



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

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

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

Επίδραση της ανόργανης λίπανσης με και χωρίς παρεμποδιστές  
στη ζιζανιοχλωρίδα σε καλλιέργεια βαμβακιού (*Gossypium hirsutum*)

**Σοφία Β. Βράγκου**

Επιβλέπων καθηγητής:  
Δημήτριος Μπιλάλης, Καθηγητής ΓΠΑ

**ΑΘΗΝΑ 2023**

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

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

Επίδραση της ανόργανης λίπανσης με και χωρίς παρεμποδιστές στη  
ζιζανιοχλωρίδα σε καλλιέργεια βαμβακιού (*Gossypium hirsutum*)

Effect of inorganic fertilization with and without inhibitors on weed flora  
in cotton crop (*Gossypium hirsutum*)

**Σοφία Β. Βράγκου**

Εξεταστική επιτροπή

Δημήτριος Μπιλάλης, Καθηγητής ΓΠΑ (επιβλέπων)

Ιωάννα Κακαμπούκη Επίκουρος Καθηγητής ΓΠΑ

Ηλίας Τραυλός Αναπληρωτής Καθηγητής ΓΠΑ

## **Επίδραση της ανόργανης λίπανσης με και χωρίς παρεμποδιστές στη ζιζανιοχλωρίδα σε καλλιέργεια βαμβακιού (*Gossypium hirsutum*)**

*ΠΜΣ Καινοτόμες Εφαρμογές στην Αειφορική Γεωργία, στη Βελτίωση Φυτών & στην Αγρομετεωρολογία  
Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής  
Εργαστήριο Γεωργίας*

### **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Κατά την καλλιεργητική περίοδο από τον Απρίλιο – Σεπτέμβρη του 2022 στην περιοχή του Βοτανικού, στον πειραματικό αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών πραγματοποιήθηκε έρευνα με αντικείμενο την μελέτη της επίδρασης ανόργανης λίπανσης με και χωρίς παρεμποδιστές νιτροποίησης και ουρεάσης. Στόχος ήταν να μελετηθούν η επίδραση των επεμβάσεων στην πυκνότητα, την βιοποικιλότητα και την βιομάζα της ζιζανιοχλωρίδας σε καλλιέργεια βαμβακιού (*Gossypium hirsutum*). Εφαρμόστηκε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων, με 10 επεμβάσεις και 3 επαναλήψεις. Σε όλες τις επεμβάσεις εφαρμόστηκε η βασική λίπανση με ουρία. Στη συνέχεια εφαρμόστηκαν πέντε διαφορετικές λιπάνσεις σε δύο συγκεντρώσεις. Συνολικά ο πειραματικός αγρός διαχωρίστηκε σε 18 τεμάχια, εκ των οποίων τα 6 λειτούρησαν ως μάρτυρας (καμία εφαρμογή λιπάσματος μετά την επιφανειακή). Εφαρμόστηκαν οι εξής επεμβάσεις: Ux & U2x (ουρία, 0,25 και 0,5 kg) IUx & IU2x ( Παρεμποδιστής ουρεάσης 0,25 & 0,5 kg) NAx & NA2x ( Νιτρική αμμωνία, 0,25 & 0,5 kg), INAx & INA2x (Παρεμποδιστής Νιτρικής αμμωνίας 0,25 & 0,5 kg), ICx & IC2x ( Συνδυασμός Παρεμποδιστών, 0,25 & 0,5 kg). Καταγράφηκαν τα είδη που βρέθηκαν στον αγρό για κάθε επέμβαση, οι πυκνότητες για κάθε είδος και η βιομάζα για κάθε είδος και κάθε επέμβαση. Συνολικά έγιναν 3 μετρήσεις, μια μέτρηση αναφοράς πριν την εφαρμογή των λιπασμάτων και δύο μετά. Με τις μετρήσεις υπολογίστηκαν στη συνέχεια οι δείκτες βιοποικιλότητας κατά Simpson, Shannon, Margalef & Pielou. Η βιομάζα μετρήθηκε τόσο για το νωπό όσο και για το ξηρό βάρος των φυτών. Μέγιστες τιμές βιοποικιλότητας με βάση τον δείκτη του Shannon βρέθηκαν στην 2<sup>η</sup> μέτρηση στις επεμβάσεις με NAx, Ux, IC2x ενώ στην 3<sup>η</sup> μέτρηση βρέθηκαν μέγιστες τιμές στον Μάρτυρα και στις επεμβάσεις με παρεμποδιστή νιτροποίησης και ουρεάσης (INAx, INA2x, IUx, IU2x). Ο δείκτης Simpson βρέθηκε μέγιστος στην επέμβαση U2x στην 2<sup>η</sup> μέτρηση ενώ στην 3<sup>η</sup> επέμβαση μέγιστη τιμή βρέθηκε στην επέμβαση INAx. Ο δείκτης Margalef ακολουθεί τις τιμές του δείκτη κατά Shannon, ενώ ο δείκτης Pielou φαίνεται να ακολουθεί τις τιμές του δείκτη κατά Simpson

Με βάση τις μετρήσεις της πυκνότητας φάνηκαν επίσης 3 κυρίαρχα είδη και στις 3 μετρήσεις: Το *Solanum elaeagnifolium*, το *Cyperus rotundus* και η *Echinochloa crus-galli*. Στο *Cyperus rotundus* ανήκει το 45,8% των μετρήσεων στην 2<sup>η</sup> μέτρηση και το 53,6 % στην 3<sup>η</sup> επέμβαση, Στο *Solanum elaeagnifolium* ανήκει το 29,4% στην 2<sup>η</sup> και το 18,9% στην 3<sup>η</sup> μέτρηση. Τα κυρίαρχα είδη που βρέθηκαν είναι όλα εισβλητικά και αζωτόφιλα. Στατιστικά σημαντική βρέθηκε και η σχέση του είδους *Cyperus rotundus* με το είδος της λίπανσης.

Παρατηρώντας τη σχέση της βιομάζας με τις επεμβάσεις φαίνεται χαρακτηριστικά η επίδραση των αζωτούχων λιπασμάτων στο είδος *Amaranthus retroflexus* στην 2<sup>η</sup> αλλά και στην 3<sup>η</sup> επέμβαση. Στην 2<sup>η</sup> βρίσκουμε τις μεγαλύτερες τιμές βιομάζας στις επεμβάσεις χωρίς παρεμποδιστές (NA2x, NAx Ux). Σε αντίθεση, στην 3<sup>η</sup> μέτρηση βρίσκουμε τις μέγιστες τιμές βιομάζας σε επέμβαση με παρεμποδιστή (IUx), και σημαντικά μικρότερες στις επεμβάσεις χωρίς παρεμποδιστές.

**Επιστημονική περιοχή:** Αγροοικολογία

**Λέξεις κλειδιά:** Βιοποικιλότητα, ανόργανη λίπανση, παρεμποδιστές, ζιζανιογλωρίδα

**Effect of inorganic fertilization with and without inhibitors on weed flora in cotton crop (*Gossypium hirsutum*)**

*MSc Innovative Applications in Sustainable Agriculture, Plant Improvement & Agro-meteorology  
Department of Plant Production Science  
Laboratory of Agriculture*

**ABSTRACT**

During the growing season from April to September 2022 in the area of Botanikos, in the experimental field of the Agricultural University of Athens, a research was carried out to study the effect of inorganic fertilization with and without nitrification and urease inhibitors. The aim was to study the effect of the treatments on the density, biodiversity and biomass of weed flora in cotton (*Gossypium hirsutum*) crop. A randomized complete group design was applied, with 10 treatments and 3 replications. In all treatments, basal urea fertilization was applied. Five different fertilizations were then applied in two concentrations. In total, the experimental field was divided into 18 plots, of which 6 were operated as a control (no fertilizer application after surface application). The following treatments were applied: Ux & U2x (Urea, 0.25 and 0.5 kg) IUx & IU2x (Urease Inhibitor, 0.25 & 0.5 kg) NAx & NA2x (Ammonium Nitrate, 0.25 & 0.5 kg), INAx & INA2x (Ammonium Nitrate Inhibitor, 0.25 & 0.5 kg), ICx & IC2x (Combination of Inhibitors, 0.25 & 0.5 kg). The species found in the field for each treatment, densities for each species and biomass for each species and each treatment were recorded. A total of 3 measurements were taken, one reference measurement before fertilizer application and two after. The measurements were then used to calculate the biodiversity indices according to Simpson, Shannon, Margalef & Pielou. Biomass was measured for both fresh and dry weight of the plants. Maximum values of biodiversity based on Shannon's index were found in the 2nd measurement in the treatments with NAx, Ux, IC2x while in the 3rd measurement maximum values were found in Witness and in the treatments with nitrification and urease inhibitor (INAx, INA2x, IUx, IU2x). Simpson's index was found maximum in the U2x intervention in the 2nd measurement while in the 3rd intervention maximum value was found in the IUUx intervention. The Margalef index follows the Shannon index values, while the Pielou index seems to follow the Simpson index values. Based on the density measurements, 3 dominant species also appeared in all 3 measurements: *Solanum elaeagnifolium*, *Cyperus rotundus* and *Echinochloa crus-galli*. *Cyperus rotundus* owned 45.8% of the counts in the 2nd measurement and 53.6% in the 3rd measurement,

*Solanum elaeagnifolium* owned 29.4% in the 2nd and 18.9% in the 3rd measurement. The dominant species found are all invasive and nitrogen-fixing. Statistically significant was also found the relationship of *Cyperus rotundus* species with fertilization type. Observing the relationship of biomass with treatments, the effect of nitrogen fertilizer on *Amaranthus retroflexus* species in both the 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> treatments is typically seen. In the 2<sup>nd</sup> treatment we find the highest biomass values in the treatments without inhibitors (NA2x, NAx Ux). In contrast, in the 3<sup>rd</sup> treatment we find the highest biomass values in the treatment with inhibitors (IUx), and significantly lower in the treatments without inhibitors.

**Scientific area:** Agroecology

**Keywords:** Biodiversity, inorganic fertilisation, inhibitors, weeds

## Ευχαριστίες

Φτάνοντας στο τέλος αυτής της διαδρομής – περιπέτειας , δεν θα μπορούσα να παραλείψω να ευχαριστήσω ορισμένους ανθρώπους που ήταν δίπλα μου και με βοήθησαν να πετύχω και αυτόν τον στόχο. Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Δημήτριο Μπιλάλη για την καθοδήγηση του αλλά και για την εμπιστοσύνη του να μου αναθέσει μια μεταπτυχιακή μελέτη η οποία με έφερε «έξω από τα νερά μου» και σε επαφή με νέα επιστημονικά πεδία. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω για την πολύτιμη βοήθεια την υποψήφια Διδάκτορα του ΓΠΑ, Βαρβάρα Κουνέλη, η οποία ήταν δίπλα μου και με καθοδήγησε καθ' όλη την διάρκεια της διεξαγωγής του πειράματος αλλά και τον υποψήφιο Διδάκτορα του ΓΠΑ Παντελή Σταυρόπουλο για την πολύτιμη βοήθεια του στην αξιολόγηση των δεδομένων και την στατιστική επεξεργασία αλλά και για την στήριξη του, εμπνυχώνοντας τόσο εμένα όσο και τους συμφοιτητές μου με τον θετικό τρόπο σκέψης του.

Φυσικά δεν θα παραλείψω σε αυτό το σημείο και τους πιο κοντινούς μου ανθρώπους που μου στάθηκαν καθ'όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Και τέλος, γνωρίζοντας ότι ένα ευχαριστώ δεν είναι αρκετό, θέλω να ευχαριστήσω τους γονείς μου, που μου έδωσαν την δυνατότητα να φτάσω ως εδώ και τον πατέρα μου για το μικρόβιο της επιστημονικής περιέργειας, το οποίο μου μετέδωσε από την παιδική μου ηλικία και με βοήθησε να ξεπεράσω τις αμφιβολίες μου και να πετύχω τον στόχο μου.

## Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	1
ABSTRACT .....	3
1. Εισαγωγή.....	8
1.1. <i>Gossypium</i> sp. – Βαμβάκι – ιστορική αναδρομή .....	8
1.2. Τα τέσσερα είδη του γένους <i>Gossypium</i> .....	10
1.3. Ιστορία του βαμβακιού .....	12
1.4. Παραγωγή βαμβακιού στην Ελλάδα σήμερα .....	13
1.5. Μορφολογικά χαρακτηριστικά του <i>Gossypium L.</i> .....	14
1.6. Στάδια Ανάπτυξης .....	16
1.7. Καλλιέργεια Βαμβακιού .....	17
1.7.1. Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις .....	17
1.7.2. Καλλιέργεια βαμβακιού .....	18
1.7.3. Φροντίδα και Οργώματα πρίν τη σπορά .....	18
1.8. Σπόρος .....	19
1.8.1. Βάθος σποράς και ποσότητα σπόρου .....	19
1.8.2. Αποστάσεις φυτών και γραμμών .....	20
1.8.3. Σκάλισμα και Αραίωμα .....	21
1.9. Άρδευση.....	21
1.10. Ποιοτικά χαρακτηριστικά .....	23
1.11. Λίπανση .....	24
1.12. Κύκλος αζώτου .....	25
1.12.1. Αζωτοδέσμευση .....	25
1.12.2. Νιτροποίηση .....	26
1.12.3. Απονιτροποίηση .....	26
1.13. Η επίδραση της ανθρώπινης δραστηριότητας στον κύκλο του αζώτου .....	27
1.14. Απώλεια αζώτου από τα εδάφη .....	27
1.15. Λιπάσματα και κλιματική αλλαγή .....	28
1.16. Εκπομπές N <sub>2</sub> O .....	28
1.17. Μέθοδος Haber Bosch .....	29
1.18. Μείωση της εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου και χρήση λιπασμάτων .....	29
1.19. Παρεμποδιστές νιτροποίησης και ουρεάσης .....	30
1.20. Μηχανισμοί δράσης αναστολέων ουρεάσης.....	31
1.21. Αναστολείς νιτροποίησης .....	31



1.22.	Επιπτώσεις αναστολέων στην φύτευση και στον μεταβολισμό φυτών στο βαμβάκι 32	
1.23.	Ζιζάνια .....	33
1.23.1.	Τι είναι τα ζιζάνια .....	33
1.23.2.	Στρατηγικές επιβίωσης και εξάπλωσης ζιζανίων.....	33
1.23.3.	Ζιζάνια – μια διαφορετική προσέγγιση της αγροοικολογίας.....	34
1.24.	Ζιζάνια που παρατηρήθηκαν στον πειραματικό αγρό .....	36
1.25.	Βιοποικιλότητα – ορισμός, μια προσέγγιση .....	52
1.26.	Δείκτες βιοποικιλότητας .....	53
2.	Υλικά και Μέθοδοι .....	55
2.1.	Σκοπός του πειράματος .....	55
2.2.	Πειραματικό σχέδιο .....	56
2.3.	Κλιματολογικές συνθήκες του πειράματος .....	57
2.4.	Εγκατάσταση καλλιέργειας και καλλιεργητικές πρακτικές .....	58
2.4.1.	Σπορά .....	58
2.4.2.	Ποτίσματα.....	58
2.4.3.	Σκαλίσματα .....	59
2.4.4.	Συγκομιδή .....	59
2.5.	Διάταξη Πειράματος.....	60
2.6.	Μετρήσεις.....	61
2.7.	Αξιολόγηση μετρήσεων.....	63
2.8.	Επεξεργασία δεδομένων και στατιστική ανάλυση .....	64
3.	Αποτελέσματα.....	65
3.1.	Μέτρηση 2 <sup>η</sup> , Πυκνότητα και αριθμός ειδών ζιζανίων.....	66
3.2.	Μέτρηση 3 <sup>η</sup> , Πυκνότητα και αριθμός ειδών ζιζανίων.....	72
3.3.	Μέτρηση 2 <sup>η</sup> - Δείκτες βιοποικιλότητας.....	80
3.4.	Μέτρηση 3 <sup>η</sup> Δείκτες βιοποικιλότητας .....	86
3.5.	Βιομάζα – νωπό βάρος κατά την 2η και 3η μέτρηση.....	92
3.6.	Συνολική βιομάζα 2 <sup>η</sup> & 3 <sup>η</sup> μέτρηση.....	116
4.	Συζήτηση αποτελεσμάτων .....	119
5.	Βιβλιογραφία .....	126
6.	Πίνακες .....	129
7.	Διαγράμματα.....	131
8.	Εικόνες.....	133

## 1. Εισαγωγή

### 1.1. *Gossypium* sp. – Βαμβάκι – ιστορική αναδρομή

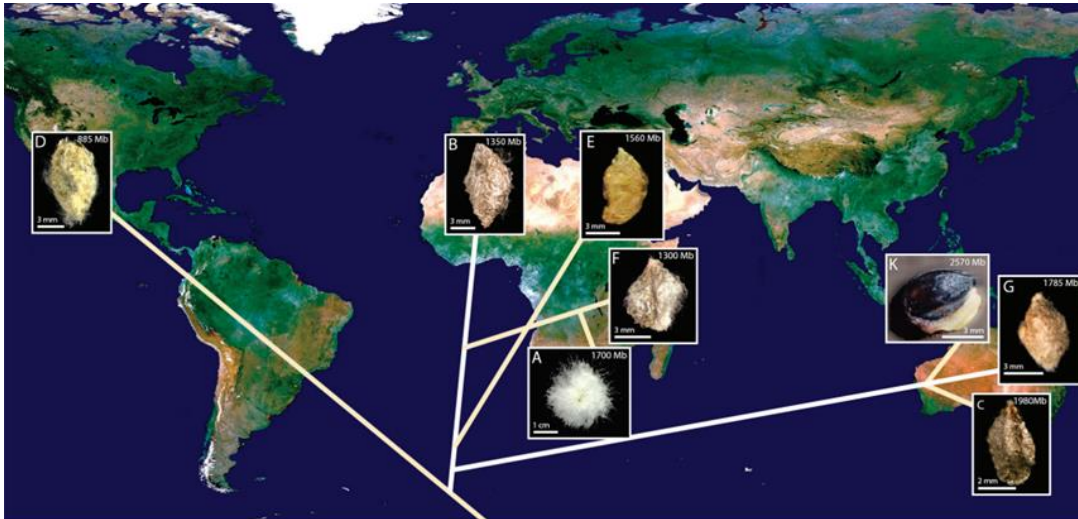
Το βαμβάκι ανήκει στην οικογένεια των Malvaceae και στο γένος *Gossypium* L. Μέχρι σήμερα έχουν καταγραφεί περισσότερα από 50 είδη τα οποία ανήκουν στο γένος αυτό, ενώ αρκετά από αυτά ανακαλύφθηκαν σχετικά πρόσφατα, καθώς η μεγάλη ποικιλομορφία και πλαστικότητα της μορφολογίας, της φαινολογίας αλλά και της οικολογίας των φυτών κάνει δύσκολο τον σαφή προσδιορισμό ενός είδους.

Η ιστορία της εξέλιξης του *Gossypium* L. είναι άξια αναφοράς – είναι ίσως το μοναδικό φυτό, το οποίο με την ανθρώπινη επέμβαση εξελίχθηκε σε τέσσερα διαφορετικά είδη με κοινό αρχικό σκοπό την διαλογή φυτών για την παραγωγή κλωστικής ίνας. Τα τέσσερα αυτά είδη υπάρχουν και σήμερα, ενώ εξελίχθηκαν ανεξάρτητα σε διάφορα μέρη του κόσμου και θα αναφερθούμε σε αυτά παρακάτω.

Είναι ένα φυτό με κοσμοπολιτική εξάπλωση το οποίο καλλιεργείται και απαντάται σήμερα σε περίπου 40 χώρες. Η εξάπλωση εκτείνεται από 37°N στις ΗΠΑ έως - 32° S στην Αυστραλία. Οι περιοχές στις οποίες φύεται το *Gossypium* χαρακτηρίζονται από θερμό, ξηρό ή και τροπικό κλίμα (arid - semi-arid, tropical- sub tropical). Είναι πολύ ευαίσθητο στις χαμηλές θερμοκρασίες.

Η εξέλιξη του γένους χρονολογείται στα 10-15 εκ. χρόνια. Καθώς το βαμβάκι θεωρείται ένα από τα μεγαλύτερης οικονομικής αξίας φυτά, έχουν γίνει πολλές μελέτες που αφορούν την φυλογένεση και την γονιδιακή σύσταση του γένους. Αν και ο κοινός πρόγονος των σημερινών ειδών παραμένει άγνωστος, πλησιέστερα συγγενικά γένη θεωρούνται το γένος *Gossipoides* (Αφρική – Μαδαγασκάρη) και το ενδημικό γένος *Kokia* (Hawaii).

Το φυλογενετικό δέντρο του γένους *Gossypium* διακλαδίζεται σε 3 εξελικτικές γραμμές και χωρίζεται σε συνολικά 8 ομάδες με βάση το γονιδίωμα τους. Ο πρώτος κλάδος περιλαμβάνει τα είδη της Αυστραλίας (γονιδίωμα K,G,C) ο δεύτερος την Αφρική – Ασία (A,B,E & F γονιδίωμα) και ο τρίτος κλάδος ή αλλιώς κλάδος του Νέου Κόσμου (ενώ οι πρώτοι δύο κλάδοι αναφέρονται και ως είδη του παλαιού κόσμου)



Εικόνα 1.1: Jonathan F. Wendel\* and Corrinne E. Grover 2015

και περιλαμβάνει φυτά D γονιδιώματος. Η διαφοροποίηση των εξελικτικών γραμμών χρονολογείται στα 5-10 εκ. χρόνια και καθιστά τις ομάδες του νέου και του παλαιού κόσμου φυλογενετικά αδερφές.

Η μεγάλη διαφοροποίηση και ποικιλομορφία των ειδών του γένους *Gossypium* σχετίζεται με δύο βασικούς παράγοντες που είναι καθοριστικής σημασίας για την ειδογένεση. Ο πρώτος είναι η συμπάτρια ειδογένεση ενώ ο δεύτερος παράγοντας είναι η διασπορά των σπόρων και άρα του γενετικού υλικού μέσω ωκεανών σε απομακρυσμένες τοποθεσίες, με αποτέλεσμα την δημιουργία νέων ειδών. Φαίνεται ότι, ενώ οι σπόροι των φυτών δεν φέρουν ειδικές προσαρμογές για την διασπορά μέσω του νερού, έχουν την δυνατότητα να διατηρήσουν την φυτρωτική τους ικανότητα. Τέλος, ο άνθρωπος συνέβαλε καθοριστικά στην δημιουργία των ειδών βαμβακιού όπως τα γνωρίζουμε σήμερα, καθώς τα άγρια είδη του φυτού δεν διαθέτουν τα ίδια χαρακτηριστικά. Κυρίως το μήκος και η ποσότητα της ίνας που παράγεται διαφέρει σημαντικά. Έτσι στα άγρια είδη του γένους, η ίνα που παράγεται είναι ελάχιστη. Σήμερα καλλιεργούνται κυρίως τέσσερα γνωστά είδη βαμβακιού. Σε αυτά ανήκουν 2 είδη του Νέου Κόσμου και 2 του Παλαιού Κόσμου. Διαφέρουν τόσο στα χαρακτηριστικά τους όσο και στον γονότυπο. Χαρακτηριστικό στα είδη του παλαιού κόσμου είναι ότι το γονιδίωμα τους είναι διπλοειδές ενώ τα είδη του νέου κόσμου, σαν αποτέλεσμα υβριδοποίησης και εξέλιξης (τα τελευταία 1-2 εκ. χρόνια) παρουσιάζουν πολυπλοειδή γονιδιώματα.

Αν και κρίνοντας αυστηρά από το κλαδόγραμμα δεν μπορούμε να το επιβεβαιώσουμε, η καταγωγή του γένους *Gossypium* πιστεύεται ότι είναι η Αφρική, καθώς εκεί βρίσκουμε την μεγαλύτερη ποικιλομορφία ειδών (Wendel & Grover, 2015)

## **1.2. Τα τέσσερα είδη του γένους *Gossypium***

- a) *Gossypium arboreum* (old world species)
- b) *Gossypium herbaceum* (old world species)
- c) *Gossypium barbadense* (new world species)
- d) *Gossypium hirsutum* (new world species)

### **a) *Gossypium arboreum***

Είναι είδος του παλαιού κόσμου και παρουσιάζει διπλοειδές γονιδίωμα (=13n). Οι ίνες του είναι κοντές αλλά ανθεκτικές και κονύτερες σε σύγκριση με τα είδη του νέου κόσμου. Είναι πολυετής θάμνος, σχετικά μικρός, δεν ξεπερνάει τα 2 μέτρα. Τα φύλλα είναι λοβωτά σε σχήμα παλάμης και τα άνθη του έχουν ποικιλία χρωμάτων από λευκά και κίτρινα μέχρι κόκκινα. Περιβάλλονται από βράκτια φύλλα τα οποία σχηματίζουν επικάλυκα. Το είδος αυτό απαντάται κυρίως στην Ασία αλλά και στην Ν. Αραβία και στις ακτές της Β. Και Α. Αφρικής. Φύεται και στην Ελλάδα, στην άγρια του μορφή.

Η καλλιέργεια του αποτελεί μόλις το 1% της παγκόσμιας παραγωγής σε βαμβάκι.

### **b) *Gossypium herbaceum***

Επίσης είναι ένα είδος του παλαιού κόσμου. (=n13) Έχει επίσης ίνες μικρού μήκους και θεωρείται μικρής οικονομικής αξίας. Διαφέρει από το *G. arboreum* στο σχήμα των φύλλων, στο χρώμα του άνθους (κίτρινα) και στο σχήμα στα βράκτια φύλλα αλλά και του καρπού (κάψα). Θεωρείται ενδημικό και καλλιεργείται κυρίως στην Ασία αλλά το συναντάμε και αλλού. Όταν διασταυρώνεται με το *G. arboreum* δίνει F1 γενεά αλλά η F2 παρουσιάζει συχνά μικρή βιωσιμότητα σπόρων, χαμηλή φυτρωτικότητα και μορφολογικές ανωμαλίες αρτιβλάστων.

**c) *Gossypium barbadense***

Είναι ένα είδος του νέου κόσμου, ενδημικό της Ν.Αμερικής (=n26). Είναι ανθεκτικός θάμνος και μπορεί να πάρει σχήμα δενδροειδές. Τα άνθη έχουν έντονο κίτρινο χρώμα με κόκκινες κηλίδες, η κάψα είναι τρίχωρη. Το είδος *Gossypium barbadense* καλλιεργείται με σκοπό την παραγωγή ίνας πολύ υψηλής ποιότητας. Το είδος αυτό αποτελεί περίπου το 2%- 5% της παγκόσμιας παραγωγής σε βαμβάκι. Διακρίνουμε δύο τύπους που καλλιεργούνται:

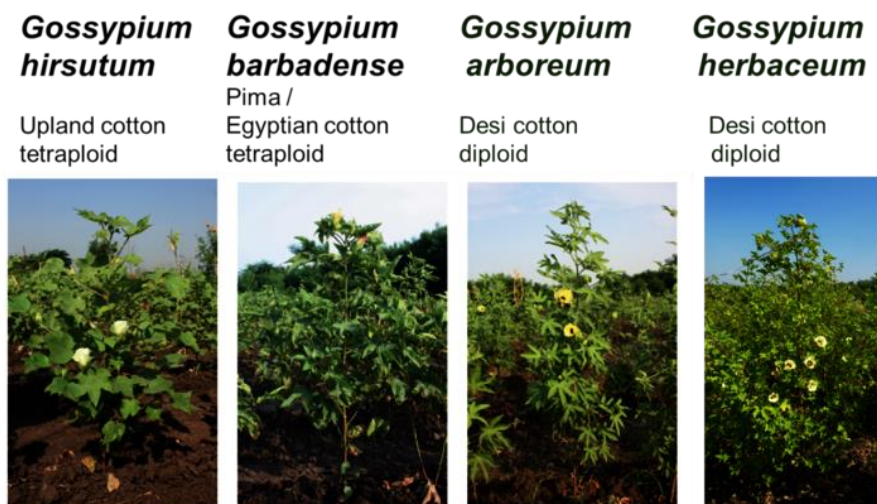
α) Το Αιγυπτιακό βαμβάκι: Καλλιεργείται στην κοιλάδα του Νείλου, στις ΗΠΑ και στο Σουδάν. Έχει πολύ μακριά και ανθεκτική ίνα, μήκους 35-38mm. Είναι γνωστό και με το όνομα Pima cotton και θεωρείται το βαμβάκι με την υψηλότερη ποιότητα.

β) Ο τύπος Sea Island: ο τύπος αυτός παράγει τις μακρύτερες ίνες (60mm) και θεωρείται πολύ υψηλής ποιότητας. Συναντάμε την καλλιέργεια αυτήν σε Florida & Georgia. Έχει μειωθεί καθώς προσβάλλεται έντονα από το σκαθάρι *Anthonomus grandis*.

**d) *Gossypium hirsutum***

Είδος του νέου κόσμου (n=26) και το πιο διαδεδομένο καλλιεργούμενο είδος ανά τον κόσμο. Περίπου το 95%-97% της παγκόσμιας καλλιέργειας αφορά το *Gossypium hirsutum*.

Το ύψος του φυτού είναι σχετικά χαμηλό. Ονομάζεται και “Upland cotton” και απαντάται και στη χώρα μας αλλά και σε Τουρκία, Αφρική, Ν.Αμερική, στις ΗΠΑ, στην Ινδία και στην Κίνα. Τα άνθη του είναι κίτρινα – λευκά και η ποικιλομορφία της φαινολογίας είναι μικρότερη και ο διαχωρισμός από το *G.barabadense* είναι σχετικά εύκολος. Η κάψα είναι τετράχωρη ή πεντάχωρη και η ίνα έχει μήκος 25-31 mm και το χνούδι των σπόρων βρίσκεται σε όλη την επιφάνεια. (Smith & Cothren, 1991) (Wendel & Grover, 2015)



Εικόνα 1.2: [www.sgf-cotton.org](http://www.sgf-cotton.org)

### 1.3. Ιστορία του βαμβακιού

Το βαμβάκι με μεγάλη επιτυχία εξαπλώθηκε σχεδόν σε όλο τον κόσμο, καλλιεργείται εδώ και χιλιάδες χρόνια και παραμένει μια από τις σημαντικότερες καλλιέργειες για την παγκόσμια οικονομία. Έχει πολλαπλές χρήσεις και συνδέεται άμεσα με την κουλτούρα και την τέχνη των λαών.

Τα άγρια είδη (wild type) βαμβακιού, τα οποία εξελίχθηκαν πριν εκατομμύρια χρόνια δεν είχαν ωστόσο το μήκος της ίνας που παρουσιάζουν οι σύγχρονες καλλιεργούμενες ποικιλίες. Μένει αναπάντητο το ερώτημα πως και πότε έγινε η πρώτη προσπάθεια διαλογής των φυτών αγρίου τύπου ώστε να επιτευχθεί «εξημέρωση» (domestication) και καλλιέργεια ενός είδους με σκοπό τη χρήση της ίνας. Υπάρχουν δύο θεωρίες για την αρχή της καλλιέργειας του βαμβακιού. Η πρώτη αναφέρει το βαμβάκι ως ζωοτροφή, καθώς ο σπόρος του φυτού περιέχει αρκετή ποσότητα ελαίων με υψηλή θρεπτική αξία. Η δεύτερη αναφέρει την πιθανή ανακάλυψη ενός φυτού το οποίο έφερε κάποια μετάλλαξη με μεγαλύτερο μήκος ίνας. Γνωρίζουμε όμως σίγουρα ότι τα τέσσερα είδη που αναφέρθηκαν παραπάνω επιλέχθηκαν σε απομακρυσμένα μεταξύ τους μέρη στον κόσμο με κοινό σκοπό την παραγωγή ίνας. Οι πρώτες αναφορές για την καλλιέργεια βαμβακιού γίνονται περί τα 7000 χρόνια π.Χ.. στην Μέση Ανατολή ενώ γνωρίζουμε ότι το φυτό εκεί δεν είναι ενδημικό. Η καλλιέργεια του πιστεύεται ότι ξεκίνησε σε περιοχές όπου ήταν ήδη γνωστή η χρήση φυτικής ίνας (*Linum usitatissimum*, Λινάρι) αλλά και η επεξεργασία της ζωικής ίνας (μαλλί προβάτου). Τα πρώτα ευρήματα έχουν ηλικία 2700 χρόνων και προέρχονται από την περιοχή της Νουβίας (κατά μήκος του Νείλου, Ν. Αίγυπτο και Β. Σουδάν) και από το Μοχέντζο-ντάρο (πόλη πολιτισμού της κοιλάδας του Ινδού, στο σημερινό Πακιστάν).

Είναι μια από τις σημαντικότερες και πρωιμότερες πόλεις της Ν. Ασίας και είναι σήμερα Μνημείο Πολιτιστικής Κληρονομιάς της UNESCO)

Στην Ελλάδα το βαμβάκι έφτασε μέσω του στρατού του Μ. Αλεξάνδρου, όπως αναφέρει ο Θεόφραστος, από την Ινδία. Δημιουργείται ένας εμπορικός άξονας ανάμεσα σε Ανατολή και Δύση. Η άφιξη του βαμβακιού στην Ν. Ευρώπη σύντομα οδηγεί και στην καλλιέργεια του σε Ισπανία και Ελλάδα (*G. herbaceum*). Κατά την εποχή της Αναγέννησης, το βαμβάκι και τα βαμβακερά υφάσματα γίνονται περιζήτητα στην Ιταλία. Η Βενετία γίνεται το κέντρο του εμπορίου για το βαμβάκι. Τα εμπορεύματα φτάνουν μέχρι την βόρεια Ευρώπη (Lee & Fang, 2015)

#### **1.4. Παραγωγή βαμβακιού στην Ελλάδα σήμερα**

Στην Ελλάδα, η καλλιέργεια βαμβακιού αποκτά οικονομική σημασία μετά τον Α' Παγκόσμιο Πόλεμο καθώς αυξάνεται η ζήτηση στα μεγάλα κέντρα της Ευρώπης μετά τον αποκλεισμό της από τα μεγάλα κέντρα παραγωγής της Αμερικής. Το 1911 καλλιεργείται βαμβάκι σε 90.500 στρέμματα, ενώ μετά από περίπου 20 χρόνια αγγίζει τα 200.000 στρέμματα ενώ **αποτελεί και σήμερα ένα από τα πρώτα εξαγωγίμα προϊόντα της χώρας.**

Διαχωρίζουμε δυο φάσεις της ανοδικής πορείας στην καλλιέργεια του βαμβακιού στην Ελλάδα:

**α) από το 1931, το έτος της ίδρυσης του Ελληνικού Φορέα Βάμβακος** μέχρι το 1980. Σε αυτό το χρονικό διάστημα βελτιώνονται οι τεχνικές και κατ' επέκταση αυξάνεται η απόδοση των καλλιεργειών. Ταυτόχρονα αυξάνεται και η στρεμματική έκταση της καλλιεργούμενης Γης.

**β) από το 1980 μέχρι σήμερα**, όπου συνεχίζει η αύξηση της καλλιεργούμενης έκτασης, η οποία σταθεροποιείται τα τελευταία χρόνια.

Σήμερα στη χώρα μας καλλιεργούνται περίπου 2,5 εκ. στρέμματα, καθιστώντας το βαμβάκι την σημαντικότερη καλλιέργεια. Οι περιοχές με τις μεγαλύτερες καλλιεργητικές εκτάσεις βρίσκονται σε Μακεδονία, Θεσσαλία και στη Θράκη. Περίπου 46.000 καλλιεργητές και έμμεσα 100.000 επιπλέον εργαζόμενοι στην βιομηχανία μεταποίησης εξαρτώνται από την καλλιέργεια του βαμβακιού στην Ελλάδα.

Για την καλλιεργητική περίοδο 2021/2022 εκτιμάται ότι καλλιεργήθηκαν 272.000 ha, με συνολική εκτιμώμενη απόδοση 1.121 kg/ha. Η συνολική παραγωγή φτάνει τους 305.000 T. (Cottonportal)

Αν και το μεγαλύτερο ποσοστό του βαμβακιού καλλιεργείται στην Κίνα, τη Βραζιλία, την Ινδία, το Πακιστάν και τις Ηνωμένες Πολιτείες, καλλιεργείται σε περισσότερες από 100 χώρες. Δεν χρειάζεται σε αυτό το σημείο να αναφέρουμε την τεράστια οικονομική του σημασία.

Στην Ευρώπη, η Ελλάδα είναι η χώρα με την μεγαλύτερη παραγωγή βαμβακιού, καλύπτοντας πάνω από το 80% της συνολικής παραγωγής. Εκτός από την Ελλάδα υπάρχουν μόνο δύο ακόμη χώρες στην Ευρώπη που παράγουν βαμβάκι: Η Ισπανία και η Βουλγαρία, καθώς το φυτό δεν καλλιεργείται βορειότερα.

