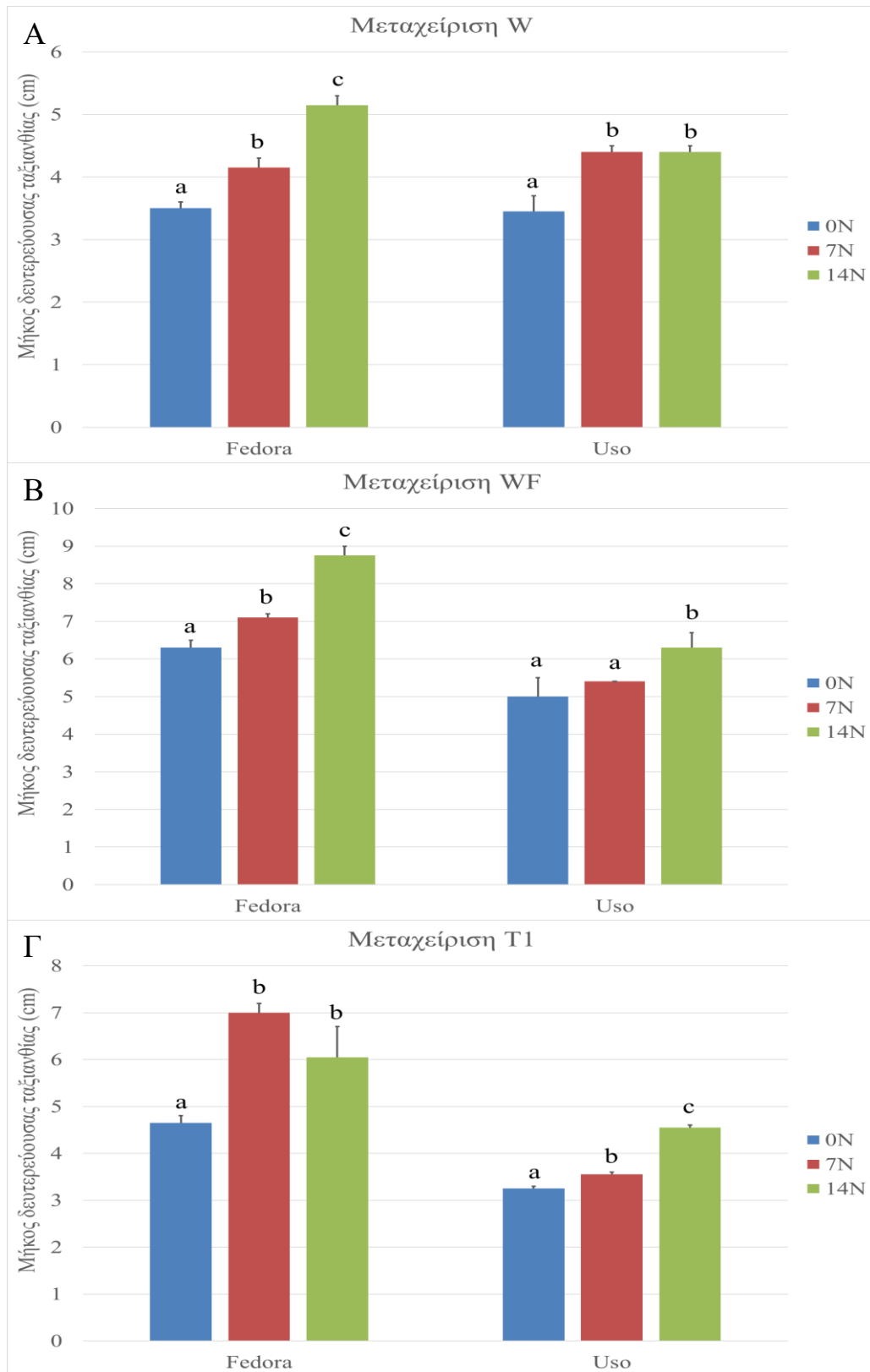
Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
T1 - W	*	-2,16667	1,74551
T1 - WF	*	-10,0	1,74551
W - WF	*	-7,83333	1,74551

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

#### 4.7.4. Μήκος δευτερεύουσας ταξιανθίας



**Γράφημα 23:** Μήκος δευτερευόντων ταξιανθιών φυτών κάνναβης (cm) ανά μεταχείριση (W, T1, και WF) για τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης 0N (A), 7N (B), και 14N (Γ). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS). Τα γράμματα a, b και c υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της ίδιας ποικιλίας.



**Γράφημα 24:** Μήκος δευτερευόντων ταξιανθιών φυτών κάνναβης (cm) ανά επίπεδο λίπανσης (0N, 7N, και 14N) για τις διαφορετικές μεταχειρίσεις W (Α), WF (Β), και T1 (Γ). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS). Τα γράμματα a, b και c υποδεικνύουν τις στατιστικές σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της ίδιας ποικιλίας.

**Πίνακας 53:** Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης (MANOVA). Τα δεδομένα αφορούν το μήκος των δευτερευόντων ταξιανθιών ανά φυτό κάνναβης (cm), για κάθε επίπεδο λίπανσης, επέμβαση προς διαχείριση ζιζανίων, και ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS) ( $\alpha=0,05$ ).

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσο Τετράγωνο	F ratio	P Value
Ποικιλία (Π)	25,7646	1	25,7646	204,90	***
Λίπανση (Λ)	20,4226	2	10,2113	81,21	***
Διαχείριση ζιζανίων (Ζ)	45,1115	2	22,5557	179,38	***
(Λ)x(Π)	1,39815	2	0,699074	5,56	***
(Λ)x(Ζ)	1,41741	4	0,354352	2,82	*
(Π)x(Ζ)	10,0959	2	5,04796	40,15	***
(Λ)x(Π)x(Ζ)	3,4663	4	0,866574	6,89	***
Υπόλοιπο	4,52667	36	0,125741		
Σύνολο	112,203	53			

Τα σύμβολα '\*' και 'ns' υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές: \*\*\* =  $P < 0.001$ , \*\* =  $P < 0.01$ , \* =  $P < 0.05$ , και ns =  $P > 0.05$ .

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης MANOVA (Πίνακας 53), οι παράγοντες λίπανση (Λ), ποικιλία κάνναβης (Π), και διαχείριση ζιζανίων (Ζ), καθώς και η αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων αυτών (ΛxΠ, ΛxΖ, ΠxΖ, και ΛxΠxΖ) επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα. Το μέσο μήκος των δευτερευουσών ταξιανθιών των φυτών κάνναβης ήταν κατά κύριο λόγο μεγαλύτερος στα φυτά της ποικιλίας Fedora. Όσον αφορά τον παράγοντα λίπανση, στην ποικιλία Fedora τόσο η 7N, όσο και η 14N αύξησαν το μήκος των δευτερευουσών ταξιανθιών ανεξαρτήτως διαχείρισης ζιζανίων (Γράφημα 24). Για την ακρίβεια, η 7N αύξησε το μήκος των ταξιανθιών αυτών κατά 19%, 13%, και 51% στις W, WF, και T1 αντίστοιχα (εν συγκρίσει με τη 0N της εκάστοτε μεταχείρισης διαχείρισης ζιζανίων) και η 14N κατά 47%, 39%, και 30% στις W, WF, και T1 αντίστοιχα (εν συγκρίσει με τη 0N της εκάστοτε μεταχείρισης διαχείρισης ζιζανίων). Στην ποικιλία Uso η 14N επέφερε τις σημαντικότερες αλλαγές στο μήκος των ταξιανθιών, και ιδιαίτερα στη μεταχείριση T1 όπου τις αύξησε κατά 40%. Η 7N αντίθετα αύξησε μήκος των δευτερευουσών ταξιανθιών μόνο στη W (κατά 28% εν συγκρίσει με τη 0N της W) και στη T1 (κατά 8% εν συγκρίσει με τη 0N της T1). Σχετικά με τις επεμβάσεις για τη διαχείριση των ζιζανίων, η WF προκάλεσε τη σημαντικότερη αύξηση του μήκους των δευτερευουσών ταξιανθιών στα φυτά κάνναβης και των δύο ποικιλιών, και ανεξαρτήτως λίπανσης (Γράφημα 23). Και στις δύο ποικιλίες η μεγαλύτερες διαφορές (λόγω της WF) καταγράφηκαν στην 0N όπου αύξησε τον αριθμό των δευτερευουσών ταξιανθιών κατά 80% στη Fedora και κατά 45% στην Uso (εν συγκρίσει με τη W της 0N της εκάστοτε ποικιλίας). Η T1 αντίθετα προκάλεσε σημαντικές διαφορές μόνο στην ποικιλία Fedora, και ιδιαίτερα στην 7N όπου αύξησε το μήκος των δευτερευουσών ταξιανθιών κατά 69% (εν συγκρίσει με την W της 7N).



**Πίνακας 54:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν το μήκος των δευτερευόντων ταξιανθιών ανά φυτό κάνναβης (cm) για κάθε επίπεδο λίπανσης. Η μέτρηση έγινε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS) ( $\alpha=0,05$ ).

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
0N – 14N	*	0,583333	0,239721
0N – 7N	*	1,49444	0,239721
14N – 7N	*	0,911111	0,239721

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

**Πίνακας 55:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν το μήκος των δευτερευόντων ταξιανθιών ανά φυτό κάνναβης (cm) για κάθε ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS) ( $\alpha=0,05$ ).

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
Fedora - Uso	*	1,38148	0,195731

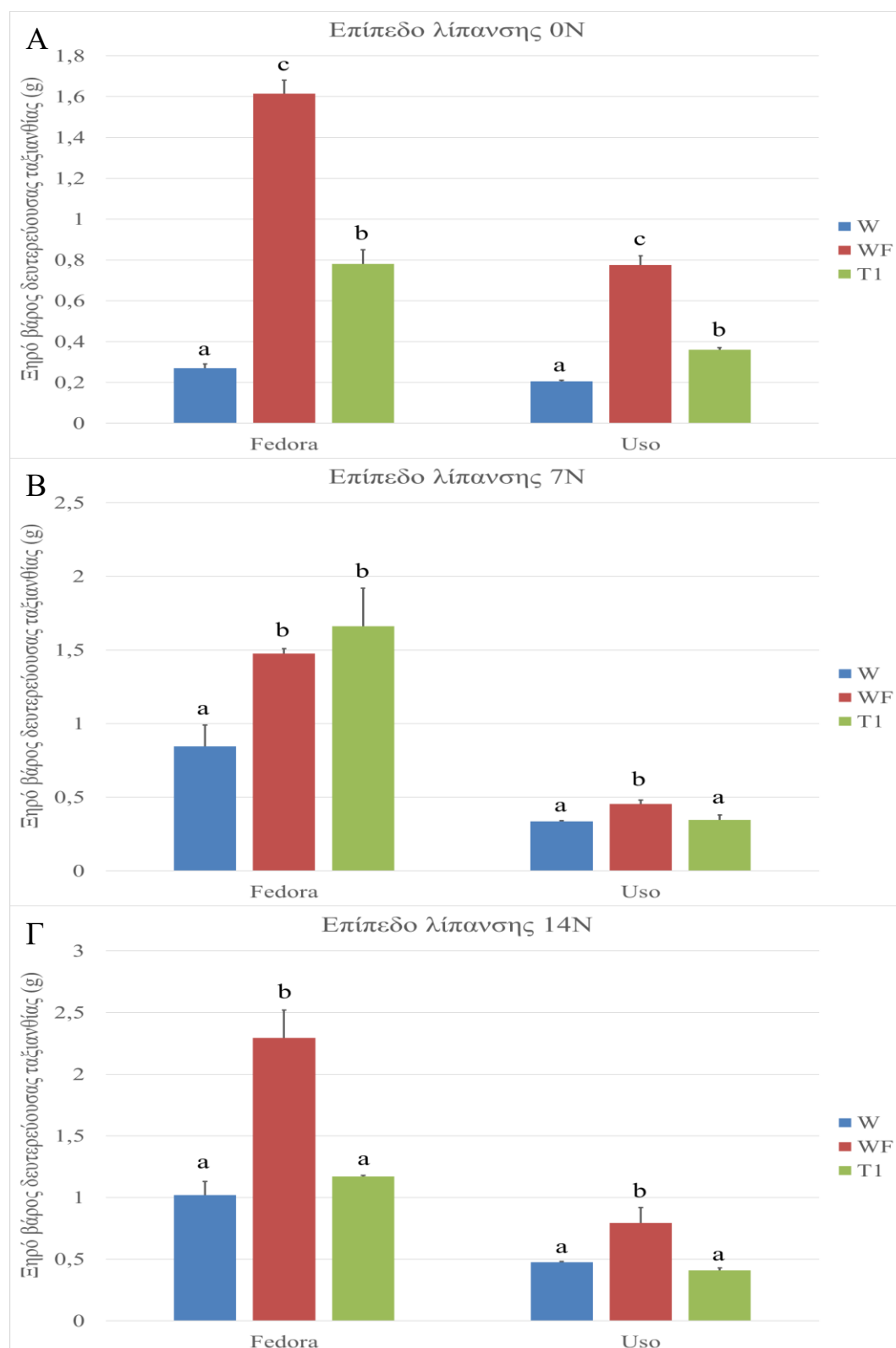
\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

**Πίνακας 56:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν το μήκος των δευτερευόντων ταξιανθιών ανά φυτό κάνναβης (cm) για κάθε μεταχείριση διαχείρισης ζιζανίων. Η μέτρηση έγινε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS) ( $\alpha=0,05$ ).

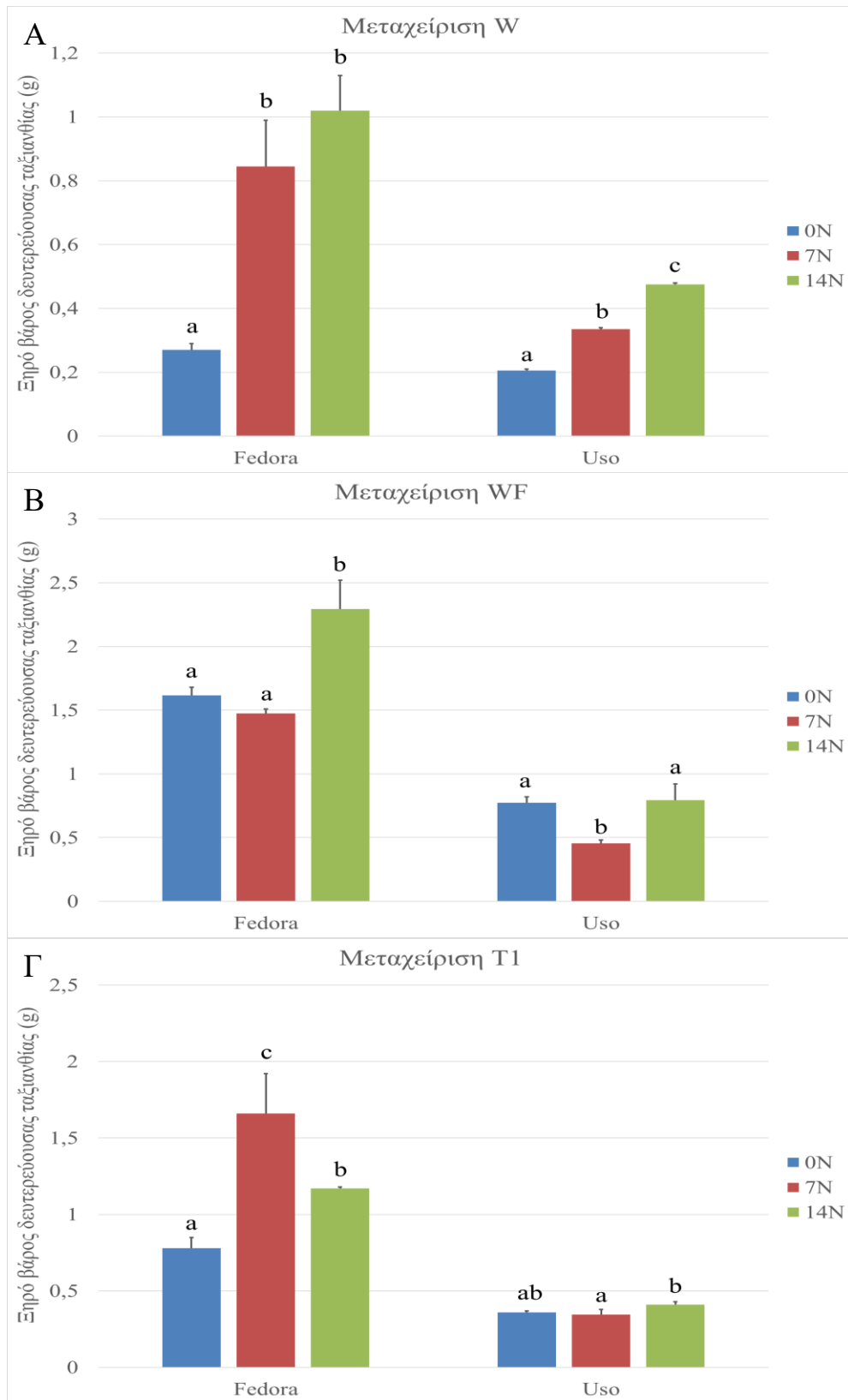
Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
T1 - W	*	0,616667	0,239721
T1 - WF	*	-1,55556	0,239721
W - WF	*	-2,17222	0,239721

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

#### 4.7.5. Ξηρό βάρος δευτερεύουσας ταξιανθίας



**Γράφημα 25:** Ξηρό βάρος δευτερευόντων ταξιανθιών φυτών κάνναβης (g) ανά μεταχείριση (W, T1, και WF) για τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης 0N (A), 7N (B), και 14N (Γ). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS). Τα γράμματα a, b και c υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της ίδιας ποικιλίας.