Στην Ελλάδα καλλιεργείται το είδος *G.hirsutum* – αν και πολυετές φυτό, καλλιεργείται ως μονοετές στην χώρα μας, καθώς είναι ευαίσθητο στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα. Η καλλιέργεια γίνεται κυρίως για τις ίνες του φυτού, οι οποίες είναι 8 φορές πιο ακριβές από το σπόρο. Παρόλα αυτά γίνεται και βιομηχανική αξιοποίηση του λαδιού του στην παραγωγή μαργαρίνης και μαγιονέζας αλλά και για παραγωγή καλλυντικών. Τέλος, η βαμβακόπιτα είναι κατάλληλη και ως ζωοτροφή. Να αναφέρουμε σε αυτό το σημείο, ότι τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει προσπάθειες παραγωγής biodiesel και χρήση της βιομάζας με σκοπό την παραγωγή «πράσινης» ενέργειας η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί άμεσα για την μεταποίηση του βαμβακιού, καθώς πρόκειται για μια διαδικασία με υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις. (Cottonportal) (Hellenic Cotton Association , 2022)

## **1.5. Μορφολογικά χαρακτηριστικά του *Gossypium L.***

**Οικογένεια: Malvaceae**

**Γένος: *Gossypium***

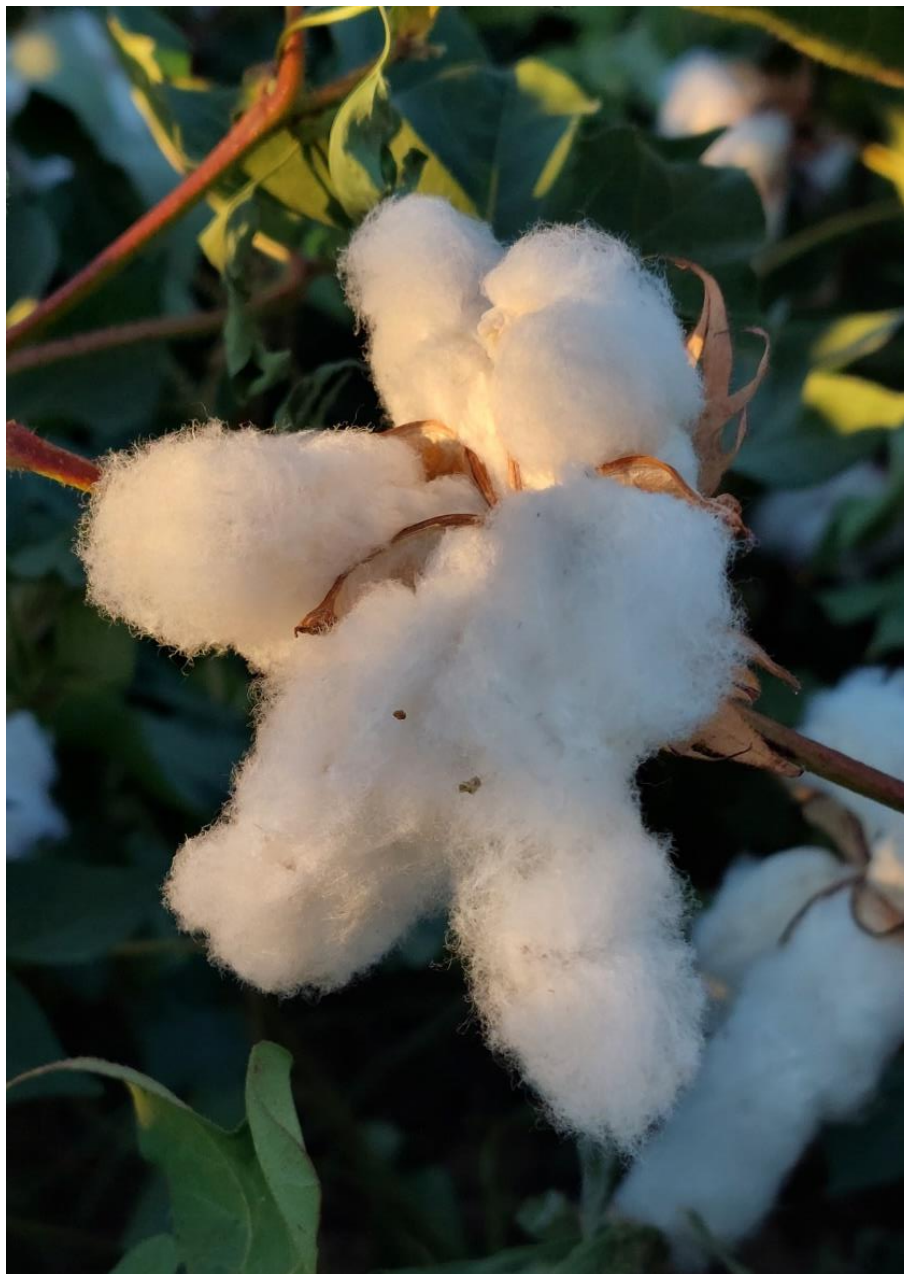
Το γένος *Gossypium* περιλαμβάνει πόες, θάμνους αλλά και δενδρώδη πολυετή είδη. Η ρίζα του φυτού είναι πασσαλώδης, με βάθος 60 - 100 cm. Το στέλεχος του φυτού έχει ύψος 60 – 180 cm. Τα φύλλα είναι πεντάλοβα και φέρουν μακρύ μίσχο. Τα άνθη του έχουν μεγάλη ποικιλομορφία χρωμάτων, από λευκό – κίτρινο αλλά και ρόζ –κόκκινο χρώμα. Ο καρπός είναι κάψα, ο αριθμός των καρπόφυλλων από 3 έως 5. Ο σπόρος του είναι προσκολλημένος στα καρπόφυλλα, ενώ σε κάθε χώρο βρίσκονται περίπου 8 σπόροι, οι οποίοι παράγουν έλαιο και στην επιφάνεια τους αναπτύσσονται επιδερμικές τρίχες, οι γνωστές ίνες του βαμβακιού. Η ίνα του βαμβακιού έχει σύσταση κυτταρίνης. Πάνω στο σπόρο παράγονται κοντές και λεπτές ίνες.





Εικόνα 1.3 Άνθος σε βαμβακόφυτο στον πειραματικό αγρό. Εικόνα από προσωπικό αρχείο

Οι μακριές ίνες απομακρύνονται μέσω του εκκοκκισμού, ενώ οι κοντές παραμένουν προσκολλημένες στο σπόρο. Κάθε ίνα που αναπτύσσεται είναι αποτέλεσμα της επιμήκυνσης των επιδερμικών κυττάρων του σπόρου. Η κάθε ίνα προκύπτει από ένα μόνο επιδερμικό κύτταρο και η ανάπτυξη προχωράει σε δύο στάδια. Πρώτα ολοκληρώνεται η επιμήκυνση της ίνας, η οποία διαρκεί περίπου 16 – 20 ημέρες από την άνθιση και στη συνέχεια, όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία, αρχίζει η πάχυνση μέσω της εναπόθεσης κυτταρίνης στο εσωτερικό του τοιχώματος του κυττάρου (δευτερογενώς). Η εναπόθεση της κυτταρίνης καθορίζει το πάχος και ολοκληρώνεται σε 3 περίπου εβδομάδες, ενώ καθορίζει και την αντοχή και την ποιότητα της ίνας. Συχνά παράγονται και ορισμένοι γυμνοί σπόροι οι οποίοι δεν παράγουν ίνα αλλά έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε λάδι. Ο σπόρος του βαμβακιού περιβάλλεται από περισπέρμιο, ενώ το ενδοσπέρμιο είναι ελάχιστα αναπτυγμένο. Οι αποταμιευτικές ουσίες για την φύτευση αποταμιεύονται στις δυο μεγάλες κοτυληδόνες. Στο σπόρο παρατηρούμε επίσης ριζίδιο και βλαστίδιο. Στις κοτυληδόνες του βαμβακιού βρίσκονται και κάποιοι ελαιούχοι αδένες και αδένες που περιέχουν γκοσσυπόλη, μια ουσία φαινολικής προέλευσης η οποία είναι τοξική για τον άνθρωπο. (Oosterhuis & Jernstedt, 1991) (Πασχαλίδης, 2019), (Παπακώστα- Τασόπουλου, 2013)



Εικόνα 1.4 Καρύδι ανοιχτό και ίνες βαμβακιού στον πειραματικό αγρό (προσωπικό αρχείο)

### **1.6. Στάδια Ανάπτυξης**

Η ανάπτυξη του φυτού χωρίζεται σε **πέντε κύρια στάδια**, ενώ έχει διάρκεια **160-210 ημέρες** από την ημέρα σποράς. Τα στάδια ανάπτυξης του φυτού είναι τα εξής:

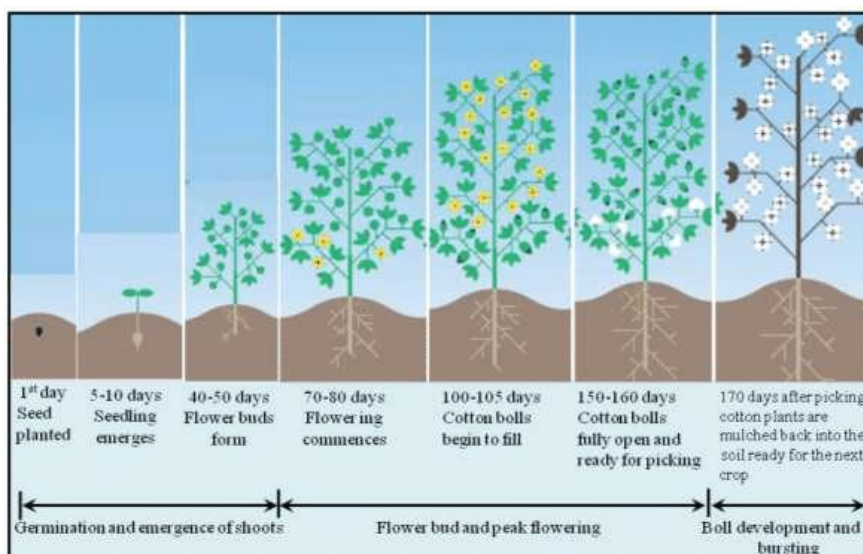
**Η φύτευση** Η φύτευση του σπόρου διαρκεί από 6-11 ημέρες και εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες (θερμοκρασία εδάφους, διαθεσιμότητα νερού). Η ελάχιστη θερμοκρασία για την φύτευση είναι στους 15°C, η βέλτιστη στους 24°C-25°C).

**Πρώτη ανάπτυξη του φυτού** Κατά την πρώτη ανάπτυξη του φυτού εμφανίζονται οι πρώτες καταβολές και τα χτένια. Διάρκεια περίπου 30-50 ημέρες

**Προ – άνθιση** Θεωρείται το διάστημα από την εμφάνιση χτενιών μέχρι την άνθιση. Διάρκεια περίπου 20- 25 ημέρες.

**Άνθιση και Καρποφορία** Είναι το πιο κρίσιμο στάδιο της ανάπτυξης του φυτού καθώς αναπτύσσονται τα καρύδια βαμβακιού κατά τη διάρκεια του αυτού του διαστήματος. Έχει διάρκεια 45- 65 ημέρες.

**Ωρίμανση** Άνοιγμα των καρυδιών και τελική ανάπτυξη της ίνας. Είναι το τελευταίο στάδιο πριν την συγκομιδή. Διάρκεια περίπου 45 ημέρες. (Hellenic Cotton Association , 2022)



Εικόνα 1.5 (Gaber, 2016)

## 1.7. Καλλιέργεια Βαμβακιού

Για να αναπτυχθεί με τον επιθυμητό τρόπο το φυτό, πρέπει να καλλιεργείται κάτω από ευνοϊκές/κατάλληλες συνθήκες. Αυτές περιλαμβάνουν παραμέτρους που επηρεάζονται από τις καλλιεργητικές τεχνικές αλλά και από κλιματικές και περιβαλλοντικές συνθήκες.

### 1.7.1. Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις

Το βαμβάκι είναι φυτό το οποίο, όπως ήδη αναφέρθηκε, κατάγεται από περιοχές οι οποίες ανήκουν στην υποτροπική ζώνη. Η φύτευση απαιτεί την διάβρωση του σπόρου και το ριζίδιο εμφανίζεται μετά από 2-3 ημέρες, το υπέργειο τμήμα μετά από 5-6 ημέρες και οι κοτυληδόνες στις 11 περίπου ημέρες, ανάλογα με τις περιβαλλοντικές

συνθήκες που επικρατούν. Η ελάχιστη θερμοκρασία φύτευσης είναι στους 14°C, ενώ η βέλτιστη στους 30-34°C και η μέγιστη στους 40 °C. Στην χώρα μας και στα εύκρατα κλίματα το φυτό καταπονείται λόγω των θερμοκρασιών που επικρατούν κατά την έναρξη και του τέλους του βιολογικού του κύκλου, από τις χαμηλές δηλαδή θερμοκρασίες. Όπως όλα τα φυτά, στις πολύ χαμηλές – όταν το φυτό βρίσκεται στα όρια αντοχής για κάποια αβιοτική παράμετρο – σταματάει η ανάπτυξη του, ενώ στις πολύ υψηλές το καλοκαίρι «ρίχνει» τα χτένια και τα καρύδια, εξασφαλίζοντας έτσι μόνο την επιβίωση του ατόμου, χωρίς να είναι σε θέση να δημιουργήσει τις δομές αναπαραγωγής και να εξασφαλίσει την ολοκλήρωση του βιολογικού του κύκλου. Απαιτεί θερμό καλοκαίρι και φθινόπωρο ξηρό χωρίς βροχοπτώσεις, οι οποίες στην χειρότερη περίπτωση μπορεί να καταστρέψουν τη σοδειά.

### **1.7.2. Καλλιέργεια βαμβακιού**

Το βαμβάκι καλλιεργείται, αν και όχι υποχρεωτικά, με αμειψισπορά. Είναι ωφέλιμη και προτείνεται όταν το χωράφι γεμίζει γρήγορα με ζιζάνια. Η αμειψισπορά συχνά γίνεται με κάποιο αγρωστώδες. Εκτός από την μείωση ζιζανίων, η αμειψισπορά μειώνει και τις ευνοϊκές συνθήκες για παθογόνα. Προσφέρει επίσης έναν εύκολο τρόπο εξυγίανσης του εδάφους.

### **1.7.3. Φροντίδα και Οργώματα πρίν τη σπορά**

Διακρίνουμε σε καλοκαιρινό, φθινοπωρινό, χειμερινό και ανοιξιάτικο όργωμα.

#### **Καλοκαιρινό όργωμα:**

Είναι κατάλληλο όταν θέλουμε να καταστρέψουμε ζιζάνια με βαθύ ριζικό σύστημα. Γίνεται σε βάθος 25- 35 cm και σαν συνέπεια οι ρίζες των ζιζανίων εκτίθενται και ξηραίνονται από τον έντονο καλοκαιρινό ήλιο. Μειονέκτημα είναι το υψηλό κόστος της μεθόδου.

#### **Φθινοπωρινό όργωμα:**

Θεωρείται η πιο σημαντική επέμβαση στο χωράφι και πρέπει να γίνει πριν από έντονες βροχές και παγωνιά. Έχει σαν αποτέλεσμα την καλύτερη αποσύνθεση του οργανικού υλικού της προηγούμενης καλλιέργειας και εκθέτει το έδαφος σε καιρικές

μεταβολές, διευκολύνει την διείσδυση του νερού σε μεγαλύτερα βάθη και βοηθάει έτσι την αποθήκευση του νερού στο έδαφος. Δημιουργεί καλύτερο αερισμό, ενώ ταυτόχρονα καταστρέφει ζιζάνια αλλά και έντομα και άλλα παθογόνα, εκθέτοντας τα στις ακατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες (θερμοκρασίες, ακτινοβολία UV κ.α.).

### **Χειμερινό όργωμα:**

Το χειμερινό όργωμα γίνεται μόνο όταν δεν έχει γίνει το φθινοπωρινό και όσο το δυνατόν νωρίτερα – εφόσον το επιτρέπουν οι καιρικές συνθήκες.

### **Ανοιξιάτικο όργωμα**

Το ανοιξιάτικο όργωμα γίνεται μόνο αν για κάποιο λόγο δεν μπόρεσε να γίνει όργωμα νωρίτερα και απαιτεί μεγάλη προσοχή, καθώς η εδαφική υγρασία κινδυνεύει να χαθεί και έτσι το αποτέλεσμα να είναι επιζήμιο για την σπορά. Έχει σαν στόχο την καταστροφή ζιζανίων και τον καλύτερο αερισμό του εδάφους.

## **1.8.Σπόρος**

Η σπορά πρέπει να γίνεται με σπόρο (ποσοστό βλαστικότητας τουλάχιστον 80%). Η πρώιμη σπορά στις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην Ελλάδα είναι επιθυμητή. Η κατάλληλη περίοδος σποράς εξαρτάται από τις κλιματικές και περιβαλλοντικές συνθήκες της περιοχής, όπως θερμοκρασία, υγρασία. Στην Ελλάδα η σπορά γίνεται από Απρίλιο μέχρι Μάιο. Η σημασία της πρώιμης σποράς είναι καθοριστική, καθώς δίνει την δυνατότητα επανασποράς εάν η πρώτη σπορά αποτύχει. Επιπλέον δίνει τον απαραίτητο χρόνο για άνθιση, καρποφορία και συγκομιδή στο μεσογειακό κλίμα. Σημαντικό ρόλο παίζει επίσης η επιλογή γυμνού σπόρου – ο γυμνός (αποχνοώμενος) σπόρος θέλει λιγότερο διάστημα για να φυτρώσει κατ' επέκταση επιτρέπει μια πιο ομοιόμορφη σπορά. Ένα ακόμα πλεονέκτημα είναι η οικονομία στο σπόρο αλλά και η δυνατότητα της οψιμότερης σποράς χωρίς να χαθεί η πρωιμότητα της καλλιέργειας.

### **1.8.1. Βάθος σποράς και ποσότητα σπόρου**

Το βάθος σποράς εξαρτάται από την φυσική κατάσταση του εδάφους, την υγρασία και τις θερμοκρασιακές συνθήκες της περιοχής. Σε ελαφρά και αμμώδη εδάφη το βάθος σποράς θα είναι μεγαλύτερο, περίπου 5- 7 cm ενώ στα υγρά αμμοπηλώδη εδάφη το βάθος σποράς είναι περίπου 1-3 cm. Η πρώιμη σπορά γίνεται σε μικρό σχετικά βάθος, καθώς η θερμοκρασία του εδάφους είναι ακόμα χαμηλή. (1- 3cm). Η ποσότητα του

σπόρου επηρεάζεται επίσης από την πρωιμότητα της σποράς, κυμαίνεται από 1,8 – 3 κιλά /στρέμμα. Στην πρώιμη σπορά απαιτείται μεγαλύτερη ποσότητα σπόρου. Επανασπορά γίνεται μόνο εάν ο αριθμός των φυτών είναι μικρότερος από το 50 – 60% του κανονικού.

### **1.8.2. Αποστάσεις φυτών και γραμμών**

Οι αποστάσεις των σπόρων και κατ' επέκταση των φυτών αλλά και των σειρών μεταξύ τους εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες. Ρόλο παίζουν η ποικιλία-υπάρχουν, για παράδειγμα, ποικιλίες που δεν αναπτύσσουν πυκνή βλάστηση και έτσι επιτρέπονται μικρότερες αποστάσεις μεταξύ γραμμών και φυτών. Η εποχή σποράς αλλά και τα χαρακτηριστικά του εδάφους. Σε εδάφη πλούσια σε θρεπτικά συστατικά γίνεται πιο πυκνή καλλιέργεια, διότι δεν υπάρχει πρόβλημα ανταγωνισμού των φυτών για τα θρεπτικά στοιχεία. Στόχος είναι να αξιοποιήσει το φυτό όσο το δυνατό καλύτερα τους φυσικούς πόρους του περιβάλλοντος του. Ρόλο στις αποστάσεις των φυτών παίζει και ο τρόπος της συγκομιδής, αν δηλαδή η καλλιέργεια προορίζεται για μηχανοσυλλογή ή αν θα γίνει χειροσυλλογή της σοδειάς.

#### **Εναλλακτικοί τρόποι σποράς είναι**

- Η Σπορά σε αναχώματα προτείνεται για χωράφια με βαριά εδάφη και υψηλή υγρασία καθώς αυξάνει την απόδοση της καλλιέργειας και έχει σαν αποτέλεσμα την ταχύτερη φύτρωση και ανάπτυξη φυτών. Επίσης δεν σαπίζει ο σπόρος και δεν έχουμε φαινόμενο σηψιρριζιών. Η σπορά σε αναχώματα διευκολύνει την μηχανοσυλλογή, απαιτεί όμως κατάλληλο εξοπλισμό/μηχανήματα και γι' αυτό το λόγο δεν είναι διαδεδομένη στην Ελλάδα.
  
- Σπορά και καλλιέργεια σε διπλές γραμμές  
Μέσω της σποράς σε διπλές γραμμές έχουμε αύξηση της πυκνότητας της φυτείας και αύξηση της απόδοσης. Μεταξύ των διπλών γραμμών έχουμε αποστάσεις 15 – 20 cm ενώ ανάμεσα στις γραμμές περίπου 1m. Μειονέκτημα της μεθόδου είναι η ανάγκη για ειδικά σπαρτικά μηχανήματα.
  
- Σπορά υπό κάλυψη  
Η σπορά υπό κάλυψη είναι σχετικά πρόσφατη μέθοδος και εφαρμόζεται από την δεκαετία του 1990. Η σπορά καλύπτεται με πλαστικό (πολυαιθυλένιο). Εξασφαλίζει

ομοιόμορφο πρώιμο φύτρωμα του σπόρου και αύξηση απόδοσης της καλλιέργειας. Επιτρέπει ακόμη και την επιλογή οψιμότερων ποικιλιών με υψηλότερη απόδοση.

### **1.8.3. Σκάλισμα και Αραιώμα**

Μετά την φύτρωση των νεαρών φυτών και για την βέλτιστη ανάπτυξη τους , πρέπει να αραιώνονται τα φυτά ώστε να μην υπάρχει ανταγωνισμός ανάμεσα στα άτομα. Στην σύγχρονη γεωργία, όπου η σπορά γίνεται με τη χρήση σπαρτικών μηχανημάτων, είναι λιγότερο απαραίτητη, καθώς δεν δημιουργούνται πολλά πυκνά σημεία. Το σκάλισμα εξασφαλίζει καλό αερισμό του εδάφους και βοηθάει στην ανάπτυξη υψηλότερης θερμοκρασίας του, καταστρέφει ζιζάνια και σπάει την κρούστα του εδάφους που δημιουργείται από βροχή ή από πότισμα. Γίνεται είτε με μηχανοσκαλιστήρι και καλλιεργητή ανάμεσα στις γραμμές αλλά και με τσάπα ανάμεσα στα φυτά .

## **1.9. Άρδευση**

Το βαμβάκι είναι ένα φυτό το οποίο, ενώ δεν πρέπει να «βρέχεται» αφού ανοίξουν τα καρύδια, έχει υψηλές απαιτήσεις σε νερό. Καθώς το μεσογειακό κλίμα είναι ξηροθερμικό το καλοκαίρι, η άρδευση είναι αποτελεσματική και απαραίτητη επέμβαση.

Στην Ελλάδα το βαμβάκι ποτίζεται για να επιτευχθεί καλύτερη απόδοση. Η ποσότητα του νερού πρέπει να προσαρμόζεται στις κλιματικές / περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν.

### **Πότισμα με σταγόνα – στάγδην άρδευση**

Η στάγδην άρδευση είναι πολύ αποτελεσματική, καθώς δεν έχουμε απώλεια νερού μέσω εξάτμισης, όπως σε άλλες μεθόδους, δεν επηρεάζεται από τον άνεμο και μπορεί να εφαρμοστεί σε κάθε τύπο εδάφους. Τα ζιζάνια μειώνονται στα σημεία στα οποία το έδαφος διαβρέχεται συνεχώς. Η μέθοδος εξασφαλίζει ομοιόμορφο πότισμα, οι ασθένειες στα φύλλα μειώνονται. Τέλος, και η χορήγηση φυτοφαρμάκων μπορεί να γίνει με το πότισμα με σταγόνα.

**Άλλοι τρόποι ποτίσματος είναι**

- Το πότισμα με αύλακα



Σε ισοπεδωμένα χωράφια μπορεί να γίνει πότισμα με αύλακα. Η εύκολη εφαρμογή αποτελεί βασικό πλεονέκτημα όσο και το χαμηλό κόστος. Απαιτεί όμως εμπειρία για σωστή εφαρμογή και επίσης επάρκεια νερού.

- **Πότισμα με τεχνητή βροχή**

Προτείνεται για εδάφη επικλινή και πορώδη και είναι μέθοδος οικονομική. Ταυτόχρονα εξασφαλίζει την ομοιόμορφη κατανομή του νερού στο χωράφι. Είναι κατάλληλη μέθοδος για ελαφρά ποτίσματα αλλά έχει σαφή μειονεκτήματα, όπως οι μεγάλες απώλειες νερού λόγω εξάτμισης, κυρίως όταν υπάρχουν άνεμοι και υψηλές θερμοκρασίες, ενώ και το κόστος είναι υψηλό. Απαιτεί εμπειρία για σωστή χρήση.

Η άρδευση καθορίζεται από ποικιλία παραγόντων όπως:

- 1) Τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους
- 2) Τις καιρικές / κλιματικές συνθήκες
- 3) Την ποικιλία που επιλέξαμε για καλλιέργεια
- 4) Το στάδιο ανάπτυξης των φυτών
- 5) Την ποσότητα των λιπασμάτων που έχουν χορηγηθεί
- 6) Την στάθμη των υπόγειων υδάτων
- 7) Τις λοιπές καλλιεργητικές φροντίδες που γίνονται

Στην Ελλάδα, το βαμβάκι αποτελεί σχεδόν αποκλειστικά ποτιστική καλλιέργεια και αυτό οφείλεται στο ξηροθερμικό κλίμα. Οι απαιτήσεις σε νερό αυξάνονται όσο μετακινούμαστε από την Β. Προς την Ν. Ελλάδα. Τα ποτίσματα χωρίζονται ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης του φυτού.

**-Πότισμα φυτρώματος:**

Κατά την άνοιξη προκαλούν ξήρανση είτε οι επεμβάσεις στο έδαφος αλλά και οι δυσμενείς καιρικές συνθήκες, όπως υψηλές θερμοκρασίες και άνεμοι. Το πότισμα φυτρώματος γίνεται με τεχνητή βροχή και ειδικά σε χωράφια που δημιουργούν κρούστα πριν την σπορά.

**-Πότισμα αρδευτικής περιόδου:**

Το πότισμα της αρδευτικής περιόδου χωρίζεται σε κατηγορίες και εξαρτάται από τους παράγοντες που αναφέρθηκαν παραπάνω. Κάθε ποικιλία έχει διαφορετικές ανάγκες.



a) Πότισμα για ανάπτυξη

Είναι το πότισμα που γίνεται μετά τις επιφανειακές λιπάνσεις και είναι απαραίτητο.

Το πότισμα που γίνεται είναι ελαφρύ

b) Πότισμα ανθοφορίας

από την πρώτη άνθιση μέχρι τις αρχές Αυγούστου. Τα ποτίσματα ανθοφορίας είναι τα πιο σημαντικά ποτίσματα

c) Πότισμα παραγωγής

από τα μέσα Αυγούστου μέχρι τα μέσα Σεπτεμβρίου. Σε αυτό το στάδιο έχουν περιοριστεί οι ανάγκες του φυτού σε νερό αλλά το πότισμα είναι απαραίτητο για να μην ρίξει το φυτό τα καρύδια και αυτά να ανοίξουν και να ωριμάσουν κανονικά.

### 1.10. Ποιοτικά χαρακτηριστικά

Η ποιότητα της ίνας βαμβακιού εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Συνολικά, η ποιότητα της ίνας μπορεί να μετρηθεί με τη χρήση του δείκτη micronaire. Η τιμή σε micronaire σχετίζεται με την διαπερατότητα της συμπυκνωμένης ίνας από τον αέρα και καθορίζεται από μια σειρά παραγόντων.

- Μήκος ίνας:

Διαχωρίζουμε σε Μακρόνες, Μεσόνες και Βραχύνες, ενώ τα Ελληνικά βαμβάκια ανήκουν συνήθως στην μεσαία κατηγορία με μήκος ίνας 25-30mm.

- Ομοιομορφία της ίνας

ευνοεί την νηματοποίηση και μειώνει τις απώλειες

- Αντοχή

Η αντοχή της ίνας έχει αντιστρόφως ανάλογη σχέση με το μήκος της

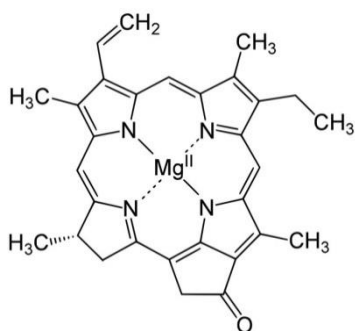
- Λεπτότητα

Η λεπτότητα και η γυαλάδα της ίνας είναι επιθυμητά χαρακτηριστικά. Επίσης σχετίζονται με την απορροφητικότητα τους στην βαφή

- Ωριμότητα

Η ωριμότητα της ίνας επιδρά στην αξία και στην ποιότητα. Μια ίνα είναι ώριμη όταν έχει ολοκληρωθεί η πάχυνση της ίνας. Πολλές νεκρές ή/και ανώριμες ίνες μειώνουν σημαντικά την ποιότητα

Στην Ελλάδα, ο δείκτης micronaire έχει ελάχιστη αποδεκτή τιμή 3.40. Η κλωσιμότητα της ίνας σχετίζεται κυρίως με το μήκος της ίνας αλλά το σύνολο των παραμέτρων καθορίζει την ποιότητα της. Κατανοούμε ότι για την επιθυμητή ποιότητα αλλά και απόδοση απαιτούνται οι γνώσεις για τις καλλιεργητικές τεχνικές αλλά και η σωστή εφαρμογή ενός ακόμη σημαντικού παράγοντα: Της λίπανσης .



Εικόνα 1.6 Το μόριο της χλωροφύλλης απαιτεί 4 άτομα αζώτου για να είναι λειτουργικό

## 1.11. Λίπανση

Το βαμβάκι έχει - όπως όλα τα φυτά – συγκεκριμένες απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά. Τα πιο σημαντικά για την ανάπτυξη του φυτού είναι το άζωτο, ο φώσφορος και το κάλιο. Η συγκεκριμένη μεταπτυχιακή μελέτη εστιάζει στην εφαρμογή αζωτούχων λιπασμάτων και κατ' επέκταση θα αναλύσουμε την σημασία τους και τα προβλήματα που προκύπτουν με τη χρήση τους. Το άζωτο, ως ένα από τα κύρια μακροστοιχεία, παίζει καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη του φυτού και έτσι στην απόδοση της καλλιέργειας και στην ποιότητα του προϊόντος.

Η καλλιέργεια βαμβακιού είναι μια από τις μεγαλύτερες στον κόσμο και έτσι κάθε χρόνο τεράστιες ποσότητες αζωτούχων λιπασμάτων θα εφαρμοστούν στα χωράφια, συχνά με σοβαρές αρνητικές επιπτώσεις. Η υπερβολική χρήση δεν είναι μόνο επιζήμια για το περιβάλλον, καθώς τα νιτρικά καταλήγουν στα υπόγεια ύδατα αλλά και το κόστος είναι υψηλό και οδηγεί σε οικονομικές απώλειες λόγω υπερβολικής χρήσης. Έχει αποδειχθεί επίσης, ότι υπερβολικές ποσότητες αζωτούχων λιπασμάτων οδηγούν σε μειωμένη παραγωγικότητα και έχουν παρόμοια αποτελέσματα με την έλλειψη του στοιχείου. Στην συμβατική καλλιέργεια βαμβακιού, τα αζωτούχα λιπάσματα εφαρμόζονται σε τρεις δόσεις: Μια πριν την σπορά, η δεύτερη στην προ-άνθιση και η τρίτη όταν η άνθιση φτάνει στο «peak» της. Οι αναλογίες είναι 30%, 40%, 30% αντίστοιχα, ενώ υπάρχουν και μελέτες

που προτείνουν 0%, 60%, 40% αντίστοιχα για να επιτευχθεί η βέλτιστη απόδοση μιας καλλιέργειας.

Η εφαρμογή των αζωτούχων λιπασμάτων σε κατάλληλες συγκεντρώσεις οδηγεί στην αύξηση της στρεμματικής απόδοσης, στην αυξημένη φυλλική επιφάνεια και έτσι στην αύξηση της φωτοσυνθετικής απόδοσης και κατ' επέκταση στην καλύτερη ανάπτυξη των καρυδιών (μεγαλύτερα, περισσότερα), ενώ επηρεάζεται εκτός από την ποσότητα και η ποιότητα της ίνας. Το άζωτο αφομοιώνεται από την ρίζα των φυτών, ενώ ο «συντελεστής απόδοσης» του αζώτου κυμαίνεται μεταξύ 30%-70% - το υπόλοιπο άζωτο «χάνεται». Τα φυτά αφομοιώνουν το άζωτο μόνο σε μορφή ιόντων – NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (βαμβάκι και τα περισσότερα φυτά) ή και NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (πιο σπάνια), γεγονός που απαιτεί την μετατροπή στην βιοδιαθέσιμη αυτή μορφή από μικροοργανισμούς. (Πασχαλίδης, 2019) (Παπακόστα-Τασόπουλου, 2013).

## 1.12. Κύκλος αζώτου

### 1.12.1. Αζωτοδέσμευση

Το άζωτο είναι ένα από τα κυριότερα στοιχεία στον πλανήτη μας. Το 79% της ατμόσφαιρας αποτελείται από άζωτο (N<sub>2</sub>). Ενσωματώνεται σε κάθε πρωτεΐνη στην μορφή αμινομάδας αλλά και στις βάσεις του DNA όλων των ζωντανών οργανισμών.



Εικόνα 1.7 (Nature Education, 2010) Αζωτοδέσμευση

Η διαθεσιμότητα του είναι ο βασικότερος περιοριστικός παράγοντας στην πρωτογενή παραγωγή βιομάζας και έτσι αποτελεί καθοριστικό περιοριστικό παράγοντα και στην παραγωγή γεωργικών προϊόντων. Καθώς το ατμοσφαιρικό άζωτο δεν είναι βιοδιαθέσιμο στους περισσότερους οργανισμούς και στα φυτά, τα οποία αφομοιώνουν μόνο ανηγμένες ιοντικές μορφές, καθοριστικό ρόλο παίζει η αζωτοδέσμευση – μια αντίδραση η οποία εκτελείται από ομάδες προκαρυωτικών μικροοργανισμών, συμβιωτικών και μη. Μη συμβιωτικά αερόβια είναι τα γένη *Azotobacter* & *Azospirillum* ενώ αναερόβια μη συμβιωτικά είναι τα είδη του γένους *Clostridium*. Στα συμβιωτικά κατατάσσονται τα γένη *Rhizobium* & *Bradyrhizobium*, τα οποία συμβιώνουν με ρίζες ψυχανθών, σχηματίζοντας τα γνωστά φυμάτια. Κατά την αζωτοδέσμευση, οι μικροοργανισμοί καταλύουν την μετατροπή του

ατμοσφαιρικού αζώτου σε αμμωνία, η οποία γίνεται διαθέσιμη για την πρωτογενή παραγωγή. Η αζωτοδέσμευση καταλύεται από το ένζυμο της νιτρογενάσης. Είναι ένα σύμπλοκο ιδιαίτερα ευαίσθητο στο οξυγόνο και απαιτεί σημαντικές ποσότητες ενέργειας.

### 1.12.2. Νιτροποίηση

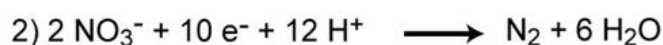
Η αντίδραση της νιτροποίησης είναι μια επίσης αναερόβια αντίδραση, η οποία καταλύεται από συγκεκριμένες ομάδες μικροοργανισμών. Υπεύθυνοι για την μετατροπή της αμμωνίας αρχικά σε νιτρώδη και στη συνέχεια σε νιτρικά, τα οποία αφομοιώνονται από τις ρίζες των φυτών, είναι οργανισμοί του γένους *Nitrosomonas*, *Nitrospira*, *Nitrosococcus*. Η αντίδραση καταλύεται σε δύο αντιδράσεις από διαφορετικούς μικροοργανισμούς.



Εικόνα 1.8 (Nature Education, 2010) Αντιδράσεις Νιτροποίησης

### 1.12.3. Απονιτροποίηση

Η απονιτροποίηση είναι μια αναερόβια διαδικασία και οδηγεί στην μετατροπή των νιτρικών σε ατμοσφαιρικό άζωτο, επιστρέφοντας το στην ατμόσφαιρα στην μη βιοδιαθέσιμη μορφή του. Η αντίδραση καταλύεται από χημειοετερότροφους μικροοργανισμούς του γένους *Bacillus*, *Paracoccus*, *Pseudomonas*. Για την γεωργία το «σημείο» αυτό του κύκλου του αζώτου αποτελεί πρόβλημα, καθώς παρατηρούνται μεγάλες απώλειες βιοδιαθέσιμης μορφής αζώτου από τα εδάφη. Όμως δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι η επιστροφή μέρους του αζώτου στην μορφή του  $\text{N}_2$  είναι σημαντική, καθώς οι υπερβολικές συγκεντρώσεις νιτρικών καταλήγουν στα υδάτινα συστήματα, προκαλώντας φαινόμενα ευτροφισμού, συχνά με καταστροφικές για τα οικοσυστήματα συνέπειες.