**Γράφημα 26:** Ξηρό βάρος δευτερευόντων ταξιανθιών φυτών κάνναβης (g) ανά επίπεδο λίπανσης (0N, 7N, και 14N) για τις διαφορετικές μεταχειρίσεις W (A), WF (B), και T1 (Γ). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS). Τα γράμματα a, b και c υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της ίδιας ποικιλίας.

**Πίνακας 57:** Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης (MANOVA). Τα δεδομένα αφορούν το ξηρό βάρος των δευτερευόντων ταξιανθιών ανά φυτό κάνναβης (g), για κάθε επίπεδο λίπανσης, επέμβαση προς διαχείριση ζιζανίων, και ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS) ( $\alpha=0,05$ ).

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσο Τετράγωνο	F ratio	P Value
Ποικιλία (Π)	7,76723	1	7,76723	395,84	***
Λίπανση (Λ)	1,04751	2	0,523756	26,69	***
Διαχείριση ζιζανίων (Ζ)	4,29448	2	2,14724	109,43	***
(Λ)x(Π)	0,67717	2	0,338585	17,26	***
(Λ)x(Ζ)	0,788144	4	0,197036	10,04	***
(Π)x(Ζ)	1,25816	2	0,62908	32,06	***
(Λ)x(Π)x(Ζ)	0,338441	4	0,0846102	4,31	**
Υπόλοιπο	0,7064	36	0,0196222		
Σύνολο	16,8775	53			

Τα σύμβολα '\*' και 'ns' υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές: \*\*\* =  $P<0.001$ , \*\* =  $P<0.01$ , \* =  $P<0.05$ , και ns =  $P>0.05$ .

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης MANOVA (Πίνακας 57), οι παράγοντες λίπανση (Λ), ποικιλία κάνναβης (Π), και διαχείριση ζιζανίων (Ζ), καθώς και η αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων αυτών (ΛxΠ, ΛxΖ, ΠxΖ, και ΛxΠxΖ) επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα. Το μέσο ξηρό βάρος των δευτερευουσών ταξιανθιών των φυτών κάνναβης ήταν κατά κύριο λόγο μεγαλύτερος στα φυτά της ποικιλίας Fedora. Όσον αφορά τον παράγοντα λίπανση, στην ποικιλία Fedora η 14N αύξησε σημαντικά το ξηρό βάρος των δευτερευουσών ταξιανθιών ανεξαρτήτως μεταχείρισης διαχείρισης ζιζανίων, και ιδιαίτερα στη μεταχείριση W (278% εν συγκρίσει με τη 0N της W). Η 7N αντίθετα αύξησε τη βιομάζα των δευτερευουσών ταξιανθιών μόνο στη W (κατά 213%) και στη T1 (κατά 117%). Στην ποικιλία Uso η λίπανση επέφερε σημαντικές αλλαγές μόνο στη W, όπου η 7N αύξησε το ξηρό βάρος των δευτερευουσών ταξιανθιών κατά 63% (εν συγκρίσει με τη 0N της W) και η 14N αύξησε το ξηρό βάρος των δευτερευουσών ταξιανθιών κατά 132% (εν συγκρίσει με τη 0N της W). Σχετικά με τις επεμβάσεις για τη διαχείριση των ζιζανίων, η WF προκάλεσε τη σημαντικότερη αύξηση του ξηρού βάρους των δευτερευουσών ταξιανθιών στα φυτά κάνναβης και των δύο ποικιλιών, και ανεξαρτήτως λίπανσης (Γράφημα 25). Και στις δύο ποικιλίες η μεγαλύτερες διαφορές (λόγω της WF) καταγράφηκαν στην 0N όπου αύξησε το ξηρό βάρος των δευτερευουσών ταξιανθιών κατά 500% στη Fedora και κατά 278% στην Uso (εν συγκρίσει με τη W της 0N της εκάστοτε ποικιλίας). Η T1 αύξησε τη βιομάζα των δευτερευουσών ταξιανθιών μόνο στη 0N (κατά 189% στη Fedora και κατά 76% στην Uso, πάντα εν συγκρίσει με τις αντίστοιχες W των ποικιλιών), και στην 7N της ποικιλίας Fedora (κατά 75%).

**Πίνακας 58:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν το ξηρό βάρος των δευτερευόντων ταξιανθιών ανά φυτό κάνναβης (g) για κάθε επίπεδο λίπανσης. Η μέτρηση έγινε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS) ( $\alpha=0,05$ ).

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
0N – 14N	*	0,114444	0,0946982
0N – 7N	*	0,335556	0,0946982
14N – 7N	*	0,221111	0,0946982

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

**Πίνακας 59:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν το ξηρό βάρος των δευτερευόντων ταξιανθιών ανά φυτό κάνναβης (g) για κάθε ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS) ( $\alpha=0,05$ ).

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
Fedora - Uso	*	0,758519	0,0773208

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

**Πίνακας 60:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν το ξηρό βάρος των δευτερευόντων ταξιανθιών ανά φυτό κάνναβης (g) για κάθε μεταχείριση διαχείρισης ζιζανίων. 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS) ( $\alpha=0,05$ ).

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
T1 - W	*	0,237778	0,0946982
T1 - WF	*	-0,442778	0,0946982
W - WF	*	-0,680556	0,0946982

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

#### 4.7.6. Απόδοση σε σπόρο

**Πίνακας 61:** Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης (MANOVA). Τα δεδομένα αφορούν την απόδοση σε σπόρο ανά φυτό κάρναβης (g/φυτό), για κάθε επίπεδο λίπανσης, επέμβαση προς διαχείριση ζιζανίων, και ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS) ( $\alpha=0,05$ ).

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσο Τετράγωνο	F ratio	P Value
Ποικιλία (Π)	1,13321	1	1,13321	0,83	ns
Λίπανση (Λ)	1,18684	2	0,59342	0,44	ns
Διαχείριση ζιζανίων (Ζ)	111,76	2	55,8802	41,16	***
(Λ)χ(Π)	58,2199	2	29,1099	21,44	***
(Λ)χ(Ζ)	67,1299	4	16,7825	12,36	***
(Π)χ(Ζ)	71,7781	2	35,889	26,44	***
(Λ)χ(Π)χ(Ζ)	35,5236	4	8,88091	6,54	***
Υπόλοιπο	48,8742	36	1,35762		
Σύνολο	395,606	53			

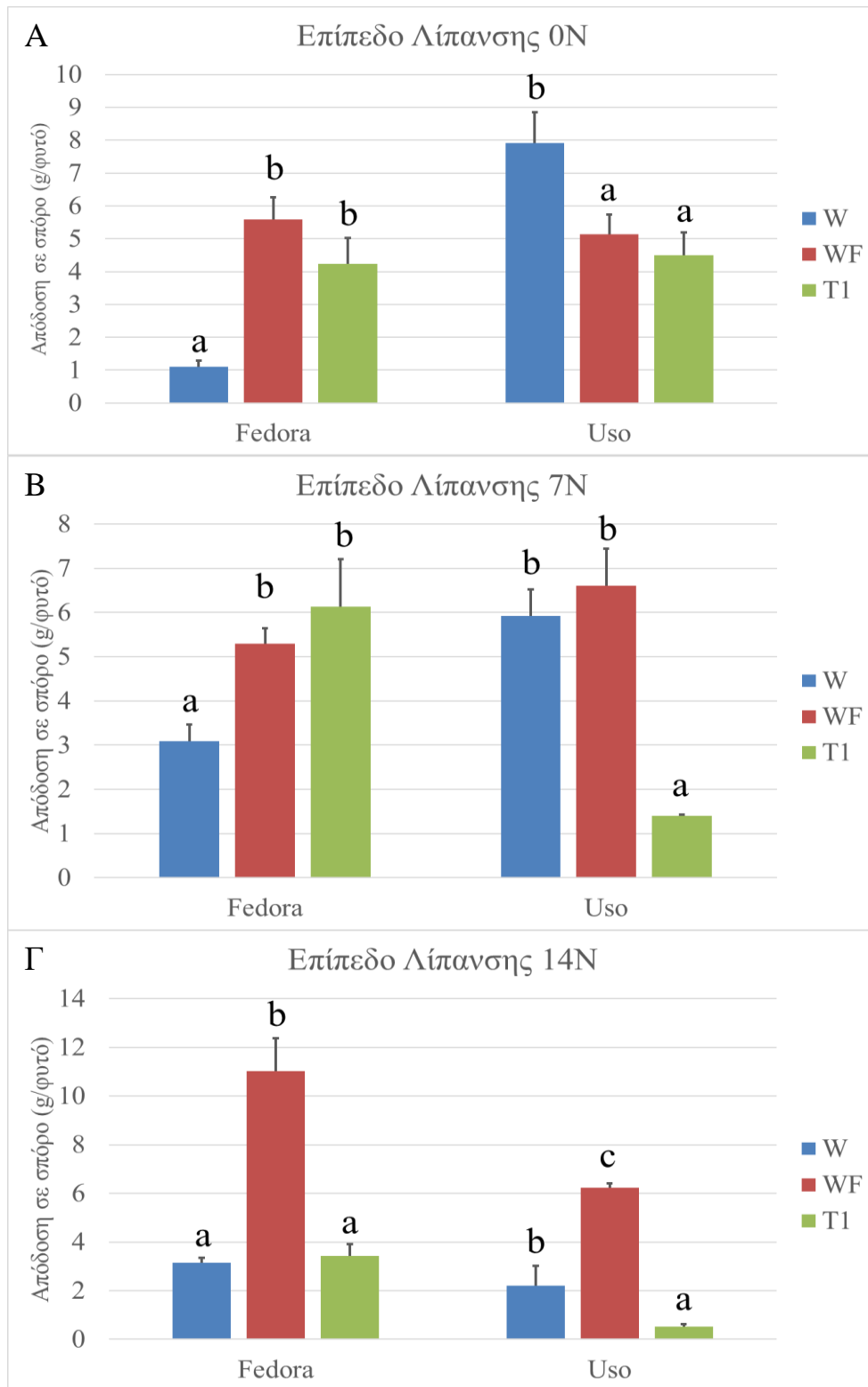
Τα σύμβολα ‘\*’ και ‘ns’ υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές: \*\*\* =  $P<0.001$ , \*\* =  $P<0.01$ , \* =  $P<0.05$ , και ns =  $P>0.05$ .

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης MANOVA (Πίνακας 61), οι παράγοντες λίπανση (Λ), και ποικιλία κάρναβης (Π) δεν επηρέασαν τα αποτελέσματα. Ωστόσο η διαχείριση ζιζανίων (Ζ) καθώς και η αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων αυτών (ΛχΠ, ΛχΖ, ΠχΖ, και ΛχΠχΖ) επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα. Η WF προκάλεσε τη σημαντικότερη αύξηση στην απόδοση σε σπόρο των φυτών κάρναβης στην ποικιλία Fedora, και ανεξαρτήτως λίπανσης (Γράφημα 27). Ειδικότερα, η WF αύξησε τις αποδόσεις στις 0N, 7N, και 14N της Fedora κατά 407%, 71%, και 251% (εν συγκρίσει με τις αντίστοιχες μεταχειρίσεις W). Αντίθετα, η T1 επέφερε σημαντικές αλλαγές μόνο στην 0N (αύξηση κατά 285%) και στην 7N (αύξηση κατά 98%) της Fedora, εν συγκρίσει πάντα με τις αντίστοιχες μεταχειρίσεις W. Στην ποικιλία Uso η μόνη σημαντική αύξηση στις αποδόσεις καταγράφηκε στη WF της 14N όπου οι αποδόσεις αυξήθηκαν κατά 180% (εν συγκρίσει με την αντίστοιχη μεταχείριση W) (Γράφημα 27).

**Πίνακας 62:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν την απόδοση σε σπόρο ανά φυτό κάρναβης (g/φυτό) για κάθε μεταχείριση διαχείρισης ζιζανίων. Η μέτρηση έγινε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS) ( $\alpha=0,05$ ).

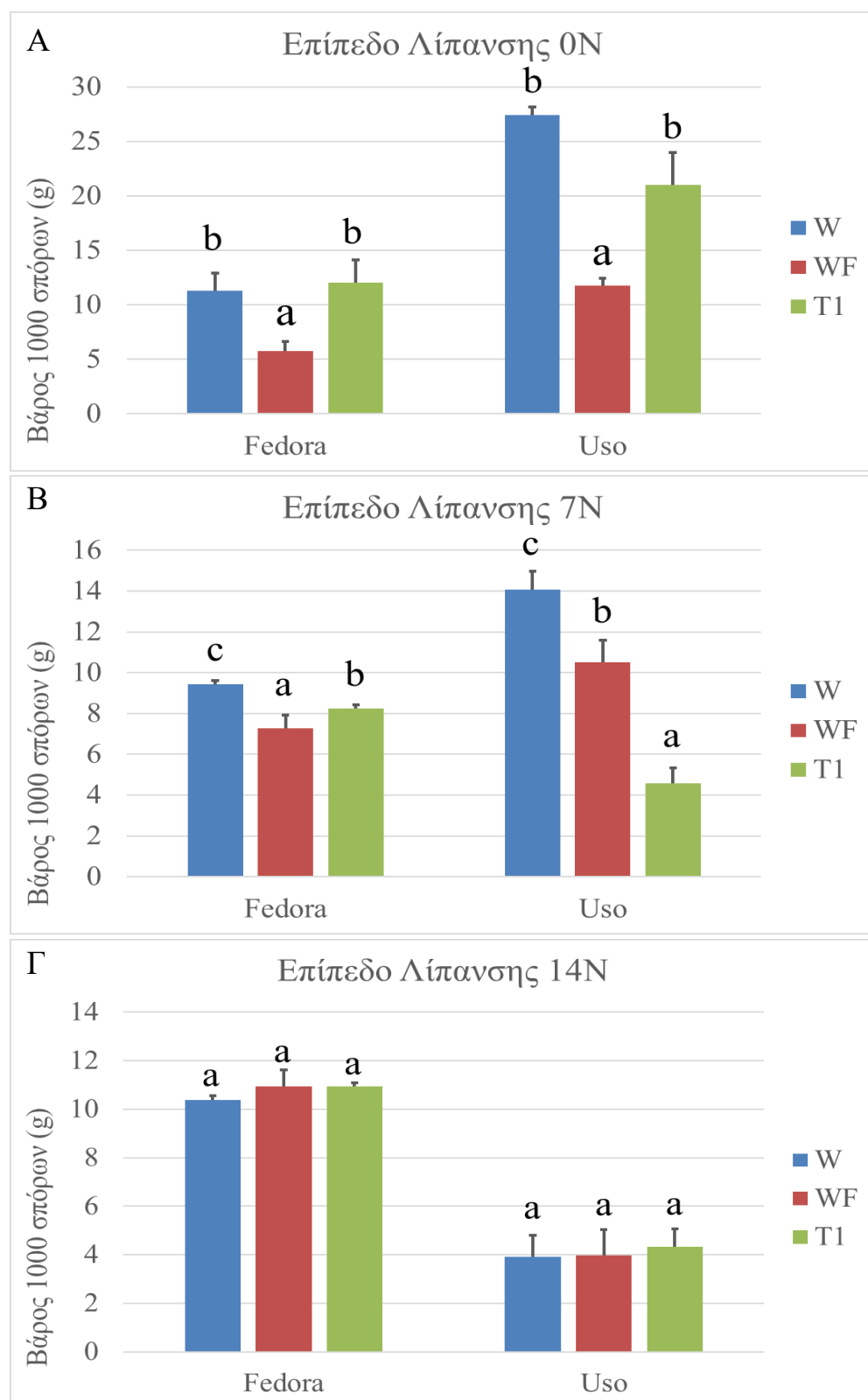
Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
T1 - W	ns	-0,529544	0,787691
T1 - WF	*	-3,2819	0,787691
W - WF	*	-2,75236	0,787691

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά



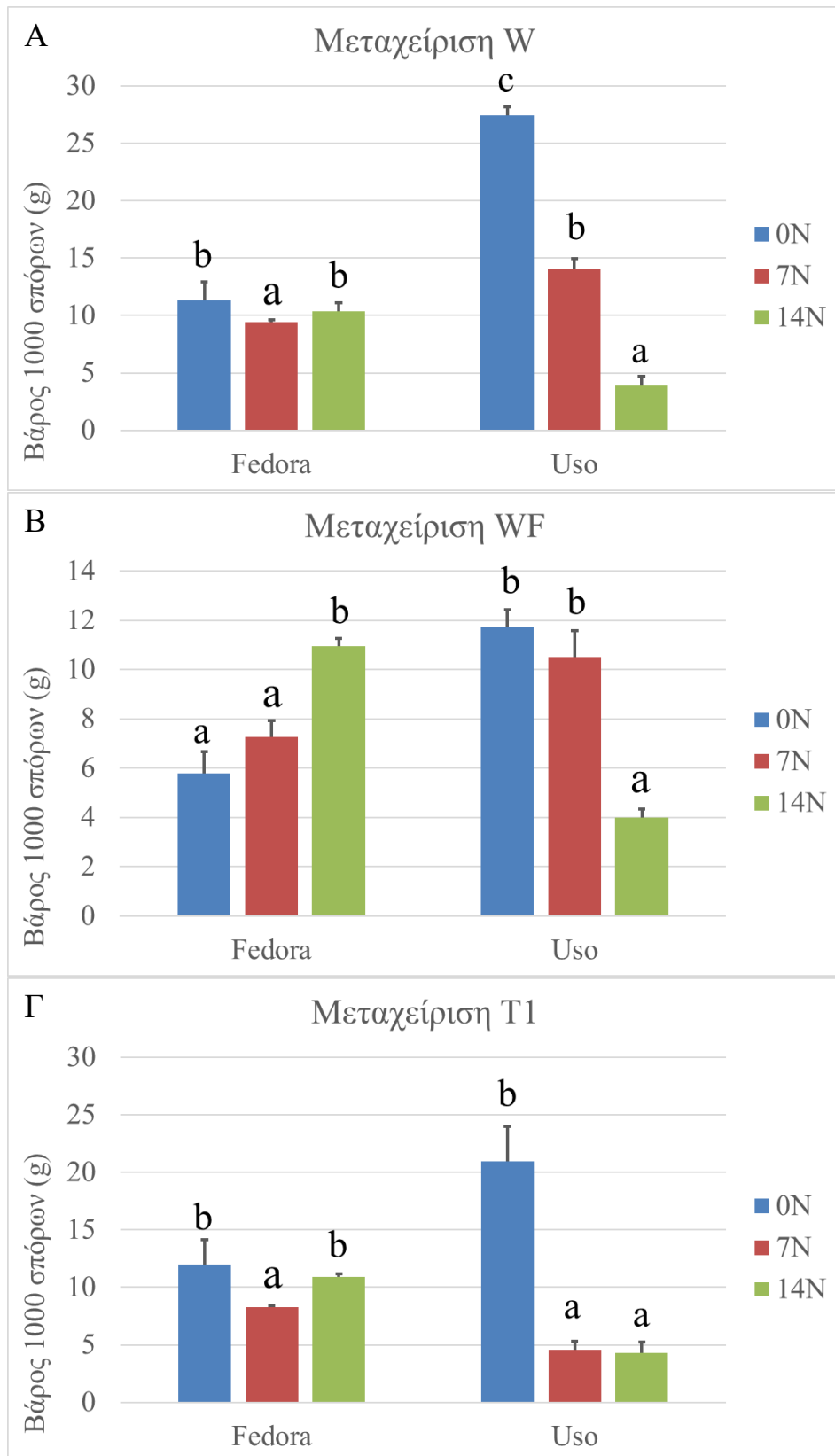
**Γράφημα 27:** Αποδόσεις σε σπόρο των φυτών κάνναβης (g/φυτό) ανά μεταχείριση (W, T1, και WF) για τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης 0N (Α), 7N (Β), και 14N (Γ). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS). Τα γράμματα a, b και c υποδεικνύουν τις στατιστικές σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της ίδιας ποικιλίας.

#### 4.7.7. Βάρος χιλίων σπόρων



**Γράφημα 28:** Βάρος 1000 σπόρων φυτών κάνναβης (g) ανά μεταχείριση (W, T1, και WF) για τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης 0N (A), 7N (B), και 14N (Γ). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS). Τα γράμματα a, b και c υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της ίδιας ποικιλίας.





**Γράφημα 29:** Βάρος 1000 σπόρων φυτών κάνναβης (g) ανά επίπεδο λίπανσης (0N, 7N, και 14N) για τις διαφορετικές μεταχειρίσεις W (Α), WF (Β), και T1 (Γ). Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS). Τα γράμματα a, b και c υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων της ίδιας ποικιλίας.

**Πίνακας 63:** Πολυμεταβλητή ανάλυση διακύμανσης (MANOVA). Τα δεδομένα αφορούν το βάρος 1000 σπόρων (g), για κάθε επίπεδο λίπανσης, επέμβαση προς διαχείριση ζιζανίων, και ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS) ( $\alpha=0,05$ ).

Πηγή παραλλακτικότητας	Άθροισμα τετραγώνων	Βαθμοί Ελευθερίας	Μέσο Τετράγωνο	F ratio	P Value
Ποικιλία (Π)	38,4876	1	38,4876	9,88	***
Λίπανση (Λ)	555,156	2	277,578	71,26	***
Διαχείριση ζιζανίων (Ζ)	174,476	2	87,2382	22,39	***
(Λ)χ(Π)	653,912	2	326,956	83,93	***
(Λ)χ(Ζ)	272,375	4	68,0938	17,48	***
(Π)χ(Ζ)	66,7011	2	33,3506	8,56	***
(Λ)χ(Π)χ(Ζ)	74,5196	4	18,6299	4,78	***
Υπόλοιπο	140,237	36	3,89548		
Σύνολο	1975,87	53			

Τα σύμβολα '\*' και 'ns' υποδεικνύουν τις στατιστικώς σημαντικές διαφορές: \*\*\* =  $P<0.001$ , \*\* =  $P<0.01$ , \* =  $P<0.05$ , και ns =  $P>0.05$ .

Αν και τα αποτελέσματα της ανάλυσης MANOVA (Πίνακας 63), υποδεικνύουν πως οι παράγοντες λίπανση (Λ), ποικιλία κάνναβης (Π), και διαχείριση ζιζανίων (Ζ), καθώς και η αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων αυτών (ΛχΠ, ΛχΖ, ΠχΖ, και ΛχΠχΖ) επηρέασαν σημαντικά τα αποτελέσματα, κανένας από αυτούς τους παράγοντες δεν αύξησε σημαντικά το βάρος 1000 σπορών.

**Πίνακας 64:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν το βάρος 1000 σπόρων (g) για κάθε επίπεδο λίπανσης. Η μέτρηση έγινε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS) ( $\alpha=0,05$ ).

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
0N – 14N	*	-1,60274	1,33428
0N – 7N	*	-7,45993	1,33428
14N – 7N	*	-5,85719	1,33428

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

**Πίνακας 65:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν το βάρος 1000 σπόρων (g) για κάθε ποικιλία. Η μέτρηση έγινε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS) ( $\alpha=0,05$ ).

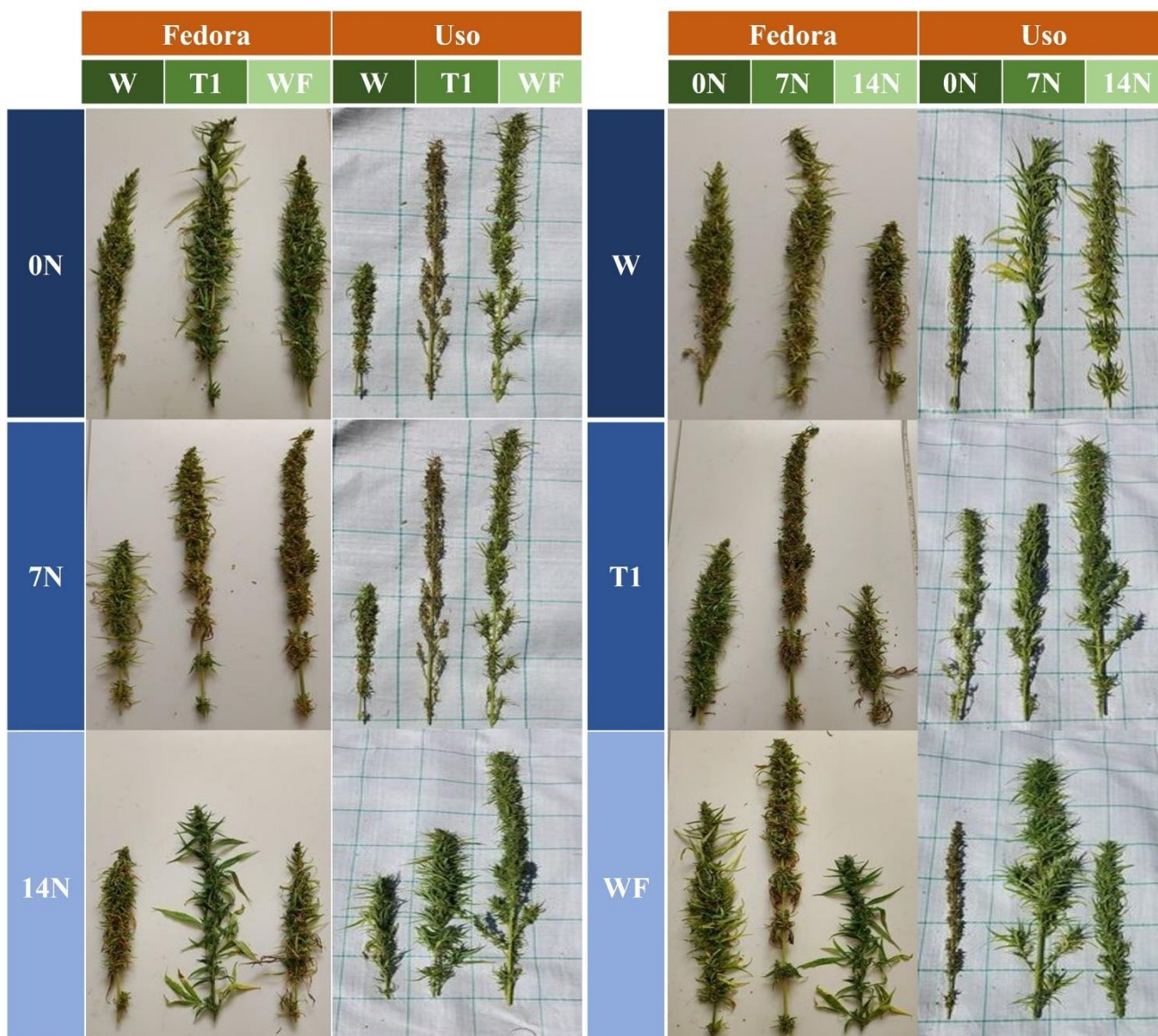
Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
Fedora - Uso	*	-1,68847	1,08944

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά

**Πίνακας 66:** Πολλαπλές συγκρίσεις μέσων. Τα δεδομένα αφορούν το βάρος 1000 σπόρων (g) για κάθε μεταχείριση διαχείρισης ζιζανίων. Η μέτρηση έγινε 75 ημέρες μετά τη σπορά (75 DAS) ( $\alpha=0,05$ ).

Επεμβάσεις		Διαφορά	Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (Fischer's LSD Test)
T1 - W	*	-2,56955	1,33428
T1 - WF	*	1,81164	1,33428
W - WF	*	4,38119	1,33428

\* = στατιστικώς σημαντική διαφορά, ns = μη σημαντική διαφορά



**Εικόνα 4:** Φυτά κάνναβης στις 75 DAS ανά ποικιλία, επίπεδο λίπανσης και μεταχείριση διαχείρισης ζιζανίων.

## 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 5.1. Διαχείριση ζιζανίων

Η εφαρμογή του pendimethalin φαίνεται πως μείωσε σημαντικά την πυκνότητα των ζιζανίων. Η αποτελεσματικότητα του ζιζανιοκτόνου εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες (π.χ. θερμοκρασία, σχετική υγρασία, άνεμος, βροχή κ.α.) (Kudsk and Kristensen, 1992; Gasper et al., 1994), και κατ' επέκταση μπορεί να παρουσιάσει μεγάλη διακύμανση. Παρόλα ταύτα, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης βρίσκονται σε συμφωνία με τα πορίσματα αρκετών μελετών. Στην ποικιλία Fedora η εφαρμογή του pendimethalin μείωσε τη συνολική πυκνότητα των ζιζανίων κατά 55% στην 0N, 47% στην 7N και 29% στην 14N στις 21 DAS. Όπως προαναφέρθηκε, στην ποικιλία αυτή τα ζιζάνια με σταθερή παρουσία, και με αξιοσημείωτη πυκνότητα και βιομάζα, ήταν τα τάτουλας (*Datura stramonium*), τραχύ βλήτο (*Amaranthus retroflexus*), και περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis*). Σε πείραμα των Alebrahim et al. (2012) παρατηρήθηκαν παρεμφερή αποτελέσματα κατά τη διαχείριση φυτών *Amaranthus retroflexus* σε καλλιέργεια πατάτας με χρήση pendimethalin (και χωρίς εφαρμογή λίπανσης), με την πυκνότητα των φυτών να μειώνεται κατά 51%. Μάλιστα στο πείραμα αυτό η δόση του ζιζανιοκτόνου ήταν τριπλάσια, εν συγκρίσει με την παρούσα μελέτη (600 g δ.ο./εκτάριο έναντι των 198 g δ.ο./εκτάριο της παρούσας μελέτης). Παρομοίως, ο Kahramanoglu σε πείραμά του το 2014 σχετικά με την αποτελεσματικότητα του pendimethalin έναντι του *A. retroflexus*, παρατήρησε πως σε δόση 270 g δ.ο./εκτάριο το σκεύασμα έλεγξε το 65% των φυτών. Αντίστοιχα, σύμφωνα με μελέτες παρεμφερής μείωση (της τάξεως του 50-60%) της μέσης πυκνότητας ζιζανίων έχει παρατηρηθεί και σε πληθυσμούς *D. stramonium* και *C. arvensis* έπειτα από εφαρμογή pendimethalin (αλλά ομολογουμένως σε μεγαλύτερες δόσεις – 990 g δ.ο./εκτάριο) (Khan et al., 2011; Mamnoie et al., 2016). Όσον αφορά τα ζιζάνια της ποικιλίας Uso, η εφαρμογή του pendimethalin μείωσε την πυκνότητά τους κατά περίπου 65% στην 0N, 70% στην 7N, και κατά 65% στην 14N, 21 DAS. Πέραν της περικοκλάδας (που καταγράφηκε και στην ποικιλία Fedora), η βιβλιογραφία προτείνει πως η εφαρμογή του pendimethalin παρουσιάζει παρεμφερή αποτελέσματα και στα *C. rotundus* και *E. crus-galli*. Ενδεικτικά, σύμφωνα με τα ευρήματα των Tahir et al. (2009), η εφαρμογή του εν λόγω ζιζανιοκτόνου μείωσε την πυκνότητα των φυτών κύπερης (*C. rotundus*) σε καλλιέργεια αραβόσιτου κατά 76% στις 20 ημέρες μετά την επέμβαση. Ομοίως οι Talbert and Burgos (2007), ανέφεραν μια μείωση της τάξης του 70% στις πυκνότητες του ζιζανίου *E. crus-galli* μετά από επέμβαση με pendimethalin. Για μία ακόμη φορά βέβαια, οι δόσεις του ζιζανιοκτόνου ήταν πολύ μεγαλύτερες από αυτές που εφαρμόστηκαν στα πλαίσια της παρούσας μελέτης (για την ακρίβεια πενταπλάσιες). Τέλος, αν και η βιβλιογραφία προτείνει τη δραστική pendimethalin ως κατάλληλη για τη διαχείριση φυτών γερμανού (*S. Elaeagnifolium*) (Bouhache, 2010), δεν υπάρχουν ακριβείς καταγραφές (τουλάχιστον εν γνώσει του συγγραφέα) για το κατά πόσο μπορεί η δραστική αυτή να μειώσει τη πυκνότητα του ζιζανίου.

Γίνεται λοιπόν αντιληπτό πως η μείωση της συνολικής πυκνότητας των ζιζανίων που παρατηρήθηκε στην παρούσα μελέτη βρίσκεται σε συμφωνία με τη μείωση που προκαλεί το ζιζανιοκτόνο αυτό στις πυκνότητες του κάθε είδους ζιζανίων, βάσει βιβλιογραφίας. Αν και η δράση του pendimethalin επί της συνολικής πυκνότητας των ζιζανίων συμβαδίζει με την υπάρχουσα βιβλιογραφία στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι η εφαρμογή της 14N αντιτέθηκε της δράσης του pendimethalin και στις δύο ποικιλίες. Αυτό γίνεται αντιληπτό από τη στατιστικώς σημαντική αύξηση της πυκνότητας των ζιζανίων κατά την εφαρμογή της

14N, όπου εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο. Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή της 7N, σε αντίθεση με αυτά της 14N, ήταν αντικρουόμενα καθώς δεν προκάλεσαν καθολική στατιστικώς σημαντική αύξηση της πυκνότητας των ζιζανίων. Η παρατήρηση αυτή ήταν αναμενόμενη βάσει βιβλιογραφίας. Σύμφωνα με τα ευρήματα των Iqbal et al. (2012), Travlos et al., (2019), και Kousta et al. (2020), η λίπανση μπορεί πιθανώς να αυξήσει πυκνότητα των *C. rotundus*, *E. crus-galli*, *C. arvensis*, *A. retroflexus*, και *S. elaeagnifolium*. Αντίθετα, η πυκνότητα του *D. stramonium* δε φαίνεται να επηρεάζεται από την εφαρμογή λίπανσης (Travlos et al., 2019). Μάλιστα, στο πείραμα των Travlos et al. (2019), η εφαρμογή 15 κιλών αζωτούχου λίπανσης/στρέμμα σε καλλιέργεια ηλιάνθου αύξησε κατά 20% τις πυκνότητες των *A. retroflexus* και *E. crus-galli* (101 DAS) παρά την εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου imazamox. Τα ευρήματα αυτά αιτιολογούν την αυξημένη (εν συγκρίσει με τη 0N) πυκνότητα ζιζανίων (παρουσία λιπάνσεως) παρά την επέμβαση με pendimethalin. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι στο πείραμα των Kousta et al. (2020), σε καλλιέργεια κάνναβης (ποικιλίες Fedora, Uso, και Futura 75) όπου εφαρμόστηκαν παρεμφερείς ποσότητες του ίδιου λιπάσματος, στις 51 DAS οι πυκνότητες των ζιζανίων ήταν μεγαλύτερες στην ποικιλία Uso απ' ό,τι στην ποικιλία Fedora, ομοίως με τα παρόντα ευρήματα. Σύμφωνα με τους Jankauskienė et al. (2014), η ποικιλία αυτή είναι μικρού βιολογικού κύκλου με βραχύσωμα φυτά, συνεπώς η δυνατότητά της να καταστείλει τα ζιζάνια είναι περιορισμένη.