Εικόνα 1.9 (Nature Education, 2010) Αντιδράσεις Απονιτροποίησης

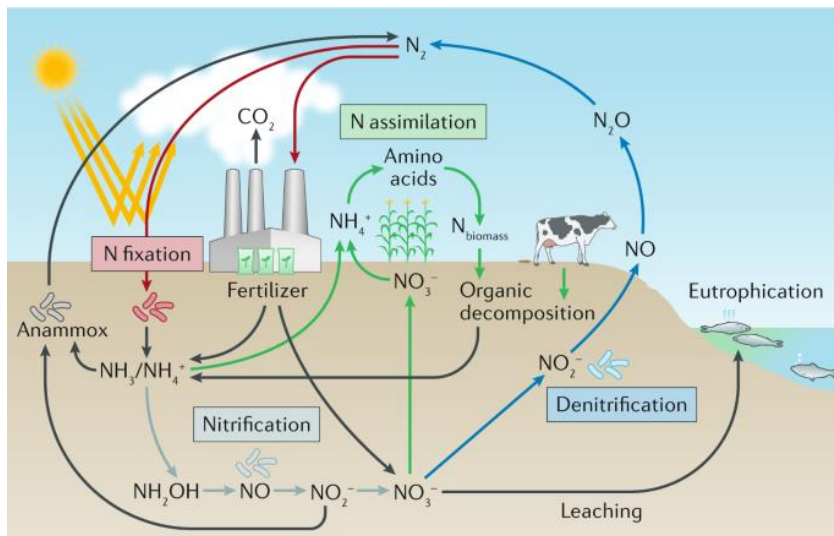
Για παράδειγμα, η απονιτροποίηση με την βοήθεια μικροοργανισμών σε (αστικά) λύματα είναι ένας χρήσιμος τρόπος να μειωθούν τα νιτρικά στα νερά που θα καταλήξουν σε ποτάμια και θάλασσες. (Bernhard , 2010) (Wagner , 2011)

### **1.13. Η επίδραση της ανθρώπινης δραστηριότητας στον κύκλο του αζώτου**

Όπως ήδη αναφέρθηκε, το άζωτο είναι ο κυριότερος περιοριστικός παράγοντας της πρωτογενούς παραγωγής ενός οικοσυστήματος. Η ανθρώπινη επέμβαση μέσω της συνθετικής αζωτοδέσμευσης (Haber-Bosch) έχει μετατοπίσει την ισορροπία σε πολλά οικοσυστήματα. Οι συνέπειες στα τροφικά πλέγματα δεν μπορούν να προβλεφθούν με σιγουριά. Γνωρίζουμε σίγουρα ότι τα φαινόμενα ευτροφισμού, άνθιση φυτοπλαγκτού με καταστροφικές συνέπειες αλλά και η οξίνιση των ωκεανών σχετίζονται με την υπερβολική χρήση και παραγωγή αζωτούχων λιπασμάτων. (Bernhard , 2010) (Wagner , 2011) (Καραγκούνη-Κυρτσού, 2012 )

### **1.14. Απώλεια αζώτου από τα εδάφη**

Απώλεια αζώτου μπορεί να παρατηρήσουμε για διάφορους λόγους. Ένας από τους βασικότερους είναι η απονιτροποίηση η οποία λαμβάνει χώρα κυρίως κάτω από ανοξικές συνθήκες ,για παράδειγμα μετά από έντονες βροχοπτώσεις ή και όταν μια καλλιέργεια δεν αρδεύεται σωστά, καθώς τότε το  $\text{NO}_3^-$  γίνεται πηγή οξυγόνου. Ένας άλλος διαδεδομένος μηχανισμός απώλειας αζώτου είναι η εξάτμιση της πτητικής μορφής αμμωνίας ( $\text{NH}_3$ ) η οποία δημιουργείται κυρίως σε αλκαλικά εδάφη (οξειδωση του  $\text{NH}_4^+$ ). Ένας τρίτος και εξίσου σημαντικός παράγοντας απώλειας είναι η έκπλυση νιτρικών (leaching), καθώς τα αρνητικά φορτισμένα ιόντα  $\text{NO}_3^-$  δεν προσροφώνται από τα σωματίδια του εδάφους, σε αντίθεση με τα θετικά φορτισμένα  $\text{NH}_4^+$  ιόντα. Καθοριστικό ρόλο στις διαδικασίες αυτές παίζουν η θερμοκρασία του εδάφους, τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά αλλά και η άρδευση.



Εικόνα 1.10 (Lehnert, 2018)The Nitrogen Cycle

Τέλος, η απονιτροποίηση έχει προϊόν και το υποξείδιο του αζώτου ( $N_2O$ ), το οποίο θεωρείται αέριο θερμοκηπίου με σημαντικές επιπτώσεις στο κλίμα, καθώς μεγάλες ποσότητες αζωτούχων λιπασμάτων χορηγούνται κάθε χρόνο σε καλλιεργούμενες εκτάσεις, ενώ μεγάλο ποσοστό δεν αφομοιώνεται από τα φυτά. (Lehnert, 2018)

### 1.15. Λιπάσματα και κλιματική αλλαγή

Γνωρίζουμε ότι η κλιματική αλλαγή και η εκπομπή των αερίων του θερμοκηπίου που την επηρεάζουν σημαντικά, είναι παράγοντας ο οποίος πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και στην σύγχρονη γεωργία. Η καλλιεργητικές μέθοδοι αλλά κυρίως η χρήση λιπασμάτων επηρεάζουν αρνητικά το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ali, N. (2015)

### 1.16. Εκπομπές $N_2O$

Οι εκπομπές του υποξειδίου του αζώτου είναι ένα φυσικό φαινόμενο το οποίο παρατηρείται κατά την απονιτροποίηση. Το  $N_2O$  είναι ένα αέριο το οποίο συσσωρεύεται στην ατμόσφαιρα και έχει χρόνο ζωής περίπου 116 χρόνια. Είναι ένα από τα πιο σημαντικά αέρια του θερμοκηπίου, καθώς έχει δείκτη GWP (Global warming potential) 268 σε διάστημα 20 ετών. Εάν αναλογιστούμε ότι το  $CO_2$  έχει GWP 1, τότε κατανοούμε την έκταση του προβλήματος. Στις ΗΠΑ το 80% της εκπομπής του  $N_2O$  σχετίζεται με την γεωργική δραστηριότητα. Σε παγκόσμια κλίμακα, έχουμε αύξηση της συγκέντρωσης του  $N_2O$  από 270 ppb το 1750 στα 331 ppb το 2018. Ο μεγαλύτερος ρυθμός αύξησης παρατηρήθηκε τα τελευταία 50 χρόνια, ενώ η άνοδος της συγκέντρωσης σχετίζεται αποκλειστικά με την ανθρώπινη δραστηριότητα (Tian, 2020).

### **1.17. Μέθοδος Haber Bosch**

Ένας ακόμη βασικός παράγοντας που επηρεάζει το κλίμα είναι η κατανάλωση ενέργειας, παράγοντας εκπομπές CO<sub>2</sub>. Η παραγωγή αμμωνίας μέσω της μεθόδου των Haber & Bosch έφερε την επανάσταση στην παραγωγή των λιπασμάτων. Εκτιμάται ότι πλέον το 50 – 80 % του αζώτου που ενσωματώνεται στους ζωντανούς οργανισμούς έχει ως πηγή την συνθετική παραγωγή μέσω της μεθόδου των Haber & Bosch. Τα μειονεκτήματα είναι η τεράστια ανάγκη σε ενέργεια αλλά και σε ορυκτά καύσιμα για την εφαρμογή της, καθώς και οι μεγάλες ποσότητες CO<sub>2</sub> που παράγονται. Η παραγωγή αμμωνίας στηρίζεται σε δύο αρχικές ενώσεις : Το ατμοσφαιρικό άζωτο και το υδρογόνο. Το απαιτούμενο υδρογόνο προκύπτει από αντίδραση του μεθανίου. Επιπλέον, η αντίδραση N<sub>2</sub> και H<sub>2</sub> απαιτούν κατάλληλες συνθήκες, ενεργειοβόρες για να δημιουργηθούν.

Η αντίδραση απαιτεί υψηλές πιέσεις αλλά και υψηλές θερμοκρασίες. Εκτιμάται ότι η παραγωγή αμμωνίας καταναλώνει περίπου το 2% της παγκόσμιας παραγωγής σε ενέργεια. (Ali, 2015) (Tian, 2020) (Ledo, Menegat , & Tirado, 2022)

### **1.18. Μείωση της εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου και χρήση λιπασμάτων**

Τα πιο ευρέως διαδεδομένα λιπάσματα είναι η ουρία και αζωτούχα λιπάσματα τα οποία περιέχουν ουρία. Η ουρία έχει περιεκτικότητα αζώτου 46% ενώ είναι οικονομική και ακίνδυνη στην μεταφορά και «εύκολη» στη χρήση. Η αρνητική πλευρά στη χρήση της ουρίας είναι η χαμηλή της απόδοση. Έτσι εκτιμάται ότι η απώλεια ουρίας από το χωράφι μέσω εξάτμισης NH<sub>3</sub> κυμαίνεται περίπου στο 25%. (Wang, Köbke, & Dittert, 2020). Οι υψηλές θερμοκρασίες, σε συνδυασμό με υψηλά ποσοστά υγρασίας ευνοούν την απώλεια της ουρίας σε μορφή NH<sub>3</sub> από τα εδάφη, όπου μπορεί να αγγίζουν και το 40%. Το 2018-2019 η χρήση αζώτου εκτιμάται στους 107 Mt ενώ το 55% προέρχεται από ουρία. Οι απώλειες από τα χωράφια υπολογίζονται γύρω στους 37 Mt αζώτου σε μορφή NH<sub>3</sub>. ( Cantarella, Rodrigues, & Otto, 2018) Γνωρίζουμε, ότι το 70% του N<sub>2</sub>O και το 90% των εκπομπών NH<sub>3</sub> προέρχονται από την γεωργία και τις καλλιεργητικές τεχνικές που εφαρμόζονται. Επίσης, γνωρίζουμε ότι το N<sub>2</sub>O αλλά και το NH<sub>3</sub> ανήκουν στα αέρια του θερμοκηπίου και συμβάλλουν σημαντικά στην κλιματική αλλαγή. Το NH<sub>3</sub> εκτός από την «λειτουργία» του ως GHG, έχει και κάποιες ακόμα επιπτώσεις στο περιβάλλον:

- 1) Η οξίνιση των εδαφών, η σημαντική δηλαδή μείωση του pH
- 2) Προκαλεί ευτροφισμό των υδάτινων πόρων

- 3) Σχετίζεται με ένα άλλο αέριο του θερμοκηπίου, το N<sub>2</sub>O, καθώς εκτιμάται ότι περίπου το 1-2% του NH<sub>3</sub> μετατρέπεται σε N<sub>2</sub>O. (Wang, Köbke, & Dittert, 2020)

Είναι σημαντικό οι καλλιεργητές να έχουν τις απαραίτητες γνώσεις για την σωστή χρήση των λιπασμάτων, για να αποφευχθούν τα φαινόμενα απώλειας αζώτου. Η σωστή χρήση τεχνικών και η γνώσεις είναι ένα μόνο σημαντικό κομμάτι που θα μειώσουν τόσο τα κόστη παραγωγής, με οικονομικό κέρδος για τον παραγωγό, ενώ ταυτόχρονα μειώνονται οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, τα οποία συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή. Ένας ακόμη τρόπος, ο οποίος εφαρμόζεται ευρέως τα τελευταία χρόνια, είναι η χρήση λιπασμάτων με παρεμποδιστή. Οι κατηγορίες των παρεμποδιστών είναι δύο, και θα αναλυθούν στη συνέχεια:

### **1.19. Παρεμποδιστές νιτροποίησης και ουρεάσης**

Οι παρεμποδιστές νιτροποίησης και ουρεάσης καθυστερούν τις διαδικασίες που περιγράψαμε παραπάνω. Ομαδοποιούνται σε δύο κατηγορίες:

#### **1) αναστολείς ουρεάσης**

#### **2) αναστολείς νιτροποίησης**

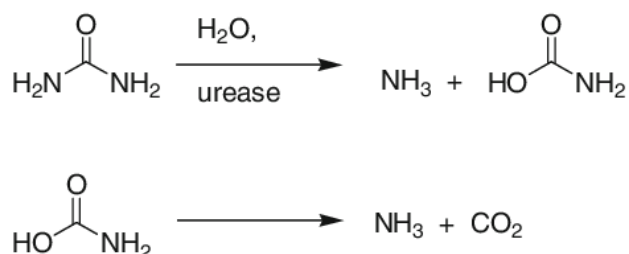
#### **Οι αναστολείς ουρεάσης**

Η ουρεάση είναι ένα ένζυμο το οποίο καταλύει την υδρόλυση της ουρίας, με αποτέλεσμα την δημιουργία δύο τελικών προϊόντων, δύο μορίων αμμωνίας και ενός μορίου διοξειδίου του άνθρακα. Ειδικά στην επιφάνεια, το NH<sub>3</sub> είναι πτητικό και κάτω από δυσμενείς συνθήκες μπορεί να χαθεί μέχρι και το 90% της ουρίας. Οι αναστολείς της ουρεάσης «καθυστερούν» την υδρόλυση της ουρίας για 1-2 εβδομάδες, δίνοντας το χρονικό περιθώριο, να ενσωματωθεί η ουρία στο έδαφος. Εισχωρώντας στο έδαφος, έχουμε σημαντική μείωση της απώλειας λόγω εξάτμισης. Η ενσωμάτωση μπορεί να γίνει είτε μέσω βροχοπτώσεων, άρδευσης ή με μηχανικό τρόπο, (Wang, Köbke, & Dittert, 2020) Μόλις ενσωματωθεί, η αμμωνία είναι διαθέσιμη για τους μικροοργανισμούς που καταλύουν την νιτροποίηση. Επίσης, τα ιόντα αμμωνίας προσρροφώνται από τα κολλοειδή σωματίδια του εδάφους καθώς φέρουν θετικό φορτίο. Σε ορισμένες χώρες, όπως για παράδειγμα στην Γερμανία, η χρήση παρεμποδιστών ουρεάσης είναι υποχρεωτική, όπου δεν μπορεί να γίνει μηχανική ενσωμάτωση των λιπασμάτων. (Για παράδειγμα σε πολυετή καλλιέργεια, όπου η μηχανική ενσωμάτωση θα προκαλούσε βλάβη στο ριζικό σύστημα των φυτών). (Byrne, et al., 2020)



## 1.20. Μηχανισμοί δράσης αναστολέων ουρεάσης

Οι αναστολείς της ουρεάσης κατατάσσονται σε διάφορες κατηγορίες, ανάλογα με τον μηχανισμό λειτουργίας τους. Διαχωρίζουμε σε οργανικές και ανόργανες ενώσεις οι οποίες είναι ικανές να αντιδράσουν με τις σουλφυδρυλομάδες (Μερκαπτομάδες) του ενζύμου,



Εικόνα 1.11 Αντίδραση ουρεάσης (Berlicki, Bochno, Grabowiecka, & al, 2012)

Σε μεταλλοϊόντα τα οποία σχηματίζουν χηλικές ενώσεις (Ag, Hg, Cu, Cd, Co, Zn) και τέλος σε συναγωνιστές του ενζύμου που συναγωνίζονται την ουρία για την θέση πρόσδεσης στο ενεργό της κέντρο. (Cantarella, Rodrigues, & Otto, 2018) Υπάρχουν αναστρέψιμοι και μη αναστρέψιμοι μηχανισμοί αναστολής. Ένας από τους πιο ευρέως εφαρμοσμένους αναστολείς της ουρεάσης είναι το NBPT, το οποίο έχει δείξει μείωση απώλειας της ουρίας κατά 53% και αύξηση της απόδοσης κατά 6%. (Cantarella, Rodrigues, & Otto, 2018)

## 1.21. Αναστολείς νιτροποίησης

Η αναστολείς της νιτροποίησης επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό την οξειδωτική ικανότητα των μικροοργανισμών, επηρεάζοντας την ενζυμική δραστηριότητα της AMO (ammonia monooxygenase). Έτσι καθυστερεί τόσο την νιτροποίηση αλλά και την απονιτροποίηση, με αποτέλεσμα να μειώνονται οι εκπομπές N<sub>2</sub>O αλλά και το φαινόμενο της έκπλυσης (leaching) των αρνητικά φορτισμένων NO<sub>3</sub><sup>-</sup> και NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, τα οποία δεν προσροφώνται από τα εδαφικά κolloειδή. Παρόλα αυτά οι αναστολείς νιτροποίησης έρχονται σε «αντιπαράθεση» με τους αναστολείς της ουρίας, καθώς δημιουργούν αύξηση της συγκέντρωσης της αμμωνίας στο έδαφος, αυξάνοντας την πιθανότητα της απώλειας σε μορφή NH<sub>3</sub> (Cantarella, Rodrigues, & Otto, 2018) (Wang, Köbke, & Dittert, 2020).

## 1.22. Επιπτώσεις αναστολέων στην φύτευση και στον μεταβολισμό φυτών στο βαμβάκι

Φαίνεται ότι, η μείωση της συγκέντρωσης της αμμωνίας στο έδαφος έχει θετικές επιπτώσεις στην φυτρωτικότητα των φυτών, καθώς η αμμωνία είναι τοξική. Επιπροσθέτως έχει παρατηρηθεί και μεγαλύτερη ανάπτυξη των ριζών. Καθώς το NBPT αφομοιώνεται και από τα φυτά και οδηγεί στην αναστολή της ουρεάσης των φυτών, έχει παρατηρηθεί παροδικό κιτρίνισμα στις άκρες των φύλλων, γεγονός το οποίο προκαλείται από την συσσώρευση της ουρίας. Συγκεκριμένα, σε καλλιέργεια βαμβακιού έχει παρατηρηθεί σημαντικά υψηλότερη απόδοση μετά τη χρήση παρεμποδισμένων λιπασμάτων, ενώ η αφομοίωση του αζώτου ήταν κατά 44% μεγαλύτερη. Η χρήση συνδυασμού παρεμποδιστών ωστόσο δεν έδειξε σημαντική αύξηση της απόδοσης. (Folina, et al., 2021)

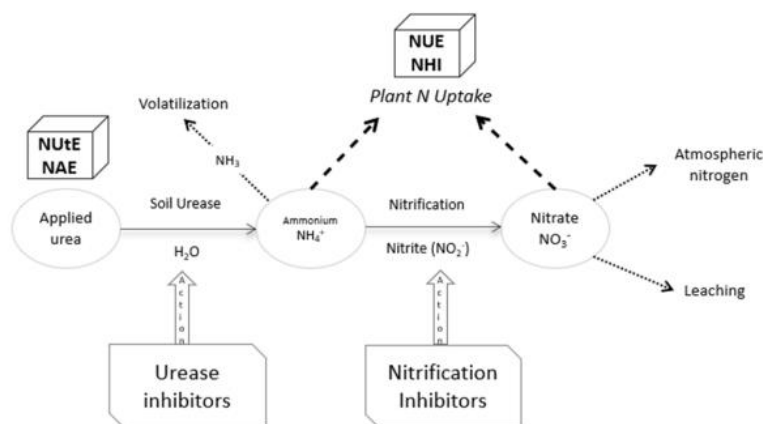


Figure 1. Urease inhibitors and nitrification inhibitors activity.

Εικόνα 1.12 Evaluation of Various Nitrogen Indices in N-Fertilizers with Inhibitors in Field Crops (Folina, et al., 2021)

### Σύντομη ιστορική αναδρομή

Τα λιπάσματα βραδείας αποδέσμευσης έχουν «κερδίσει έδαφος» τα τελευταία χρόνια και αναμένεται να αυξηθούν στη χρήση και τα επόμενα χρόνια. Οι πρώτες αναφορές στα παρεμποδισμένα λιπάσματα, τα οποία είναι γνωστά είτε ως slow released fertilizers (SRF) ή ως controlled released fertilizers (CFR) γίνονται την δεκαετία του 1920, αλλά η χρήση τους ξεκινάει την δεκαετία του 1960. (Folina, et al., 2021)

## 1.23. Ζιζάνια

### 1.23.1. Τι είναι τα ζιζάνια

Τα ζιζάνια περιλαμβάνουν μεγάλη ομάδα ειδών τα οποία δεν ανήκουν στην ίδια ταξινομική ομάδα, ο όρος δηλαδή δεν είναι βοτανικός αλλά περιγράφει τα είδη φυτών, τα οποία έχουν την ιδιότητα να εξαπλώνονται ανάμεσα στα άτομα μιας καλλιέργειας, προκαλώντας συχνά έντονο ανταγωνισμό σε αυτά, ενώ συνήθως μειώνουν και την απόδοση της καλλιέργειας. Εξαπλώνονται γρήγορα και σε μεγάλη πυκνότητα. Ο στόχος μέχρι και σήμερα ήταν σχεδόν πάντα η εξαφάνιση – στον βαθμό που αυτό είναι εφικτό – των ζιζανίων από το χωράφι. Με τα χρόνια, προστέθηκαν όλο και περισσότερες δυνατότητες να αντιμετωπίσουμε τα ζιζάνια στο χωράφι, όπως τα μεγάλα μηχανήματα αλλά και η χρήση χημικών ζιζανιοκτόνων. Τα τελευταία χρόνια η προσέγγιση αυτή αλλάζει σταδιακά, καθώς τα ζιζάνια αποτελούν κομμάτι του οικοσυστήματος και έτσι ταυτόχρονα κομμάτι του τροφικού πλέγματος. Περίπου 250 είδη φυτών θεωρούνται ζιζάνια και τα 70 περίπου περιγράφονται ως επικρατή είδη. Τα μισά από αυτά ανήκουν σε δύο οικογένειες φυτών: Στα *Asteraceae* και στα *Poaceae*. Άλλες οικογένειες που παρατηρούνται συχνά είναι τα *Solanaceae*, *Convolvulaceae*, *Euphorbiaceae* και *Fabaceae*. Αξιοσημείωτο το γεγονός ότι, σε αυτές τις οικογένειες ανήκουν και τα πιο συχνά καλλιεργούμενα είδη στον κόσμο.

### 1.23.2. Στρατηγικές επιβίωσης και εξάπλωσης ζιζανίων

Η ικανότητα των ζιζανίων να εγκαθίστανται στα χωράφια προαπαιτεί ορισμένες ιδιότητες, στις οποίες διαφοροποιούνται από άλλα είδη. Το χωράφι είναι, αν το περιγράψουμε από την οικολογική σκοπιά, ένα διαταραγμένο περιβάλλον, στο οποίο παρατηρείται δευτερογενής διαδοχή, ένα από τον άνθρωπο διαταραγμένο οικοσύστημα, το οποίο εποικίζεται εκ νέου από συγκεκριμένα είδη. Η ικανότητα αυτή, απαιτεί συγκεκριμένα οικολογικά χαρακτηριστικά. Τα ζιζάνια είναι είδη προσαρμοσμένα στα διαταραγμένα περιβάλλοντα και έχουν πλεονέκτημα στην εγκατάσταση σε αυτά. Η «διαταραχή» του οικοσυστήματος επαναλαμβάνεται τακτικά, καθώς το χωράφι δέχεται επεμβάσεις από τον άνθρωπο. Τα ζιζάνια είναι καλοί εποικιστές και ακολουθούν αναπαραγωγική στρατηγική η οποία είναι χαρακτηριστική σε ασταθή περιβάλλοντα. Παράγουν πολλούς σπόρους ενώ ο κύκλος ζωής είναι μικρός. Τα φυτά που χαρακτηρίζονται ως ζιζάνια, ανταγωνίζονται την κύρια καλλιέργεια για τα θρεπτικά συστατικά του εδάφους, για την διαθεσιμότητα νερού αλλά και για το φως. Ένα άλλο χαρακτηριστικό είναι η ικανότητα της διασποράς των σπόρων. Τα ζιζάνια έχουν την ικανότητα να διασπείρουν τους σπόρους τους σε μεγάλες αποστάσεις. Αν και η διασπορά

αυτή γίνεται συχνά από τον άνεμο (ανεμοχωρία) αλλά και από ζώα (ζωοχωρία, ένδο- και έξω-), η πιο συχνή αιτία διασποράς σε μια καλλιεργούμενη έκταση είναι ο άνθρωπος. Η γονιμοποίηση δεν φέρει υψηλή εξειδίκευση, συχνά τα είδη είναι ανεμόγαμα αλλά και αυτογονιμοποιούμενα. Υπάρχουν επίσης ορισμένα είδη τα οποία έχουν την ικανότητα βλαστητικής αναπαραγωγής. Η κατάτμηση του φυτού μπορεί έτσι να δώσει περισσότερους από έναν απογόνους, εξασφαλίζοντας την επιβίωση. Η κατάτμηση συχνά είναι αποτέλεσμα ανθρώπινης δραστηριότητας σε ένα χωράφι. Τα φυτά τα οποία παράγουν μεγάλη ποσότητα σπόρων έχουν και μια ακόμη στρατηγική η οποία εξασφαλίζει την επιβίωση τους, καθώς η φύτευση εξαρτάται από τις συνθήκες. Όταν δεν επικρατούν κατάλληλες συνθήκες, οι σπόροι βρίσκονται σε κατάσταση λήθαργου. Η φύτευση εξαρτάται κυρίως από άβιοτικούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία του εδάφους, η διαθεσιμότητα φωτός. Έτσι, τα περισσότερα ζιζάνια φυτρώνουν όταν οι σπόροι τους βρίσκονται σε βάθος 0,5- 2cm . Όμως, ακόμη και κάτω από τις κατάλληλες συνθήκες, δεν φυτρώνουν όλοι οι σπόροι. Αυτό εξασφαλίζει την παραμονή σπόρου στην εδαφική τράπεζα, σε περίπτωση που τα νεαρά αρτίβλαστα δεν συναντήσουν τις κατάλληλες συνθήκες μετά τη φύτευση και καταστραφούν. Να αναφέρουμε, ότι τα σπόρια είναι κυρίως ορθόδοξα, γεγονός που εξασφαλίζει την μακροβιότητα και την αντοχή σε δυσμενείς συνθήκες. Οι έντονες εξελικτικές πιέσεις που επικρατούν στο χωράφι έχουν επηρεάσει τα είδη των ζιζανίων.

### **1.23.3. Ζιζάνια – μια διαφορετική προσέγγιση της αγροοικολογίας**

Ο όρος «ζιζάνια» συχνά συνδυάζεται αποκλειστικά με τις αρνητικές επιπτώσεις για την κύρια καλλιέργεια. Τα τελευταία χρόνια, η αγροοικολογία και οι μελέτες γύρω από το αντικείμενο, προσεγγίζουν την παρουσία των ζιζανίων από την οικολογική σκοπιά –ως κομμάτι του οικοσυστήματος. Γνωρίζουμε ότι ένα ισορροπημένο οικοσύστημα δεν αποτελείται ποτέ από ένα μόνο (φυτικό) είδος. Το ίδιο ακριβώς ισχύει και για μια καλλιεργούμενη έκταση. Αν και πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες και κατ' επέκταση η διαταραχή του οικοσυστήματος, ισχύουν οι «κανόνες» της οικολογίας. Όσο πιο μεγάλος ο αριθμός των ειδών (φυτά, έντομα, πτηνά, θηλαστικά, ασπόνδυλα, μικροοργανισμοί), τόσο πιο σταθερό θα είναι το οικοσύστημα και όσο μικραίνει ο αριθμός των ειδών, αποσταθεροποιείται (Deytieux, Cordeau, & Adeux, 2020) . Ο επιθυμητός αριθμός ειδών σε ένα αγροοικοσύστημα υπολογίζεται στα 150 είδη. Ένας σημαντικός «στόχος» που επιτυγχάνεται σε ένα λειτουργικό οικοσύστημα είναι ο μηχανισμός της αυτορρύθμισης (self-regulating). Αφορά για παράδειγμα παθογόνους για την καλλιέργεια οργανισμούς και την ρύθμιση των πληθυσμών τους από άλλους οργανισμούς, θηρευτές που είναι μέρος της βιοκοινότητας. Σαφώς η δημιουργία και

διατήρηση της βιοποικιλότητας αυτής απαιτεί γνώσεις και αποφάσεις για να γίνει σωστή διαχείριση της καλλιεργούμενης έκτασης. Η χλωρίδα ενός οικοσυστήματος είναι αυτή που θα καθορίσει και την βιοποικιλότητα της πανίδας. Τα φυτικά είδη – τα ζιζάνια στην προκειμένη περίπτωση, δημιουργούν οικολογικούς θώκους για άλλα είδη, προσφέρουν τροφή, καταφύγιο, δυνατότητα εναπόθεσης αυγών και έτσι δυνατότητες αναπαραγωγής (Sabrina, Xavier, & Guillaume, 2016). Πολλά από τα είδη εντόμων τα οποία προσελκύονται από τα ζιζάνια είναι επιθυμητά, καθώς είναι έντομα θηρευτές, τα οποία τρέφονται με έντομα τα οποία καταστρέφουν τις καλλιέργειες. Ένα άλλο παράδειγμα είναι η παραγωγή δευτερογενών μεταβολιτών από ζιζάνια, τα οποία απωθούν άλλους παθογόνους οργανισμούς. Από την άλλη, τα ζιζάνια ανταγωνίζονται την κύρια καλλιέργεια, στερώντας της μέρος των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους αλλά και περιορισμένους πόρους όπως νερό ή ακόμη και φως, όταν τα ζιζάνια είναι ψηλά και καλύπτουν την κύρια καλλιέργεια. Ορισμένα φιλοξενούν παθογόνους οργανισμούς ή παράγουν δευτερογενείς μεταβολίτες με ανασταλτική δράση στην καλλιέργεια (Deytieux, Cordeau, & Adeux, 2020).

Συνοψίζοντας, τα ζιζάνια επιδρούν αρνητικά καθώς:

- Η διαχείριση των πληθυσμών τους έχει (υψηλό) κόστος
- Η παρουσία τους παρεμποδίζει και καθυστερεί την γεωργική δραστηριότητα
- Δημιουργούν ενδιαίτημα για παθογόνους οργανισμούς, εχθρούς της καλλιέργειας
- Μειώνουν την τελική απόδοση της καλλιέργειας
- Κάποια είναι τοξικά για τα ζώα (καλλιέργειες ζωοτροφών)
- Κάποια προκαλούν προβλήματα υγείας σε ανθρώπους
- Μειώνουν την αξία της καλλιεργούμενης έκτασης

Θετικές επιδράσεις ζιζανίων σε μια καλλιέργεια

- Συμβάλλουν στην διατήρηση του εδάφους, τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά (προστασία από αποσάθρωση, έκπλυση, σχηματισμός οργανικής ουσίας)
- Κάποια είδη είναι βρώσιμα
- Κάποια είδη είναι φαρμακευτικά φυτά με σημαντικές θεραπευτικές ιδιότητες
- Αυξάνουν την γενετική ποικιλότητα του ενδιαιτήματος
- Αυξάνουν την σταθερότητα του αγροοικοσυστήματος
- Παρέχουν πρώτη ύλη για την παραγωγή οργανικού λιπάσματος

- Παράγουν δευτερογενείς μεταβολίτες οι οποίοι μπορεί να χρησιμεύσουν ως εντομοαπωθητικά/εντομοκτόνα
- Λειτουργούν ως φυτά δείκτες, δίνοντας χρήσιμες πληροφορίες για την σύσταση του εδάφους, πιθανές ελλείψεις κ.α.

Η σωστή διαχείριση των ζιζανίων και η ενσωμάτωση τους στο χωράφι μπορεί να βελτιώσει τις λειτουργίες του οικοσυστήματος. Υιοθετώντας οικολογικές πρακτικές διαχείρισης, αυξάνουμε την σταθερότητα του αγροοικοσυστήματος και μειώνουμε τις αρνητικές επιδράσεις και τους κινδύνους μιας μονοκαλλιέργειας (Jordan & Vatovec, 2004). (Al-Snafi , 2016) (Deytieux, Cordeau, & Adeux, 2020)

## **1.24. Ζιζάνια που παρατηρήθηκαν στον πειραματικό αγρό**

**Κύπερη, *Cyperus rotundus***

**Τάξη: Cyperales**

**Οικογένεια: Cyperaceae**

**Γένος: *Cyperus***

Η πορφυρή κύπερη έχει χαρακτηριστεί ως ένα από τα «χειρότερα ζιζάνια» και το είδος έχει παγκόσμια εξάπλωση (Al-Snafi , 2016). Έχει αναφερθεί σε πάνω από 90 χώρες και σε τουλάχιστον 52 καλλιεργούμενα είδη. Το βαμβάκι είναι ένα από αυτά, καθώς έχει σχετικά αργή ανάπτυξη. Η κύπερη αναπτύσσεται σε (σχεδόν) κάθε τύπο εδάφους, ενώ εξαιρούνται εδάφη πλούσια σε άλατα. Είναι είδος ανθεκτικό σε μεγάλο εύρος τιμών pH του εδάφους και θερμοκρασιών καθώς φύτευται σε ποικιλία ενδιαιτημάτων. Προτιμά κλίματα τροπικά και υποτροπικά, με υψηλή υγρασία και θερμοκρασία. Είναι φυτό πολυετές, Αγγειόσπερμο Μονοκοτυλήδονο. Στην Ελλάδα δημιουργεί έντονα προβλήματα στις καλλιέργειες, δεν θεωρείται όμως ενδημικό. Το φυτό σχηματίζει βλαστούς τριγωνικούς, οι οποίοι φτάνουν ύψος 30-40 cm. Τα φύλλα είναι λεία, γυαλιστερά και έχουν χρώμα ανοιχτό-σκούρο πράσινο, ενώ στη βάση είναι λευκοπράσινα. Είναι σπαθόμορφα στις άκρες. Η κύπερη σχηματίζει ταξιανθία με 3-9 στάχεις, ο καρπός είναι αχάινιο. Υπόγεια σχηματίζει κόνδυλους και ριζώματα, μέσω των οποίων αναπαράγεται και εξαπλώνεται αγενώς. Οι κόνδυλοι λειτουργούν σαν αποταμιευτικά όργανα και αποθηκεύουν άμυλο. Από έναν κόνδυλο το φυτό μπορεί να σχηματίσει νέα ριζώματα και καινούργια φυτά. Αναπαράγεται και εγγενώς, με σπόρο. Η αντιμετώπιση είναι εξαιρετικά δύσκολη, καθώς το υπόγειο τμήμα επιτρέπει

γρήγορη ανάκαμψη του πληθυσμού και εξάπλωση. Η πορφυρή κύπερη θεωρείται εξαιρετικά ανταγωνιστική ακόμη και σε σύγκριση με το συγγενικό είδος, την κίτρινη κύπερη. Παράγει πληθώρα δευτερογενών μεταβολιτών με πολλαπλές δραστικές ουσίες. Έχει βρεθεί αντιπαραστική, εντομοαπωθητική, αντιμικροβιακή, αντιοξειδωτική, αντικαρκινική, νευροπροστατευτική και αντιφλεγμονώδης δράση, η οποία σχετίζεται με τους δευτερογενείς μεταβολίτες που παράγει (Rojas-Sandoval & Acevedo-Rodríguez , 2022)



Εικόνα 1.13 Νεαρό φυτό του γένους *Cyperus* στον πειραματικό αγρό. (προσωπικό αρχείο)



**Βλήτο, *Amaranthus retroflexus***

**Οικογένεια: Amaranthaceae**

**Γένος: Amaranthus**

Το βλήτο, όπως και τα υπόλοιπα φυτά της οικογένειας, έχουν κοσμοπολιτική εξάπλωση. Φύονται σε διάφορα ενδιαιτήματα, ευδοκιμούν σε θερμές και εύκρατες περιοχές. Τα συναντάμε σε εδαφικό pH 4,2-9,1 αλλά σπανιότερα σε όξινα εδάφη. Προτιμούν εδάφη πλούσια σε άζωτο, καθώς έχουν υψηλές ανάγκες αζώτου κατά την ανάπτυξη τους. Είναι φυτά προσαρμοσμένα βέλτιστα σε διαταραγμένα περιβάλλοντα, καθώς ένα μόνο φυτό μπορεί να παράξει 230.000-500.000 σπόρους. Το βλήτο δεν φύεται σε περιοχές όπου δεν δέχεται επαρκή ηλιακή ακτινοβολία.



Εικόνα 1.14 *Amaranthus retroflexus* στον πειραματικό αγρό. Εικόνα από προσωπικό αρχείο

Η φύτευση των σπόρων απαιτεί φως και υψηλές θερμοκρασίες. Αν και οι σπόροι είναι βιώσιμοι στην εδαφική τράπεζα για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα, η βιωσιμότητα μειώνεται σημαντικά μετά τους 18 μήνες. Η διασπορά του σπόρου γίνεται μέσω της ανεμοχωρίας, της ζωοχωρίας αλλά κυρίως από τον άνθρωπο, όπου μεταφέρεται σαν «επιμόλυνση» με την συγκομιδή της κύριας καλλιέργειας. Είναι ένα C4 φυτό με την χαρακτηριστική ανατομία «Kranz» και έχει εξαιρετικό WUE.



Σε πολλές χώρες ανά τον κόσμο το βλήτο θεωρείται κομμάτι της διατροφής καθώς έχει μεγάλη διατροφική αξία, ενώ είναι γνωστό και ως φαρμακευτικό φυτό. Ένα μεγάλο μειονέκτημα του συγκεκριμένου είδους είναι το γεγονός ότι παρέχει καταφύγιο και φιλοξενεί πολλά, για τα καλλιεργούμενα είδη, παθογόνα (έντομα, μύκητες κ.α.). Για το βαμβάκι θεωρείται ότι η παρουσία του στο χωράφι, μειώνει σημαντικά την απόδοση της καλλιέργειας (Compendium, 2022), (Simpson, 2017)

## **Στρύχνον το ελαιαγνόφυλλον, Γερμανός, *Solanum elaeagnifolium***

### **Τάξη Solanales**

### **Οικογένεια Solanaceae**

Ο «Γερμανός» είναι ένα πολυετές ημικρυστόφυτο, αειθαλές, το οποίο φτάνει σε ύψος το 1m ενώ έχει φύλλα πράσινα-ασημί, εναλλασσόμενα, λογχοειδή και με κυματοειδείς παρυφές. Φέρει τρίχες λεπτές και τρίχες σκληρές αμυντικές στον κύριο βλαστό. Ο Βλαστός όρθιος, ξυλώδης και διακλαδίζεται. Σχηματίζει εκτεταμένο ριζικό σύστημα και ριζώματα, ενώ αναπαράγεται και αγενώς, ακόμη και από τα τμήματα της ρίζας. Κάθε φυτό αναπαράγεται και εγγενώς, σχηματίζοντας χιλιάδες σπόρους. Οι σπόροι παραμένουν βιώσιμοι για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα, η φύτευση τους δεν εξαρτάται από το φως. Το άνθος του *Solanum elaeagnifolium* είναι πενταμερές, ακτινωτό και αποτελείται από 5 συμφυή πέταλα μωβ και 5 στήμονες με κίτρινους ανθήρες. Ο καρπός είναι ράγα, αλλάζει χρώμα κατά την ωρίμανση, από πράσινο-λευκό σε κίτρινο και τελικά καταλήγει σε πορτοκαλί χρώμα. Η άνθιση παρατηρείται από Απρίλιο μέχρι Σεπτέμβριο.

Το *Solanum elaeagnifolium* θεωρείται ένα από τα «χειρότερα» ζιζάνια παγκοσμίως. Είναι είδος ξενικό (είδος εισβολέας), εξαπλώνεται σε όλο τον κόσμο αλλά προτιμά το θερμό κλίμα. Τα περισσότερα είδη του γένους απαντώνται στην Αμερική, καθώς εκεί είναι ενδημικό. Στην Ελλάδα καταγράφηκε για πρώτη φορά το 1927 στην Θεσσαλονίκη και στη συνέχεια εξαπλώθηκε σε όλη τη χώρα. Η πρώτη αναφορά στην Αθήνα γίνεται το 1950. Με το χρονικό πλαίσιο της εξάπλωσης και την ιδιότητα του ως «είδος εισβολέας», σχετίζεται και η κοινή ονομασία του, Γερμανός. Το *Solanum elaeagnifolium* ανταγωνίζεται για θρεπτικά, νερό, φως, με την κύρια καλλιέργεια. Προκαλεί σημαντικές ζημιές και εκτός από την μείωση της απόδοσης λόγω του φαινομένου του διαειδικού ανταγωνισμού, έχουν μελετηθεί και φαινόμενα αλληλοπάθειας ανάμεσα σε άτομα του είδους και της καλλιέργειας. Έτσι φαίνεται το *Solanum elaeagnifolium* να εκκρίνει μεταβολίτες που αναστέλλουν την φύτευση και την εξάπλωση των υπολοίπων φυτών. Επιπροσθέτως θεωρείται ότι φιλοξενεί είδη τα οποία είναι

βλαβερά/παθογόνα για την κύρια καλλιέργεια, όπως για παράδειγμα και το βαμβάκι. Ακόμη, έχουν παρατηρηθεί φαινόμενα ανταγωνισμού για επικονιαστές με φυτά τα οποία ανθίζουν κατά την ίδια χρονική περίοδο.

Εκτός από τις πολλές αρνητικές επιδράσεις τις οποίες φέρει το *Solanum elaeagnifolium* στις καλλιέργειες, να αναφέρουμε ότι έχει και πληθώρα φαρμακευτικών δράσεων. Αντικαρκινική, αντιμικροβιακή, αντιφλεγμονώδης είναι κάποιες μόνο από τις πολλές δράσεις που έχουν βρεθεί στο *Solanum elaeagnifolium*. Ενδιαφέρον αποτελεί επίσης το γεγονός ότι το συγκεκριμένο είδος ανήκει στα Solanaceae, στα οποία ανήκουν ορισμένα από τα σημαντικότερα καλλιεργούμενα φυτά, όπως η ντομάτα, η πατάτα αλλά και η μελιτζάνα. Στις καλλιέργειες βαμβακιού δημιουργεί σημαντικά προβλήματα και μείωση της απόδοσης. (Uludag, et al., 2016) (Tscheulin & Petanidou, 2012) (Green, Murray , & Verhalen, 1987) (Goeden, 1971)



Εικόνα 1.15 *Solanum elaeagnifolium*, *olanum elaeagnifolium* στον πειραματικό αγρό, (προσωπικό αρχείο)

## **Μουχρίτσα, *Echinochloa crus-galli* (L.)**

**Οικογένεια: Poaceae**

**Γένος: Echinochloa**

**Είδος: *Echinochloa crus-galli***

Η *Echinochloa* με την κοινή ονομασία Μουχρίτσα είναι ένα μονοκοτυλήδονο αγρωστώδες ζιζάνιο. Έχει παγκόσμια εξάπλωση, ενώ έχει καταγραφεί σε Ασία, Αφρική, Αυστραλία, Ευρώπη και Αμερική (50°N - 40° S). Συνολικά το γένος αποτελείται από 40 -50 είδη τα οποία εμφανίζουν μεγάλη πλαστικότητα τόσο μορφολογική αλλά και στην φυσιολογία τους. Το είδος προτιμά τα εδάφη με υψηλή υγρασία (είναι ένα από τα κύρια ζιζάνια σε καλλιέργειες ρυζιού) και ήπιες – υψηλές θερμοκρασίες (από 12-25 °C μέση θερμοκρασία). Μπορεί να εγκλιματιστεί και σε ψυχρότερες περιοχές και απαντάται σε υψόμετρο μέχρι 2500m. Γενικά προτιμά εύκρατο – υποτροπικό κλίμα. Στην μεσογειακή λεκάνη η εξάπλωση του είναι ευρέως διαδεδομένη.

Οι απαιτήσεις σε θρεπτικά είναι υψηλές και για αυτό το λόγο δημιουργεί ισχυρό ανταγωνισμό στις καλλιέργειες, αφομοιώνοντας μέχρι το 80% του διαθέσιμου αζώτου. Η συσσώρευση των μεγάλων ποσοτήτων N μπορεί να φτάσει τοξικά επίπεδα για κοπάδια ζώων. Η Μουχρίτσα αναπαράγεται αποκλειστικά εγγενώς με σπόρο και μπορεί να παράξει από 3.500 έως 80.000 σπόρους ανά φυτό. Η παραγωγή εξαρτάται από τον ανταγωνισμό που δέχεται από την κύρια καλλιέργεια. Η μονοετής πόα περνάει την δυσμενή περίοδο του χειμώνα στην μορφή σπόρου στο έδαφος και τα σπόρια είναι βιώσιμα για αρκετά χρόνια στην εδαφική τράπεζα σπόρων. Η φύτευση εξαρτάται κυρίως από την διαθεσιμότητα φωτός (διάρκεια φωτοπεριόδου από 8 με 13 ώρες) και νερού. Η διασπορά του σπόρου γίνεται και σε απομακρυσμένες αποστάσεις. Είναι ένα χαρακτηριστικό είδος αποικιστής το οποίο σχηματίζει γρήγορα μεγάλους πληθυσμούς σε διαταραγμένα (από τον άνθρωπο) περιβάλλοντα. Ανεμοχωρία, Υδροχωρία και Ζώοχωρία αλλά και η μεταφορά σπόρων σε αγροτικά προϊόντα και με γεωργικά μηχανήματα οδηγούν στην διασπορά του σπόρου.

Η Μουχρίτσα σχηματίζει καλάμι ύψους 20-80cm. Το χρώμα της είναι πράσινο, το σχήμα κυλινδρικό ή πεπλατυσμένο και στα γόνατα φέρει τρίχες. Η ρίζα είναι θυσσανώδης. Η ταξιανθία είναι φόβη, πρασινωπή – ερυθρή και τα σταχύδια μονανθή. Τα λέπυρα φέρουν τρίχες και ο χιτώνας συχνά καταλήγει σε άγανο (εξαρτάται από τον βιότυπο). Η περίοδος ανθοφορίας αρχίζει τον Ιούνιο μέχρι τον Σεπτέμβριο. Η Μουχρίτσα είναι φυτό ξενιστής για πολλά παθογόνα για καλλιεργούμενα είδη. Προκαλεί μεγάλη οικονομική απώλεια ενώ έχει

καταγραφεί μείωση απόδοσης σε καλλιέργεια βαμβακιού από 21-97% (Rojas-Sandoval & Acevedo-Rodríguez, 2022).



Εικόνα 1.16 *Echinochloa crus-galli* στον πειραματικό αγρό. (προσωπικό αρχείο)

## **Τριβόλι, *Tribulus terrestris***

### **Οικογένεια: *Zygophyllaceae***

#### **Γένος: *Tribulus***

Στο γένος *Tribulus* ανήκουν περίπου 12 είδη, ενώ η οικογένεια των *Zygophyllaceae* περιλαμβάνει συνολικά 25 γένη. Το όνομα του είδους έχει λατινική ρίζα και σημαίνει δακρύζω (tribo) καθώς περιγράφει και το σχήμα των μεταλλικών όπλων, με τα οποία μοιάζει ο καρπός του. Το επίθετο *terrestris* οφείλεται στην ιδιότητα του είδους να αναπτύσσεται κοντά στο έδαφος. Το τριβόλι είναι μια μονοετής πόα η οποία είναι ενδημική και κατάγεται από τον μεσογειακό χώρο. Έχει εξαπλωθεί σε θερμές περιοχές σε όλο τον κόσμο, και θεωρείται χαρακτηριστικό ζιζάνιο σε πολλά καλλιεργούμενα είδη. Το φυτό αναπτύσσεται κοντά στο έδαφος, όπου σχηματίζει μια λεπτή πασσαλώδης ρίζα η οποία φτάνει μέχρι 2m βάθους. Έτσι το τριβόλι είναι ισχυρός ανταγωνιστής όταν η διαθεσιμότητα του νερού είναι περιορισμένη.

Τα φύλλα είναι σύνθετα και αντίθετα και αποτελούνται από φυλλάρια τα οποία τοποθετούνται σε ζεύγη. Ένα φύλλο του κάθε ζεύγους είναι μικρότερο από το άλλο. Τα ζεύγη είναι 8 σε αριθμό και το φύλλο έχει μήκος 3-7cm. Τα άνθη του φυτού είναι κίτρινα και αποτελούνται από 5 πέταλα, με διάμετρο 7-15mm και ακτινόμορφη συμμετρία. Η άνθιση ξεκινά περίπου 2-5 εβδομάδες μετά την φύτευση και μπορεί να διαρκέσει μήνες. Στήμονες φέρει 10 σε αριθμό, ενώ η ωοθήκη είναι επιφυής. Ο καρπός είναι σχιζοκάρπιο με ισχυρά αγκάθια. Σχηματίζει 1-4 σπόρους, ενώ η κατανάλωση του καρπού είναι επικίνδυνη για φυτοφάγα ζώα. Προκαλεί τραυματισμούς και σε μεγάλη ποσότητα είναι ισχυρά τοξικό, προκαλώντας τον θάνατο του ζώου. Ένα μόνο φυτό μπορεί να παράξει μέχρι 5.000 σπόρους. Είναι ξενιστής παθογόνων για καλλιεργούμενα είδη και μειώνει σημαντικά την απόδοση της καλλιέργειας. Παρόλα αυτά είναι φυτό με φαρμακευτικές ιδιότητες το οποίο χρησιμοποιείται από τον άνθρωπο, τόσο στην παραδοσιακή ιατρική σε πολλές χώρες αλλά και σαν διατροφικό συμπλήρωμα στην σύγχρονη εποχή (Compendium, 2022)





Εικόνα 1.17 *Tribulus terrestris* στον πειραματικό αγρό. (προσωπικό αρχείο)

## Περικοκλάδα, *Convolvulus arvensis*

**Οικογένεια:** Convolvulaceae

**Γένος:** Convolvulus

Η περικοκλάδα ή αλλιώς το «χωνάκι» είναι ένα γνωστό πολυετές φυτό, αναρριχώμενη πόα την οποία μπορεί να συναντήσουμε σε καλλιεργούμενες εκτάσεις αλλά και σε πόλεις, κήπους και λιβάδια. Στην οικογένεια των Convolvulaceae ανήκουν και αρκετά καλλωπιστικά είδη. Χαρακτηριστικός ο περιστρεφόμενος βλαστός, λείος ή αραιά χνουδωτός, ο οποίος επιτρέπει στο φυτό να έρπει ή να αναρριχάται. Φέρει μικρά φύλλα, έμμισχα, ακέραια ή οδοντωτά και το σχήμα μοιάζει με βέλος. Το άνθος είναι ακτινόμορφο, χοανοειδές και αποτελείται από πέντε λοβούς. Η διευθέτηση είναι περιελιγμένη.



Εικόνα 1.18 *Convolvulus arvensis* στον πειραματικό αγρό, Εικόνα από προσωπικό αρχείο

Το φυτό ανθίζει από την άνοιξη μέχρι τον χειμώνα. Ο καρπός του είναι κάψα. Οι σπόροι του φυτού φέρουν μια ιδιαιτερότητα καθώς έχουν μεγάλη βιωσιμότητα στο έδαφος. Έτσι στην εδαφική τράπεζα σπόρων διατηρούνται και για δεκαετίες. Καθώς το είδος είναι πολυετές, αναπτύσσεται και από τις ρίζες του μητρικού φυτού. Το γεγονός αυτό καθιστά δύσκολη την καταστροφή και την εξαφάνιση του από το χωράφι. Στη Μεσόγειο είναι ένα ευρέως διαδεδομένο ζιζάνιο, καθώς κατάγεται από τον μεσογειακό χώρο και είναι ενδημικό είδος της χώρας μας. Άλλα είδη του γένους εξελίχθηκαν σε τροπικές και σε εύκρατες περιοχές. Προτιμά θερμά περιβάλλοντα, η ιδανική θερμοκρασία φύτευσης κυμαίνεται στους 20-25

βαθμούς, αλλά φυτρώνει και στους 10-40 βαθμούς, εφόσον υπάρχει αρκετό διαθέσιμο νερό. Απαντάται σε συνθήκες pH εδάφους από 4 μέχρι 9. Δεν αντέχει σε πολύ υψηλή υγρασία εδάφους. Θεωρείται καλός εποικιστής σε περιοχές με διαταραγμένο οικοσύστημα αλλά ταυτόχρονα υπάρχουν αναφορές ότι μπορεί να μειώσει την βιοποικιλότητα ενός οικοσυστήματος αν εξαπλωθεί. Ελάχιστες είναι οι αναφορές για την τοξικότητα για τα φυτοφάγα ζώα. Είναι είδος ξενιστής για αρκετά παθογόνα και βλαβερούς για την κύρια καλλιέργεια οργανισμούς αλλά προσελκύει και ποικιλία επικονιαστών, ανάμεσα τους και την *Apis mellifera*. Μειώνει την απόδοση μιας καλλιέργειας, καθώς το βασικό του πλεονέκτημα είναι η ικανότητα να αναρριχάται και να ανταγωνίζεται αποτελεσματικά για το διαθέσιμο φως (Sosnoskie, Hanson, & Steckel, 2020).

### **Βέλιουρας, *Sorghum halepense***

#### **Οικογένεια: Poaceae**

#### **Γένος: Sorghum**

Ο Βέλιουρας είναι άλλο ένα χαρακτηριστικό ζιζάνιο της Ελλάδας, έχει παγκόσμια εξάπλωση, κυρίως απαντάται σε θερμές, τροπικές και υποτροπικές περιοχές. Είναι αγρωστώδες το οποίο συναντάμε συχνά σε καλλιέργειες βαμβακιού αλλά και σε άλλα είδη όπως αραβόσιτος, καπνός κ.α. Προτιμά εδάφη με αρκετή υγρασία, γόνιμα και δεν ευδοκιμεί σε χαμηλές θερμοκρασίες. Φτάνει σε ύψος τα 2m, ενώ η ταξιανθία μπορεί να φτάσει και το ύψος των 3m. Η ταξιανθία του φυτού είναι φόβη με κοκκινωπό χρώμα. Αναπαράγεται αγενώς μέσω ριζωμάτων αλλά και εγγενώς με σπόρο. Τα ριζώματα του φυτού είναι σαρκώδη και επιτρέπουν την υπόγεια επιβίωση και κάτω από δυσμενείς συνθήκες (για παράδειγμα πολύ χαμηλές θερμοκρασίες μέχρι  $-15^{\circ}\text{C}$ ) και την ανάπτυξη φυτών την επόμενη άνοιξη. Ως ενδημικό της ανατολικής Μεσογείου προτιμά ανοιχτά και ξηρά ενδιαιτήματα αλλά έχει εξαπλωθεί σε 53 χώρες και αναφέρεται σαν ζιζάνιο σε 30 χώρες. Η βέλτιστη θερμοκρασία φύτευσης κυμαίνεται από 25-30 βαθμούς  $^{\circ}\text{C}$ , ενώ πρόκειται για ένα C4 φυτό. Είναι αυτογονιμοποιούμενο είδος και δεν εξαρτάται από επικονιαστές. Οι σπόροι εμφανίζουν λήθαργο αλλά και μακροβιότητα στο έδαφος μέχρι περίπου 7 χρόνια. Καθώς αναπαράγεται με διάφορους τρόπους έχει την δυνατότητα να εξαπλωθεί γρήγορα και αποτελεσματικά σε μεγάλες εκτάσεις, με αποτέλεσμα να εγκαταλείπονται χωράφια στα οποία ο πληθυσμός του Βέλιουρα δεν ελέγχεται πλέον. Είναι ένα από τα 10 «χειρότερα» ζιζάνια σε παγκόσμια κλίμακα και έχουν βρεθεί σχέσεις αλληλοπάθειας με τα καλλιεργούμενα είδη, οι οποίες μειώνουν σημαντικά την φυτωτικότητα και την ανάπτυξη της κύριας καλλιέργειας. Σε



καλλιέργεια βαμβακιού, η απόδοση λόγω αλληλοπάθειας μειώθηκε κατά 86%. Το είδος είναι ξενιστής και για αρκετά παθογόνα, ταυτόχρονα όμως καλλιεργείται και σαν ζωοτροφή, λόγος που βοήθησε σημαντικά στην εξάπλωση του. Η διασπορά σπόρου γίνεται κυρίως από τον άνθρωπο αλλά και με ανεμοχωρία και με ζωοχωρία. (Compendium, 2022)



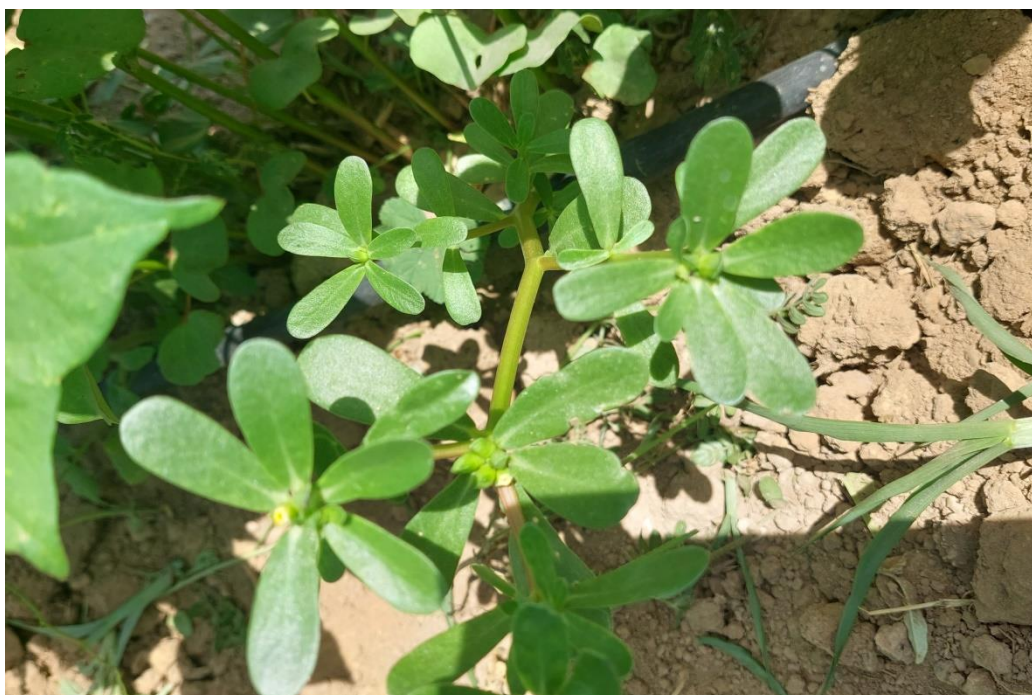
Εικόνα 1.19 *Sorghum halepense* στον πειραματικό αγρό. Εικόνα από προσωπικό αρχείο

## **Αντράκλα *Portulaca oleracea***

### **Οικογένεια: *Portulacaceae***

### **Γένος: *Portulaca***

Μονοετές αλλά και πολυετές φυτό με παγκόσμια εξάπλωση και 44 οικοτύπους σε 18 χώρες. Η προέλευση του φυτού πιστεύεται ότι είναι η Β.Αμερική. Πολυετή φυτά απαντώνται κυρίως στους τροπικούς, ενώ τα περισσότερα είναι μονοετή. Το φυτό είναι παχύφυτο, πόα με ύψος μέχρι 30cm. Φέρει κοκκινωπό μίσχο σαρκώδη, τα φύλλα είναι ροπαλοειδή και γυαλιστερά. Τα άνθη είναι κίτρινα, 5 πέταλα συμφυή και άνθος ακτινόμορφο. Η άνθιση παρατηρείται από Ιούλιο μέχρι Σεπτέμβριο.



Εικόνα 1.20 *Portulaca oleracea* στον πειραματικό αγρό. Εικόνα από προσωπικό αρχείο

Από την φύτευση, το φυτό χρειάζεται μόλις 5 εβδομάδες για να παράξει τα πρώτα άνθη, ενώ η πρώτη ανθοφορία μπορεί να παράξει μέχρι 6.000 σπόρους. Συνολικά, μέσα σε ένα χρόνο, το φυτό παράγει 100.000-242.000 σπόρους. Τα άνθη είναι αυτόγαμα και η αναπαραγωγή γίνεται κυρίως με σπόρο αλλά και αγενώς. Το φυτό απαντάται σε υψόμετρο μέχρι τα 2600m. Παρουσιάζει μεγάλο εύρος αντοχής σε διάφορες παραμέτρους όπως είναι η φωτοπερίοδος, η θερμοκρασία, ο εδαφικός τύπος, η υγρασία εδάφους. Είναι ανθεκτικό στην υψηλή συγκέντρωση NaCl του εδάφους.

Σχετικά με την βιωσιμότητα του σπόρου παρατηρήθηκε ότι μετά από 2,5 χρόνια, η φυτρωτικότητα φτάνει ακόμα το 90%, μετά από 14 χρόνια το 59% και μετά από 40 χρόνια υπάρχουν ακόμη βιώσιμοι σπόροι. Για την φύτευση είναι απαραίτητη η παρουσία φωτός, ενώ η διαδικασία είναι γρήγορη και έτσι το είδος είναι ισχυρός ανταγωνιστής για τα καλλιεργούμενα είδη. Θεωρείται «επιθετικό» ζιζάνιο, καθώς προκαλεί άμεσο ανταγωνισμό στην αρχή της καλλιέργειας. Είναι είδος ξενιστής και φιλοξενεί παθογόνα είδη. Παρόλα αυτά είναι, εκτός από ευρέως διαδεδομένο ζιζάνιο και φυτό γνωστό για τις θεραπευτικές του ιδιότητες (για παράδειγμα διουρητικές, αντιφλεγμονώδεις, αντιμικροβιακές). Επιπλέον, καταναλώνεται και ως λαχανικό, καθώς είναι πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά αλλά βρίσκει εφαρμογή και ως ζωοτροφή και καταναλώνεται και από άγρια είδη. Οι σπόροι παραμένουν βιώσιμοι αφού περάσουν το πεπτικό σύστημα του ζώου και έτσι διασπείρονται και σε πιο μεγάλη διάμετρο μέσω ενδοζωοχωρίας. Οι τρόποι διασποράς είναι πολλοί αλλά οι βασικότεροι είναι η ζωοχωρία και η διασπορά μέσω της ανθρώπινης δραστηριότητας (Compendium, 2022)

### **Λουβουδιά, *Chenopodium album***

#### **Οικογένεια: *Chenopodiaceae***

#### **Γένος: *Chenopodium***

Το *Chenopodium album* φέρει διάφορες κοινές ονομασίες όπως λουβουδιά, κλουβίδα και χηνοπόδιο, καθώς το σχήμα του φύλλου της μοιάζει με πόδι χήνας. Στο γένος *Chenopodium* ανήκουν και άλλα 150 περίπου είδη αλλά η λουβουδιά θεωρείται το πιο γνωστό και διαδεδομένο ανάμεσα τους. Είναι ένα είδος με κοσμοπολιτική εξάπλωση, το οποίο φύτεται από το επίπεδο της θάλασσας μέχρι το υψόμετρο των 3600m. Το συναντάμε σε Ασία, Β.Αμερική, Ευρώπη και στις τροπικές περιοχές κυρίως σε μεγάλο υψόμετρο. Έχει μεγάλο εύρος αντοχής σε βιοτικές και αβιοτικές παραμέτρους (θερμοκρασία, pH εδάφους, τύπος εδάφους, διαθέσιμο νερό, διαθέσιμο φως). Προτιμά και αναπτύσσεται βέλτιστα σε γόνιμα εδάφη με υψηλή υγρασία. Όταν φύτεται σε ξηρά εδάφη, παραμένει μικρό σε ύψος, ενώ υπό κατάλληλες συνθήκες μπορεί να φτάσει και τα 2m ύψος. Η λουβουδιά είναι ένα μονοετές φυτό με βλαστό όρθιο, κυλινδρικό και διακλαδιζόμενο. Το χρώμα του είναι λευκό-πράσινο, όπως και τα φύλλα του, τα οποία είναι εναλλασσόμενα ή αντίθετα. Το σχήμα μοιάζει με «πόδι χήνας». Στην προσαξονική πλευρά φέρουν λευκό επίχρισμα. Τα άνθη είναι τέλεια, πρασινωπά και σχηματίζονται σε βοτρυώδεις ταξιανθίες. Φέρει 5 σέπαλα και 5 στήμονες,



η ωοθήκη είναι μονόχωρη και ο καρπός είναι αχάινιο. Ο σπόρος είναι μικρός, το σχήμα και το χρώμα παρουσιάζουν πλαστικότητα (από πράσινο μέχρι καφέ και μαύρο, από ωοειδές μέχρι στρογγυλό). Ο σπόρος έχει βάρος 1,2mg και οι διαστάσεις είναι περίπου 1,5x1,4 mm. Το είδος *Chenopodium* αναπαράγεται αποκλειστικά εγγενώς και με σπόρο και μπορεί να παράξει 3.000-20.000 σπόρους, ενώ κάτω από βέλτιστες συνθήκες παράγει μέχρι 70.000 σπόρους ανά άτομο. Οι σπόροι έχουν βιωσιμότητα μέχρι 40 χρόνια και η φύτευση εξαρτάται από βιοτικές και αβιοτικές παραμέτρους. Οι βιότυποι στις εύκρατες περιοχές εμφανίζουν αυξημένη φυτρωτικότητα όταν οι θερμοκρασίες το χειμώνα είναι χαμηλές (0-5 °C). Παρουσιάζει δύο περιόδους μέγιστης φυτρωτικότητας μέσα στο χρόνο, η μία από Μάρτιο-Μάιο και η 2<sup>η</sup> Αύγουστο – Οκτώβριο. Αν και σε ορισμένες περιοχές στον κόσμο καλλιεργείται, καθώς είναι εδώδιμο είδος το οποίο βρίσκει εφαρμογή και ως φαρμακευτικό αλλά και ως ζωοτροφή, προκαλεί μεγάλες απώλειες σε πολλά καλλιεργούμενα είδη. Θεωρείται ζιζάνιο σε πάνω από 47 χώρες και για πάνω από 40 καλλιεργούμενα είδη. Παρουσιάζει σχέσεις αλληλοπάθειας και ανταγωνίζεται ισχυρά τα καλλιεργούμενα είδη για θρεπτικά, νερό, φως κ.α. Η χρήση του στην διατροφή αλλά και στην ζωοτροφή θέλει προσοχή, καθώς συσσωρεύει μεγάλες ποσότητες νιτρικών αλλά και οξαλοξικού οξέως. Είναι ένα από τα επικρατέστερα ζιζάνια στην Ευρώπη και στην χώρα μας (Compendium, 2022)



Εικόνα 1.21 *Chenopodium album* στον πειραματικό αγρό. (προσωπικό αρχείο)

***Heliotropium europaeum* (L.) 1753, Ηλιοτρόπιο το ευρωπαϊκό**

**Οικογένεια: Boraginaceae**

**Γένος: *Heliotropium***

Το ηλιοτρόπιο το ευρωπαϊκό είναι ένα ευρέως διαδεδομένο στη χώρα μας μονετές φυτό. Η πόα, η οποία ανήκει στην οικογένεια των Boraginaceae (πάνω από 2.000 είδη) και στο γένος *Heliotropium* (250-300 είδη) έχει ύψος 10-50cm, φύλλα μικρά, χνουδωτά με σχήμα ωοειδές. Οι ταξιανθίες του σχηματίζουν μικρά λευκά και στο κέντρο κίτρινα άνθη, με διάμετρο 2-5mm. Το άνθος φέρει 5 πέταλα και 5 στήμονες. Η ταξιανθία είναι κύμα βοστρυχοειδές. Στην Μεσόγειο το είδος είναι ενδημικό αλλά τα υπόλοιπα είδη του γένους εξαπλώνονται και σε τροπικές και εύκρατες περιοχές. Απαντάται σε φρυγανικά οικοσυστήματα, πετρώδεις πλαγιές, ακαλλιέργητες εκτάσεις και στις άκρες καλλιεργούμενων εκτάσεων. Στην χώρα μας δεν αναφέρεται ως σημαντικό ζιζάνιο, ενώ στην Αυστραλία κατατάσσεται στα ζιζάνια με σημαντικά αρνητικές επιπτώσεις σε καλλιεργούμενα είδη.



Εικόνα 1.22 *Heliotropium europaeum* .(προσωπικό αρχείο)

Χαρακτηριστικό γνώρισμα της οικογένειας είναι τα αλκαλοειδή που παράγονται από τα φυτά. Το ηλιοτρόπιο εμφανίζει τοξικότητα λόγω των υψηλών συγκεντρώσεων των αλκαλοειδών πυρρολιζιδίνης. Η περιεκτικότητα σε δευτερογενείς μεταβολίτες το καθιστά ταυτόχρονα φυτό με μεγάλη αξία ως φαρμακευτικό. Παράγει εκτός από αλκαλοειδή και φλαβονοειδή, τερπένια κ.α. Φέρει ιδιότητες αντιμικροβιακές, αντι-ιικές και μυκητοκτόνες ιδιότητες. Επίσης φαίνεται να έχει αντικαρκινικές, αντιοξειδωτικές και αντιφλεγμονώδεις ιδιότητες. Είναι τοξικό για τα φυτοφάγα ζώα (κοπάδια, βοοειδή, πρόβατα, άλογα) και μπορεί να οδηγήσει στο θάνατο του ζώου λόγω της υψηλής περιεκτικότητας των αλκαλοειδών (Compendium, 2022) (Simpson, 2017)

### **1.25. Βιοποικιλότητα – ορισμός, μια προσέγγιση**

Ο όρος βιοποικιλότητα είναι σχετικά νέος, διαμορφώνεται για πρώτη φορά το 1980 και ο πρώτος ορισμός δίνεται το 1992 στην Παγκόσμια Διάσκεψη του ΟΗΕ στο Ρίο ντε Τζανέιρο (United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, Brazil, 3-14 June 1992)

«Βιολογική ποικιλότητα ή βιοποικιλότητα: η ποικιλία των ζώντων οργανισμών πάσης προελεύσεως, περιλαμβανομένων, μεταξύ άλλων, των χερσαίων, θαλασσιών και άλλων υδατικών οικοσυστημάτων και οικολογικών συμπλεγμάτων, των οποίων αποτελούν μέρος. Επίσης, περιλαμβάνεται η ποικιλότητα εντός των ειδών, μεταξύ ειδών και οικοσυστημάτων.»

Η έννοια της βιοποικιλότητας στοχεύει κυρίως στο ευρύ κοινό αλλά φυσικά και σε πολιτικούς φορείς. Τα τελευταία χρόνια γίνεται όλο και πιο σαφής η οικονομική σημασία της διατήρησης της βιοποικιλότητας αλλά και η σημασία της λειτουργίας των οικοσυστημάτων για τον άνθρωπο και για τα αγροοικοσυστήματα. Οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, οικονομία και στην κλιματική αλλαγή είναι ορισμένα μόνο πεδία μελέτης που έχουν κερδίσει μεγάλο επιστημονικό ενδιαφέρον. Στα οικολογικά και στα τροφικά πλέγματα, όλα τα είδη είναι εξίσου σημαντικά και συνεισφέρουν σε κάποια λειτουργία. Ένα οικοσύστημα με μεγαλύτερο αριθμό ειδών έχει περισσότερες λειτουργίες και μεγαλύτερη σταθερότητα, σε περίπτωση διαταραχής του. Ορισμένα είδη μπορεί παρόλα αυτά να λειτουργήσουν και ως είδη-κλειδιά. Η θεωρία των Ehrlich & Ehrlich (1981) συγκρίνει ένα οικοσύστημα με ένα αεροσκάφος: Μπορεί να απομακρυνθούν ορισμένα μπουλόνια ή σύνδεσμοι, χωρίς να δημιουργηθεί σημαντική ζημιά στο αεροσκάφος και να χάσει την λειτουργία του. Όμως, αν αφαιρέσουμε υπερβολικά πολλά κομμάτια, το αεροσκάφος δεν θα είναι πλέον σε θέση να

πετάξει (ή θα πέσει). Το ίδιο θεώρησαν ότι ισχύει και για το οικοσύστημα: Υπάρχουν οργανισμοί που επιτελούν παρόμοιες ή και τις ίδιες λειτουργίες. Αν αφαιρέσουμε όμως πολλά είδη, τότε το οικοσύστημα θα πάψει να είναι λειτουργικό και θα καταρρεύσει.

## 1.26. Δείκτες βιοποικιλότητας

### Δείκτης Shannon-Wiener

### Δείκτης Simpson

Οι δείκτες της βιοποικιλότητας δημιουργήθηκαν για να περιγράψουν την κατάσταση ενός οικοσυστήματος και να εκτιμήσουν ποιοτικά την πληροφορία που προκύπτει κατά την καταμέτρηση μιας πειραματικής επιφάνειας. Λαμβάνουν υπόψη τον αριθμό των ειδών και την συχνότητα τους σε μια δειγματοληπτική επιφάνεια και δίνουν την δυνατότητα σύγκρισης της βιοποικιλότητας σε μια έκταση (χωράφι, δάσος, χώρα κλπ.) με μια άλλη. Σημαντικό είναι να αναφέρουμε ότι ο αριθμός των επιφανειών στις οποίες θα γίνουν τυχαίες λήψεις/μετρήσεις αυξάνει την ακρίβεια του αποτελέσματος.

- 1) Ο δείκτης ποικιλότητας Simpson Ο δείκτης του Simpson εκφράζει την πιθανότητα δύο είδη που θα παρθούν από το ίδιο δείγμα και με τυχαίο τρόπο (με επανατοποθέτηση), να ανήκουν σε διαφορετικό είδος. Είναι ένας δείκτης ο οποίος είναι ευαίσθητος στα άφθονα είδη αλλά όχι στα σπάνια. Αυτό σημαίνει ότι η καταγραφή ή μη ενός σπάνιου είδους δεν θα επηρεάσει σημαντικά την τιμή D.

$$1 - \sum_{i=1}^k \frac{n_i(n_i - 1)}{n(n - 1)}$$

- 2) Ο δείκτης ποικιλότητας Shannon Ο δείκτης ποικιλότητας του Shannon είναι επίσης ένας δείκτης βιοποικιλότητας. Μετρά την αφθονία και τον αριθμό ειδών όπως και ο δείκτης του Simpson, με τη διαφορά ότι είναι ευαίσθητος στα σπάνια είδη.

$$\hat{H} = - \sum_{i=1}^s \frac{N_i}{N} \ln \frac{N_i}{N}$$

Οι δείκτες ποικιλότητας για την καταμέτρηση της βιοποικιλότητας είναι πολλοί και σε κάθε πείραμα πρέπει επιλέγονται οι καταλληλότεροι δείκτες, ώστε να εξασφαλίσουμε την καλύτερη δυνατή ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

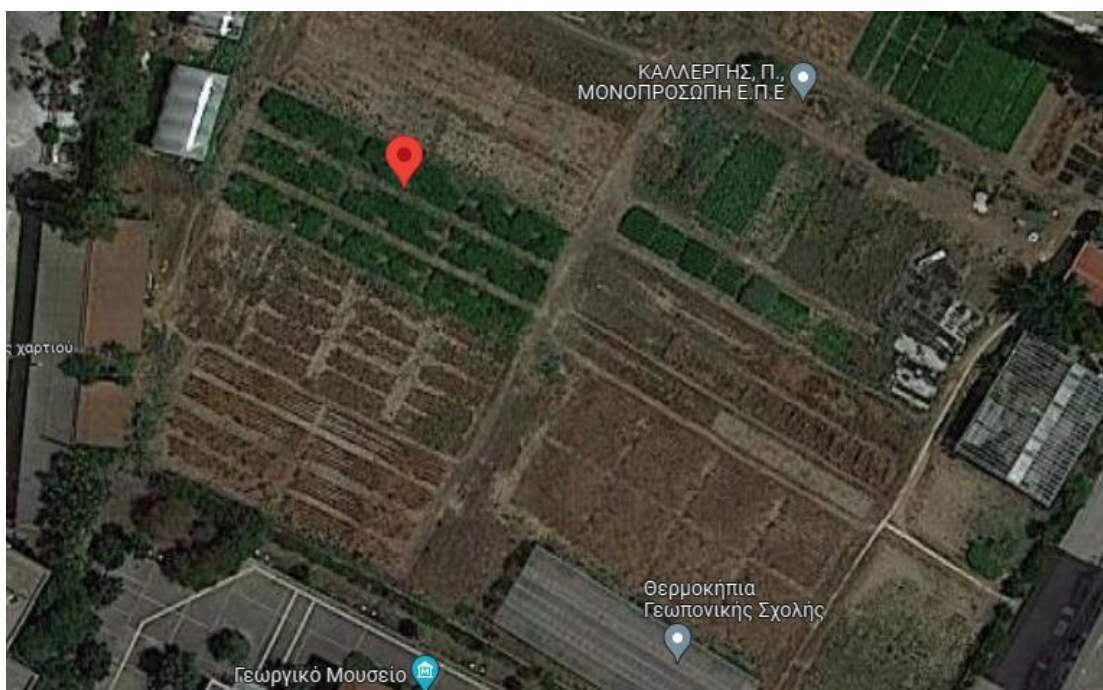


## 2. Υλικά και Μέθοδοι

### 2.1. Σκοπός του πειράματος

Ο σκοπός του πειράματος ήταν η μελέτη της επίδρασης της ανόργανης λίπανσης με και χωρίς τη χρήση παρεμποδιστών στην ζιζανιοχλωρίδα καλλιέργειας βαμβακιού (*Gossypium hirsutum*).