Όλα τα προαναφερθέντα πορίσματα σχετικά με την επίδραση της λίπανσης και του pendimethalin στα ζιζάνια επιβεβαιώνονται και από τα αποτελέσματα των μετρήσεων της συνολικής βιομάζας των ζιζανίων, άλλα και του δείκτη NDVI. Ενδεικτικά, στις 21 DAS το ζιζανιοκτόνο μείωσε τη συνολική βιομάζα, και στις δύο ποικιλίες, κατά 71-78%, απουσία λιπάνσεως. Παρεμφερή αποτελέσματα έχουν καταγραφεί σε πληθώρα μελετών. Οι Liu et al. (2021) σε πείραμά τους σχετικά με τη διαχείριση του ζιζανίου *E. crus-galli* ανέφεραν πως το pendimethalin μείωσε τη βιομάζα του ζιζανίου κατά 60%. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν καταγραφεί και για τα , *D. stramonium* (μείωση της τάξεως του 60%) από τους Mamnoie et al. (2016), *A. retroflexus* (μείωση της τάξεως του 60%) από τον Kahramanoglu (2014), *C. rotundus* (μείωση της τάξεως του 58%) από τους Rafiee Sarbijan Nasab et al. (2019), και *C. arvensis* (μείωση της τάξεως του 59%) από τους Khan et al. (2011). Ωστόσο, καμία από αυτές τις μελέτες δεν έγινε σε καλλιέργεια κάνναβης, οι δόσεις του ζιζανιοκτόνου διέφεραν από μελέτη σε μελέτη (500-1.250 Kg δ.ο./εκτάριο), και οι μετρήσεις αυτές δε λήφθηκαν αποκλειστικά στις 21 DAS (20-60 DAS). Παράλληλα, είναι γνωστή και η θετική επίδραση της λίπανσης στη βιομάζα των ζιζανίων αυτών Kousta et al. (2020). Το γεγονός αυτό πιθανώς να αιτιολογεί και τη μειωμένη αποτελεσματικότητα του pendimethalin παρουσία λίπανσης. Ενδεικτικά, στις 21 DAS στην ποικιλία Fedora η μείωση της βιομάζας των ζιζανίων που προκλήθηκε έπειτα από την εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου ήταν κατά 41% και 44% μικρότερη στις 7N και 14N αντιστοίχως (πάντα εν συγκρίσει με τη μείωση που καταγράφηκε στην 0N). Παρόλα ταύτα η εφαρμογή του pendimethalin φαίνεται πως είχε σημαντικότερη επίδραση στη βιομάζα των ζιζανίων απ' ό,τι η εφαρμογή λίπανσης. Αυτό γίνεται αντιληπτό από το γεγονός ότι η εφαρμογή του pendimethalin προκάλεσε σταθερά σημαντική μείωση της βιομάζας τους ενώ τα αποτελέσματα της λίπανσης πολλές φορές ήταν αντικρουόμενα. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στις 41 DAS, στην ποικιλία Fedora, η βιομάζα των ζιζανίων της T1 ήταν μικρότερη στην 7N (εν συγκρίσει με την 0N), ενώ οι διαφορές της 14N με την 0N δεν ήταν στατιστικώς σημαντικές. Την ίδια ημερομηνία (41 DAS), και στην ίδια ποικιλία (Fedora), η επέμβαση με pendimethalin μείωσε τη βιομάζα των ζιζανίων ανεξαρτήτως λίπανσης, και μάλιστα η μεγαλύτερη μείωση της βιομάζας καταγράφηκε στην 14N (55%). Η υπόθεση αυτή ενισχύεται περαιτέρω από το γεγονός ότι οι τιμές του NDVI δεν επηρεάστηκαν

από τη λίπανση αλλά μόνο από την εφαρμογή ζιζανιοκτόνου (Πίνακας 21 και Γράφημα 11). Οι διαφορές στις τιμές του δείκτη αυτού που καταγράφηκαν μεταξύ των W και T1 στα πλαίσια του πειράματος συμβαδίζουν με τα ευρήματα των Travlos et al. (2021), σύμφωνα με τα οποία ο NDVI μπορεί να υποδείξει τη δράση των ζιζανιοκτόνων. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως σε αντίθεση με την πυκνότητα, η βιομάζα των ζιζανίων βρέθηκε κατά κύριο λόγο μεγαλύτερη στην ποικιλία Uso (Πίνακας X και X).

Σε γενικές γραμμές αν και το pendimethalin δεν έλεγξε πλήρως τα ζιζάνια, η εφαρμογή του είχε εμφανή επίδραση στους πληθυσμούς τους. Για την αξιολόγηση της δραστικής πρέπει να ληφθούν δύο επιπλέον παράγοντες υπόψιν. Ο πρώτος είναι οι αποδόσεις της κάνναβης οι οποίες αναλύονται παρακάτω. Ο δεύτερος είναι η καθυστερημένη εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου (4 DAS). Αν και η εφαρμογή της δραστικής αυτής ενδείκνυται σε καλλιέργειες βαμβακιού ακόμα και 2 DAS (Grey and Webster, 2013), γενικώς κατατάσσεται στα προφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα. Επιπλέον, σε αντίθεση με το βαμβάκι, δεν υπάρχει βιβλιογραφία που να εξετάζει την καθυστερημένη εφαρμογή του σε καλλιέργεια κάνναβης. Η λίπανση (κυρίως η 14N), αν και επέδρασε εμφανώς στην πυκνότητα και μερικώς στη βιομάζα των ζιζανίων, δεν είχε τόσο κυρίαρχη επίδραση στα ζιζάνια σε συνδυασμό με το pendimethalin.

## 5.2. Πυκνότητα, ύψος και βιομάζα της κάνναβης

Η πυκνότητα της κάνναβης επηρεάστηκε μόνο από την εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου, και μάλιστα αρνητικά. Όπως προαναφέρθηκε, η επέμβαση με pendimethalin πραγματοποιήθηκε καθυστερημένα. Αρκετά φυτά, και ιδιαίτερα στην ποικιλία Uso, παρουσίασαν χλωρώσεις και περιορισμένες νεκρώσεις (Εικόνα 5), γεγονός που πιθανώς υποδεικνύει κάποια φυτοτοξικότητα. Σε γενικές γραμμές η πυκνότητα των φυτών και των δύο ποικιλιών ήταν χαμηλή καθώς αντί της επιθυμητής (60 φυτά/m<sup>2</sup>) (Kousta et al., 2020) οι πυκνότητες κυμάνθηκαν μεταξύ των 14-36 φυτά/m<sup>2</sup> στη Fedora, και 10-22 φυτά/m<sup>2</sup> στην Uso (με τις χαμηλότερες πυκνότητες να καταγράφονται στην T1). Οι υψηλές θερμοκρασίες του Ιουνίου (Γραφημα 1) πιθανώς να επηρέασαν αρνητικά την εκβλάστηση των σπόρων (Kumar et al., 2020). Το ύψος των φυτών επηρεάστηκε από τη λίπανση, τη διαχείριση ζιζανίων, αλλά και από την αλληλεπίδραση των παραγόντων αυτών. Εν απουσία ζιζανίων (WF), το ύψος των φυτών και των δύο ποικιλιών αυξήθηκε σημαντικά με την εφαρμογή λίπανσης. Ενδεικτικά, στις 41 DAS η 14N αύξησε το ύψος των φυτών κατά 17% και 15% στις Fedora και Uso αντίστοιχα. Παρεμφερή αποτελέσματα ανέφεραν και οι Kousta et al. (2020) σε πείραμα με τις ίδιες ποικιλίες και παρεμφερή επίπεδα λίπανσης. Στη μεταχείριση T1 η λίπανση δεν αύξησε το ύψος των φυτών, πιθανώς λόγω της φυτοτοξικότητας που προκάλεσε το pendimethalin. Στην W το ύψος των φυτών δεν επηρεάστηκε από τη λίπανση στη Fedora αλλά αυξήθηκε σημαντικά στην Uso. Ενδεικτικά, στις 41 DAS, οι 7N και 14N αύξησαν το ύψος των φυτών στην μεταχείριση W της Uso κατά 35% και 39% αντίστοιχως (εν συγκρίσει με τη 0N της W). Η παρατήρηση αυτή δεν ήταν αναμενόμενη καθώς σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η ποικιλία Fedora ανταποκρίνεται καλύτερα στην λίπανση απ' ότι η Uso (Sausserde et al, 2013; Jankauskienė et al., 2014; Tang et al., 2016). Παρεμφερή πορίσματα προέκυψαν και από τη καταγραφή της βιομάζας των φυτών κάνναβης στα πλαίσια της παρούσας μελέτης. Στην ίδια ημερομηνία (41 DAS), στη μεταχείριση W, η βιομάζα των φυτών της Fedora δεν επηρεάστηκε από τις 7N και 14N, ενώ αντίθετα στην Uso αυξήθηκε περίπου κατά 80% (και στην 7N, αλλά και στην 14N), εν συγκρίσει με τη 0N. Μάλιστα, απουσία ζιζανίων (WF), τα αποτελέσματα ήταν τα αντίθετα (και τα αναμενόμενα), με τη 14N να αυξάνει τη βιομάζα των φυτών της Fedora κατά 38% (εν συγκρίσει με την 0N), και να μην επηρεάζει τη βιομάζα των φυτών της Uso. Όσον αφορά την βιομάζα των φυτών στην T1, ομοίως με το ύψος η λίπανση



δεν είχε καμία θετική επίδραση. Τέλος αξίζει να αναφερθεί ότι τόσο το ύψος, όσο και η βιομάζα, των φυτών της Fedora ήταν κατά κύριο λόγο μεγαλύτερα από τα αντίστοιχα της Uso. Πέραν των περιβαλλοντικών παραγόντων που μπορεί να επέμβουν στο ύψος και τη βιομάζα των φυτών κάνναβης (Kakabouki et al., 2021), τα χαρακτηριστικά αυτά είναι σε μεγάλο βαθμό γενετικώς προκαθορισμένα με τις πρώιμες ποικιλίες (όπως η Uso) να είναι εκ φύσεως πιο βραχύσωμες (Sausserde et al., 2013; Jankauskienė et al., 2014; Tang et al., 2016).



**Εικόνα 5 :** Πιθανές ενδείξεις φυτοτοξικότητας από την εφαρμογή του *pendimethalin*.

Σύμφωνα λοιπόν με όλα τα παραπάνω ο μόνος παράγοντας με ξεκάθαρη επίδραση στην πυκνότητα της κάνναβης ήταν η εφαρμογή του *pendimethalin* όπου μείωσε σημαντικά την πυκνότητα. Οι επιζήμιες επιπτώσεις της καθυστερημένης εφαρμογής του ζιζανιοκτόνου ήταν εμφανείς και στο ύψος και τη βιομάζα της κάνναβης, όπου υπερίσχυσαν ακόμα και της εφαρμογής λίπανσης. Η παρουσία ζιζανίων επηρέασε αρνητικά το ύψος και τη βιομάζα των φυτών καθώς στη μεταχείριση WF και των δύο ποικιλιών οι τιμές των χαρακτηριστικών αυτών ήταν κατά κύριο λόγο αυξημένες. Η λίπανση επέδρασε θετικά στο ύψος και τη βιομάζα της κάνναβης κατά κύριο λόγο μόνο απουσία ζιζανίων, και όταν εφαρμόστηκε η 14N. Οι διαφορετικές ζιζανιογλωρίδες φαίνεται πως πιθανώς επηρέασαν τα αποτελέσματα της λιπάνσεως καθώς απουσία ζιζανίων η σημαντικότερη αύξηση του ύψους και της βιομάζας της κάνναβης (λόγω λίπανσης) καταγράφηκε στη Fedora, ενώ παρουσία ζιζανίων συνέβη το αντίθετο. Συνεπώς είναι πιθανό ο ανταγωνισμός μεταξύ των ζιζανίων και της κάνναβης να ήταν εντονότερος στη περίπτωση της Fedora. Η βιβλιογραφία προτείνει πως ορισμένα από τα ζιζάνια που καταγράφηκαν στη Fedora (π.χ το *A. retroflexus*) είναι πράγματι εν δυνάμει πιο ανταγωνιστικά από άλλα που καταγράφηκαν στην Uso (π.χ. το *E. crus-galli*) (Hock et al., 2006). Παράλληλα, και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες μπορεί να έπαιξαν καθοριστικό ρόλο. Οι πολύ υψηλές θερμοκρασίες ( $\approx 40^{\circ}\text{C}$ ) που καταγράφηκαν καταπόνησαν

τα φυτά της κάνναβης και μάλιστα σε μερικά από αυτά προκάλεσαν πρόωρη επαγωγή της άνθισης. Η καταπόνηση λόγω υψηλών θερμοκρασιών πέρα από πρόωρη επαγωγή της άνθισης στην κάνναβη (Folina et al., 2020) μπορεί και να μειώσει τους ρυθμούς ανάπτυξης των φυτών (Chandra et al., 2008). Πιθανώς λοιπόν τα φυτά της Fedora να επηρεάστηκαν και από τις ψηλές θερμοκρασίες και αν και θεωρείται πως ανταπεξέρχονται καλύτερα στον ανταγωνισμό με τα ζιζάνια Kousta et al. (2020), να μην κατάφεραν να τα ανταγωνιστούν επιτυχώς. Σε γενικές γραμμές η βιομάζα των φυτών της Fedora κυμάνθηκε από 1,8-5,8 τόνους/εκτάριο με τα καλύτερα αποτελέσματα να καταγράφονται απουσία ζιζανίων και με ταυτόχρονη εφαρμογή της 14N. Αν και οι αναμενόμενες αποδόσεις κυμαίνονται περί των 7,2 τόνων/εκτάριο (Faux et al., 2013), τα αποτελέσματα ήταν ενθαρρυντικά λαμβάνοντας υπόψη την μεγάλη πυκνότητα ζιζανίων και τη μικρή πυκνότητα κάνναβης. Ομοίως, η βιομάζα της Uso που κυμάνθηκε 0,46-2 τόνους/εκτάριο ήταν πολύ κατώτερη των θεμιτών 6 τόνων/εκτάριο (Baldini et al., 2020), αλλά και πάλι η μεγάλη πυκνότητα ζιζανίων και η μικρή πυκνότητα φυτών κάνναβης πρέπει να συνυπολογιστούν.