Για τους σκοπούς του πειράματος και την εκπόνηση της παρούσας Μεταπτυχιακής μελέτης εγκαταστάθηκε καλλιέργεια βαμβακιού στον αγρό του εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Η ακριβής τοποθεσία φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα (37°59'02.6"N 23°42'07.5"E, 170m a.s.l.) Η καλλιέργεια έλαβε χώρα από 13.4.2022 (1<sup>η</sup> σπορά) – 29.9.2022 (συγκομιδή).



Εικόνα 2.1 Απεικονίζεται ο αγρός του εργαστηρίου Γεωργίας και συγκεκριμένα η καλλιέργεια βαμβακιού (κόκκινη σήμανση), καθώς η λήψη έγινε το 2022.

## 2.2. Πειραματικό σχέδιο

Στην παρούσα μελέτη εξετάστηκε η επίδραση δύο παραγόντων:

- 1) Το είδος της λίπανσης και
- 2) της ποσότητας αυτής.

Η πειραματική διάταξη ήταν αυτή των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων

Στο πειραματικό σχέδιο υπάρχουν τρεις επαναλήψεις και η κάθε επανάληψη φέρει 5 επεμβάσεις και έναν μάρτυρα. Κάθε τεμάχιο στο οποίο έγινε επέμβαση με ένα λίπασμα υποδιαιρέθηκε σε δύο μικρότερα τεμάχια, καθώς στο ένα από τα δύο εφαρμόστηκε η διπλάσια ποσότητα λιπάσματος (πχ. 5 μονάδες Ουρίας και 10 στο δεύτερο υποτεμάχιο). Στο σύνολο υπήρχαν 18 τεμάχια τα οποία διαιρέθηκαν σε 36 υπό-τεμάχια. Συνολική έκταση της καλλιέργειας ήταν 927τμ., ενώ το κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε επιφάνεια 44τμ., ενώ το υπό-τεμάχιο 22τμ. Αντίστοιχα. Οι επεμβάσεις που έγιναν ήταν οι εξής: 1) Μάρτυρας, 2) Ουρία 3) Παρεμποδιστής ουρεάσης 4) Νιτρική αμμωνία 5) Παρεμποδιστής Νιτρικής Αμμωνίας 6) Συνδυασμός Παρεμποδιστών. Στο τεμάχιο του Μάρτυρα έγινε βασική λίπανση πριν την σπορά και καμία λίπανση από εκεί και πέρα.

Στα υπόλοιπα τεμάχια εφαρμόστηκε λίπανση των πειραματικών τεμαχίων κατά τον εξής τρόπο, στις 28.06.2022:

- **U<sub>X</sub>**: 0.25 kg Ουρία (5 Μονάδες Αζώτου Επιφανειακής Λίπανσης)
- **U<sub>2X</sub>**: 0.5 kg Ουρία (10 Μονάδες Αζώτου Επιφανειακής Λίπανσης)
- **IU<sub>X</sub>**: 0.25 kg Παρεμποδιστής Ουρεάσης (5 Μονάδες Αζώτου Επιφανειακής Λίπανσης)
- **IU<sub>2X</sub>**: 0.5 kg Παρεμποδιστής Ουρεάσης (10 Μονάδες Αζώτου Επιφανειακής Λίπανσης)
- **NA<sub>X</sub>**: 0.35 kg Νιτρική Αμμωνία (5 Μονάδες Αζώτου Επιφανειακής Λίπανσης)
- **NA<sub>2X</sub>**: 0.7 kg Νιτρική Αμμωνία (10 Μονάδες Αζώτου Επιφανειακής Λίπανσης)
- **INA<sub>X</sub>**: 0.25 kg Παρεμποδιστής Νιτρικής Αμμωνίας (10 Μονάδες Αζώτου Επιφανειακής Λίπανσης)
- **INA<sub>2X</sub>**: 0.5 kg Παρεμποδιστής Νιτρικής Αμμωνίας (5 Μονάδες Αζώτου Επιφανειακής Λίπανσης)
- **IC<sub>X</sub>**: 0.25 kg Συνδυασμός Παρεμποδιστών (5 Μονάδες Αζώτου Επιφανειακής Λίπανσης)
- **IC<sub>2X</sub>**: 0.5 kg Συνδυασμός Παρεμποδιστών (10 Μονάδες Αζώτου Επιφανειακής Λίπανσης)
- **M**: Μάρτυρας

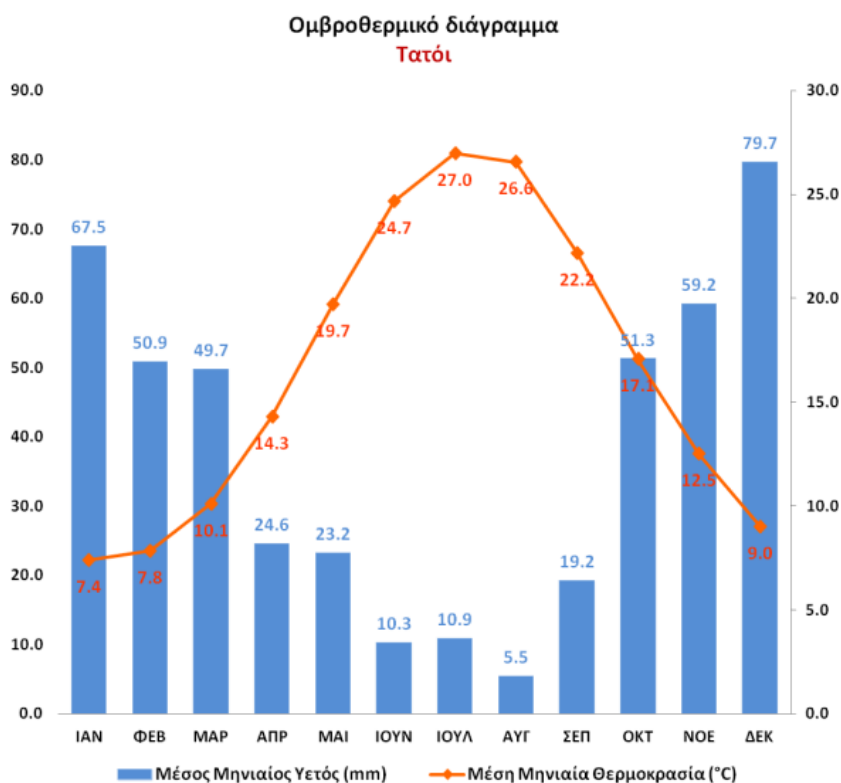
Δεν έγινε κάποια συμπληρωματική λίπανση κατά τη διάρκεια της διαξαγωγής του πειράματος.

**Πίνακας 2.1: εδαφολογικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού**

Τύπος εδάφους (τρίγωνο εδάφους): (43,7% άργιλος, 25,6% λάσπη και 30,7% άμμος)		
ρΗ	8.12	
Olsen- P	23.39	Ppm
Διαθέσιμο κάλιο	254	Kg ha <sup>-1</sup>
EC (1:1)	0.75	μS cm <sup>-1</sup>
Οργανική ύλη	10.83	%
P	137.23	ppm
NO <sub>3</sub> - N	17.95	Ppm
NH <sub>4</sub> - N	20.3	Ppm

### 2.3. Κλιματολογικές συνθήκες του πειράματος

Το ομβροθερμικό διάγραμμα της Ε.Μ.Υ. απεικονίζει την σχέση μέσης θερμοκρασίας ανά μήνα και βροχοπτώσεων για καλύτερη σύγκριση και κατανόηση των κλιματικών συνθηκών κατά την καλλιεργητική περίοδο.



Εικόνα 2.2 ΕΜΥ, Περιοχή Τατόι, Ομβροθερμικό διάγραμμα του 2022

Παρατηρούμε ήπιες θερμοκρασίες κατά τον μήνα Απρίλιο και Μάιο, το οποίο ευνοεί την φύτευση του σπόρου. Οι κατακρημνίσεις είναι σχετικά χαμηλές, γεγονός το οποίο αντανakλάται και στην ανάγκη της επανάληψης της σποράς κατά την διαξαγωγή του πειράματος. Τους καλοκαιρινούς μήνες παρατηρούμε χαρακτηριστική αύξηση θερμοκρασιών και μείωση βροχοπτώσεων. Τον Σεπτέμβριο, μήνας συγκομιδής, παρατηρούμε αύξηση των κατακρημνίσεων, γεγονός που δυσκολεύει την συγκομιδή. Συνολικά το ομβροθερμικό διάγραμμα παρουσιάζει μια χαρακτηριστική για το μεσογειακό κλίμα εικόνα, με τις θερμοκρασίες να έχουν αντιστρόφως ανάλογη σχέση με τις βροχοπτώσεις.

## **2.4. Εγκατάσταση καλλιέργειας και καλλιεργητικές πρακτικές**

Για την προετοιμασία του αγρού στις 07.04.22 έγινε χρήση σβάρνας για καταστροφή ζιζανίων και στις 12.04.22 χρήση φρέζας ,ενώ στη συνέχεια αφαιρέθηκαν τα υπολείμματα. Η βασική λίπανση έγινε με ουρία (46-0-0) και σε συγκέντρωση 950g ανά τεμάχιο (44τ.μ.) Η πρώτη σπορά ακολούθησε στις 13.04.22 (88g/τεμάχιο) και η άρδευση έγινε με κανόνι και με εφαρμογή προφυτρωτικού ζιζανιοκτόνου. Καθώς η πρώτη σπορά απέτυχε, ακολούθησε 2<sup>η</sup> σπορά στις 09.05.22. Αυτή τη φορά έγινε χρήση 90g σπόρου ανά τεμάχιο και τα λάστιχα για την άρδευση με σταγόνα εγκαταστάθηκαν κατευθείαν, για να αποφευχθεί ο σχηματισμός κρούστας του εδάφους.

### **2.4.1. Σπορά**

Για την σπορά στις 09.05.22 έγινε χρήση 90g ανά τεμάχιο, και σε 6 γραμμές. Ο σπόρος ήταν της ποικιλίας 402 Η απόσταση μεταξύ των γραμμών ήταν 60cm ενώ ανάμεσα στα τεμάχια υπήρξε απόσταση 50cm.

### **2.4.2. Ποτίσματα**

1<sup>ο</sup> πότισμα για 3,5 ώρες στις 09.05.22,

2<sup>ο</sup> πότισμα 1,5 ώρες στις 12.05.22 και

3<sup>ο</sup> πότισμα 1,5 ώρες στις 16.05.22 18.05 – βροχή, δεν ποτίζεται

4<sup>ο</sup> πότισμα 03.06.22 5<sup>ο</sup> πότισμα 10.06.22

6<sup>ο</sup> πότισμα 17.6. 3,5 ώρες

7<sup>ο</sup> και τελευταίο πότισμα, 03.09.22

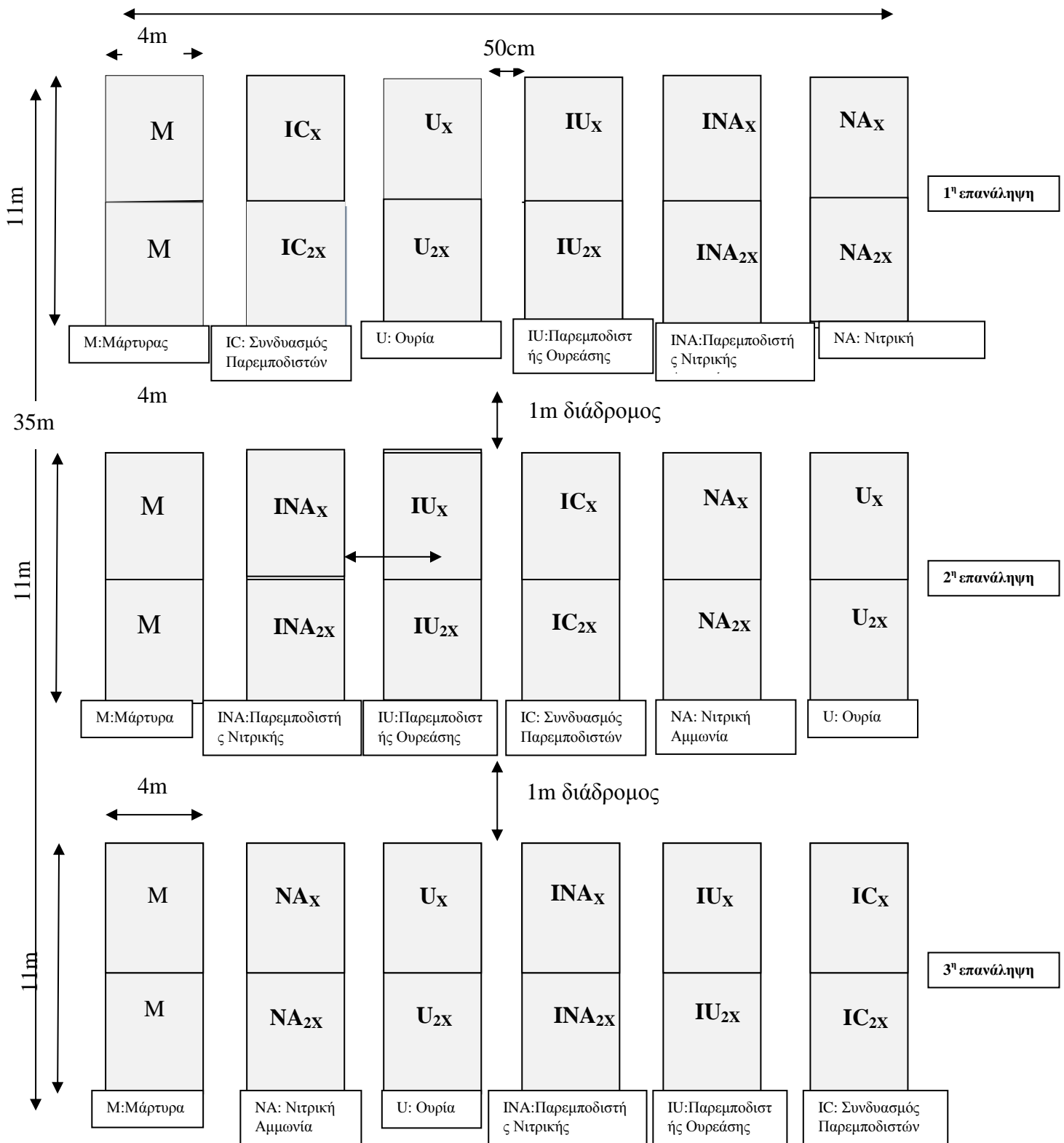
### **2.4.3. Σκαλίσματα**

Τα σκαλίσματα στον αγρό έγιναν με τη χρήση τσάπας ανά 2 εβδομάδες, ανάμεσα στις γραμμές και ανάμεσα στα φυτά. Οι μετρήσεις λήφθηκαν πριν από κάθε σκάλισμα. Η πρώτη μέτρηση έγινε πριν το πρώτο σκάλισμα.

### **2.4.4. Συγκομιδή**

Η συγκομιδή έγινε με την μέθοδο της χειροσυλλογής στις 29.09.22. Έτσι η διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου του συγκεκριμένου πειράματος ήταν 143 ημέρες από την σπορά μέχρι την συγκομιδή.

## 2.5. Διάταξη Πειράματος



## 2.6.Μετρήσεις

Κατά την διεξαγωγή του πειράματος για την παρούσα μεταπτυχιακή μελέτη, έγιναν μετρήσεις και δειγματοληψίες καθ'όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας. Η πρώτη μέτρηση έγινε πρίν την εφαρμογή των λιπασμάτων, λίγο μετά την φύτευση της καλλιέργειας και μετά την εμφάνιση των πρώτων φύλλων. Η πρώτη μέτρηση έγινε με την χρήση του “quadrat”, πλαίσιο 50x50cm. Για να εξασφαλιστεί η τυχαιότητα του δείγματος, «πετάμε» το “quadrat” σε τυχαίο σημείο της υπό μελέτη έκτασης. Έτσι, οι πρώτες μετρήσεις θα θεωρηθούν «μάρτυρας» και μέτρηση αναφοράς της βιοποικιλότητας του αγρού χωρίς καμία επέμβαση. Μετρήθηκαν όλα τα είδη εντός του πλαισίου αλλά και ο αριθμός των ατόμων του κάθε είδους σε ένα πλαίσιο. Έτσι μπορούμε να εκτιμήσουμε στην συνέχεια, με τη χρήση των κατάλληλων δεικτών, την βιοποικιλότητα της ζιζανιοχλωρίδας του αγρού.



Εικόνα 2.3 Ζιζάνια στον αγρό κατά την διεξαγωγή του πειράματος (Προσωπικό αρχείο)

Οι μετρήσεις των ζιζανίων έγιναν στις εξής ημερομηνίες:

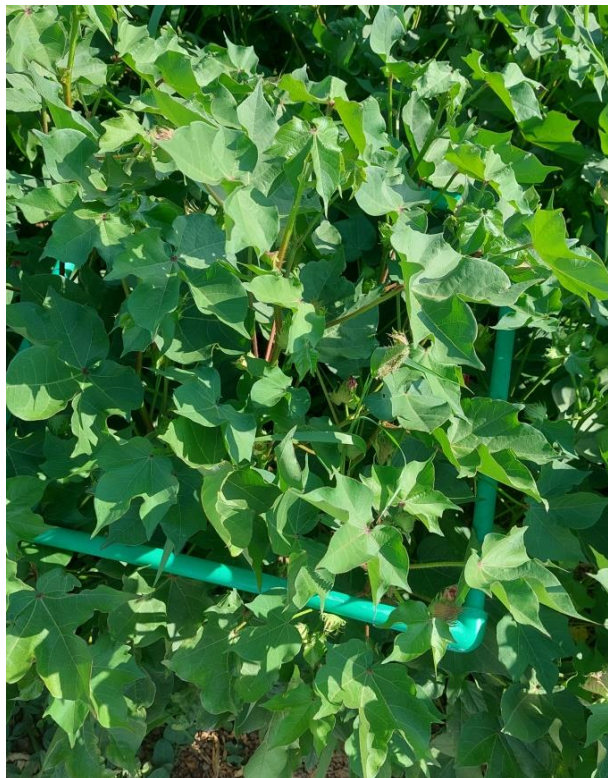
1<sup>η</sup> μέτρηση : 23.05.2022

2<sup>η</sup> μέτρηση: 17.07.2022

3<sup>η</sup> μέτρηση: 11.09.2022



Στη συνέχεια κάθε μέτρησης έγιναν μετρήσεις του νωπού βάρους από τουλάχιστον ένα άτομο κάθε είδους (δύο άτομα κάθε είδους όταν υπήρχαν περισσότερα του ενός άτομου σε μια δειγματοληπτική επιφάνεια. Τα δείγματα στη συνέχεια τοποθετήθηκαν στον κλίβανο για αποξήρανση στους 80°C για τουλάχιστον 48ώρες. Στη συνέχεια καταγράφηκαν τα ξηρά βάρη των δειγμάτων. Οι μετρήσεις έγιναν σε ζυγαρία ακριβείας



Εικόνα 2.4 Μέτρηση 2<sup>η</sup> με τη μέθοδο του quadrat



Εικόνα 2.5 Μέτρηση ξηρού βάρους



Εικόνα 2.6 Μέτρηση 3<sup>η</sup> με τη μέθοδο του quadrat στον πειραματικό αγρό (προσωπικό αρχείο)

## 2.7. Αξιολόγηση μετρήσεων

Για την αξιολόγηση των μετρήσεων, έγινε χρήση ορισμένων δεικτών βιοποικιλότητας οι οποίοι αναλύονται παρακάτω

- 1) **Simpson Index**
- 2) **Shannon-Wiener Index**
- 3) **Pielou Index**
- 4) **Margalef ή Richness Index**

Οι τέσσερις αυτοί δείκτες ανήκουν στους πιο γνωστούς και ευρέως εφαρμοσμένους για την εκτίμηση της βιοποικιλότητας μιας περιοχής. Τόσο ο δείκτης του **Simpson** όσο και ο δείκτης του **Shannon** λαμβάνουν υπόψη τον αριθμό των ειδών, την συχνότητα του κάθε είδους και τον συνολικό αριθμό ατόμων που μετρήθηκε σε ένα δείγμα. Παρόλα αυτά γνωρίζουμε ότι ο πρώτος είναι λιγότερο ευαίσθητος στα σπάνια είδη, ενώ τα επικρατή αποκτούν μεγαλύτερη βαρύτητα. Ο δείκτης του Shannon είναι πιο ευαίσθητος στα σπάνια είδη. Έτσι ο δείκτης του Shannon θα δώσει μια καλύτερη εικόνα για την βιοποικιλότητα μιας περιοχής, ακόμη και αν ορισμένα είδη είναι άφθονα.

**Simpson Index**

$$1 - \sum_{i=1}^k \frac{ni(ni-1)}{n(n-1)}$$

**Shannon Index**

$$\hat{H} = - \sum_{i=1}^s \frac{N_i}{N} \ln \frac{N_i}{N}$$

Ο δείκτης **Pielou (evenness)** μας δίνει την δυνατότητα να εκτιμήσουμε τον βαθμό ισομέρειας σε ένα δείγμα. Έτσι η ισομέρεια εκφράζεται ως ο λόγος της ποικιλότητας (Shannon,  $H'$ ) προς την μέγιστη δυνατή ποικιλότητα που θα μπορούσε να έχει μια βιοκοινότητα με τον ίδιο αριθμό ειδών ( $\ln S$ ).

$$\text{Έτσι } J = \frac{H}{H'_{max}} = \frac{H'}{\ln S}$$

Ο δείκτης **Margalef** ή αλλιώς **richness** μετρά τον πλούτο των ειδών ( $S$ ) και θεωρείται η πιο απλή μέθοδος της ποσοτικοποίησης της ποικιλομορφίας.

$$D = \frac{(S-1)}{\ln N}$$

**2.8.Επεξεργασία δεδομένων και στατιστική ανάλυση**

Η επεξεργασία των δεδομένων στη συνέχεια έγινε με τη χρήση του EXCEL για τον υπολογισμό των δεικτών ποικιλότητας και του SigmaPlot για την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων και με εφαρμογή ανάλυσης διασποράς (two way RM ANOVA, one way RM ANOVA).

### 3. Αποτελέσματα

Σε αυτήν την ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων, η επεξεργασία τους και τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα είδη ζιζανίων που καταγράφηκαν στις μετρήσεις με την μέθοδο του “quadrat”.

**Πίνακας 3.1: Φυτά που βρέθηκαν στον πειραματικό αγρό**

Επιστημονική ονομασία	Οικογένεια	Κοινή ονομασία	Βιολογικός κύκλος	Τρόπος αναπαραγωγής
<i>Cyperus rotundus</i>	Cyperales	Πορφυρή Κύπερη	Πολυετές	Αγενώς & Εγγενώς
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Solanaceae	Γερμανός	Πολυετές	Αγενώς και Εγγενώς
<i>Amaranthus retroflexus</i>	Amaranthaceae	Βλήτο	Μονοετές	Εγγενώς με σπόρο
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Poaceae	Μουχρίτσα	Μονοετές	Εγγενώς με σπόρο
<i>Tribulus terrestris</i>	Zygophyllaceae	Τριβόλι	Μονοετές	Εγγενώς με σπόρο
<i>Convolvulus arvensis</i>	Convolvulaceae	Περικοκλάδα	Πολυετές	Αγενώς και Εγγενώς
<i>Sorghum halepense</i>	Poaceae	Βέλιουρας	Πολυετές	Αγενώς και Εγγενώς
<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	Άντρακλα	Μονοετές	Εγγενώς με σπόρο
<i>Chenopodium album</i>	Chenopodiaceae	Λουβουδιά	Μονοετές	Εγγενώς με σπόρο
<i>Heliotropium europaeum</i>	Boraginaceae	Ήλιοτρόπιο το Ευρωπαϊκό	Μονοετές	Εγγενώς με σπόρο

Στον Πίνακα 3.1 απεικονίζονται τα είδη ζιζανίων του πειραματικού αγρού, τα οποία καταγράφηκαν κατά την διεξαγωγή του πειράματος.

### 3.1. Μέτρηση 2<sup>η</sup> , Πυκνότητα και αριθμός ειδών ζιζανίων

(Η 1<sup>η</sup> μέτρηση έγινε για λόγους καταγραφής της αρχικής βιοποικιλότητας του πειραματικού αγρού, πριν την εφαρμογή των διαφόρων επεμβάσεων. Μετρήθηκαν τα είδη, οι πυκνότητες και οι δείκτες βιοποικιλότητας. Η 1<sup>η</sup> μέτρηση βρίσκεται στο τέλος του πρώτου σκέλους των αποτελεσμάτων ως μέτρηση αναφοράς και σαν «μάρτυρας»).

Παρακάτω θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα της 2<sup>ης</sup> και 3<sup>ης</sup> μέτρησης, οι πυκνότητες και ο αριθμός των ειδών που μετρήθηκαν αλλά και αναλυτικά τα επικρατή είδη των δύο μετρήσεων και τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης (RM ANOVA).

**Πίνακας 3.2:** Ανάλυση διασποράς (RM ANOVA) για την 2<sup>η</sup> μέτρηση

	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Πυκνότητα ζιζανίων/Είδος λίπανσης	5	2030,203	406,041	1,923	<b>0,177</b>
Πυκνότητα ζιζανίων/Ποσότητα λίπανσης	1	4,033	4,033	0,0267	<b>0,885</b>

Με βάση την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 3.2.), τόσο το είδος όσο και η ποσότητα της λίπανσης δεν επηρεάζουν στατιστικά σημαντικά την πυκνότητα των ζιζανίων. (**p >0,05**)

Στον Πίνακα (3.4 ) παρατηρούμε ότι στην 2<sup>η</sup> μέτρηση υπάρχουν τρία κυρίαρχα είδη. Από τα συνολικά 712,5 άτομα, το 45,8 % ανήκει στο είδος *Cyperus rotundus*, ενώ στο είδος *Solanum elaeagnifolium* ανήκει το 29,4% των συνολικών ατόμων. Το τρίτο πιο συχνό είδος στο χωράφι ήταν η *Echinochloa crus-galli*, αποτελώντας το 13,3% του συνόλου των ατόμων που μετρήθηκαν. Οι μεγαλύτερες πυκνότητες παρατηρήθηκαν στον Μάρτυρα αλλά και στην επέμβαση INA2x , αποτελώντας το 15,9% και 15,3% αντίστοιχα. Στο 45,5% των επεμβάσεων επικρατεί το *Cyperus rotundus*, στο 36,5% των επεμβάσεων *Solanum elaeagnifolium* και η *Echinochloa crus-galli* στο 18% των επιφανειών. Το *Cyperus rotundus* επικρατεί στις επεμβάσεις Ux, U2x, INA2x, IUX και ICX, το *Solanum elaeagnifolium* επικρατεί στον Μάρτυρα και στις επεμβάσεις NAx, NA2x, INAx, ενώ η *Echinochloa crus-galli* επικρατεί στις επεμβάσεις IU2x και IC2x.

**Πίνακας 3.3: Ανάλυση διασποράς (RM ANOVA) για την 2<sup>η</sup> μέτρηση**

<b>W.D.</b>	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Αριθμός ειδών/ είδος λίπανσης	5	10,978	2,196	1,411	<b>0,3</b>
Αριθμός ειδών / Ποσότητα λίπανσης	1	0,0333	0,0333	0,143	<b>0,742</b>

Με βάση την ανάλυση διασποράς στον Πίνακα 3.3, το είδος και η ποσότητα της λίπανσης δεν φαίνεται να έχουν στατιστικά σημαντική σχέση με τον αριθμό των ειδών στην 2<sup>η</sup> μέτρηση. (**p<0,05**)

Στην 2<sup>η</sup> μέτρηση, ο αριθμός ειδών (S) κυμαίνεται από δύο (2) μέχρι επτά (7) είδη ανά τεμάχιο (ο αριθμός ειδών ανά τεμάχιο δεν φαίνεται στον πίνακα. Στον Πίνακα (3.4) παρουσιάζονται οι πυκνότητες του κάθε είδους για το σύνολο των τεμαχίων (3) και η αντίστοιχη τιμή για τρία τεμάχια για τον μάρτυρα, καθώς τα τεμάχια του ήταν έξι (6). Ο Μάρτυρας εμφανίζει τον μεγαλύτερο αριθμό ειδών τόσο συνολικά αλλά και ανά quadrat. Μικρότερο αριθμό ειδών συνολικά παρουσιάζουν οι επεμβάσεις με **INAx**, **IUx**, **IU2x**, στις οποίες μετρήθηκαν το 50% των ειδών που καταγράφηκαν συνολικά, ενώ στον Μάρτυρα καταγράφηκαν το 80% των ειδών που βρέθηκαν στον πειραματικό αγρό.

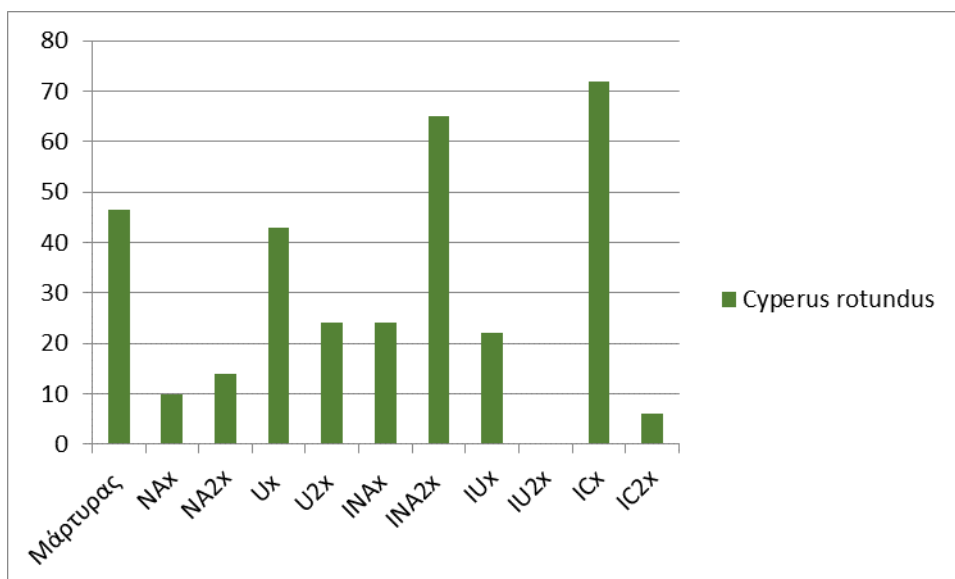
Πίνακας 3.4: Πυκνότητες ζιζανίων στην 2<sup>η</sup> μέτρηση

Είδος ζιζανίου	Μάρτυρας	NAx	NA2x	Ux	U2x	INAx	INA2x	IUx	IU2x	ICx	IC2x
<i>Cyperus rotundus</i>	46,5	10	14	<b>43</b>	<b>24</b>	24	<b>65</b>	<b>22</b>	0	<b>72</b>	6
<i>Amaranthus retroflexus</i>	1,5	2	1	1	6	1	1	0	0	2	3
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	<b>56,5</b>	<b>13</b>	<b>35</b>	15	17	<b>29</b>	24	7	6	1	6
<i>Echinochloa crus-galli</i>	4	0	1	15	7	9	17	6	<b>15</b>	7	<b>14</b>
<i>Tribulus terrestris</i>	0,5	1	0	0	0	0	0	0	1	1	2
<i>Convolvulus arvensis</i>	0	3	0	2	5	0	1	4	0	2	6
<i>Sorghum halepense</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
<i>Portulaca oleracea</i>	0,5	1	1	0	1	0	0	0	0	0	2
<i>Chenopodium album</i>	2,5	1	1	1	0	6	1	0	5	0	2
<i>Heliotropium europaeum</i>	1,5	0	1	0	0	0	0	2	0	1	0
<b>N, συνολικός αριθμός ατόμων</b>	<b>113,5</b>	31	54	77	60	69	109	41	31	86	41
<b>S, συνολικός αριθμός ειδών</b>	<b>8</b>	7	7	6	6	5	6	5	5	7	8

Στον Πίνακα 3.4 παρουσιάζονται οι μετρήσεις των πυκνοτήτων στην 2<sup>η</sup> μέτρηση για το σύνολο των τριών (3) επαναλήψεων (quadrat) για κάθε επέμβαση. Για τον μάρτυρα παρουσιάζεται για λόγους σύγκρισης ως τιμή το 50% του συνόλου, καθώς έγιναν έξι (6) επαναλήψεις.

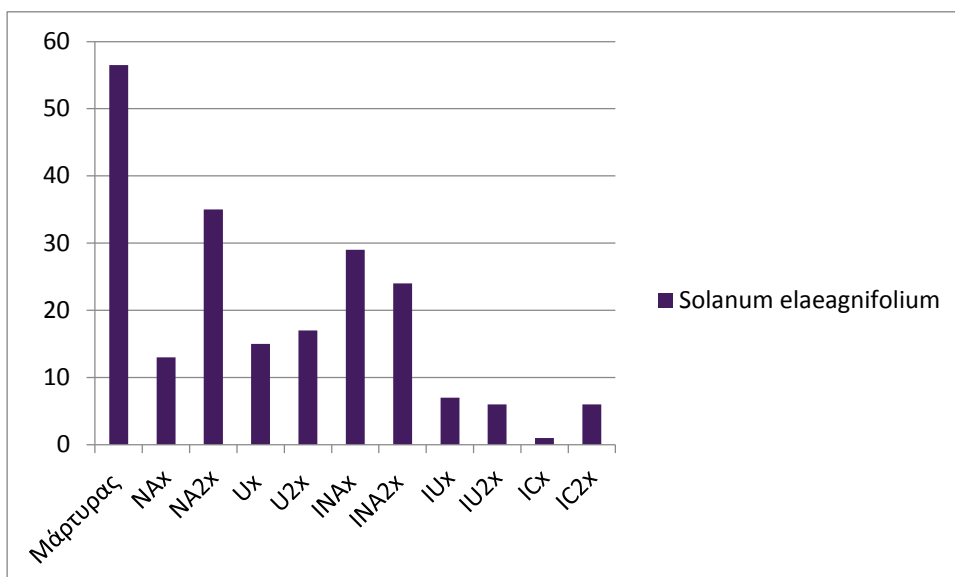
Η ανάλυση διασποράς έγινε μέσω RM ANOVA, λαμβάνοντας υπόψη τις μετρήσεις των επαναλήψεων των ξεχωριστών τεμαχίων.





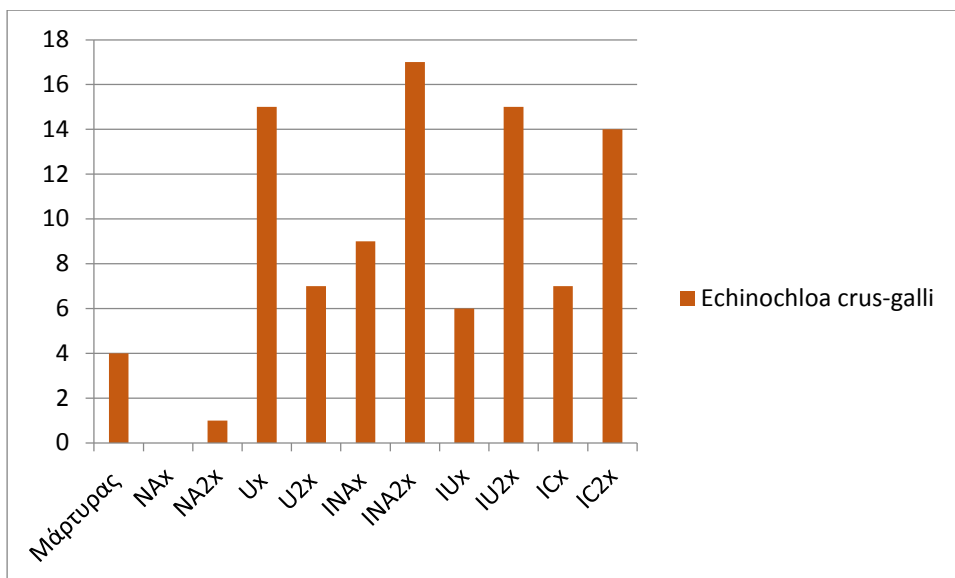
Διάγραμμα 3.1: Πυκνότητα του είδους *Cyperus rotundus* στην 2η μέτρηση.

Στο Διαγραμμα 3.1 απεικονίζεται η πυκνότητα του *Cyperus rotundus*, κυρίαρχο είδος σε πέντε (5) συνολικά επεμβάσεις κατά την 2<sup>η</sup> μέτρηση. Η μέγιστη πυκνότητα παρατηρείται στην επέμβαση ΙCx, η μικρότερη στην επέμβαση ΙC2x.