### 5.3. Συγκομιδή

Σε αντίθεση με τα ευρήματα των Papastyliou et al. (2018) η λίπανση δεν επηρέασε το μήκος της κύριας ταξιανθίας. Αντίθετα, η διαχείριση ζιζανίων, και ιδιαίτερα η εφαρμογή της WF, αύξησε σημαντικά το μήκος των κύριων ταξιανθιών και των δύο ποικιλιών. Συνεπώς, αν και η λίπανση δεν είχε κάποια άμεση επίδραση, η μείωση του ανταγωνισμού μεταξύ της καλλιέργειας και των ζιζανίων, και κατ' επέκταση η καλύτερη θρεπτική κατάσταση των φυτών, φαίνεται να επηρέασε το μήκος της κύριας ταξιανθίας. Σε αντίθεση με τις κύριες ταξιανθίες, το μήκος των δευτερευουσών ταξιανθιών αυξήθηκε σημαντικά ( $\approx$  30-40%) με την εφαρμογή της 14N και στις δύο ποικιλίες, και ανεξαρτήτως μεταχείρισης διαχείρισης ζιζανίων. Το ξηρό βάρος τόσο των κύριων, όσο και των δευτερευουσών ταξιανθιών και των δύο ποικιλιών επηρεάστηκε θετικά από τη διαχείριση ζιζανίων (ανεξαρτήτως επιπέδου λίπανσης), και ιδιαίτερα από την WF. Μάλιστα στις περισσότερες των περιπτώσεων η αύξηση αυτή ήταν της τάξεως του  $>200\%$ . Ενδεικτικά το βάρος της κύριας ταξιανθίας αυξήθηκε κατά 212%, και το αντίστοιχο των δευτερευουσών κατά 498%, στην WF της Fedora όταν δεν εφαρμόστηκε λίπανση. Τα αποτελέσματα της λίπανσης αντίθετα δεν οδήγησαν σε κάποιο καταληκτικό συμπέρασμα σχετικά με το ξηρό βάρος των ταξιανθιών καθώς σε άλλες περιπτώσεις τα καλύτερα αποτελέσματα προέκυψαν από την εφαρμογή της 7N, και σε άλλες από την εφαρμογή της 14N. Πάντως ασχέτως του επιπέδου, η λίπανση φαίνεται να αύξησε το ξηρό βάρος των ταξιανθιών, κάτι το οποίο είναι σύμφωνο και με τη βιβλιογραφία (Campiglia et al., 2017). Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί πως στην πλειοψηφία αυτών των περιπτώσεων που η 7N βρέθηκε ανώτερη της 14N είχε εφαρμοστεί pendimethalin. Είναι πιθανό λοιπόν η προαναφερθείσα φυτοτοξικότητα που πιθανώς να προκάλεσε το σκεύασμα στα φυτά κάνναβης να ενισχύθηκε με την εφαρμογή της 14N και να επηρέασε το ξηρό βάρος των ταξιανθιών. Αν και αυτός ο συνεργισμός της φυτοτοξικότητας από ζιζανιοκτόνα με τα υψηλά επίπεδα λίπανσης έχει παρατηρηθεί και σε άλλες καλλιέργειες (Sander et al., 1987), άλλες μελέτες υποστηρίζουν πως η λίπανση μπορεί να χρησιμεύσει ως μέσο αντιμετώπισης της φυτοτοξικότητας αυτής (Machado et al., 2017). Επιπλέον, δεν παρατηρήθηκε κάποιο τέτοιο μοτίβο στο ύψος και τη βιομάζα των φυτών συνεπώς μπορεί η υπόθεση αυτή να είναι άστοχη και τα αξιολογικά αποτελέσματα του συνδυασμού 7N-T1 να είναι τυχαία. Τέλος, και ο αριθμός των δευτερευουσών ταξιανθιών επηρεάστηκε εμφανώς θετικά από την απουσία των ζιζανίων (WF), ενώ τα αποτελέσματα της επίδρασης των λοιπών παραγόντων δεν ήταν καταληκτικά.



Όσον αφορά την απόδοση σε σπόρο, αν και η λίπανση φαίνεται να έχει θετική επίδραση, τα αντικρουόμενα αποτελέσματα δεν υποδεικνύουν την υπεροχή μιας εκ των 7N και 14N. Γενικά η θετική επίδραση της λίπανσης στην παραγωγή σπόρου στην κάνναβη είναι γνωστή (Vera et al., 2004; Aubin et al., 2015), ωστόσο στα πλαίσια της παρούσας μελέτης τα αποτελέσματα δεν είναι καταληκτικά. Αντίθετα η διαχείριση ζιζανίων, και για την ακρίβεια η εφαρμογή της WF, φαίνεται να αύξησε σημαντικά τη σποροπαραγωγή (στις περισσότερες των περιπτώσεων κατά >100%). Η ελλιπής βιβλιογραφία σχετικά με τις επιπτώσεις των ζιζανίων επί της παραγωγής σπόρου κάνναβης δυστυχώς δυσχεραίνει την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων αυτών προς σχηματισμό κάποιου πορίσματος. Για την ακρίβεια, σύμφωνα με τους Sandler et al. (2019), οι απώλειες λόγω της παρουσίας ζιζανίων κατά τη σποροπαραγωγή κάνναβης είναι ένα ζήτημα που δεν έχει μελετηθεί. Παρ' όλα αυτά, και αναλογιζόμενοι και τη χαμηλή πυκνότητα των φυτών στη παρούσα μελέτη, οι αποδόσεις ήταν ενθαρρυντικές (Fedora 0,2-0,8 τόνοι/εκτάριο και Uso 0,02-0,8 τόνοι/εκτάριο). Ενδεικτικά, σύμφωνα με τους Faux et al. (2013) οι αποδόσεις των ποικιλιών αυτών κυμαίνονται μεταξύ των 0,3-1,75 τόνοι/εκτάριο (Fedora) και 0,2-1,5 τόνοι/εκτάριο (Uso). Το βάρος των χιλίων σπόρων, σε αντίθεση με τις αποδόσεις σε σπόρο, δεν επηρεάστηκε θετικά ούτε από την λίπανση, αλλά ούτε και από τη διαχείριση των ζιζανίων. Τέλος, η σύγκριση των αποτελεσμάτων (σχετικά με το βάρος των χιλίων σπόρων) μεταξύ των δύο ποικιλιών δεν ήταν καταληκτικά καθώς τα αποτελέσματα αυτά ήταν αντικρουόμενα.

#### 5.4. Συμπεράσματα

Ανακεφαλαιώνοντας, το pendimethalin διαχειρίστηκε ικανοποιητικά τα ζιζάνια και των δύο ποικιλιών. Ωστόσο η καθυστερημένη εφαρμογή του προκάλεσε πιθανώς αξιοσημείωτη ζημία στην καλλιέργεια. Ταυτόχρονα, η έγκαιρη εφαρμογή του πιθανώς θα είχε προκαλέσει ακόμα μεγαλύτερη μείωση στην συνολική πυκνότητα και βιομάζα των ζιζανίων. Σε γενικές γραμμές η παρουσία των ζιζανίων και ο ανταγωνισμός τους με την καλλιέργεια επηρέασε σημαντικά τα αγρονομικά χαρακτηριστικά και τις αποδόσεις της κάνναβης. Όσον αφορά τη λίπανση, αν και σύμφωνα με τη βιβλιογραφία είναι συνήθως περιττή, η εφαρμογή 220 kg λιπάσματος/στρέμμα (N-P-K: 7-4-7) φαίνεται να βελτιώνει τα αγρονομικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας, και κατ' επέκταση πιθανώς την παραγωγικότητα των κλωστικών ποικιλιών. Τέλος, αν και τα καλύτερα αποτελέσματα καταγράφηκαν κατά κύριο λόγο στη Fedora 17, η σύγκριση των δύο αυτών ποικιλιών (Fedora 17 και Uso 31) δεν μπορεί να είναι καταληκτική και αντικειμενική εξαιτίας της καταπόνησης που δέχθηκαν τα φυτά (από υψηλές θερμοκρασίες και φυτοτοξικότητες).

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Abdollahi, M., Sefidkon, F., Calagari, M., Mousavi, A., & Mahomoodally, M. F. (2020). A comparative study of seed yield and oil composition of four cultivars of Hemp (*Cannabis sativa* L.) grown from three regions in northern Iran. *Industrial Crops and Products*, *152*, 112397.
2. Agrios, G. N. (1997). Plant Pathology, 4th Edition: 200-216. Academic Press, San Diego.
3. Alebrahim, M. T., Majd, R., Mohassel, M. R., Wilcockson, S., Baghestani, M. A., Ghorbani, R., & Kudsk, P. (2012). Evaluating the efficacy of pre-and post-emergence herbicides for controlling *Amaranthus retroflexus* L. and *Chenopodium album* L. in potato. *Crop Protection*, *42*, 345-350.
4. Aldrich, M. (1997). History of Therapeutic Cannabis. In M. L. Mathre (ed.). *Cannabis in Medical Practice: a Legal, Historical and Pharmacological verview of the Therapeutic use of Marijuana* (pp. 35-55)
5. Aly, R. (2012). Advanced technologies for parasitic weed control. *Weed science*, *60*(2), 290-294.
6. Amaducci, S., Amaducci, M. T., Benati, R., & Venturi, G. (2000). Crop yield and quality parameters of four annual fibre crops (hemp, kenaf, maize and sorghum) in the North of Italy. *Industrial Crops and Products*, *11*(2-3), 179-186.
7. Amaducci, S., Errani, M., & Venturi, G. (2002). Response of hemp to plant population and nitrogen fertilization. *Italian journal of agronomy*, *6*(2), 103-112
8. Amaducci, S., Scordia, D., Liu, F. H., Zhang, Q., Guo, H., Testa, G., & Cosentino, S. L. (2015). Key cultivation techniques for hemp in Europe and China. *Industrial Crops and Products*, *68*, 2-16.
9. Appendino, G., Gibbons, S., Giana, A., Pagani, A., Grassi, G., Stavri, M., Smith, E. & Rahman, M. M. (2008). Antibacterial cannabinoids from *Cannabis sativa*: a structure – activity study. *Journal of natural products*, *71*(8), 1427-1430.
10. Appleby, A. P., & Valverde, B. E. (1989). Behavior of dinitroaniline herbicides in plants. *Weed Technology*, *3*(1), 198-206.
11. Arata, L. (2004). Nepenthes and cannabis in ancient Greece. *Janus Head*, *7*(1), 34-49.
12. Assunção, M. R. (1995). Popular culture and regional society in nineteenth-century Maranhão, Brazil. *Bulletin of Latin American Research*, *14*(3), 265-286.
13. Ashton, C. H. (2001). Pharmacology and effects of cannabis: a brief review. *The British Journal of Psychiatry*, *178*(2), 101-106.
14. Aubin, M. P., Seguin, P., Vanasse, A., Tremblay, G. F., Mustafa, A. F., & Charron, J. B. (2015). Industrial hemp response to nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization. *Crop, Forage & Turfgrass Management*, *1*(1), 1-10.
15. Baek, S. H., Kim, Y. O., Kwag, J. S., Choi, K. E., & Jung, W. Y. (1998). Boron trifluoride etherate on silica-A modified Lewis acid reagent (VII). Antitumor activity of cannabigerol against human oral epitheloid carcinoma cells. *Archives of pharmacal research*, *21*(3), 353-356.
16. Bajwa, A. A., Jabran, K., Shahid, M., Ali, H. H., & Chauhan, B. S. (2015). Eco-biology and management of *Echinochloa crus-galli*. *Crop Protection*, *75*, 151-162.
17. Bakro, F., Wielgusz, K., Bunalski, M., & Jedryczka, M. (2018). An overview of pathogen and insect threats to fibre and oilseed hemp (*Cannabis sativa* L.) and methods for their biocontrol. *Integrated Control in Oilseed Crops IOBC-WPRS Bulletin*, *136*(1), 9-20.
18. Balabanova, S., Parsche, F., & Pirsig, W. (1992). First identification of drugs in Egyptian mummies. *Naturwissenschaften*, *79*(8), 358.

19. Baldini, M., Ferfuia, C., Zuliani, F., & Danuso, F. (2020). Suitability assessment of different hemp (*Cannabis sativa* L.) varieties to the cultivation environment. *Industrial Crops and Products*, 143, 111860.
20. Baloch, A. H., ur Rehman, H., Ibrahim, Z., Buzdar, M. A., & Ahmad, S. (2015). The biology of Balochistani weed: *Cyperus rotundus* Linnaeus. A review. *Pure and Applied Biology*, 4(2), 171.
21. Barbaro, E. (1516). *In hoc volumin haec continentur, Ioannis Baptistae Egnatii in Dioscoridem ab Hermolao Barbaro tralatum annotamenta* (1<sup>st</sup> ed). Venice: Aloisius & Franciscus Barbari.
22. Barron, A., Coutinho, J., English, A., Gergely, S., Lidouren, E., & Haugaard-Nielsen, H. (2003, May 23). *Integrating hemp in organic farming systems—a focus on the United Kingdom, France and Denmark*. Retrieved from <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.198.8495&rep=rep1&type=pdf>.
23. Bayat, M., & Zargar, M. (2020). Field bindweed (*Convolvulus arvensis*) control and winter wheat response to post herbicides application. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 23(2), 149-155.
24. Bayraktar, N., Yanardağ, T., Özgen, Y., & Yanardağ, Y. K. Chemical Characterization of Two Local Lines of *Cannabis sativa* L. Under Warm Temperate Climatic Conditions of Ankara. In *I. International Aromatic Plants and Cosmetic Symposium* (p. 77).
25. Bilalis D, Karidogianni S, Roussis I, Kouneli V, Kakabouki I, Folina A (2019). *Cannabis sativa* L.: A new promising crop for medical and industrial use. *Bulletin UASVM Horticulture*, 76(2): 145-150.
26. Bisogno, T., Hanuš, L., De Petrocellis, L., Tchilibon, S., Ponde, D. E., Brandi, I., Moriello, A. S., Davis, J. B., Mechoulam, R., & Di Marzo, V. (2001). Molecular targets for cannabidiol and its synthetic analogues: effect on vanilloid VR1 receptors and on the cellular uptake and enzymatic hydrolysis of anandamide. *British journal of pharmacology*, 134(4), 845-852.
27. Bolognini, D., Costa, B., Maione, S., Comelli, F., Marini, P., Di Marzo, V., Parolaro, D., Ross, R. A., Gauson, L. A., Cascio, M. G., & Pertwee, R. G. (2010). The plant cannabinoid  $\Delta^9$ -tetrahydrocannabivarin can decrease signs of inflammation and inflammatory pain in mice. *British journal of pharmacology*, 160(3), 677-687.
28. Booth, M. (2015). *Cannabis: a history* (1<sup>st</sup> ed.). United States: Thomas Dunne Books.
29. Bouhache, M. (2010). *Solanum elaeagnifolium* Cav.: a threat to agriculture and environment in Mediterranean region. *Moroccan Journal of Plant Protection*, 1, 1-11.
30. Bouloc, P. (2013). *Hemp: industrial production and uses* (1<sup>st</sup> ed.). United Kingdom: CABI.
31. Brøgger, A. W. (1917). *Osebergfundet* (1<sup>st</sup> ed.). Norway: Kristiania - Universitets oldsaksamling.
32. Brunel, S. (2011). Pest risk analysis for *Solanum elaeagnifolium* and international management measures proposed. *EPPO bulletin*, 41(2), 232-242.
33. Butrica, J. L. (2002). The medical use of cannabis among the Greeks and Romans. *Journal of Cannabis Therapeutics*, 2(2), 51-70.
34. Campiglia, E., Radicetti, E., & Mancinelli, R. (2017). Plant density and nitrogen fertilization affect agronomic performance of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) in Mediterranean environment. *Industrial Crops and Products*, 100, 246-254.
35. Campos, A. C., Moreira, F. A., Gomes, F. V., Del Bel, E. A., & Guimaraes, F. S. (2012). Multiple mechanisms involved in the large-spectrum therapeutic potential of cannabidiol in psychiatric disorders. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 367(1607), 3364-3378.

36. Carey, V. F., Hoagland, R. E., & Talbert, R. E. (1995). Verification and distribution of propanil-resistant barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in Arkansas. *Weed Technology*, 9(2), 366-372.
37. Carlini, E. A. (2004). The good and the bad effects of (-) trans-delta-9-tetrahydrocannabinol ( $\Delta^9$ -THC) on humans. *Toxicon*, 44(4), 461-467.
38. Cascio, M. G., Gauson, L. A., Stevenson, L. A., Ross, R. A., & Pertwee, R. G. (2010). Evidence that the plant cannabinoid cannabigerol is a highly potent  $\alpha_2$ -adrenoceptor agonist and moderately potent 5HT1A receptor antagonist. *British journal of pharmacology*, 159(1), 129-141.
39. Cawthorne, M. A., Wargent, E., Zaibi, M., Stott, C., & Wright, S. (2007). The CB-1 antagonist, delta-9-tetrahydrocannabivarin (THCV) has antiobesity activity in dietary-induced obese (DIO) mice. In *Symposium on the Cannabinoids* (p. 141). Burlington, Vermont, USA.
40. Chandra, S., Lata, H., Khan, I. A., & Elsohly, M. A. (2008). Photosynthetic response of *Cannabis sativa* L. to variations in photosynthetic photon flux densities, temperature and CO<sub>2</sub> conditions. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 14(4), 299-306.
41. Chandra, S., Lata, H., Khan, I. A., & ElSohly, M. A. (2011). Temperature response of photosynthesis in different drug and fiber varieties of *Cannabis sativa* L. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 17(3), 297-303.
42. Chandra, S., Lata, H., Khan, I. A., & ElSohly, M. A. (2017). *Cannabis sativa* L.: botany and horticulture. In *Cannabis sativa L.-Botany and Biotechnology* (pp. 79-100). Springer, Cham.
43. Chandra, S., Radwan, M. M., Majumdar, C. G., Church, J. C., Freeman, T. P., & ElSohly, M. A. (2019). New trends in cannabis potency in USA and Europe during the last decade (2008–2017). *European archives of psychiatry and clinical neuroscience*, 269(1), 5-15.
44. Chang, K. C. (1986). *The archaeology of ancient China* (4<sup>th</sup> ed.). United States: Yale University Press.
45. Chin, D. V. (2001). Biology and management of barnyardgrass, red sprangletop and weedy rice. *Weed Biology and Management*, 1(1), 37-41.
46. Clarke, R. C., & Merlin, M. D. (2013). *Cannabis: evolution and ethnobotany* (1<sup>st</sup> ed.). United States: University of California Press.
47. Cockson, P., Schroeder-Moreno, M., Veazie, P., Barajas, G., Logan, D., Davis, M., & Whipker, B. E. (2020). Impact of Phosphorus on *Cannabis sativa* Reproduction, Cannabinoids, and Terpenes. *Applied Sciences*, 10(21), 7875.
48. Coffman, C. B., & Gentner, W. A. (1977). Responses of Greenhouse-grown *Cannabis sativa* L. to Nitrogen, Phosphorus, and Potassium 1. *Agronomy Journal*, 69(5), 832-836.
49. Courtwright, D. T. (2009). *Forces of habit: Drugs and the making of the modern world*. United States: Harvard University Press.
50. Crawford, G. W. (2006). East Asian plant domestication. M. T., Stark (Ed.). *Archaeology of asia* (1<sup>st</sup> ed., 77-95). United States: John Wiley & Sons, Inc.
51. Denton, T. M., Schmidt, S., Critchley, C., & Stewart, G. R. (2001). Natural abundance of stable carbon and nitrogen isotopes in *Cannabis sativa* reflects growth conditions. *Functional Plant Biology*, 28(10), 1005-1012.
52. Crescente, G., Piccolella, S., Esposito, A., Scognamiglio, M., Fiorentino, A., & Pacifico, S. (2018). Chemical composition and nutraceutical properties of hempseed: An ancient food with actual functional value. *Phytochemistry Reviews*, 17(4), 733-749.
53. Davis, S., Mangold, J., Menalled, F., Orloff, N., Miller, Z., & Lehnhoff, E. (2018). A meta-analysis of field bindweed (*Convolvulus arvensis*) management in annual and perennial systems. *Weed Science*, 66(4), 540-547.
54. De Meijer, E. P. M. (1995). Fibre hemp cultivars: A survey of origin, ancestry, availability and brief agronomic characteristics. *Journal of the International Hemp Association*, 2(2), 66-73.

55. De Meijer, E. P. M., Hammond, K. M., & Micheler, M. (2009). The inheritance of chemical phenotype in *Cannabis sativa* L.(III): variation in cannabichromene proportion. *Euphytica*, 165(2), 293-311.
56. De Meijer, E. (2011). *U.S. Patent Application No. 12/936,947*. Retrieved from <https://patentimages.storage.googleapis.com/17/a4/52/29f68e61e57fd6/US20160360721A1.pdf>
57. De Petrocellis, L., Vellani, V., Schiano-Moriello, A., Marini, P., Magherini, P. C., Orlando, P., & Di Marzo, V. (2008). Plant-derived cannabinoids modulate the activity of transient receptor potential channels of ankyrin type-1 and melastatin type-8. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 325(3), 1007-1015.
58. De Petrocellis, L., & Di Marzo, V. (2010). Non-CB 1, non-CB 2 receptors for endocannabinoids, plant cannabinoids, and synthetic cannabimimetics: Focus on G-protein-coupled receptors and transient receptor potential channels. *Journal of Neuroimmune Pharmacology*, 5(1), 103-121.
59. De Petrocellis, L., Ligresti, A., Moriello, A. S., Allarà, M., Bisogno, T., Petrosino, S., ... & Di Marzo, V. (2011). Effects of cannabinoids and cannabinoid-enriched Cannabis extracts on TRP channels and endocannabinoid metabolic enzymes. *British journal of pharmacology*, 163(7), 1479-1494.
60. De Petrocellis, L., Orlando, P., Moriello, A. S., Aviello, G., Stott, C., Izzo, A. A., & Di Marzo, V. (2012). Cannabinoid actions at TRPV channels: effects on TRPV3 and TRPV4 and their potential relevance to gastrointestinal inflammation. *Acta physiologica*, 204(2), 255-266.
61. Decker, H. (1989). *Plant Nematodes and Their Control: Phytonematology*. Netherlands: Brill.
62. Deitch, R. (2003). *Hemp: American history revisited: the plant with a divided history*. United States: Algora Publishing.
63. Deng, F. (2005). Effects of glyphosate, chlorsulfuron, and methyl jasmonate on growth and alkaloid biosynthesis of jimsonweed (*Datura stramonium* L.). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 82(1), 16-26.
64. Deng, G., Du, G., Yang, Y., Bao, Y., & Liu, F. (2019). Planting density and fertilization evidently influence the fiber yield of hemp (*Cannabis sativa* L.). *Agronomy*, 9(7), 368.
65. Dewey, L. H. (1914). Hemp in U.S.D.A. Yearbook 1913, United States Department of Agriculture, Washington D.C.: 283-347
66. Doyle, V. P., Tonry, H. T., Amsden, B., Beale, J., Dixon, E., Li, H., Szarka, D., & Ward Gauthier, N. (2019). First report of *Cercospora cf. flagellaris* on industrial hemp (*Cannabis sativa*) in Kentucky. *Plant Disease*, 103(7), 1784-1784.
67. Duchateau, C., Kauffmann, J. M., Canfyn, M., Stévigny, C., De Braekeleer, K., & Deconinck, E. (2020). Discrimination of legal and illegal Cannabis spp. according to European legislation using near infrared spectroscopy and chemometrics. *Drug testing and analysis*, 12(9), 1309-1319.
68. Du Toit, B. M. (1980). *Cannabis in Africa: a survey of its distribution in Africa, and a study of cannabis use and users in multi-ethnic South Africa*. Netherlands: AA Balkema.
69. Dewey, L. H. (1914). "Hemp." in U.S.D.A. Yearbook 1913, United States Department of Agriculture, Washington D.C.: 283-347.
70. Ehrensing, D. T. (1998). *Feasibility of industrial hemp production in the United States Pacific Northwest* (1<sup>st</sup> ed.). United States: Oregon Agricultural Experiment Station.
71. Elfordy, S., Lucas, F., Tancret, F., Scudeller, Y., & Goudet, L. (2008). Mechanical and thermal properties of lime and hemp concrete ("hemcrete") manufactured by a projection process. *Construction and Building Materials*, 22(10), 2116-2123.

72. Elmes, M. W., Kaczocha, M., Berger, W. T., Leung, K., Ralph, B. P., Wang, L., Sweeney, J. M., Miyauchi, J. T., Tsirka, S. E., Ojima, I., & Deutsch, D. G. (2015). Fatty acid-binding proteins (FABPs) are intracellular carriers for  $\Delta^9$ -tetrahydrocannabinol (THC) and cannabidiol (CBD). *Journal of Biological Chemistry*, 290(14), 8711-8721.
73. Eisohly, H. N., Turner, C. E., Clark, A. M., & Eisohly, M. A. (1982). Synthesis and antimicrobial activities of certain cannabichromene and cannabigerol related compounds. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 71(12), 1319-1323.
74. ElSohly, M. A., & Slade, D. (2005). Chemical constituents of marijuana: the complex mixture of natural cannabinoids. *Life sciences*, 78(5), 539-548.
75. Ensbey, R. (2009). Noxious and environmental weed control handbook: a guide to weed control in non-crop, aquatic and bushland situations. Retrieved from <https://www.mpssc.nsw.gov.au/hot-topics/docman/environmental/589-noxious-and-environmental-weed-control-handbook/file>
76. EPPO. (2007). Datasheets on quarantine pests. *Solanum elaeagnifolium*. *EPPO Bull*, 37, 236-245.
77. Evans, F. J. (1991). Cannabinoids: the separation of central from peripheral effects on a structural basis. *Planta medica*, 57(S 1), S60-S67.
78. Farag, S., & Kayser, O. (2017). The cannabis plant: botanical aspects. In V.R. Preedy (Ed.), *Handbook of Cannabis and Related Pathologies* (pp. 3-12). Academic Press.
79. Farinon, B., Molinari, R., Costantini, L., & Merendino, N. (2020). The seed of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.): Nutritional quality and potential functionality for human health and nutrition. *Nutrients*, 12(7), 1935.
80. Faux, A. M., Draye, X., Lambert, R., d'Andrimont, R., Raulier, P., & Bertin, P. (2013). The relationship of stem and seed yields to flowering phenology and sex expression in monoecious hemp (*Cannabis sativa* L.). *European journal of agronomy*, 47, 11-22.
81. Finnan, J., & Burke, B. (2013). Potassium fertilization of hemp (*Cannabis sativa*). *Industrial Crops and Products*, 41, 419-422.
82. Flajšman, M., & Ačko, D. K. (2020). Influence of edaphoclimatic conditions on stem production and stem morphological characteristics of 10 European hemp (*Cannabis sativa* L.) varieties. *Acta agriculturae Slovenica*, 115(2), 399-407.
83. Francischini, A. C., Constantin, J., Oliveira Jr, R. S., Santos, G., Franchini, L. H. M., & Biffe, D. F. (2014). Resistance of *Amaranthus retroflexus* to acetolactate synthase inhibitor herbicides in Brazil. *Planta Daninha*, 32, 437-446.
84. Folina, A., Roussis, I., Kouneli, V., Kakabouki, I., Karidogianni, S., Bilalis, D., & Kadoglou, N. (2020). Evaluation of Woven Agrotexiles in the Development of Hemp (*Cannabis sativa* L.) in Greenhouse. *Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture*, 77(1).
85. F.A.O. (2018). Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT: statistics database. Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
86. Formukong, E. A., Evans, A. T., & Evans, F. J. (1988). Analgesic and antiinflammatory activity of constituents of *Cannabis sativa* L. *Inflammation*, 12(4), 361-371.
87. Fankhauser, M. (2002). *History of cannabis in Western medicine* (pp. 37-51). New York: The Haworth Integrative Healing Press.
88. Galen, C. (2003). Powell, O. (Ed.), *On the properties of food stuffs/De alimentorum facultatibus*. Cambridge: Cambridge University
89. Garcia Tejero, I. F., Duran Zuazo, V. H., Pérez-Álvarez, R., Hernández, A., Casano, S., Morón, M., & Muriel-Fernández, J. L. (2014). Impact of plant density and irrigation on yield

- of hemp (*Cannabis sativa* L.) in a Mediterranean semi-arid environment. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 16(4), 887-895.
90. Gasper, J. J., Street, J. R., Harrison, S. K., & Pound, W. E. (1994). Pendimethalin efficacy and dissipation in turfgrass as influenced by rainfall incorporation. *Weed Science*, 42(4), 586-592.
  91. Gealy, D. R., Wailes, E. J., Estorninos, L. E., & Chavez, R. S. C. (2003). Rice cultivar differences in suppression of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) and economics of reduced propanil rates. *Weed Science*, 51(4), 601-609.
  92. Giacoppo, S., Mandolino, G., Galuppo, M., Bramanti, P., & Mazzon, E. (2014). Cannabinoids: new promising agents in the treatment of neurological diseases. *Molecules*, 19(11), 18781-18816.
  93. Giladi, Y., Hadad, L., Luria, N., Cranshaw, W., Lachman, O., & Dombrovsky, A. (2020). First Report of Beet Curly Top Virus Infecting *Cannabis sativa* in Western Colorado. *Plant Disease*, 104(3), 999-999.
  94. Gilliam, C. H., Eakes, D. J., & Olive, J. W. (1993). Herbicide use during propagation affects root initiation and development. *Journal of Environmental Horticulture*, 11(4), 157-159.
  95. Gitsopoulos, T. K., Damalas, C. A., & Georgoulas, I. (2017). Chemical options for the control of silverleaf nightshade (*Solanum elaeagnifolium*). *Planta Daninha*, 35, e017162035.
  96. González-García, S., Luo, L., Moreira, M. T., Feijoo, G., & Huppes, G. (2012). Life cycle assessment of hemp hurds use in second generation ethanol production. *biomass and bioenergy*, 36, 268-279.
  97. Goodey, T. (1940). The nematode parasites of plants catalogued under their hosts, 52(4), 775.
  98. Grey, T., & Webster, T. (2013). Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Response to pendimethalin formulation, timing, and method of application. In Price A., Kelton J. (Eds.), *Herbicides-Current Research and Case Studies in Use*.
  99. Grunfeld, Y., & Edery, H. (1969). Psychopharmacological activity of the active constituents of hashish and some related cannabinoids. *Psychopharmacologia* 14(3), 200-210.
  100. Grunfeld, E., & Gresty, M. A. (1998). Relationship between motion sickness, migraine and menstruation in crew members of a "round the world" yacht race. *Brain research bulletin*, 47(5), 433-436.
  101. Guido, P. C., Riva, N., Calle, G., Dell'Orso, M., Gatto, M., Sberna, N., & Schaiquevich, P. (2020). Medicinal cannabis in Latin America: History, current state of regulation, and the role of the pharmacist in a new clinical experience with cannabidiol oil. *Journal of the American Pharmacists Association*, 60(1), 212-215.
  102. Hadnadev, M., Dapčević-Hadnadev, T., Lazaridou, A., Moschakis, T., Michaelidou, A. M., Popović, S., et al. (2018). Hempseed meal protein isolates prepared by different isolation techniques. Part I. Physicochemical properties. *Food Hydrocolloids*, 79, 526-533.
  103. Hafsten, U. (1958). Jordbrukskulturens historie i Oslo och Mjøstrakten belyst ved pollenanalytiske undersøkelser. *Viking. Norsk arkeologisk årsbok. Oslo*, 70.
  104. Hagood, E. S. Jr., Bauman, T. T., Williams, J. L. Jr., and Schreiber, M. 1981. Growth analysis of soybean (*Glycine max*) in competition with jimsonweed (*Datura stramonium*). *Weed Science* 29, 500-504
  105. Hall, J., Bhattarai, S. P., & Midmore, D. J. (2014). Effect of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) planting density on weed suppression, crop growth, physiological responses, and fibre yield in the subtropics. *Renewable Bioresources*, 2(1), 1-7.
  106. Hayakawa, K., Mishima, K., Hazekawa, M., Sano, K., Irie, K., Orito, K., ... & Fujiwara, M. (2008). Cannabidiol potentiates pharmacological effects of  $\Delta^9$ -tetrahydrocannabinol via CB1 receptor-dependent mechanism. *Brain research*, 1188, 157-164.

107. Heap I. (2021) *The International Survey of Herbicide Resistant Weeds*. Retrieved from <http://www.weedscience.com> (Accessed on 5.9.2021).
108. Hendrick, L. W., Meggitt, W. F., & Penner, D. (1974). Basis for selectivity of phenmedipham and desmedipham on wild mustard, redroot pigweed, and sugar beet. *Weed Science*, 22(2), 179-184.
109. Hill, A. J., Weston, S. E., Jones, N. A., Smith, I., Bevan, S. A., Williamson, E. M., Stephens, G. J., Williams, C. M. & Whalley, B. J. (2010).  $\Delta^9$ -Tetrahydrocannabivarin suppresses in vitro epileptiform and in vivo seizure activity in adult rats. *Epilepsia*, 51(8), 1522-1532.
110. Hock, S. M., Knezevic, S. Z., Martin, A. R., & Lindquist, J. L. (2006). Soybean row spacing and weed emergence time influence weed competitiveness and competitive indices. *Weed Science*, 54(1), 38-46.
111. Hofmann, M. E., & Frazier, C. J. (2013). Marijuana, endocannabinoids, and epilepsy: potential and challenges for improved therapeutic intervention. *Experimental neurology*, 244, 43-50.
112. Holland, M. L., Allen, J. D., & Arnold, J. C. (2008). Interaction of plant cannabinoids with the multidrug transporter ABCC1 (MRP1). *European journal of pharmacology*, 591(1-3), 128-131.
113. Holm, L., Doll, J., Holm, E., Pancho, J. V., & Herberger, J. P. (1997). *World weeds: natural histories and distribution* (1st ed.). John Wiley & Sons.
114. Hu, H., Liu, H., & Liu, F. (2018). Seed germination of hemp (*Cannabis sativa* L.) cultivars responds differently to the stress of salt type and concentration. *Industrial Crops and Products*, 123, 254-261.
115. Hu, H., Liu, H., Du, G., Fei, Y., Deng, G., Yang, Y., & Feihu, L. (2019). Fiber and seed type of hemp (*Cannabis sativa* L.) responded differently to salt-alkali stress in seedling growth and physiological indices. *Industrial Crops and Products*, 129, 624-630.
116. Huang, Z. F., Zhang, C. X., Huang, H. J., Wei, S. H., Liu, Y., Cui, H. L., Chen, J. C., Yang, L. & Chen, J. Y. (2014). Molecular cloning and characterization of 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase gene from *Convolvulus arvensis* L. *Molecular biology reports*, 41(4), 2077-2084.
117. WHO. (2010). *Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals, & World Health Organization*. Retrieved from <https://www.who.int/>.
118. Iqbal, J., Hussain, S., Ali, A., & Javaid, A. (2012). Biology and management of purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.). *Journal of Animal and Plant Sciences*, 22, 384-389.
119. ITC. (2007). *Le chanvre industriel, Guide Technique, Institut technique du Chanvre*. Received from [http://www.vegetal-e.com/fichiers/2007-le-chanvre-industriel\\_1488717204.pdf](http://www.vegetal-e.com/fichiers/2007-le-chanvre-industriel_1488717204.pdf).
120. Ivanyi, I., & Izsaki, Z. (2008). Effect of some agronomic factors on the hemp (*Cannabis sativa* L.) yield. *Cereal Research Communications*, 36, 1855-1858.
121. Ivonyi, I., Izsoki, Z., & Van der Werf, H. M. (1997). Influence of nitrogen supply and p and k levels of the soil on dry matter and nutrient accumulation of. *Journal of the International Hemp Association*, 4(2).
122. Jankauskienė, Z., Gruzdevienė, E., & Lazauskas, S. (2014). Potential of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) genotypes to suppress weeds. *Zemdirbyste-Agriculture*, 101(3).
123. Jiang, H. E., Li, X., Zhao, Y. X., Ferguson, D. K., Hueber, F., Bera, S., Wang, Y. F., Zhao, L. C., Liu, C. J., Li, C. S. (2006). A new insight into *Cannabis sativa* (Cannabaceae) utilization from 2500-year-old Yanghai Tombs, Xinjiang, China. *Journal of ethnopharmacology*, 108(3), 414-422.