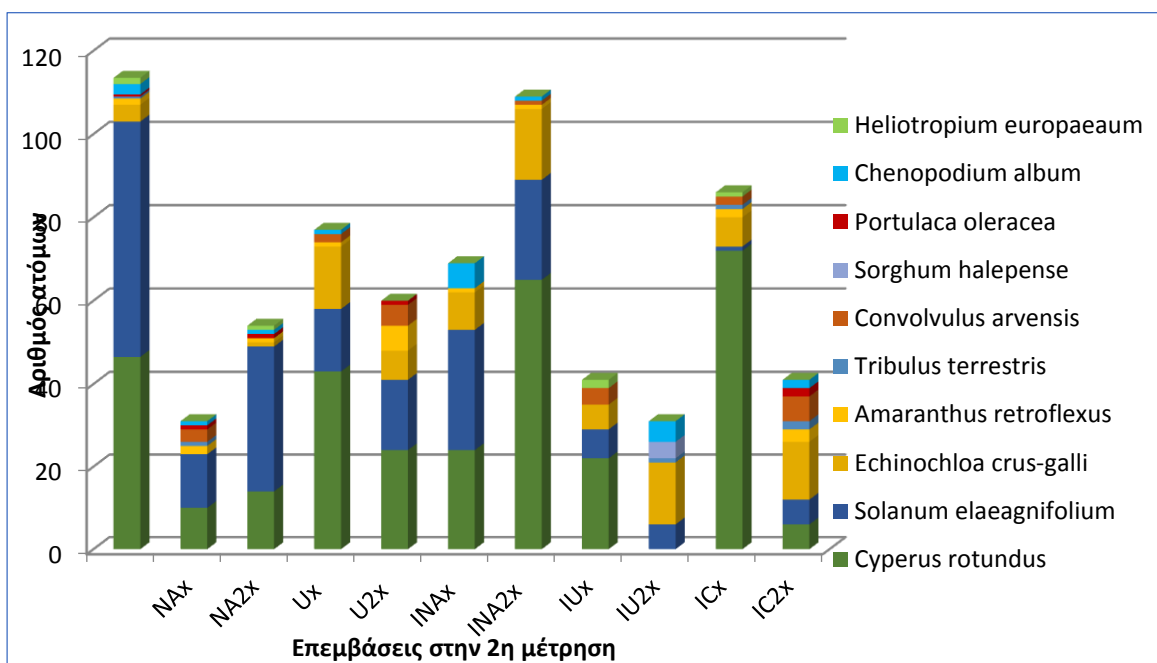
Διάγραμμα 3.2: Πυκνότητα του *Solanum elaeagnifolium* κατά την 2<sup>η</sup> μέτρηση

Στο Διάγραμμα 3.2 παρατηρούμε την πυκνότητα του *Solanum elaeagnifolium* κατά την 2<sup>η</sup> μέτρηση στις διάφορες επεμβάσεις στο χωράφι. Είναι κυρίαρχο είδος σε τέσσερις (4) επεμβάσεις και η μέγιστη πυκνότητα παρατηρείται στον μάρτυρα, η μικρότερη στην επέμβαση ΙCx.



Διάγραμμα 3.3 Πυκνότητα του είδους *Echinochloa crus-galli* στην 2<sup>η</sup> μέτρηση

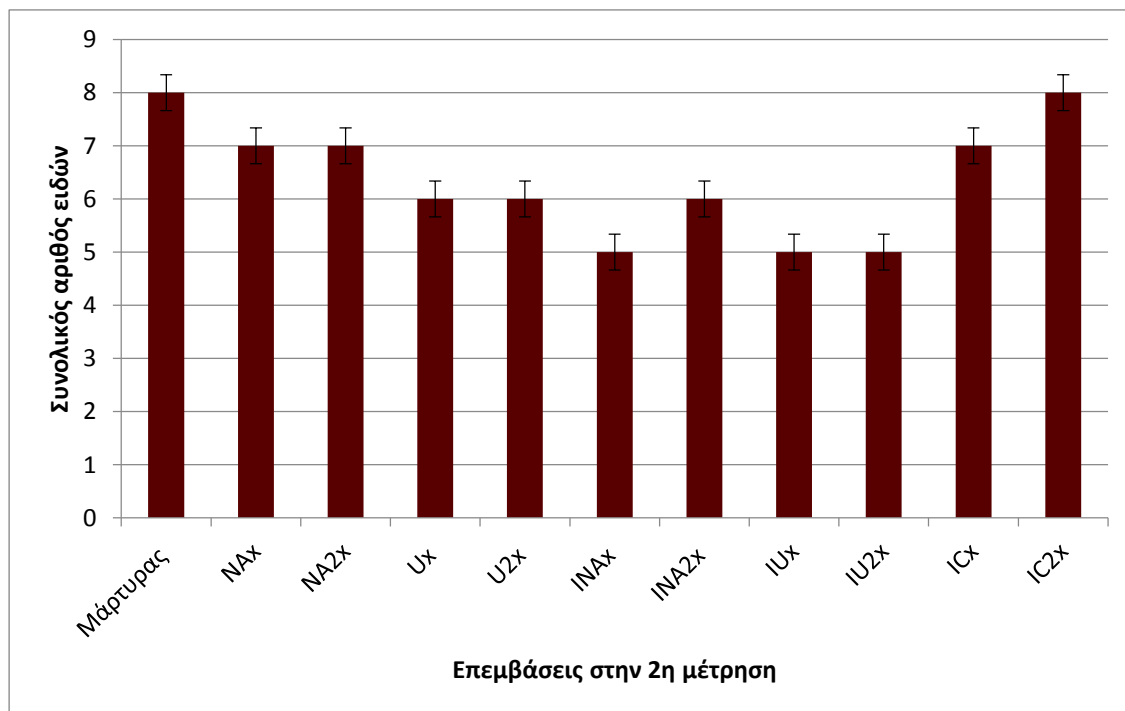
Στο Διάγραμμα 3.3 παρατηρούμε την πυκνότητα του *Echinochloa crus-galli* στον πειραματικό αγρό. Είναι κυρίαρχο είδος σε δύο (2) πειραματικές επεμβάσεις, IU2x, IC2x ενώ η μέγιστη πυκνότητα του είδους βρέθηκε στην επέμβαση INA2x. Η μικρότερη πυκνότητα καταγράφηκε στην επέμβαση NA2x.



Διάγραμμα 3.4 Συνολικός αριθμός ατόμων (N) ανά επέμβαση στην 2<sup>η</sup> μέτρηση:

Στο Διάγραμμα 3.4 απεικονίζονται οι πυκνότητες για το σύνολο των ειδών για κάθε επέμβαση στον πειραματικό αγρό για την 2<sup>η</sup> μέτρηση. Παρατηρούμε την κατανομή και την πυκνότητα των ειδών ανάλογα με το είδος της επέμβασης (λίπανση, ποσότητα λίπανσης).

Παρατηρούμε τον μεγαλύτερο αριθμό ατόμων στο τεμάχιο του Μάρτυρα ενώ η επέμβαση με τον μικρότερο αριθμό ατόμων είναι το NAx.



Διάγραμμα 3.5 Συνολικός αριθμός ειδών ανά επέμβαση στην 2<sup>η</sup> μέτρηση

Στο Διάγραμμα 3.5. Απεικονίζονται ο αριθμός ειδών για κάθε επέμβαση για το σύνολο των 3 «quadrat» που βρέθηκαν κατά την 2<sup>η</sup> μέτρηση στον πειραματικό αγρό.

### 3.2. Μέτρηση 3<sup>η</sup>, Πυκνότητα και αριθμός ειδών ζιζανίων

Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της 3<sup>ης</sup> μέτρησης, οι πυκνότητες και ο αριθμός ειδών που καταγράφηκαν ανά επέμβαση και η στατιστική ανάλυση για την σχέση τους με τις παρεμέτρους της λίπανσης (είδος, ποσότητα)

**Πίνακας 3.5: Ανάλυση διασποράς στην 3<sup>η</sup> μέτρηση**

	DF	SS	MS	F	P
Πυκνότητα ζιζανίων/Είδος λίπανσης	5	1480,878	296,176	0,758	0,599
Πυκνότητα /Ποσότητα λιπάσματος	1	8,533	8,533	0,295	0,642

Με βάση την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 3.5) η λίπανση δεν παίζει στατιστικά σημαντικό ρόλο στην πυκνότητα των ζιζανίων ( $p < 0,05$ )

Στην 3<sup>η</sup> μέτρηση και με βάση την ανάλυση διασποράς, δεν παρατηρήθηκε κάποια στατιστικά σημαντική διαφορά της πυκνότητας των ζιζανίων μεταξύ των διαφορετικών επεμβάσεων. Οι παράγοντες που εξετάστηκαν ήταν το είδος της λίπανσης αλλά και η ποσότητα που εφαρμόστηκε στο χωράφι. Παρατηρούμε ορισμένα είδη να κυριαρχούν στις διάφορες επεμβάσεις. Έτσι κατά την 3<sup>η</sup> μέτρηση τα κυρίαρχα είδη είναι το *Cyperus rotundus*, το οποίο αποτελεί το 53,6% των ζιζανίων που μετρήθηκαν συνολικά και κυριαρχεί στις 11 από τις 12 επεμβάσεις. Το 2<sup>ο</sup> κυρίαρχο είδος είναι το *Solanum elaeagnifolium*, το οποίο είναι κυρίαρχο σε μια επέμβαση (NAX) αλλά αποτελεί ταυτόχρονα το 18,9% του συνολικού πληθυσμού των ζιζανίων. Το 3<sup>ο</sup> κυρίαρχο είδος είναι το *Echinochloa crus-galli*, το οποίο αποτελεί το 19,5% των συνολικών μετρήσεων και αποτελεί το 2<sup>ο</sup> πιο συχνό είδος σε πέντε (5) επεμβάσεις, χωρίς όμως να είναι κυρίαρχο σε κάποια απ' αυτές. Η μεγαλύτερη πυκνότητα ζιζανίων μετρήθηκε στην επέμβαση με IC x, 15,41% των μετρήσεων και στην επέμβαση με IC2x, 13,9% αντίστοιχα. Η 3<sup>η</sup> μεγαλύτερη πυκνότητα παρατηρήθηκε στον μάρτυρα, 11,2% των ατόμων που μετρήθηκαν κατά την 3<sup>η</sup> μέτρηση καταγράφηκαν εδώ.

**Πίνακας 3.6: Ανάλυση διασποράς στην 3<sup>η</sup> μέτρηση**

	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Αριθμός ειδών / Είδος λίπανσης	5	18,433	3,687	8,641	<b>0,002</b>
Αριθμός ειδών/ Ποσότητα λιπάσματος	1	0,0333	0,0333	0,027	0,885

Με βάση την ανάλυση διασποράς, όπως απεικονίζεται στον Πίνακα 3.6, ο αριθμός των ειδών έχει στατιστικά σημαντική σχέση με το είδος της λίπανσης, αλλά όχι με την ποσότητα. (**p=0,002** και p=0,885 αντίστοιχα).

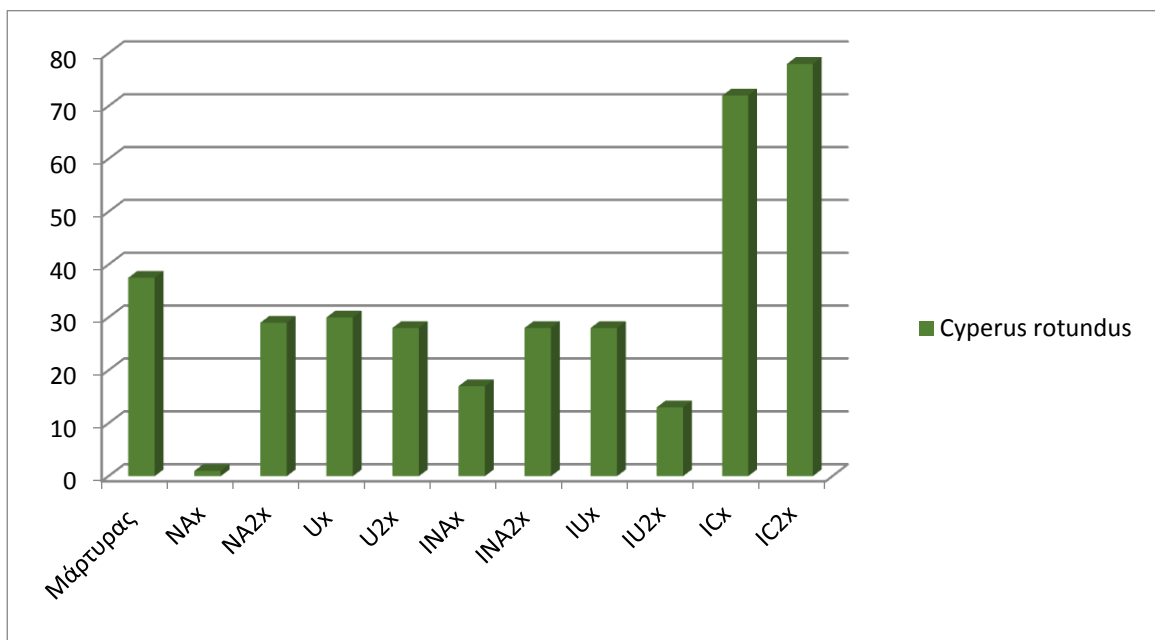
Κατά την ανάλυση διασποράς της 3<sup>ης</sup> μέτρησης, παρατηρούμε στατιστικά σημαντική διαφορά στον αριθμό των ειδών σε σχέση με το είδος της λίπανσης, αλλά όχι σε σχέση με την ποσότητα που εφαρμόστηκε. Παρατηρώντας τις μετρήσεις μας βλέπουμε ότι οι τα λιγότερα είδη παρατηρήθηκαν στις επεμβάσεις με Ux (συνολικά τέσσερα είδη). Τα περισσότερα είδη παρατηρήθηκαν στις επεμβάσεις με IUx και στον Μάρτυρα, επτά (7) και έξι (6) είδη αντίστοιχα.

Η ποσότητα του λιπάσματος φαίνεται ότι δεν έπαιξε στατιστικά σημαντικό ρόλο στον αριθμό ειδών.

Πίνακας 3.7. Πυκνότητα ζιζανίων στην 3<sup>η</sup> μέτρηση

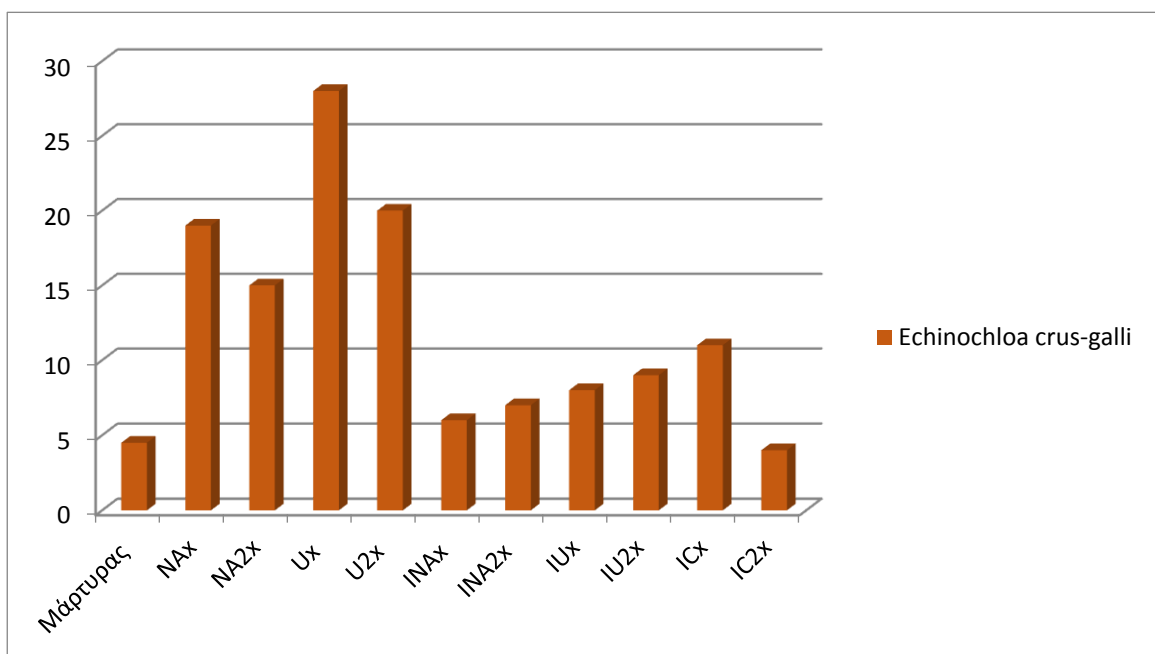
Είδος ζιζανίου	Μάρτυρας	NAx	NA2x	Ux	U2x	INAx	INA2x	IUx	IU2x	ICx	IC2x
<i>Cyperus rotundus</i>	37,5	1	29	30	28	17	28	28	13	72	78
<i>Amaranthus retroflexus</i>	1	1	1	4	2	3	4	1	2	2	2
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	25,5	31	12	3	0	6	14	8	4	17	7
<i>Echinochloa crus-galli</i>	4,5	19	15	28	20	6	7	8	9	11	4
<i>Tribulus terrestris</i>	0,5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Convolvulus arvensis</i>	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0
<i>Sorghum halepense</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	6	0	0
<i>Portulaca oleracea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chenopodium album</i>	5,5	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
<i>Heliotropium europaeum</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<b>N, συνολικός αριθμός ατόμων</b>	75,5	53	58	65	52	33	55	51	34	<b>104</b>	94
<b>S, συνολικός αριθμός ειδών</b>	6	5	5	4	5	5	6	<b>7</b>	5	6	6

Στον Πίνακα 3.7 παρουσιάζονται οι μετρήσεις πυκνοτήτων για το σύνολο των τριών (3) επαναλήψεων για κάθε επέμβαση για την 3<sup>η</sup> μέτρηση. Για τον μάρτυρα παρουσιάζεται για λόγους σύγκρισης ως τιμή το 50% του συνόλου, καθώς έγιναν έξι (6) επαναλήψεις. Η ανάλυση διασποράς έγινε μέσω RM ANOVA, λαμβάνοντας υπόψη τις μετρήσεις των ξεχωριστών τεμαχίων.



Διάγραμμα 3.6 Πυκνότητα του *Cyperus rotundus* κατά την 3<sup>η</sup> μέτρηση στον πειραματικό αγρό

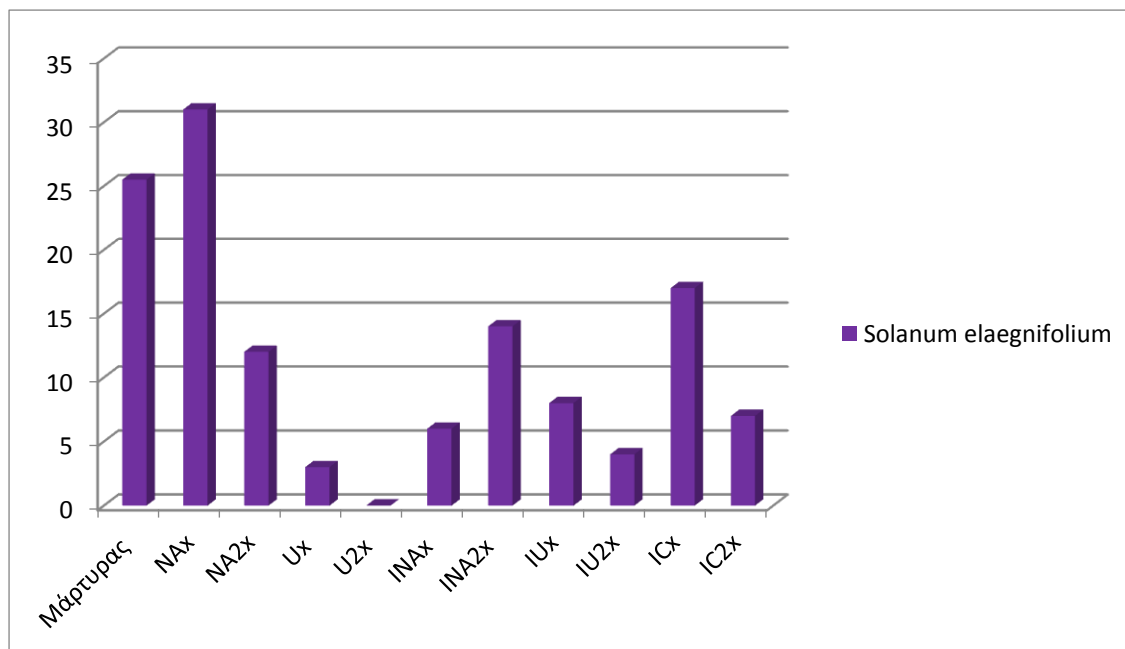
Το είδος *Cyperus rotundus* είναι κυρίαρχο, εμφανίζοντας την μεγαλύτερη πυκνότητα στις 10 από τις 11 μετρήσεις και αποτελεί το 53,6 % του συνόλου των ατόμων, με τις μεγαλύτερες πυκνότητες να εμφανίζονται στις επεμβάσεις ICx και IC2x, 72 και 78 άτομα ανά επέμβαση αντίστοιχα. Στο τεμάχιο του Μάρτυρα καταγράφηκαν 37,5 άτομα. Η μικρότερη πυκνότητα παρατηρήθηκε στις επεμβάσεις με NAx, με ένα μόλις άτομο.



Διάγραμμα 3.7 Πυκνότητα του *Echinochloa crus-galli* κατά την 3<sup>η</sup> μέτρηση στον πειραματικό αγρό

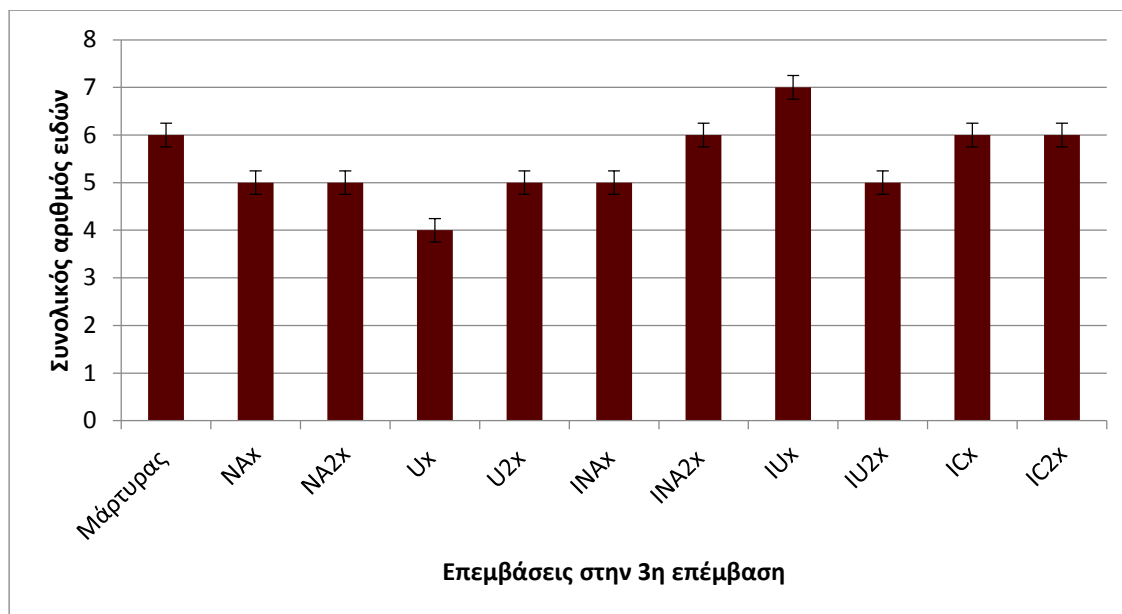


Το είδος *Echinochloa crus-galli* αποτελεί συνολικά το 19,5% των ζιζανίων σε όλες τις επεμβάσεις, καθιστώντας το, το 2<sup>ο</sup> πιο συχνό είδος στον πειραματικό αγρό. Η μεγαλύτερη πυκνότητα για το είδος μετρήθηκε στις επεμβάσεις με Ux και U2x. (Διάγραμμα 3.7)



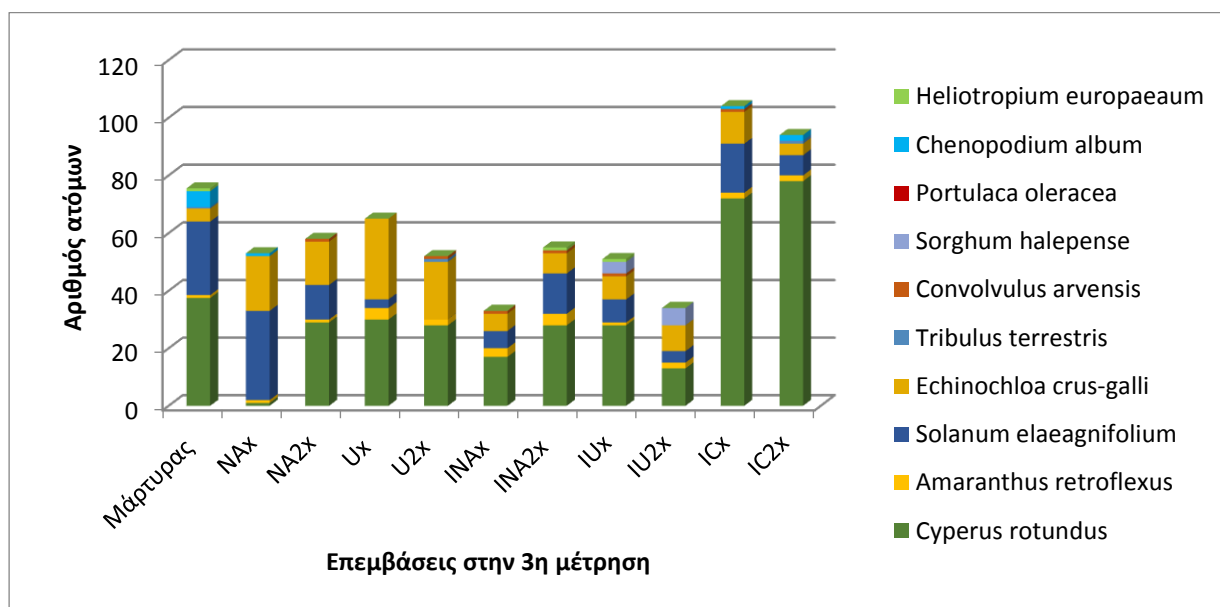
Διάγραμμα 3.8 Πυκνότητα του *Solanum elaeagnifolium* κατά την 3<sup>η</sup> μέτρηση στον πειραματικό αγρό

Το *Solanum elaeagnifolium* αποτελεί το κυρίαρχο είδος στην επέμβαση με NAx. Ταυτόχρονα αποτελεί το 3<sup>ο</sup> πιο συχνό είδος στον πειραματικό αγρό για το σύνολο των επεμβάσεων, αποτελώντας το 18,9% των ατόμων που μετρήθηκαν κατά τη 2η μέτρηση. Στο τεμάχιο του Μάρτυρα μετρήθηκαν 25,5 άτομα ανά τεμάχιο.



Διάγραμμα 3.9 Αριθμός ειδών ανά επέμβαση, με p value = 0,002

Στο Διάγραμμα 3.9 απεικονίζεται ο αριθμός ειδών ανά επέμβαση για την 3<sup>η</sup> μέτρηση. Η ανάλυση διασποράς μας δείχνει, ότι τα αποτελέσματα είναι στατιστικά σημαντικά ως προς τον αριθμό ειδών για την παράμετρο της λίπανσης, σχετικά ως προς το είδος της επέμβασης. Η ποσότητα της λίπανσης δεν φαίνεται να επηρεάζει στατιστικά σημαντικά τον αριθμό των ειδών.



Διάγραμμα 3.10 Συνολικός αριθμός ατόμων (N) ανά επέμβαση στην 3<sup>η</sup> μέτρηση.

Στο Διάγραμμα 3.10 απεικονίζεται η πυκνότητα για κάθε είδους και ανά επέμβαση.

Παρατηρούμε τον μέγιστο αριθμό ατόμων στις επεμβάσεις ICx και IC2x με 104 και 94 άτομα αντίστοιχα. Στον μάρτυρα μετρήθηκαν 75,5 άτομα συνολικά.

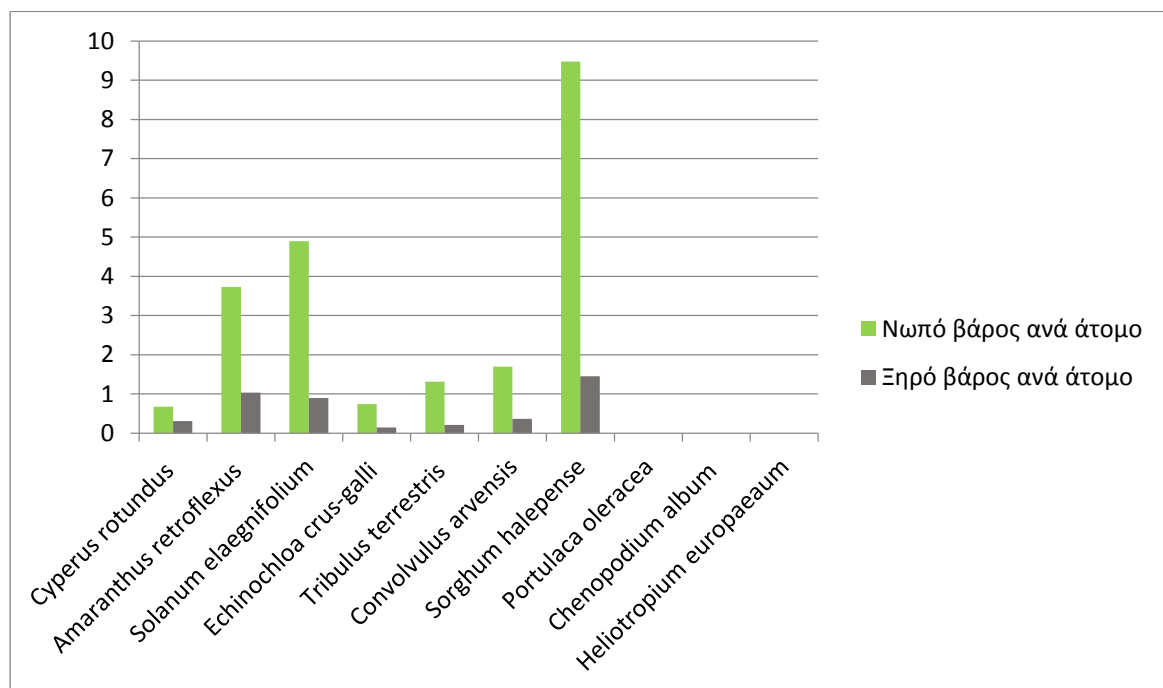
Πίνακας 3.8 Πυκνότητες και δείκτες βιοποικιλότητας 1<sup>ης</sup> μέτρησης (Μάρτυρας)

	Αριθμός ατόμων ανα quadrat	Συνολικός αριθμός ατόμων (12 τ.μ.)	Μ.Ο. Νωπό βάρος	Μ.Ο. Ξηρό βάρος	N, συνολικός αριθμός ατόμων	S, συνολικός αριθμός ειδών
<i>Cyperus rotundus</i>	21,83	262	0,67	0,31	788	7
<i>Amaranthus retroflexus</i>	5,08	61	3,73	1,04		
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	<b>29,91</b>	<b>359</b>	4,89	0,89		
<i>Echinochloa crus-galli</i>	1,17	14	0,74	0,15		
<i>Tribulus terrestris</i>	0,42	5	1,31	0,21		
<i>Convolvulus arvensis</i>	2,17	26	1,67	0,37		
<i>Sorghum halepense</i>	5,08	61	9,47	1,45		
<i>Portulaca oleracea</i>	0	0	0	0		
<i>Chenopodium album</i>	0	0	0	0		
<i>Heliotropium europaeum</i>	0	0	0	0		
N, συνολικός αριθμός ατόμων	788					
S, συνολικός αριθμός ειδών	7					
Simpson	<b>0,6693</b>					
Shannon	<b>1,3367</b>					
Pielou	<b>0,6869</b>					
Margalef	<b>0,8996</b>					

Στον Πίνακα 3.8 απεικονίζονται οι μετρήσεις για 12 συνολικά τεμάχια σε τυχαία σημεία στον πειραματικό αγρό. Οι μετρήσεις έγιναν πριν τις επεμβάσεις με τα διάφορα λιπάσματα. Παρουσιάζονται οι πυκνότητες των ειδών, ο αριθμός ατόμων και ειδών που μετρήθηκαν συνολικά και οι δείκτες βιοποικιλότητας.

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα της πρώτης μέτρησης διαπιστώνουμε ότι το είδος με την μεγαλύτερη πυκνότητα ήταν το *Solanum elaeagnifolium*, αποτελώντας το 45,6% των ατόμων που καταγράφηκαν. Το δεύτερο κυρίαρχο είδος ήταν το *Cyperus rotundus*, το οποίο αποτελεί το 33,24% των ατόμων που μετρήθηκαν κατά την 1<sup>η</sup> καταγραφή. Συνολικά μετρήθηκαν 788 άτομα τα οποία ανήκουν σε 7 διαφορετικά είδη. Το είδος με την μικρότερη πυκνότητα ήταν το *Tribulus terrestris* (συνολικά 5 άτομα του είδους βρέθηκαν στην πρώτη μέτρηση). Τρία (3) είδη τα οποία βρέθηκαν στις επόμενες δύο μετρήσεις που ακολούθησαν, δεν βρέθηκαν σε κανένα τεμάχιο κατά την πρώτη καταγραφή. Υπολογίστηκαν επίσης οι δείκτες βιοποικιλότητας για την πρώτη μέτρηση (μέτρηση αναφοράς). Οι τιμές παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.8.

### Βιομάζα κατά την 1<sup>η</sup> μέτρηση



Διάγραμμα 3.11 Απεικόνιση του νωπού και του ξηρού βάρους ανά άτομο και είδος στην πρώτη μέτρηση (Μέτρηση αναφοράς).

Στο Διάγραμμα 3.11 παρατηρούμε το μέσο νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο και είδος. Μέγιστο βάρος παρατηρήθηκε στο είδος *Sorghum halepense* (9,471g/άτομο νωπό βάρος). Ελάχιστο βάρος ανά άτομο έφερε το είδος *Cyperus rotundus* (0,66g/άτομο νωπό βάρος). Τα είδη *Amaranthus retroflexus* και *Solanum elaeagnifolium* είχαν κατά μέσο όρο νωπό βάρος 3,73g και 4,89g ανά άτομο αντίστοιχα.

### 3.3. Μέτρηση 2<sup>η</sup> - Δείκτες βιοποικιλότητας

**Πίνακας 3.9** Ανάλυση διασποράς για τον δείκτη Simpson (2<sup>η</sup> μέτρηση)

	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Simpson/είδος επέμβασης</b>	5	0,0797	0,0159	0,532	0,748
<b>Simpson/ποσότητα λιπάσματος</b>	1	0,00154	0,00154	0,0912	0,791

Στον Πίνακα 3.9 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης διασποράς για τον δείκτη του Simpson στην 2<sup>η</sup> μέτρηση για τις διάφορες επεμβάσεις. Οι τιμές που προέκυψαν για τον δείκτη του Simpson δεν δείχνουν κάποια στατιστικά σημαντική επίδραση του είδους της λίπανσης (p-value= 0,748) και της ποσότητας της λίπανσης (p-value= 0,791 ) στην βιοποικιλότητα.

**Πίνακας 3.10** Ανάλυση διασποράς για τον δείκτη Shannon (2<sup>η</sup> μέτρηση)

	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>SHANNON/είδος επέμβασης</b>	5	0,178	0,0355	0,32	0,89
<b>SHANNON/ποσότητα λιπάσματος</b>	1	0,00982	0,00982	0,329	0,624

Ο Πίνακας 3.10 απεικονίζει την ανάλυση διασποράς για τον δείκτη του SHANNON στην 2<sup>η</sup> μέτρηση για τις διάφορες επεμβάσεις. Οι τιμές που βρέθηκαν για τον δείκτη του SHANNON δεν φαίνεται να είναι στατιστικά σημαντικές ως προς το είδος και την ποσότητα της λίπανσης (p-value= 0,89, και 0,624 αντίστοιχα).

**Πίνακας 3.11** Ανάλυση διασποράς για τον δείκτη Pielou (2<sup>η</sup> μέτρηση)

	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Pielou Index/είδος επέμβασης</b>	5	0,171	0,0342	0,735	0,614
<b>Pielou Index /ποσότητα λιπάσματος</b>	1	0,013	0,013	0,306	0,636

Στον Πίνακα 3.11 παρουσιάζεται η ανάλυση διασποράς για τον δείκτη Pielou (richness) για την 2<sup>η</sup> μέτρηση. Η ανάλυση διασποράς δεν έδωσε στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα για το είδος και την ποσότητα της λίπανσης για τις διάφορες επεμβάσεις.(p-value = 0,614 και 0,636 αντίστοιχα)

**Πίνακας 3.12 Ανάλυση διασποράς για τον δείκτη Margalef (2<sup>η</sup> μέτρηση)**

	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Margalef Index/είδος επέμβασης</b>	5	1,032	0,206	0,69	0,642
<b>Margalef Index /ποσότητα λιπάσματος</b>	1	0,0122	0,0122	0,282	0,649

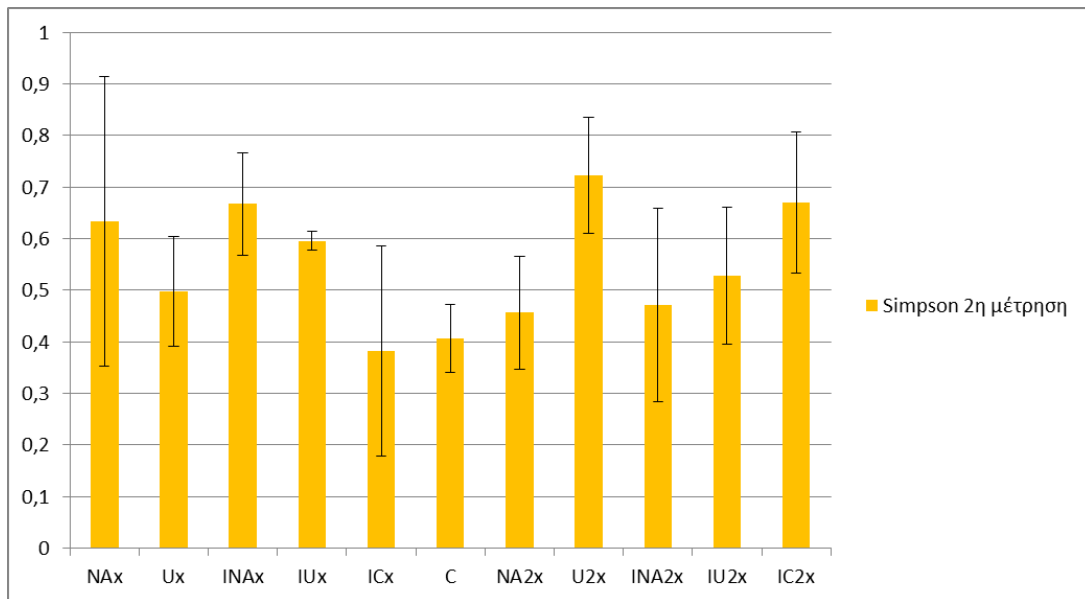
Στον Πίνακα 3.12 απεικονίζεται η ανάλυση διασποράς για τον δείκτη Margalef στην 2<sup>η</sup> μέτρηση για τις διάφορες επεμβάσεις, η οποία δεν έδωσε στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα. (p-value 0,642 και 0,649 αντίστοιχα).