124. Kakabouki, I., Kousta, A., Folina, A., Karydogianni, S., Zisi, C., Kouneli, V., & Papastylianou, P. (2021). Effect of Fertilization with Urea and Inhibitors on Growth, Yield and CBD Concentration of Hemp (*Cannabis sativa* L.). *Sustainability*, *13*(4), 2157.
125. Kahramanoglu, I. (2014). Assessment of pre-planting Pendimethalin's minimum dose on redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). *International Journal of Agricultural Sciences*, *4*(6), 210-213.
126. Kavallieratos, N. G., Boukouvala, M. C., Ntalli, N., Skourti, A., Karagianni, E. S., Nika, E. P., ... & Benelli, G. (2020). Effectiveness of eight essential oils against two key stored-product beetles, *Prostephanus truncatus* (Horn) and *Trogoderma granarium* Everts. *Food and Chemical Toxicology*, *139*, 111255.
127. Keeley, P. E. (1987). Interference and interaction of purple and yellow nutsedges (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*) with crops. *Weed Technology*, *1*(1), 74-81.
128. Khan, R. U., Rashid, A., & Khan, M. S. (2011). Impact of various rates of pendimethalin herbicide on weed control, seed yield and economic returns in mungbean under rainfed conditions. *Journal of Agricultural Research*, *49*(4), 491-498.
129. Kim, E. S., & Mahlberg, P. G. (1991). Secretory cavity development in glandular trichomes of *Cannabis sativa* L. (Cannabaceae). *American journal of botany*, *78*(2), 220-229.
130. Kingsbury, J. M. (1964). Poisonous plants of the United States and Canada. *Soil Science*, *98*(5), 349.
131. Kitrytė, V., Bagdonaitė, D., & Venskutonis, P. R. (2018). Biorefining of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) threshing residues into cannabinoid and antioxidant fractions by supercritical carbon dioxide, pressurized liquid and enzyme-assisted extractions. *Food chemistry*, *267*, 420-429.
132. Kraenzel, D. G., Petry, T. A., Nelson, B., Anderson, M. J., Mathern, D., & Todd, R. (1998). Industrial hemp as an alternative crop in North Dakota, *Agricultural Economics Report*, 402.
133. Karus, M., & Vogt, D. (2004). European hemp industry: Cultivation, processing and product lines. *Euphytica*, *140*(1), 7-12.
134. Kousta, A., Papastylianou, P., Cheimona, N., Travlos, I., Kakabouki, I., & Bilalis, D. (2020). Effect of Fertilization and Weed Management on Weed Flora of Hemp Crop. *Bulletin of the University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca Horticulture*, *77*(2).
135. Kuddus, M., Ginawi, I. A., & Al-Hazimi, A. (2013). *Cannabis sativa*: An ancient wild edible plant of India. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, *25*(10), 736-745.
136. Kudsk, P., & Kristensen, J. L. (1992). Effect of environmental factors on herbicide performance. *Proceedings of the first international weed control congress, Australia, 1*, 173-186.
137. Kumar, S., Singh, R., Kumar, V., Rani, A., & Jain, R. (2017). Cannabis sativa: A plant suitable for phytoremediation and bioenergy production. In K. Baudhdh, B. Singh, J. Korstad (Eds.), *Phytoremediation potential of bioenergy plants* (pp. 269-285). Springer.
138. Kumar, B., Zaidi, S., Singh, V., Venkatesh, K. T., Ram, G., Gupta, A. K., Kumar, N. & Samad, A. (2020). Seed Germination Behaviour of *Cannabis Sativa* L. Under Different Temperature Regimes. *Journal of Plant Development Sciences*, *12*(5), 277-281.
139. Lago, E. D., & Fernandez-Ruiz, J. (2007). Cannabinoids and neuroprotection in motor-related disorders. *CNS & Neurological Disorders-Drug Targets (Formerly Current Drug Targets-CNS & Neurological Disorders)*, *6*(6), 377-387.

140. Laprairie, R. B., Bagher, A. M., Kelly, M. E. M., & Denovan-Wright, E. M. (2015). Cannabidiol is a negative allosteric modulator of the cannabinoid CB1 receptor. *British journal of pharmacology*, *172*(20), 4790-4805.
141. Leeson, J. Y. (2005). *Prairie weed surveys of cereal, oilseed and pulse crops from the 1970s to the 2000s* (1<sup>st</sup> ed.). Agriculture and Agri-Food Canada, Saskatoon Research Centre.
142. Legere, A., & Schreiber, M. M. (1989). Competition and canopy architecture as affected by soybean (*Glycine max*) row width and density of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*). *Weed Science*, *37*(1), 84-92.
143. Li, H. L. (1974). An archaeological and historical account of cannabis in China. *Economic Botany*, *28*(4), 437-448.
144. Li, H. L. (1978). Hallucinogenic plants in Chinese herbals. *Journal of Psychedelic Drugs*, *10*(1), 17-26.
145. Lindenmayer, R. B., Nissen, S. J., Westra, P. P., Shaner, D. L., & Brunk, G. (2013). Aminocyclopyrachlor absorption, translocation and metabolism in field bindweed (*Convolvulus arvensis*). *Weed science*, *61*(1), 63-67.
146. Lisson, S. N., Mendham, N. J., & Carberry, P. S. (2000). Development of a hemp (*Cannabis sativa* L.) simulation model 2. The flowering response of two hemp cultivars to photoperiod. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, *40*(3), 413-417.
147. Liu, J., Qiao, Q., Cheng, X., Du, G., Deng, G., Zhao, M., & Liu, F. (2016). Transcriptome differences between fiber-type and seed-type *Cannabis sativa* variety exposed to salinity. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, *22*(4), 429-443.
148. Liu, T., Yu, J., Fang, J., & Dong, L. (2021). Rice safety and control of penoxsulam-resistant and-susceptible barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) populations with soil-applied herbicides. *Weed Technology*, *35*(3), 492-500.
149. Livingston, S. J., Quilichini, T. D., Booth, J. K., Wong, D. C., Rensing, K. H., Laflamme-Yonkman, J., Castellarin, S.D., Bohlmann, J., Page, J. E. & Samuels, A. L. (2020). Cannabis glandular trichomes alter morphology and metabolite content during flower maturation. *The Plant Journal*, *101*(1), 37-56.
150. Loffredo, E., Picca, G., & Parlavecchia, M. (2021). Single and combined use of *Cannabis sativa* L. and carbon-rich materials for the removal of pesticides and endocrine-disrupting chemicals from water and soil. *Environmental Science and Pollution Research*, *28*(3), 3601-3616.
151. Long, T., Wagner, M., Demske, D., Leipe, C., & Tarasov, P. E. (2017). Cannabis in Eurasia: origin of human use and Bronze Age trans-continental connections. *Vegetation History and Archaeobotany*, *26*(2), 245-258.
152. Lumsden, P. J., & Vince-Prue, D. (1984). The perception of dusk signals in photoperiodic time-measurement. *Physiologia Plantarum*, *60*(3), 427-432.
153. Ma, Y., & Sun, Y. (1994). The Western Regions under the Hsiung-nu and the Han. *History of civilizations of Central Asia*, *2*, 227-246.
154. Machado, M. S., Ferreira, L. R., Paula, J. L. D., Pereira, G. A. M., & Gonçalves, V. A. (2017). Use of Liquid Fertilizer to Reduce the Phytotoxic Effects of Glyphosate on Eucalyptus. *Revista Caatinga*, *30*, 730-737.
155. Mamnoie, E., Karami Nejad, M. R., Rashed Mohassel, M. H., Shimi, P., & Aeen, A. (2016). Evaluation of some Herbicides for Potato (*Solanum tuberosum* L.) Weed Control in Jiroft and Karaj. *Journal of Plant Protection*, *30*(3), 368-378.
156. Mamone, G., Picariello, G., Ramondo, A., Nicolai, M. A., & Ferranti, P. (2019). Production, digestibility and allergenicity of hemp (*Cannabis sativa* L.) protein isolates. *Food Research International*, *115*, 562-571.

157. Marambe, B., & Amarasinghe, L. (2002). Propanil-resistant barnyardgrass [*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.] in Sri Lanka: Seedling growth under different temperatures and control. *Weed Biology and Management*, 2(4), 194-199.
158. Martín-Moreno, A. M., Reigada, D., Ramírez, B. G., Mechoulam, R., Innamorato, N., Cuadrado, A., & de Ceballos, M. L. (2011). Cannabidiol and other cannabinoids reduce microglial activation in vitro and in vivo: relevance to Alzheimer's disease. *Molecular pharmacology*, 79(6), 964-973.
159. Mantzoukas, S., Ntoukas, A., Lagogiannis, I., Kalyvas, N., Eliopoulos, P., & Poulas, K. (2020). Larvicidal Action of Cannabidiol Oil and Neem Oil against Three Stored Product Insect Pests: Effect on Survival Time and in Progeny. *Biology*, 9(10), 321.
160. Martín Reina, J., Duarte, J. A., Cerrillos, L., Bautista Palomas, J. D., & Moreno Navarro, I. M. (2017). Insecticide reproductive toxicity profile: organophosphate, carbamate and pyrethroids. *Toxins*, 4(1), 1-7.
161. Maxwell, B. A. (2016). Effects of herbicides on industrial hemp (*Cannabis sativa*) phytotoxicity, biomass, and seed yield. (Publication No. 1742) [Masters Theses, Western Kentucky University].
162. McLaughlin, P. J. (2012). Reports of the death of CB1 antagonists have been greatly exaggerated: recent preclinical findings predict improved safety in the treatment of obesity. *Behavioural pharmacology*, 23(5 and 6), 537-550.
163. McPartland, J. M. (1996). A review of Cannabis diseases. *Journal of the International Hemp Association*, 3(1), 19-23.
164. McPartland, J. M., & Russo, E. B. (2014). Non-phytocannabinoid constituents of cannabis and herbal synergy. Retrieved from [https://www.icci.science/data/obj\\_files/11761/5/McPartland%20Russo%20Non-Phytocannabinoid%20Constituents%20of%20Cannabis%20and%20Herbal%20Synergy%2015-Pertwee-Chap15%202014.pdf](https://www.icci.science/data/obj_files/11761/5/McPartland%20Russo%20Non-Phytocannabinoid%20Constituents%20of%20Cannabis%20and%20Herbal%20Synergy%2015-Pertwee-Chap15%202014.pdf).
165. McPartland, J. (2020). Cannabis: the plant, its evolution, and its genetics—with an emphasis on Italy. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, 31, 939–948.
166. Mehmedic, Z., Chandra, S., Slade, D., Denham, H., Foster, S., Patel, A. S., Ross, S. A., Khan, I. A., & ElSohly, M. A. (2010). Potency trends of  $\Delta^9$ -THC and other cannabinoids in confiscated cannabis preparations from 1993 to 2008. *Journal of forensic sciences*, 55(5), 1209-1217.
167. Mekki, M. (2006). Potential threat of *Solanum elaeagnifolium* Cav. to the Tunisian fields. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.115.6608&rep=rep1&type=pdf#page=165>.
168. Mikuriya, T. H. (1969). Marijuana in medicine: past, present and future. *California medicine*, 110(1), 34.
169. Mirpoor, S. F., Giosafatto, C. V. L., & Porta, R. (2021). Biorefining of seed oil cakes as industrial co-streams for production of innovative bioplastics. A review. *Trends in Food Science & Technology*, 109, 259-270
170. Moher, M., Jones, M., & Zheng, Y. (2021). Photoperiodic Response of in vitro Cannabis sativa Plants. *HortScience*, 56(1), 108-113.
171. Moore, N., Brothwell, D., Spigelman, M., & Parsche, F. (1993). Drugs in ancient populations. *The Lancet*, 341(8853), 1157.
172. Morejohn, L. C., Bureau, T. E., Mole-Bajer, J., Bajer, A. S., & Fosket, D. E. (1987). Oryzalin, a dinitroaniline herbicide, binds to plant tubulin and inhibits microtubule polymerization in vitro. *Planta*, 172(2), 252-264.

173. Mukerji, G., Yiangou, Y., Corcoran, S. L., Selmer, I. S., Smith, G. D., Benham, C. D., ... & Anand, P. (2006). Cool and menthol receptor TRPM8 in human urinary bladder disorders and clinical correlations. *BMC urology*, 6(1), 1-11.
174. National Institute of Drug Abuse (2020). Retrieved from <https://www.drugabuse.gov/download/1380/marijuana-research-report.pdf?v=d9e67cbd412ae5f340206c1a0d9c2bfd> (Accessed on 7.9.2021).
175. Nockert, M., & Possnert, G. (2002). *Att datera textilier* (1<sup>st</sup> ed.). Gidlunds förlag.
176. Ogg, C. L., Hygnstrom, J. R., & Albert, C. A. (2006). Managing Pesticide Poisoning Risk and Understanding the Signs and Symptoms. Retrieved from <https://extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/ec2505.pdf>.
177. Papastilianou, P., Kakabouki, I., & Travlos, I. (2018). Effect of nitrogen fertilization on growth and yield of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 46(1), 197-201.
178. Parihar, J. K., Parihar, P. K., Pakade, Y. B., & Katnoria, J. K. (2021). Bioaccumulation potential of indigenous plants for heavy metal phytoremediation in rural areas of Shaheed Bhagat Singh Nagar, Punjab (India). *Environmental Science and Pollution Research*, 28(2), 2426-2442.
179. Parsche, F., Balabanova, S., & Pirsig, W. (1993). Drugs in ancient populations. *The Lancet*, 341(8843), 503.
180. Pertwee, R. G. (2008). The diverse CB1 and CB2 receptor pharmacology of three plant cannabinoids:  $\Delta$ 9-tetrahydrocannabinol, cannabidiol and  $\Delta$ 9-tetrahydrocannabivarin. *British journal of pharmacology*, 153(2), 199-215.
181. Petit, J., Salentijn, E. M., Paulo, M. J., Denneboom, C., & Trindade, L. M. (2020). Genetic architecture of flowering time and sex determination in hemp (*Cannabis sativa* L.): A genome-wide association study. *Frontiers in plant science*, 11, 1704.
182. Pimentel, D., McLaughlin, L., Zepp, A., Lakitan, B., Kraus, T., Kleinman, P., Vancini, F., Roach, J. W., Graap, E., Keeton, W.S. & Selig, G. (1993). Environmental and economic impacts of reducing US agricultural pesticide use. In D. Pimentel, H. Lehman (Eds.), *The Pesticide Question* (pp. 223-278). Springer.
183. Pisanti, S., & Bifulco, M. (2017). Modern history of medical cannabis: from widespread use to prohibitionism and back. *Trends in Pharmacological Sciences*, 38(3), 195-198.
184. Pisanti, S., & Bifulco, M. (2019). Medical Cannabis: A plurimillennial history of an evergreen. *Journal of cellular physiology*, 234(6), 8342-8351.
185. Pliny (The Elder) (1950). Natural history: With a translation. In Rackham, H. (Ed.), Books (5, pp. 17–19). W. Heinemann
186. Powles, S. B., & Yu, Q. (2010). Evolution in action: plants resistant to herbicides. *Annual review of plant biology*, 61, 317-347.
187. Punja, Z. K. (2018). Flower and foliage-infecting pathogens of marijuana (*Cannabis sativa* L.) plants. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 40(4), 514-527.
188. Punja, Z. K., & Rodriguez, G. (2018). Fusarium and Pythium species infecting roots of hydroponically grown marijuana (*Cannabis sativa* L.) plants. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 40(4), 498-513.
189. Punja, Z. K., Collyer, D., Scott, C., Lung, S., Holmes, J., & Sutton, D. (2019). Pathogens and molds affecting production and quality of *Cannabis sativa* L. *Frontiers in plant science*, 10, 1120.
190. Punja, Z. K. (2020a). Epidemiology of Fusarium oxysporum causing root and crown rot of cannabis (*Cannabis sativa* L., marijuana) plants in commercial greenhouse production. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 1-20.