**Πίνακας 3.13** Δείκτες βιοποικιλότητας ανά επέμβαση στην 2<sup>η</sup> μέτρηση, τυπικό σφάλμα και τυπική απόκλιση

	<b>Nax</b>	<b>Ux</b>	<b>INax</b>	<b>IUx</b>	<b>ICx</b>	<b>C</b>	<b>Na2x</b>	<b>U2x</b>	<b>INa2x</b>	<b>IU2x</b>	<b>IC2x</b>
<b>Simpson</b>	0,634	0,498	0,667	0,596	0,383	0,406	0,456	<b>0,723</b>	0,472	0,528	0,670
<b>SD</b>	0,281	0,106	0,100	0,018	0,204	0,066	0,109	0,113	0,188	0,134	0,136
<b>SE</b>	0,162	0,061	0,058	0,011	0,118	0,038	0,063	0,065	0,108	0,077	0,079
<b>Shannon</b>	1,170	0,757	0,890	1,065	0,693	0,694	0,723	1,211	0,830	0,765	<b>1,227</b>
<b>SD</b>	0,461	0,257	0,071	0,317	0,269	0,121	0,153	0,310	0,277	0,187	0,324
<b>SE</b>	0,266	0,148	0,041	0,183	0,155	0,070	0,088	0,179	0,160	0,108	0,187
<b>Pielou</b>	0,727	0,723	0,724	0,886	0,518	0,700	0,645	<b>0,887</b>	0,651	0,809	0,794
<b>SD</b>	0,229	0,148	0,135	0,105	0,197	0,161	0,193	0,161	0,215	0,168	0,111
<b>SE</b>	0,132	0,085	0,078	0,061	0,114	0,093	0,111	0,093	0,124	0,097	0,064
<b>Margalef</b>	<b>1,623</b>	0,702	0,955	0,914	0,930	0,945	0,930	1,119	0,742	0,722	1,410
<b>SD</b>	0,829	0,324	0,314	0,271	0,286	0,115	0,356	0,264	0,086	0,127	0,321
<b>SE</b>	0,479	0,187	0,181	0,156	0,165	0,066	0,206	0,152	0,049	0,074	0,185

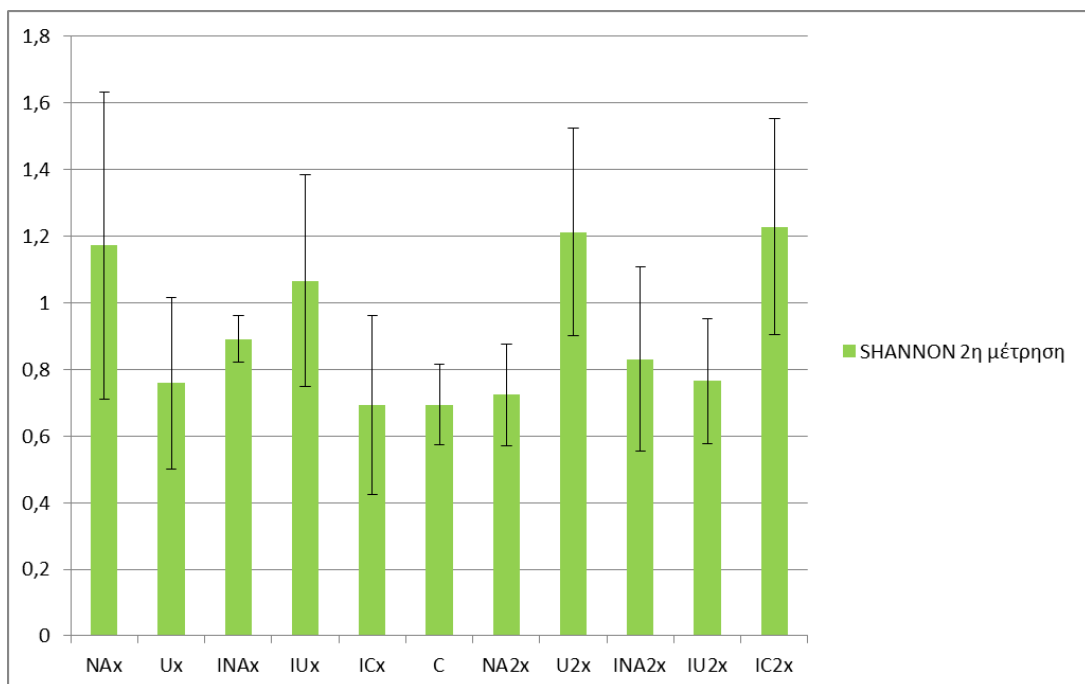
Στον Πίνακα 3.13 απεικονίζονται οι δείκτες βιοποικιλότητας κατά Simpson, SHANNON, Pielou (eveness) και Margalef (richness) για κάθε επέμβαση κατά την 2<sup>η</sup> μέτρηση. Οι δείκτες που παρουσιάζονται αποτελούν τον μέσο όρο των τιμών για τις τρεις επαναλήψεις για κάθε επέμβαση, ενώ υπολογίστηκαν και η τυπική απόκλιση (SD) και το τυπικό σφάλμα για κάθε δείκτη (SE).





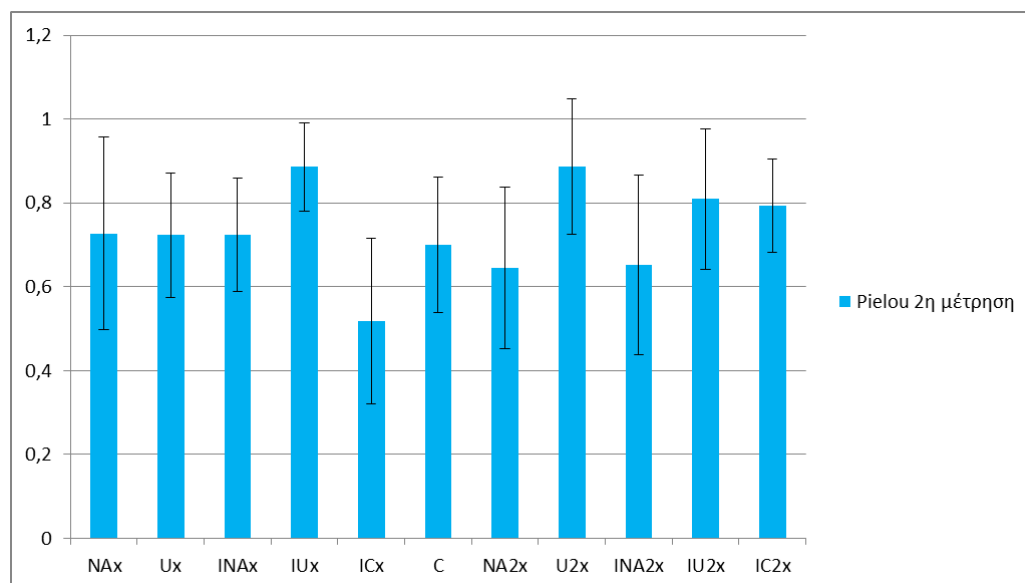
Διάγραμμα 3.12 Δείκτης του Simpson στην 2<sup>η</sup> μέτρηση και το τυπικό σφάλμα για κάθε επέμβαση

Στο Διάγραμμα 3.12 παρατηρούμε τον μέσο όρο του δείκτη του **Simpson** για κάθε επέμβαση, ο οποίος προκύπτει από τις τρεις επαναλήψεις στο χωράφι. Παρατηρούμε την μέγιστη τιμή στην επέμβαση U2x (0,72) ενώ υψηλες τιμές φέρουν και οι επεμβάσεις IC2x (0,67) και Nax (0,63). Ελάχιστη τιμή παρατηρούμε στην επέμβαση ICx (0,38).



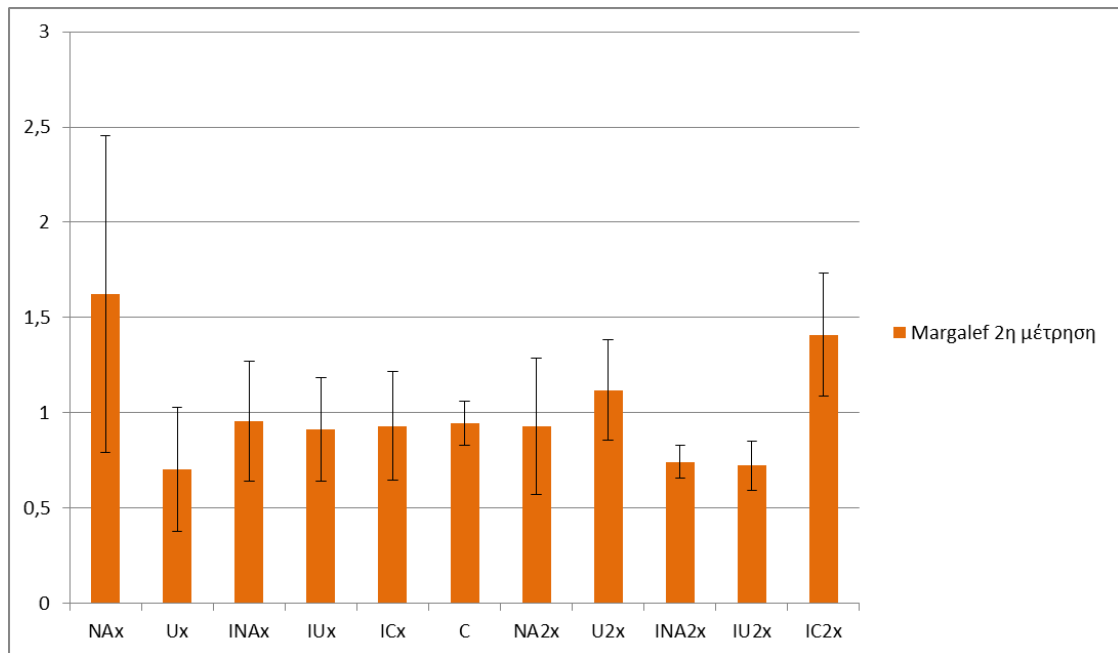
Διάγραμμα 3.13 Δείκτης του Shannon στην 2<sup>η</sup> μέτρηση και το τυπικό σφάλμα για κάθε επέμβαση

Στο Διάγραμμα 3.13 παρατηρούμε τον μέσο όρο του δείκτη του Shannon (Shannon-Wiener Index) για κάθε επέμβαση και το τυπικό του σφάλμα. Ο μέσος όρος υπολογίζεται από τις τρεις επαναλήψεις. Παρατηρούμε την μέγιστη τιμή στην επέμβαση IC2x (1,23) ενώ η ελάχιστη τιμή παρατηρήθηκε στην επέμβαση ICx (0,69). Υψηλές τιμές του δείκτη του Shannon παρατηρήθηκαν και στην επέμβαση U2x (1,21) και Nax (1,17).



Διάγραμμα 3.14 Pielou Index για την 2<sup>η</sup> μέτρηση και το τυπικό σφάλμα για κάθε επέμβαση

Στο Διάγραμμα 3.14 παρατηρούμε τον μέσο όρο και το τυπικό σφάλμα για κάθε επέμβαση του δείκτη Pielou Index. Η μέγιστη τιμή παρατηρείται στην επέμβαση IUx (0,887), ενώ η ελάχιστη τιμή στην επέμβαση ICx (0,518). Υψηλές τιμές του δείκτη Pielou Index παρατηρήθηκαν και στις επεμβάσεις IC2x, Nax, Ux.



Διάγραμμα 3.15 Δείκτης Margalef (richness) για την 2<sup>η</sup> μέτρηση και το τυπικό σφάλμα για κάθε επέμβαση.

Στό Διάγραμμα 3.15 παρατηρούμε τον δείκτη Margalef (richness) για κάθε επέμβαση και το τυπικό του σφάλμα. Η μέγιστη τιμή παρατηρήθηκε στην επέμβαση Nax (1,623) ενώ η χαμηλότερη στην επέμβαση U2x (0,702). Υψηλή τιμή εμφανίζει και η επέμβαση IC2x (1,41).

### 3.4.Μέτρηση 3η Δείκτες βιοποικιλότητας

**Πίνακας 3.14 Ανάλυση διασποράς για τον δείκτη Simpson (3<sup>η</sup> επέμβαση)**

	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Simpson/είδος επέμβασης</b>	5	0,278	0,0556	1,299	0,338
<b>Simpson/ποσότητα λιπάσματος</b>	1	0,000055	0,000055	0,00169	0,971

Στην 3<sup>η</sup> μέτρηση βιοποικιλότητας οι τιμές του δείκτη Simpson δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές μετά από ανάλυση διασποράς (Πίνακας 3.14). Οι τιμές p-value (=0,338 , 0,971 αντίστοιχα) για το είδος της λίπανσης και για την ποσότητα εφαρμοσμένου λιπάσματος είναι μεγαλύτερες από το επίπεδο σημαντικότητας p-value = 0,05.

**Πίνακας 3.15 Ανάλυση διασποράς για τον δείκτη Shannon (3<sup>η</sup> επέμβαση)**

	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>SHANNON/είδος επέμβασης</b>	5	0,647	0,129	1,712	0,219
<b>SHANNON/ποσότητα λιπάσματος</b>	1	0,00561	0,00561	0,0661	0,821

Στην 3<sup>η</sup> μέτρηση βιοποικιλότητας με την χρήση του δείκτη του Shannon, οι τιμές δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές για τις διάφορες επεμβάσεις , σύμφωνα με την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 3.15). Οι τιμές του p-value =0,219 , 0,971 για το είδος της λίπανσης και την ποσότητα του εφαρμοσμένου λιπάσματος αντίστοιχα.

**Πίνακας 3.16 Ανάλυση διασποράς για τον δείκτη Pielou (3<sup>η</sup> επέμβαση)**

	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Pielou Index/είδος επέμβασης</b>	5	0,232	0,0464	1,01	0,46
<b>Pielou Index /ποσότητα λιπάσματος</b>	1	0,0104	0,0104	0,0805	0,803

Στην 3<sup>η</sup> μέτρηση οι τιμές για τον δείκτη Pielou (evenness) δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές, τόσο για το είδος αλλά και για την ποσότητα της λίπανσης (Πίνακας 3.16). Έτσι οι τιμές του p-value βρέθηκαν 0,46 και 0,803 αντίστοιχα μετά την ανάλυση διασποράς.

**Πίνακας 3.17 Ανάλυση διασποράς για τον δείκτη Margalef (3<sup>η</sup> επέμβαση)**

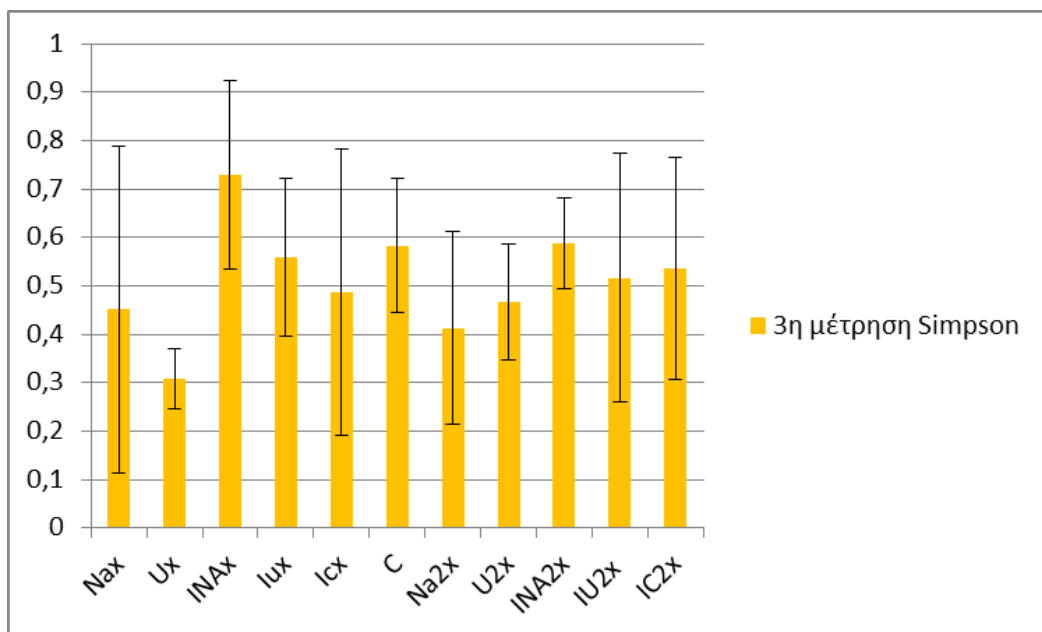
	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Margalef Index/είδοςεπέμβασης</b>	5	1,659	0,332	2,171	0,139
<b>Margalef Index/ποσότητα λιπάσματος</b>	1	0,046	0,046	0,383	0,599

Ο δείκτης Margalef (richness) για κάθε επέμβαση στην ανάλυση διασποράς προκύπτει στατιστικά μη σημαντικός για την 3<sup>η</sup> μέτρηση (Πίνακας 3.17). Για το είδος της λίπανσης αλλά και την ποσότητα της λίπανσης προκύπτουν τιμές p-value 0,139 και 0,599 αντίστοιχα.

**Πίνακας 3.18** Δείκτες βιοποικιλότητας ανά επέμβαση στην 3<sup>η</sup> μέτρηση, τυπικό σφάλμα και τυπική απόκλιση

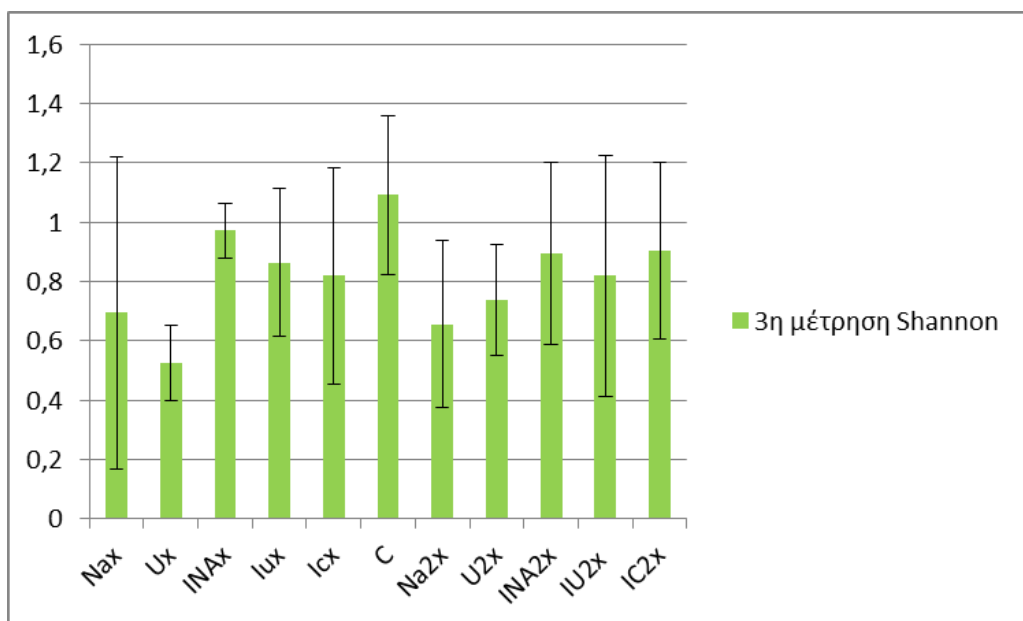
	<b>Nax</b>	<b>Ux</b>	<b>INAx</b>	<b>IUx</b>	<b>ICx</b>	<b>C</b>	<b>Na2x</b>	<b>U2x</b>	<b>INA2x</b>	<b>IU2x</b>	<b>IC2x</b>
<b>Simpson</b>	0,451	0,307	<b>0,729</b>	0,558	0,488	0,583	0,413	0,466	0,588	0,516	0,535
<b>SD</b>	0,337	0,062	0,195	0,162	0,296	0,139	0,199	0,119	0,092	0,257	0,229
<b>SE</b>	0,194	0,036	0,113	0,094	0,171	0,080	0,115	0,069	0,053	0,148	0,132
<b>Shannon</b>	0,693	0,527	0,971	0,863	0,819	<b>1,090</b>	0,656	0,736	0,893	0,819	0,904
<b>SD</b>	0,527	0,127	0,093	0,249	0,366	0,270	0,282	0,188	0,306	0,406	0,297
<b>SE</b>	0,304	0,073	0,054	0,144	0,211	0,156	0,163	0,108	0,177	0,235	0,171
<b>Pielou</b>	0,551	0,541	<b>0,884</b>	0,787	0,613	0,647	0,645	0,722	0,788	0,717	0,690
<b>SD</b>	0,397	0,030	0,085	0,208	0,267	0,127	0,191	0,170	0,031	0,218	0,250
<b>SE</b>	0,229	0,017	0,049	0,120	0,154	0,073	0,110	0,098	0,018	0,126	0,144
<b>Margalef</b>	0,701	0,563	1,111	0,908	1,156	<b>1,409</b>	0,619	0,694	0,866	0,842	1,026
<b>SD</b>	0,637	0,092	0,505	0,351	0,514	0,245	0,217	0,282	0,294	0,398	0,415
<b>SE</b>	0,368	0,053	0,292	0,202	0,297	0,142	0,125	0,163	0,170	0,230	0,240

Στον Πίνακα 3.18 απεικονίζονται οι δείκτες βιοποικιλότητας Simpson, SHANNON, Pielou (evenness) και Margalef (richness) για κάθε επέμβαση κατά την 3<sup>η</sup> μέτρηση. Οι δείκτες που παρουσιάζονται αποτελούν τον μέσο όρο των τιμών για τις τρεις επαναλήψεις, ενώ υπολογίστηκαν και η τυπική απόκλιση (SD) και το τυπικό σφάλμα για κάθε δείκτη (SE).



Διάγραμμα 3.16 Δείκτης του Simpson κατά την 3<sup>η</sup> μέτρηση και η τυπική απόκλιση για κάθε επέμβαση

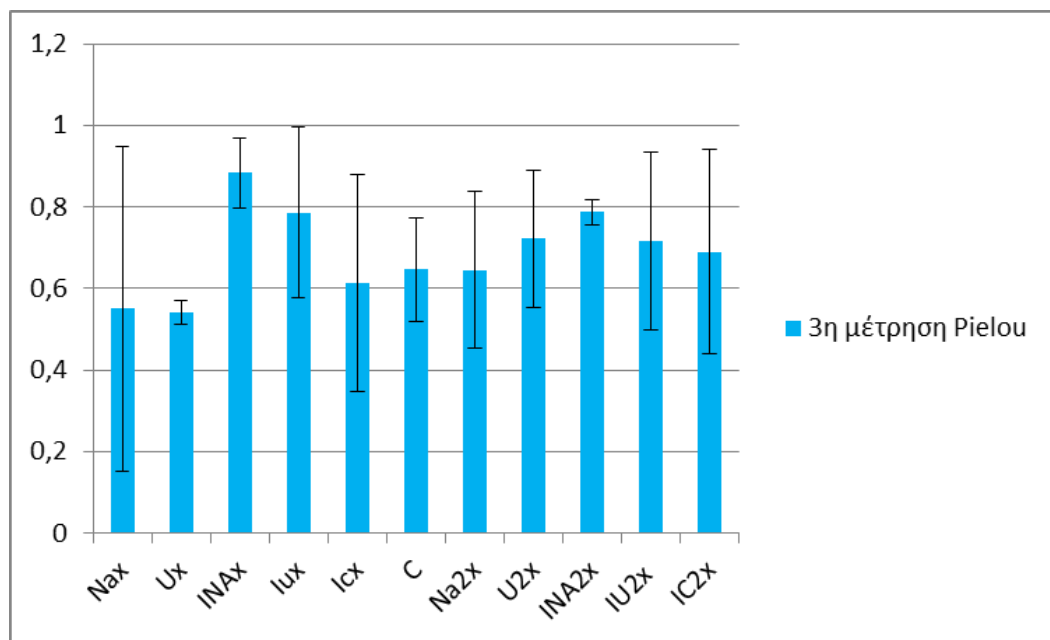
Ο δείκτης του Simpson στην 3<sup>η</sup> μέτρηση εμφανίζει μέγιστη τιμή στην επέμβαση INax (0,73) ενώ η ελάχιστη τιμή παρατηρήθηκε στην επέμβαση Ux (0,31) . Υψηλές τιμές του δείκτη του Simpson παρατηρήθηκαν επίσης στην επέμβαση INA2x (0,59) αλλά και στον μάρτυρα (0,58). Στο Διάγραμμα 3.16 απεικονίζεται η τιμή του δείκτη και το τυπικό σφάλμα για κάθε επέμβαση.



Διάγραμμα 3.17. Δείκτης του Shannon για την 3<sup>η</sup> μέτρηση και η τυπική απόκλιση για κάθε επέμβαση.

Στο Διάγραμμα 3.17 παρατηρούμε τον δείκτη του Shannon για την 3<sup>η</sup> μέτρηση για κάθε επέμβαση. Παρατηρήσαμε μέγιστη τιμή για τον δείκτη του Shannon στον μάρτυρα (1,09),

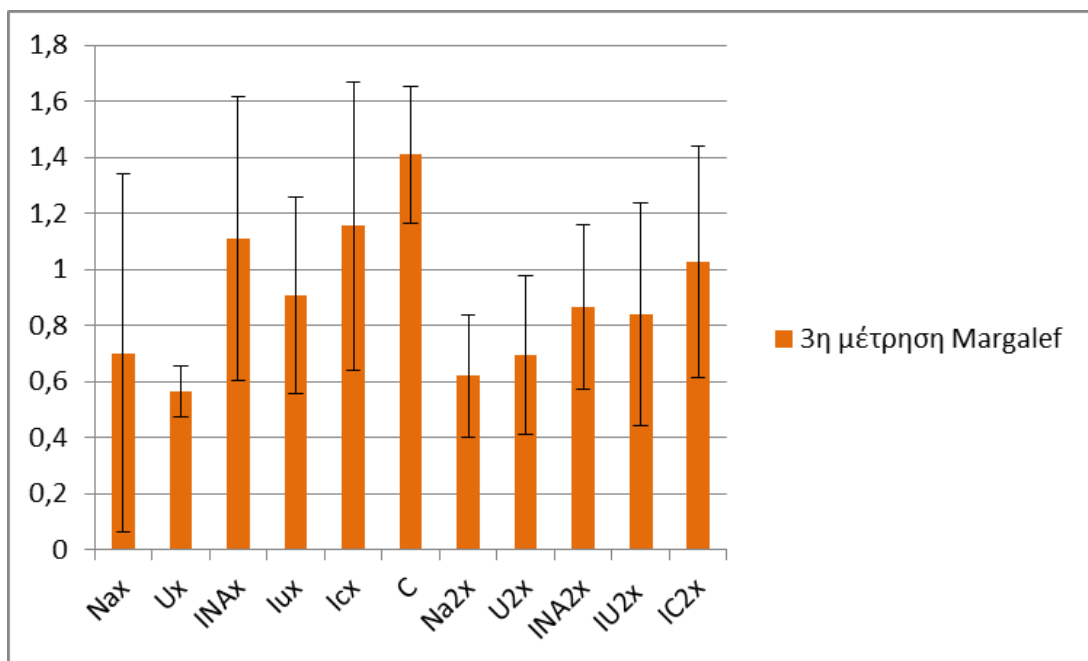
ενώ ελάχιστη τιμή παρατηρήθηκε στην επέμβαση Ux (0,52). Υψηλές τιμές του δείκτη βρέθηκαν και στην επέμβαση INax αλλά και INa2x, με τιμές 0,97 και 0,89 αντίστοιχα.



Διάγραμμα 3.18 Δείκτης Pielou για την 3<sup>η</sup> μέτρηση και η τυπική απόκλιση για κάθε επέμβαση

Στο Διάγραμμα 3.18 απεικονίζονται οι τιμές του δείκτη Pielou για κάθε επέμβαση στην 3<sup>η</sup> μέτρηση. Παρατηρούμε ότι η μέγιστη τιμή βρέθηκε στην επέμβαση INax (0,88), ενώ η ελάχιστη τιμή παρατηρήθηκε στην επέμβαση Ux (0,54). Υψηλή τιμή του δείκτη παρατηρήθηκε επίσης και στην επέμβαση INa2x (0,79). Απεικονίζεται στο διάγραμμα και η τυπική απόκλιση για κάθε επέμβαση.





Διάγραμμα 3.19. Δείκτης Margalef (richness) για κάθε επέμβαση και η τυπική απόκλιση για κάθε επέμβαση

Στο Διάγραμμα 3.19 παρατηρούμε τις τιμές για τον δείκτη Margalef για κάθε επέμβαση. Παρατηρούμε η μέγιστη τιμή στον μάρτυρα (1,41) ενώ η ελάχιστη τιμή στην επέμβαση Ux (0,56). Χαμηλές τιμές παρατηρήθηκαν επίσης στις επεμβάσεις NAx, NA2x (0,70, 0,62 αντίστοιχα) αλλά και στην επέμβαση U2x (0,69). Στο διάγραμμα απεικονίζονται και οι τυπικές αποκλίσεις για κάθε επέμβαση.

### 3.5. Βιομάζα – νωπό βάρος κατά την 2η και 3η μέτρηση

Σε κάθε μέτρηση λήφθηκαν δείγματα από κάθε είδος (τουλάχιστον ένα άτομο ανά είδος). Παρακάτω παρουσιάζονται οι μετρήσεις του νωπού και του ξηρού βάρους για κάθε επέμβαση ανά είδος και ανά άτομο και η ανάλυση διασποράς του νωπού και ξηρού βάρους. Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος παρουσιάζεται μόνο σε περίπτωση όπου το νωπό βάρος έδειξε στατιστικά σημαντική σχέση. Οι μετρήσεις παρουσιάζονται σε g/άτομο, ενώ οι τιμές ανά άτομο αποτελούν τον μέσο όρο των δειγμάτων που λήφθηκαν από τις τρεις επαναλήψεις.

#### Βιομάζα του *Cyperus rotundus*

Πίνακας 3.19 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος του *Cyperus rotundus*

2 <sup>η</sup> μέτρηση	DF	SS	MS	F	P
Νωπό βάρος <i>Cyperus rotundus</i> /είδος επέμβασης	5	15,073	3,015	2,261	0,128
Νωπό βάρος <i>Cyperus rotundus</i> /ποσότητα λιπάσματος	1	7,869	7,869	48,183	<b>0,02</b>

Πίνακας 3.20 Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος του *Cyperus rotundus*

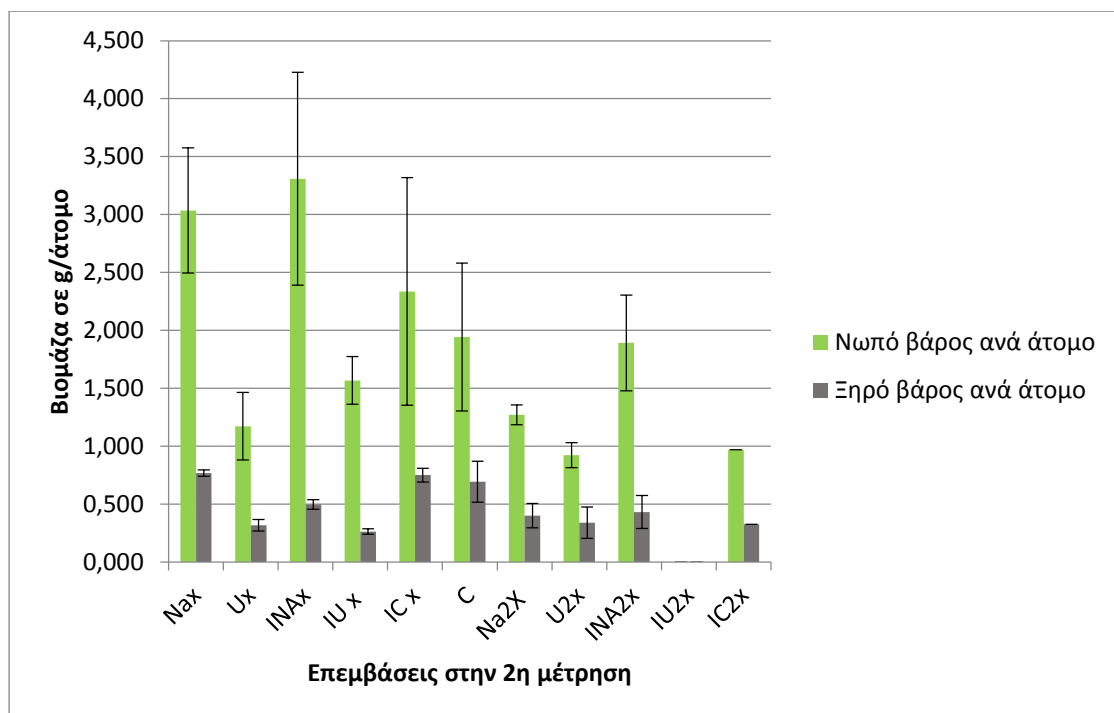
2 <sup>η</sup> μέτρηση	DF	SS	MS	F	P
Ξηρό βάρος <i>Cyperus rotundus</i> /είδος επέμβασης	5	0,693	0,139	1,657	0,232
Ξηρό βάρος <i>Cyperus rotundus</i> /ποσότητα λιπάσματος	1	0,219	0,219	1,8	0,312

Κατά την 2<sup>η</sup> μέτρηση η σχέση της βιομάζας (νωπό βάρος σε g/άτομο) του είδους *Cyperus rotundus* με βάση την ανάλυση διασποράς βρέθηκε στατιστικά σημαντική (p-value = 0,02) με την ποσότητα της λίπανσης (Πίνακας 3.19). Αντίθετα με το νωπό βάρος, το ξηρό βάρος ανά άτομο δεν εμφανίζει κάποια στατιστικά σημαντική σχέση με τις διάφορες επεμβάσεις. Τιμές p-value > 0,05 (p-value = 0,232 και 0,312 αντίστοιχα) (Πίνακας 3.20).

Πίνακας 3.21 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους στην 2<sup>η</sup> μέτρηση (*Cyperus rotundus*)

	Nax	Ux	INx	IU x	IC x	C	Na2X	U2x	INA2x	IU2x	IC2x
Νωπό βάρος μ.ο	3,04	1,1 7	3,3 1	1,57	2,3 4	1,9 4	1,27	0,92	1,89	0,00	0,97 0
Ξηρό βάρος μ.ο	0,51	0,3 2	0,5 0	0,26	0,7 5	0,6 9	0,40	0,34	0,43	0,00	0,33

Απεικονίζονται στον Πίνακα 3.21 οι τιμές του νωπού και του ξηρού βάρους (τιμές ανά άτομο, μ.ο.) που μετρήθηκαν στις διάφορες επεμβάσεις.



Διάγραμμα 3.20. Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο στην 2<sup>η</sup> μέτρηση για το φυτό *Cyperus rotundus*

Παρατηρώντας τις μετρήσεις της βιομάζας για το νωπό και το ξηρό βάρος ανά άτομο για το είδος *Cyperus rotundus*, παρατηρούμε μέγιστο βάρος ανά άτομο στην επέμβαση INAx (3,31g/άτομο νωπό βάρος) και ελάχιστο βάρος στην επέμβαση U2x (0,92 g/άτομο νωπό βάρος) (Διάγραμμα 3.20).