191. Punja, Z. K. (2020b). First report of *Fusarium proliferatum* causing crown and stem rot, and pith necrosis, in cannabis (*Cannabis sativa* L., marijuana) plants. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 1-20.
192. Punja, Z. K., Ni, L., & Roberts, A. (2020). The *Fusarium solani* species complex infecting cannabis (*Cannabis sativa* L., marijuana) plants and a first report of *Fusarium* (Cylindrocarpon) *lichenicola* causing root and crown rot. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 43(4), 567-581.
193. Qin, N., Neeper, M. P., Liu, Y., Hutchinson, T. L., Lubin, M. L., & Flores, C. M. (2008). TRPV2 is activated by cannabidiol and mediates CGRP release in cultured rat dorsal root ganglion neurons. *Journal of Neuroscience*, 28(24), 6231-6238.
194. Quarles, W. (2018). IPM for Cannabis Pests. *The IPM practitioner monitoring the field of pest management*, 36(5), 6.
195. Rafiee Sarbijan Nasab, F., Mohammaddoust Chamanabad, H. R., Aein, A., Alebrahim, M. T., & Asgheri, A. (2019). Evaluation of *Cyperus rotundus* management practices in Jiroft onion fields. *Iranian Journal of Weed Science*, 15(2), 55-63.
196. Raman, V., Lata, H., Chandra, S., Khan, I. A., & ElSohly, M. A. (2017). Morpho-anatomy of marijuana (*Cannabis sativa* L.). In S. Chandra, H. Lata, M. A. ElSohly (Eds.), *Cannabis sativa L.-Botany and Biotechnology* (pp. 123-136). Springer.
197. Ranalli, P. (1999). Agronomical and physiological advances in hemp crops. *Advances in hemp research*, 61-84.
198. Rao, V. S. (2000). *Principles of weed science* (2<sup>nd</sup> ed.). Taylor & Francis.
199. Rashidi, H., Akhtar, M. T., van der Kooy, F., Verpoorte, R., & Duetz, W. A. (2009). Hydroxylation and further oxidation of  $\Delta^9$ -tetrahydrocannabinol by alkane-degrading bacteria. *Applied and environmental microbiology*, 75(22), 7135-7141.
200. Ratliff, R. L., & Peeper, T. F. (1987). Bromus control in winter wheat (*Triticum aestivum*) with the ethylthio analog of metribuzin. *Weed Technology*, 1(3), 235-241.
201. Reportlinker (2021). Cannabis Cultivation Market Size, Share & Trends Analysis Report By Biomass, By Application, By Region And Segment Forecasts, 2020 – 2027. Retrieved from: <https://www.reportlinker.com/p05976460/Cannabis-Cultivation-Market-Size-Share-Trends-Analysis-Report-By-Biomass-By-Application-By-Region-And-Segment-Forecasts.html>
202. Richardson, M.L., Gangolli, S.E. (1994). The Dictionary of Substances and Their Effects. *Occupational and Environmental Medicine*, 57(7), 500-504.
203. Ross, R. A. (2007). Allosterism and cannabinoid CB1 receptors: the shape of things to come. *Trends in pharmacological sciences*, 28(11), 567-572.
204. Russo, E. B., Burnett, A., Hall, B., & Parker, K. K. (2005). Agonistic properties of cannabidiol at 5-HT1a receptors. *Neurochemical research*, 30(8), 1037-1043.
205. Russo, E. B. (2007). History of cannabis and its preparations in saga, science, and sobriquet. *Chemistry & biodiversity*, 4(8), 1614-1648.
206. Russo, E. B., Jiang, H. E., Li, X., Sutton, A., Carboni, A., Del Bianco, F., Mandolino, G., Potter, D. J., Zhao, Y. X., Bera, S., Zhang, Y. B., Lü, E. G., Ferguson, D. K., Hueber, F., Zhao, L. C., Liu, C. J., Wang, Y. F. & Li, C. S. (2008). Phytochemical and genetic analyses of ancient cannabis from Central Asia. *Journal of experimental botany*, 59(15), 4171-4182.
207. Russo, E. B. (2014). The pharmacological history of Cannabis. In R. Pertwee (Ed.), *Handbook of cannabis*, (pp. 23-43). Oxford Scholarship Online.
208. Russo, E. B., & Marcu, J. (2017). Cannabis pharmacology: the usual suspects and a few promising leads. *Advances in pharmacology*, 80, 67-134.

209. Ryberg, E., Larsson, N., Sjögren, S., Hjorth, S., Hermansson, N. O., Leonova, J., Elebring, T., Nilsson, K., Drmota, T. & Greasley, P. J. (2007). The orphan receptor GPR55 is a novel cannabinoid receptor. *British journal of pharmacology*, 152(7), 1092-1101.
210. Salentijn, E. M., Zhang, Q., Amaducci, S., Yang, M., & Trindade, L. M. (2015). New developments in fiber hemp (*Cannabis sativa* L.) breeding. *Industrial crops and products*, 68, 32-41.
211. Sander, K. W., Burnside, O. C., & Bucy, J. I. (1987). Herbicide Compatibility and Phytotoxicity When Mixed with Liquid Fertilizers1. *Agronomy Journal*, 79(1), 48-52.
212. Sandler, L. N., Beckerman, J. L., Whitford, F., & Gibson, K. A. (2019). Cannabis as conundrum. *Crop Protection*, 117, 37-44.
213. Sandler, L. N., & Gibson, K. A. (2019). A call for weed research in industrial hemp (*Cannabis sativa* L.). *Weed Research*, 59(4), 255-259.
214. Sausserde, R., Adamovics, A., Ivanovs, S., & Bulgakov, V. (2013). Investigations into growing and harvesting industrial hemp. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 58(4), 150-154.
215. Schappe, T., Ritchie, D. F., & Thiessen, L. D. (2020). First Report of *Serratia marcescens* Causing a Leaf Spot Disease on Industrial Hemp (*Cannabis sativa*). *Plant Disease*, 104(4), 1248.
216. Scholten, W. K. (2000). Legal aspects on medicinal use of hemp: Historic overview and present policy of the Netherlands. *Drug information journal: DIJ/Drug Information Association*, 34(1), 329-332.
217. Schultes, R. E., Klein, W. M., Plowman, T., & Lockwood, T. E. (1974). Cannabis: an example of taxonomic neglect. *Botanical Museum Leaflets, Harvard University*, 23(9), 337-367.
218. Scuderi, C., Filippis, D. D., Iuvone, T., Blasio, A., Steardo, A., & Esposito, G. (2009). Cannabidiol in medicine: a review of its therapeutic potential in CNS disorders. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 23(5), 597-602.
219. Scutt, A., & Williamson, E. M. (2007). Cannabinoids stimulate fibroblastic colony formation by bone marrow cells indirectly via CB 2 receptors. *Calcified tissue international*, 80(1), 50-59.
220. Sforza, R. E. N. E., & Jones, W. A. (2007). Potential for classical biocontrol of silverleaf nightshade in the Mediterranean Basin. *EPPO bulletin*, 37(1), 156-162.
221. Shah, R., Pande, P. C., & Tiwari, L. (2008). Traditional veterinary herbal medicines of western part of Almora district, Uttarakhand Himalaya. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 7(2), 355-359.
222. Shahzad, A. (2012). Hemp fiber and its composites—a review. *Journal of composite materials*, 46(8), 973-986.
223. Shimwell, S. E. (2005). An analysis of medical use and prohibition of the cannabis plant in modern England. Master s Thesis in History, University of East Anglia [Master’s thesis, University of East Anglia].
224. Shinjyo, N., & Di Marzo, V. (2013). The effect of cannabichromene on adult neural stem/progenitor cells. *Neurochemistry international*, 63(5), 432-437.
225. Skoglund, G., Nockert, M., & Holst, B. (2013). Viking and early Middle Ages northern Scandinavian textiles proven to be made with hemp. *Scientific reports*, 3(1), 1-6.
226. Sorauer, P. (1958). *Handbuch der Pflanzenkrankheiten* [Handbook of plant diseases] (1<sup>st</sup> ed.). Frances Dorrance.

227. Sorrentino, R., Pergamo, R., Battaglia, V., Raimo, F., Cermola, M., & Lahoz, E. (2019). Characterization and pathogenicity of *Fusarium solani* causing foot rot on hemp (*Cannabis sativa* L.) in Southern Italy. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 126(6), 585-591.
228. Spiridonov, Y. Y., & Shestakov, V. G. (2013). Development and effective use of combined domestic herbicides for weed control in plantations of spiked cereals. *Agrokhimia*, 1, 35-49.
229. Stasiłowicz, A., Tomala, A., Podolak, I., & Cielecka-Piontek, J. (2021). *Cannabis sativa* L. as a natural drug meeting the criteria of a multitarget approach to treatment. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(2), 778.
230. Stilwell, E. K., & Sweet, R. D. (1974). Competition of squash cultivars with weeds. *Proceedings of the Northeastern Weed Science Society, Philadelphia*, 28, 229-233.
231. Strandberg, M., & Scott-Fordsmand, J. J. (2004). Effects of pendimethalin at lower trophic levels—a review. *Ecotoxicology and environmental safety*, 57(2), 190-201.
232. Stonehouse, G. C., McCarron, B. J., Guignardi, Z. S., El Mehdawi, A. F., Lima, L. W., Fakra, S. C., & Pilon-Smits, E. A. (2020). Selenium metabolism in hemp (*Cannabis sativa* L.)—Potential for Phytoremediation and biofortification. *Environmental science & technology*, 54(7), 4221-4230.
233. Struik, P. C., Amaducci, S., Bullard, M. J., Stutterheim, N. C., Venturi, G., & Cromack, H. T. H. (2000). Agronomy of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.) in Europe. *Industrial crops and products*, 11(2-3), 107-118.
234. Swift, W., Wong, A., Li, K. M., Arnold, J. C., & McGregor, I. S. (2013). Analysis of cannabis seizures in NSW, Australia: cannabis potency and cannabinoid profile. *PloS one*, 8(7), e70052.
235. Szarka, D., Tymon, L., Amsden, B., Dixon, E., Judy, J., & Gauthier, N. (2019). First report of powdery mildew caused by *Golovinomyces spadicus* on industrial hemp (*Cannabis sativa*) in Kentucky. *Plant Disease*, 103(7), 1773-1773.
236. Szarka, D., McCulloch, M., Beale, J., Long, S., Dixon, E., & Gauthier, N. (2020a). First Report of Anthracnose Leaf Spot Caused by *Colletotrichum fioriniae* on Hemp (*Cannabis sativa*). *Plant Disease*, 104(5), 1560-1560.
237. Szarka, D., Amsden, B., Beale, J., Dixon, E., Schardl, C. L., & Gauthier, N. (2020b). First report of hemp leaf spot caused by a *Bipolaris* species on hemp (*Cannabis sativa*) in Kentucky. *Plant Health Progress*, 21, 82-84.
238. Tabari, M. A., Khodashenas, A., Jafari, M., Petrelli, R., Cappellacci, L., Nabissi, M., ... & Youssefi, M. R. (2020). Acaricidal properties of hemp (*Cannabis sativa* L.) essential oil against *Dermanyssus gallinae* and *Hyalomma dromedarii*. *Industrial crops and products*, 147, 112238.
239. Tahir, M., Javed, M. R., Tanveer, A., Nadeem, M. A., Wasaya, A., Bukhari, S. A. H., & Rehman, J. U. (2009). Effect of different herbicides on weeds, growth and yield of spring planted maize (*Zea mays* L.). *Pakistan Journal of Life and Social Sciences*, 7(2), 168-174.
240. Talbert, R. E., & Burgos, N. R. (2007). History and management of herbicide-resistant barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in Arkansas rice. *Weed Technology*, 21(2), 324-331.
241. Taleb, A., & Bouhache, M. (2006). Etat actuel de nos connaissances sur les plantes envahissantes au Maroc. *Invasive Plants in Mediterranean Type Regions of the World*, 99-107.
242. Tang, K., Struik, P. C., Yin, X., Thouminot, C., Bjelková, M., Stramkale, V., & Amaducci, S. (2016). Comparing hemp (*Cannabis sativa* L.) cultivars for dual-purpose production under contrasting environments. *Industrial Crops and Products*, 87, 33-44.
243. Tariq, M., Abdullah, K., Ahmad, S., Abbas, G., & Khan, M. A. (2020). Weed management in cotton. In A. Shakeel, H. Mirza (Eds.), *Cotton Production and Uses* (pp. 145-161). Springer.

244. Teh, S. S., & Bekhit, A. E. D. A. (2015). Utilization of oilseed cakes for human nutrition and health benefits. In K. R. Hakeem, M Jawaid, O. Y. Alothman (Eds.), *Agricultural biomass based potential materials* (pp. 191-229). Springer.
245. Taylor, A., & Birkett, J. W. (2020). Pesticides in cannabis: A review of analytical and toxicological considerations. *Drug testing and analysis*, 12(2), 180-190.
246. Thomas, A., Baillie, G. L., Phillips, A. M., Razdan, R. K., Ross, R. A., & Pertwee, R. G. (2007). Cannabidiol displays unexpectedly high potency as an antagonist of CB1 and CB2 receptor agonists in vitro. *British journal of pharmacology*, 150(5), 613-623.
247. Thomas, B. F., & Elshohly, M. (2015). *The analytical chemistry of cannabis: Quality assessment, assurance, and regulation of medicinal marijuana and cannabinoid preparations* (1<sup>st</sup> ed.). Elsevier.
248. Thibaut, F., & Hoehe, M. R. (2020). Cannabinoids: for better and for worse. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 22(3), 201.
249. Touw, M. (1981). The religious and medicinal uses of Cannabis in China, India and Tibet. *Journal of psychoactive drugs*, 13(1), 23-34.
250. Travlos, I., Papastylianou, P., Alexos, A., Kanatas, P., Bilalis, D., Tsekoura, A., Kakabouki, I. & Cheimona, N. (2019). Changes of weed flora due to nitrogen addition in sunflower. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(4), 1337-1339.
251. Travlos, I., Tsekoura, A., Antonopoulos, N., Kanatas, P., & Gazoulis, I. (2021). Novel sensor-based method (quick test) for the in-season rapid evaluation of herbicide efficacy under real field conditions in durum wheat. *Weed Science*, 69(2), 147-160.
252. Van Devender, T. R., Felger, R. S., & Búrquez, A. (1997). Exotic plants in the Sonoran Desert region, Arizona and Sonora. *Proceedings of the California exotic pest plant council symposium, California*, 3, 1-6.
253. Van der Werf, H. (1994). *Crop physiology of fibre hemp (Cannabis sativa L.)*. Van der Werf.
254. Van der Werf, H. M. G., Wijnhuizen, M., & De Schutter, J. A. A. (1995). Plant density and self-thinning affect yield and quality of fibre hemp (*Cannabis sativa L.*). *Field Crops Research*, 40(3), 153-164.
255. Vantreese, V. L. (2002). Hemp support: evolution in EU regulation. *Journal of Industrial Hemp*, 7(2), 17-31.
256. Vavilov, N. I., Vavilov, M. I., Vavilov, N. Í., & Dorofeev, V. F. (1992). *Origin and geography of cultivated plants* (1<sup>st</sup> ed.). Cambridge University Press.
257. Vera, C. L., Malhi, S. S., Raney, J. P., & Wang, Z. H. (2004). The effect of N and P fertilization on growth, seed yield and quality of industrial hemp in the Parkland region of Saskatchewan. *Canadian journal of plant science*, 84(4), 939-947.
258. Vera, C. L., Woods, S. M., & Raney, J. P. (2006). Seeding rate and row spacing effect on weed competition, yield and quality of hemp in the Parkland region of Saskatchewan. *Canadian journal of plant science*, 86(3), 911-915.
259. Vera, C. L., Malhi, S. S., Phelps, S. M., May, W. E., & Johnson, E. N. (2010). N, P, and S fertilization effects on industrial hemp in Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Science*, 90(2), 179-184.
260. Voelker, R., & Holmes, M. (2015). Pesticide use on cannabis. *Cannabis Safety Institute*, 1-19.
261. Von Bingen, H., & Throop, P. (1998). *Hildegard von Bingen's Physica: The complete English translation of her classic work on health and healing*. Hillsboro, United States: Inner Traditions Bear and Company.
262. Warf, B. (2014). High points: an historical geography of cannabis. *Geographical Review*, 104(4), 414-438.



263. Weaver, S. E., & McWilliams, E. L. (1980). The Biology of Canadian Weeds.: 44. *Amaranthus retroflexus* L., *A. powellii* S. Wats. and *A. hybridus* L. *Canadian Journal of Plant Science*, 60(4), 1215-1234.
264. Westra, P., Chapman, P., Stahlman, P. W., Miller, S. D., & Fay, P. K. (1992). Field bindweed (*Convolvulus arvensis*) control with various herbicide combinations. *Weed Technology*, 6(4), 949-955.
265. Wilkinson, J. D., & Williamson, E. M. (2007). Cannabinoids inhibit human keratinocyte proliferation through a non-CB1/CB2 mechanism and have a potential therapeutic value in the treatment of psoriasis. *Journal of dermatological science*, 45(2), 87-92.
266. Wills, S. (1998). *The Genus Cannabis* (1<sup>st</sup> ed.). CRC Press.
267. Wood, T. B., Spivey, W. N., & Easterfield, T. H. (1899). III.—Cannabinol. Part I. *Journal of the Chemical Society, Transactions*, 75, 20-36.
268. Zimdahl, R. L., Catizone, P., & Butcher, A. C. (1984). Degradation of pendimethalin in soil. *Weed Science*, 32(3), 408-412.
269. Zuardi, A. W. (2006). History of cannabis as a medicine: a review. *Brazilian Journal of Psychiatry*, 28(2), 153-157.