Πίνακας 3.22 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος του *Cyperus rotundus*

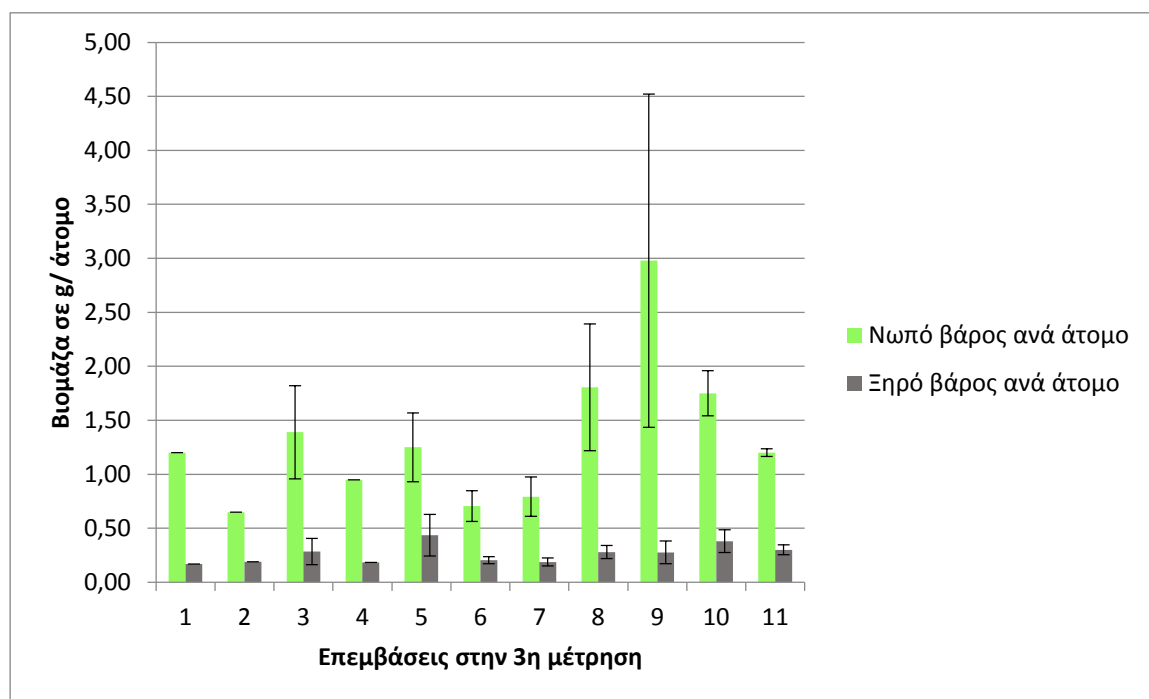
3 <sup>η</sup> μέτρηση	DF	SS	MS	F	P
<b>Νωπό βάρος <i>Cyperus rotundus</i>/είδος επέμβασης</b>	5	7,353	1,471	1,488	0,277
<b>Νωπό βάρος <i>Cyperus rotundus</i> /ποσότητα λιπάσματος</b>	1	8,014	8,014	4,165	0,178

Με βάση την 3<sup>η</sup> μέτρηση της βιομάζας για το φυτό *Cyperus rotundus* για το νωπό και το ξηρό βάρος ανά άτομο για κάθε επέμβαση και την ανάλυση διασποράς, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση ανάμεσα στην βιομάζα των ατόμων και των επεμβάσεων (Πίνακας 3.22). Τιμές p-value > 0,05.

**Πίνακας 3.23 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους για το *Cyperus rotundus***

	Na <sub>x</sub>	U <sub>x</sub>	INa <sub>x</sub>	IU <sub>x</sub>	IC <sub>x</sub>	C	Na <sub>2</sub> X	U <sub>2</sub> x	INa <sub>2</sub> x	IU <sub>2</sub> x	IC <sub>2</sub> x
<b>Νωπό βάρος μ.ο</b>	1,20	0,65	1,39	0,95	1,25	0,71	0,79	1,81	<b>2,98</b>	1,75	1,20
<b>Ξηρό βάρος μ.ο</b>	0,17	0,19	0,29	0,19	0,44	0,21	0,19	0,28	0,28	0,38	0,30

Στον Πίνακα 3.23 απεικονίζεται το βάρος ανά άτομο και ανά επέμβαση, κατά μ.ο.



*Διάγραμμα 3.21. Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο στην 3<sup>η</sup> μέτρηση για το φυτό *Cyperus rotundus**

Όπως απεικονίζεται στο Διάγραμμα 3.21, η βιομάζα ανά άτομο για το συγκεκριμένο είδος παρατηρήθηκε μέγιστη στην επέμβαση INa<sub>2</sub>x (2,98g/άτομο νωπό βάρος), ενώ η ελάχιστη ανά άτομο βιομάζα βρέθηκε στον μάρτυρα (0,71g/άτομο νωπό βάρος). Παρατηρούμε ότι υπάρχει μεγάλη απόκλιση ανάμεσα στις δυο αυτές τιμές.

### **Βιομάζα του *Amaranthus retroflexus***

**Πίνακας 3.24 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος του *Amaranthus retroflexus***

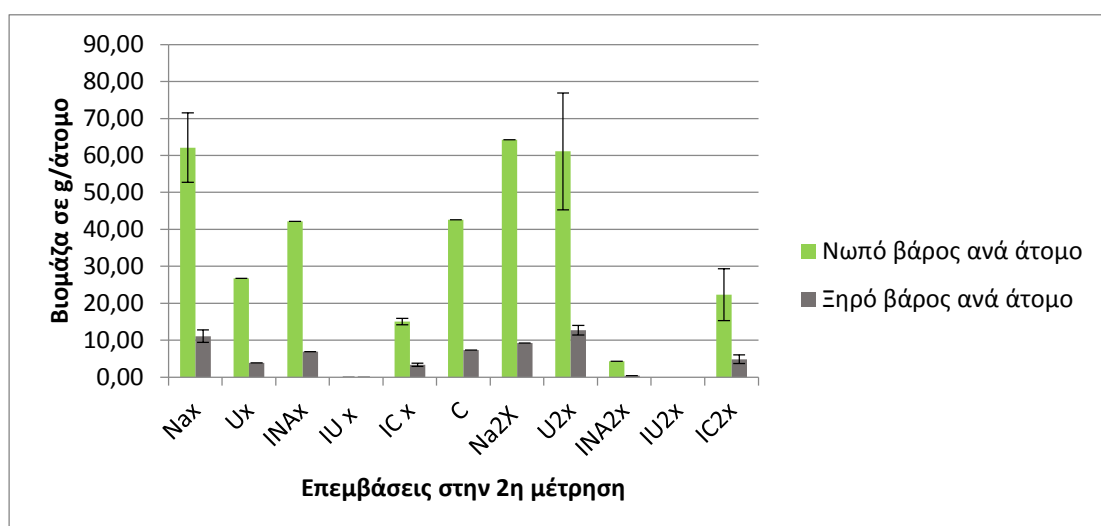
2 <sup>η</sup> μέτρηση	DF	SS	MS	F	P
<b>Νωπό βάρος <i>Amaranthus retroflexus</i>/είδος επέμβασης</b>	5	3896,609	779,322	0,971	0,48
<b>Νωπό βάρος <i>Amaranthus retroflexus</i> /ποσότητα λιπάσματος</b>	1	4,868	4,868	0,0554	0,836

Στον Πίνακα 3.24 Παρατηρούμε τα αποτελέσματα της ανάλυσης διασποράς. Για την σχέση της βιομάζας του *Amaranthus retroflexus* οι μετρήσεις δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές σε σχέση με τις επεμβάσεις.(p-value > 0,05).

**Πίνακας 3.25 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους του *Amaranthus retroflexus***

	Nax	Ux	INAx	IUx	IC x	C	Na2X	U2x	INA2x	IU2x	IC2x
<b>Νωπό βάρος μ.ο</b>	62,11	26,73	42,13	-	15,07	42,61	<b>64,20</b>	61,09	4,30	-	22,31
<b>Ξηρό βάρος μ.ο</b>	11,12	3,92	6,95	-	3,36	7,33	9,23	12,73	0,47	-	4,86

Απεικονίζονται στον Πίνακα 3.25 τα νωπά και ξηρά βάρη ανά άτομο για κάθε επέμβαση (μ.ο.).



Διάγραμμα 3.22 Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το είδος *Amaranthus retroflexus* στην 2<sup>η</sup> μέτρηση

Στο Διάγραμμα 3.22 παρατηρούμε μεγάλες διακυμάνσεις στην βιομάζα του φυτού ανάμεσα στις διάφορες επεμβάσεις. Μεγαλύτερο βάρος ανά άτομο βρέθηκε, κατά μέσο όρο, στην επέμβαση NA2x (64,20/άτομο), ενώ το ελάχιστο βάρος κατά μέσο όρο μετρήθηκε στα άτομα της επέμβασης INA2x (4,30 g/άτομο).

**Πίνακας 3.26** Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος του *Amaranthus retroflexus*

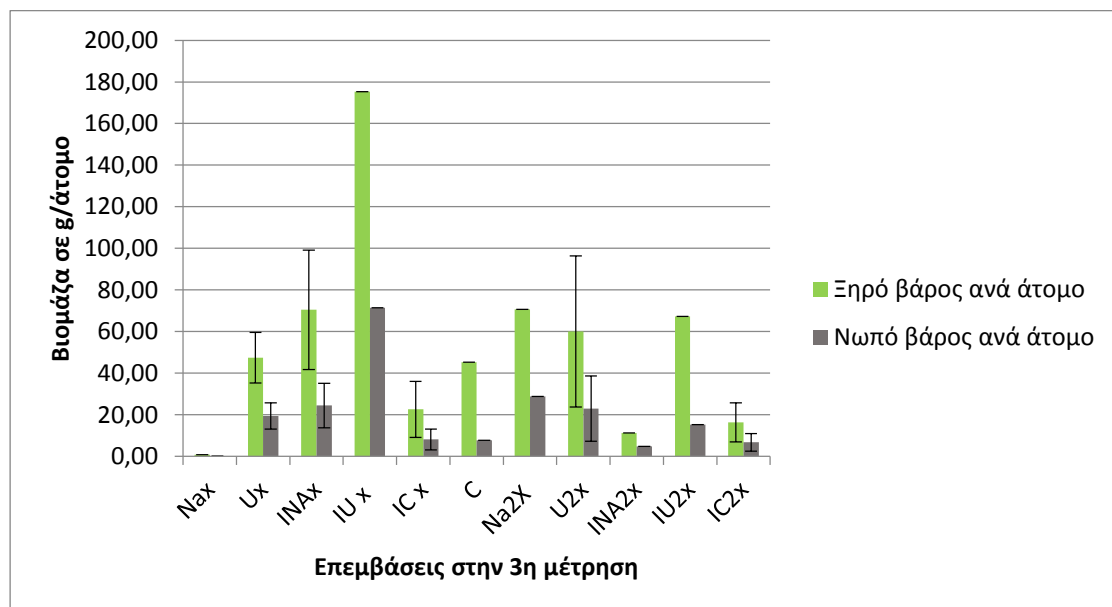
3 <sup>η</sup> μέτρηση	DF	SS	MS	F	P
<b>Νωπό βάρος <i>Amaranthus retroflexus</i>/είδος επέμβασης</b>	5	8611,753	1722,351	0,558	0,73
<b>Νωπό βάρος <i>Amaranthus retroflexus</i> /ποσότητα λιπάσματος</b>	1	607,23	607,23	0,409	0,588

Στον Πίνακα 3.26 παρατηρούμε την σχέση της βιομάζας του *Amaranthus retroflexus* με τις διάφορες επεμβάσεις. Με βάση την ανάλυση διασποράς, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις επεμβάσεις (p-value > 0,05)

**Πίνακας 3.27** Τιμές νωπού και ξηρού βάρους του *Amaranthus retroflexus*

	Na <sub>x</sub>	U <sub>x</sub>	INa <sub>x</sub>	IU <sub>x</sub>	IC <sub>x</sub>	C	Na <sub>2</sub> X	U <sub>2</sub> x	INa <sub>2</sub> x	IU <sub>2</sub> x	IC <sub>2</sub> x
<b>Νωπό βάρος μ.ο</b>	0,80	47,43	70,45	<b>175,3</b>	22,65	45,3	70,7	60,10	11,35	67,34	16,35
<b>Ξηρό βάρος μ.ο</b>	0,25	19,44	24,45	71,45	8,14	7,80	28,85	22,95	4,90	15,33	6,80

Στον Πίνακα 3.27 απεικονίζεται το νωπό και το ξηρό βάρος ανά άτομο και επέμβαση (μ.ο.)



Διάγραμμα 3.23 Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το είδος *Amaranthus retroflexus* στην 3<sup>η</sup> μέτρηση

Όπως απεικονίζεται στο Διάγραμμα 3.23, στην 3<sup>η</sup> μέτρηση της βιομάζας του φυτού *Amaranthus retroflexus*, παρατηρήθηκε μέγιστο νωπό βάρος στην επέμβαση IUx (175,3g /άτομο) ενώ η μικρότερη βιομάζα βρέθηκε στην επέμβαση NAx (0,8 g/άτομο).

### Βιομάζα του *Solanum elaeagnifolium*

Πίνακας 3.28 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος του *Solanum elaeagnifolium*

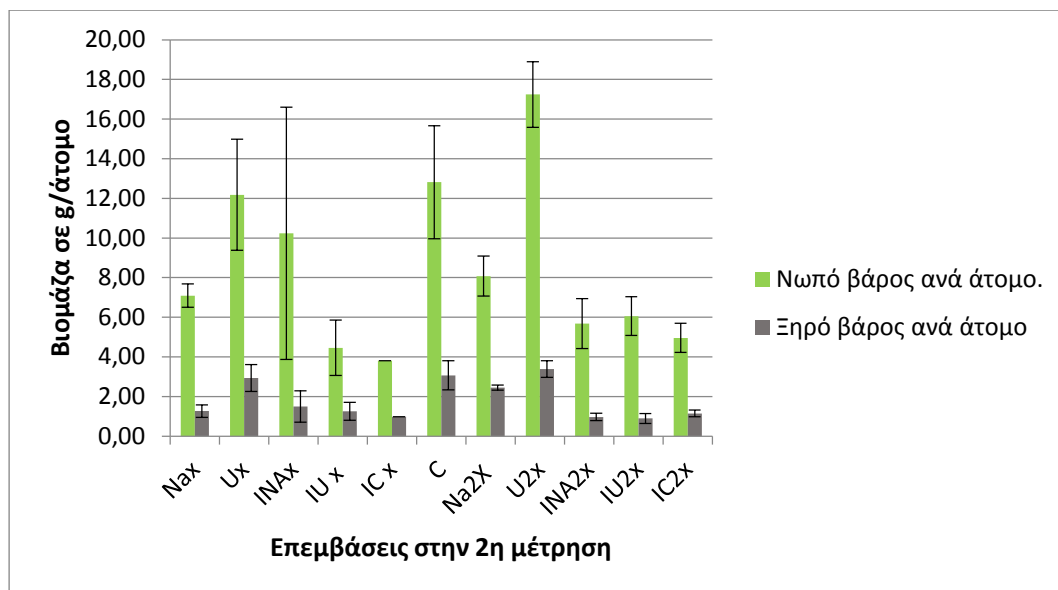
2 <sup>η</sup> μέτρηση	DF	SS	MS	F	P
Νωπό βάρος <i>Solanum elaeagnifolium</i> /είδος επέμβασης	5	339,325	67,865	2,762	0,081
Νωπό βάρος <i>Solanum elaeagnifolium</i> /ποσότητα λιπάσματος	1	0,324	0,324	0,0187	0,904

Στην δεύτερη μέτρηση και με βάση την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 3.28) , δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική σχέση της βιομάζας του είδους *Solanum elaeagnifolium* με τις επεμβάσεις στον αγρό . Οι τιμές p-value Τιμές p-value > 0,05 (0,081, 0,904 αντίστοιχα). Οι μετρήσεις παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3.29 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους του *Solanum elaeagnifolium*

	NAx	Ux	INAx	IUx	IC x	C	Na2X	U2x	INA2x	IU2x	IC2x
Νωπό βάρος μ.ο	7,09	12,18	10,23	4,46	3,80	12,81	8,08	<b>17,24</b>	5,68	6,05	4,96
Ξηρό βάρος μ.ο	1,27	2,93	1,50	1,25	0,98	3,07	2,45	3,39	0,97	0,90	1,15

Στον Πίνακα 3.29 απεικονίζονται οι μετρήσεις του νωπού και του ξηρού βάρους ανά άτομο (μ.ο.) για κάθε επέμβαση



Διάγραμμα 3.24 Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το είδος *Solanum elaeagnifolium* την 2<sup>η</sup> μέτρηση

Στο Διάγραμμα 3.24 απεικονίζεται η βιομάζα ανά άτομο για κάθε επέμβαση για το είδος *Solanum elaeagnifolium* στην 2<sup>η</sup> μέτρηση. Παρατηρούμε μέγιστες τιμές στην επέμβαση U2x (17,24 g/άτομο, νωπό βάρος) και ελάχιστη τιμή στην επέμβαση ICx (3,8g/άτομο, νωπό βάρος). Υψηλή τιμή νωπής βιομάζας παρατηρείται και στον μάρτυρα (12,81 g/ άτομο, νωπό βάρος).

Πίνακας 3.30 Ανάλυση για το νωπό βάρος του *Solanum elaeagnifolium*

3 <sup>η</sup> μέτρηση	DF	SS	MS	F	P
<b>Νωπό βάρος <i>Solanum elaeagnifolium</i>/είδος επέμβασης</b>	5	707,912	141,582	2,043	0,157
<b>Νωπό βάρος <i>Solanum elaeagnifolium</i> /ποσότητα λιπάσματος</b>	1	1,448	1,448	0,0208	0,899

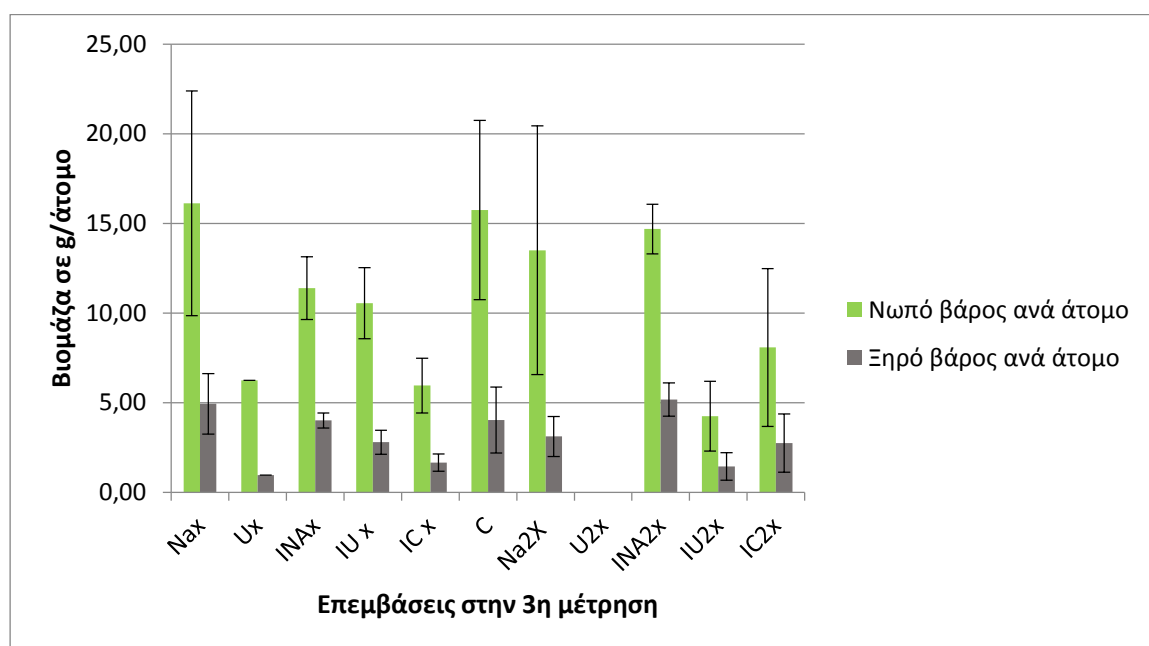
Απεικονίζεται στον Πίνακα 3.30 ότι, στην 3<sup>η</sup> μέτρηση της βιομάζας του είδους *Solanum elaeagnifolium* δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές τιμές σε σχέση με το είδος και την ποσότητα της λίπανσης. Οι τιμές p-value > 0,05 (0,157 & 0,899 αντίστοιχα.)



**Πίνακας 3.31 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους για το *Solanum elaeagnifolium***

	Nax	Ux	INAx	IUx	IC x	C	Na2X	U2x	INA2x	IU2x	IC2x
<b>Νωπό βάρος μ.ο</b>	<b>16,12</b>	6,25	11,39	10,55	5,95	15,75	13,50	-	14,68	4,25	8,08
<b>Ξηρό βάρος μ.ο</b>	4,93	0,96	4,00	2,79	1,66	4,03	3,11	-	5,18	1,44	2,75

Στον Πίνακα 3.31 παρουσιάζονται οι τιμές του νωπού και του ξηρού ανά άτομο βάρους (μ.ο.) για κάθε επέμβαση



**Διάγραμμα 3.25** Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το είδος *Solanum elaeagnifolium* στην 3<sup>η</sup> μέτρηση

Στο Διάγραμμα 3.25 απεικονίζονται τα νωπά και ξηρά βάρη του *Solanum elaeagnifolium*. Παρατηρούμε μέγιστες τιμές βιομάζας ανά άτομο στις επεμβάσεις NAx και NA2x, ενώ ελάχιστη ανά άτομο βιομάζα μετρήθηκε στην επέμβαση ICx. Υψηλή τιμή βιομάζας παρατηρείται και στον μάρτυρα.

**Βιομάζα του *Echinochloa crus-galli*****Πίνακας 3.32 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος του είδους *Echinochloa crus-galli***

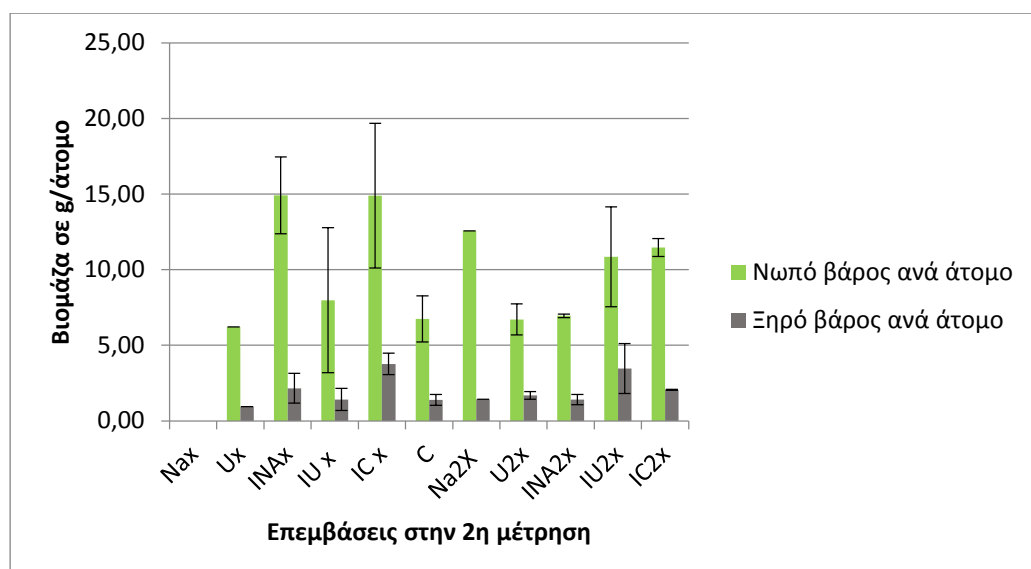
2 <sup>η</sup> μέτρηση	DF	SS	MS	F	P
<b>Νωπό βάρος <i>Echinochloa crus-galli</i> /είδος επέμβασης</b>	5	164,679	32,936	0,585	0,712
<b>Νωπό βάρος <i>Echinochloa crus-galli</i> /ποσότητα λιπάσματος</b>	1	2,97	2,97	0,111	0,771

Η ανάλυση διασποράς, όπως απεικονίζεται στον πίνακα 3.32, για είδος *Echinochloa crus-galli* δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική. Οι τιμές p-value > 0,05 (0,712 και 0,771 αντίστοιχα). Έτσι δεν φαίνεται να υπάρχει σχέση ανάμεσα στην βιομάζα ανά άτομο και τις διάφορες επεμβάσεις.

**Πίνακας 3.33 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους για το είδους *Echinochloa crus-galli***

	Na <sub>x</sub>	U <sub>x</sub>	INA <sub>x</sub>	IU <sub>x</sub>	IC <sub>x</sub>	C	Na <sub>2X</sub>	U <sub>2x</sub>	INA <sub>2x</sub>	IU <sub>2x</sub>	IC <sub>2x</sub>
<b>Νωπό βάρος μ.ο</b>	-	6,21	<b>14,91</b>	7,98	14,89	6,74	12,56	6,71	6,95	10,85	11,46
<b>Ξηρό βάρος μ.ο</b>	-	0,95	2,16	1,42	3,77	1,40	1,43	1,68	1,41	3,46	2,05

Στον Πίνακα 3.33 απεικονίζονται οι μετρήσεις νωπού και ξηρού βάρους ανά άτομο για κάθε επέμβαση (μ.ο.).



Διάγραμμα 3.26 Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το είδος *Echinochloa crus-galli* στην 2<sup>η</sup> μέτρηση

Στο Διάγραμμα 3.26 παρατηρούμε το νωπό και το ξηρό βάρος που μετρήθηκε στα άτομα του είδους *Echinochloa crus-galli* στην 2<sup>η</sup> μέτρηση. Καταγράφηκε μέγιστη βιομάζα στην επέμβαση INAx (14,91g/άτομο νωπό βάρος). Η ελάχιστη βιομάζα βρέθηκε στην επέμβαση Ux (6,21g/άτομο νωπό βάρος).

Πίνακας 3.34 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος του είδους *Echinochloa crus-galli*

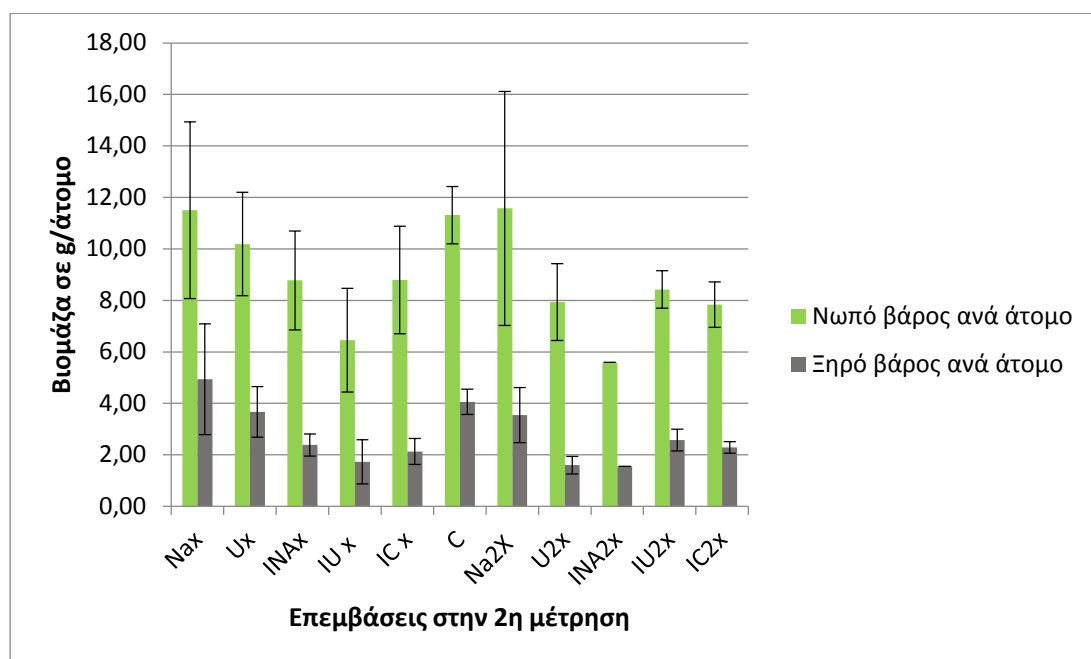
3 <sup>η</sup> μέτρηση	DF	SS	MS	F	P
Νωπό βάρος <i>Echinochloa crus-galli</i> /είδος επέμβασης	5	108,067	21,613	0,505	0,766
Νωπό βάρος <i>Echinochloa crus-galli</i> /ποσότητα λιπάσματος	1	10,179	10,179	1,16	0,394

Στην 3<sup>η</sup> μέτρηση και με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης διασποράς, η βιομάζα των ατόμων του είδους δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τις επεμβάσεις που έγιναν. Οι τιμές p-value είναι > 0,005 ( 0,766 και 0,394 αντίστοιχα για τις εξεταζόμενες παραμέτρους).

Πίνακας 3.35 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους για το είδος *Echinochloa crus-galli*

	Nax	Ux	INAx	IUx	ICx	C	Na2X	U2x	INA2x	IU2x	IC2x
Νωπό βάρος μ.ο	11,50	10,19	8,78	6,45	8,80	11,32	<b>11,58</b>	7,94	5,60	8,43	7,83
Ξηρό βάρος μ.ο	4,94	3,67	2,38	1,73	2,13	4,06	3,55	1,61	1,56	2,58	2,29

Στον Πίνακα 3.35 παρουσιάζονται τα νωπά και τα ξηρά βάρη ανά άτομο (μ.ο.) για κάθε επέμβαση.



Διάγραμμα 3.27 Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το είδος *Echinochloa crus-galli* στην 3<sup>η</sup> μέτρηση

Στην 3<sup>η</sup> μέτρηση της βιομάζας του νωπού και ξηρού βάρους των ατόμων του είδους *Echinochloa crus-galli*, η μέγιστη τιμή νωπού βάρους ανά άτομο μετρήθηκε στην επέμβαση Na2x (11,58g/άτομο νωπό βάρος), ενώ η χαμηλότερη τιμή μετρήθηκε στην επέμβαση INa2x (5,6 g/άτομο νωπό βάρος). Υψηλό νωπό βάρος ανά άτομο βρέθηκε και στον μάρτυρα (11,32 g/άτομο νωπό βάρος). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 3.26.

### Βιομάζα του *Tribulus terrestris*

Πίνακας 3.36 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος του είδους *Tribulus terrestris*

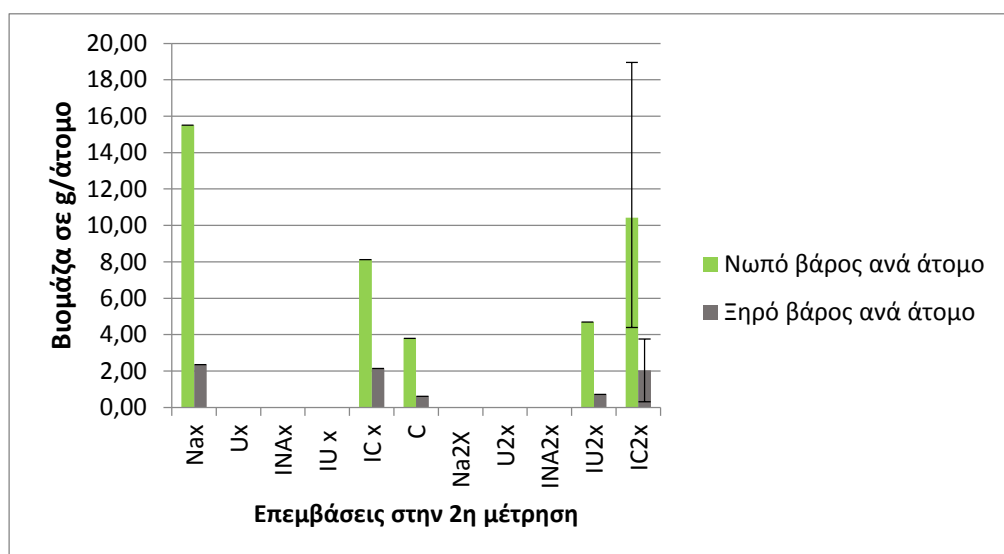
2 <sup>η</sup> μέτρηση	DF	SS	MS	F	P
Νωπό βάρος <i>Tribulus terrestris</i> /είδος επέμβασης	5	103,268	20,654	0,722	0,622
Νωπό βάρος <i>Tribulus terrestris</i> /ποσότητα λιπάσματος	1	0,123	0,123	0,0126	0,921

Παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.36 τα αποτελέσματα της ανάλυσης διασποράς για την βιομάζα του νωπού και του ξηρού βάρους για το είδος *Tribulus terrestris*. Οι διάφορες επεμβάσεις δεν επηρέασαν στατιστικά σημαντικά την βιομάζα. Οι τιμές p-value > 0,05 (0,622, 0,921 αντίστοιχα).

**Πίνακας 3.37 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους για το είδος *Tribulus terrestris***

	Na <sub>x</sub>	U <sub>x</sub>	INa <sub>x</sub>	IU <sub>x</sub>	IC <sub>x</sub>	C	Na <sub>2</sub> X	U <sub>2</sub> x	INa <sub>2</sub> x	IU <sub>2</sub> x	IC <sub>2</sub> x
<b>Νωπό βάρος μ.ο</b>	<b>15,51</b>	-	-	-	8,12	3,80	-	-	-	4,70	10,43
<b>Ξηρό βάρος μ.ο</b>	2,36	-	-	-	2,15	0,62	-	-	-	0,72	2,035

Στον Πίνακα 3.37 παρουσιάζεται η βιομάζα (μ.ο.) ανά άτομο για κάθε επέμβαση.



**Διάγραμμα 3.28** Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το είδος *Tribulus terrestris* για την 2<sup>η</sup> μέτρηση

Παρατηρούμε στο Διάγραμμα 3. 28 την βιομάζα ανά άτομο και για κάθε επέμβαση στον πειραματικό αγρό για το είδος *Tribulus terrestris* . Παρατηρούμε μέγιστη βιομάζα ανά άτομο στην επέμβαση Na<sub>x</sub> (15,51g/άτομο νωπό βάρος), ενώ η ελάχιστη τιμή βιομάζας καταγράφηκε στον μάρτυρα (3,8 g/άτομο νωπό βάρος).

**Πίνακας 3.38** Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος του είδους *Tribulus terrestris*

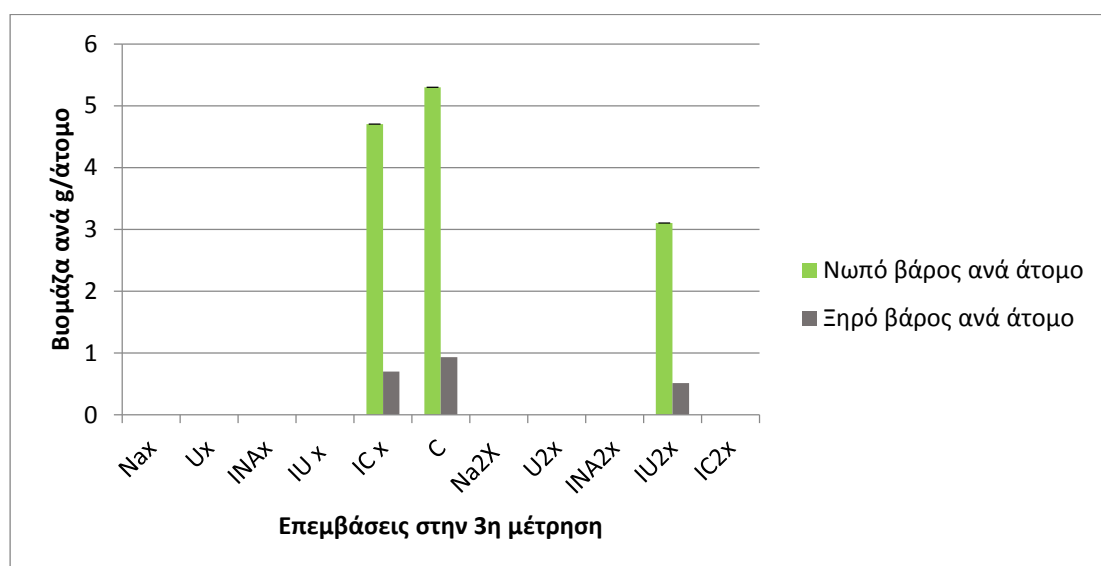
3 <sup>η</sup> μέτρηση	DF	SS	MS	F	P
<b>Νωπό βάρος <i>Tribulus terrestris</i>/είδος επέμβασης</b>	5	8,536	1,707	0,854	0,543
<b>Νωπό βάρος <i>Tribulus terrestris</i> /ποσότητα λιπάσματος</b>	1	0,0853	0,0853	0,0553	0,836

Με βάση την ανάλυση διασποράς που απεικονίζεται στον Πίνακα 3.38, για τις μετρήσεις της βιομάζας του είδους *Tribulus terrestris*, φαίνεται να μην υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση ανάμεσα στην βιομάζα των ατόμων και τις επεμβάσεις . Οι τιμές p-value > 0,05 (0,543 και 0,836 αντίστοιχα).

**Πίνακας 3.39** Τιμές νωπού και ξηρού βάρους του είδους *Tribulus terrestris*

	Na <sub>x</sub>	U <sub>x</sub>	INA <sub>x</sub>	IU <sub>x</sub>	IC <sub>x</sub>	C	Na <sub>2</sub> X	U <sub>2</sub> x	INA <sub>2</sub> x	IU <sub>2</sub> x	IC <sub>2</sub> x
Νωπό βάρος μ.ο	-	-	-	-	4,7	5,3	-	-	-	3,1	-
Ξηρό βάρος μ.ο	-	-	-	-	0,7	0,93	-	-	-	0,51	-

Στον Πίνακα 3.39 απεικονίζεται το νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο (μ.ο.) για κάθε επέμβαση.



**Διάγραμμα 3.29** Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το είδος *Tribulus terrestris* για την 3<sup>η</sup> μέτρηση

Στο Διάγραμμα 3.29 παρατηρούμε το μέσο νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για κάθε επέμβαση. Μέγιστο βάρος στην 3<sup>η</sup> μέτρηση παρατηρήθηκε στον μάρτυρα (4,7g/άτομο νωπό βάρος), ενώ το ελάχιστο βάρος καταγράφηκε στην επέμβαση IU<sub>2</sub>x (0,51g/άτομο νωπό βάρος). Να σημειωθεί ότι συνολικά το είδος βρέθηκε και ζυγίστηκε σε τρεις (3) επεμβάσεις.

### Βιομάζα του φυτού *Convolvulus arvensis*

**Πίνακας 3.40** Ανάλυση διασποράς για το είδος *Convolvulus arvensis*

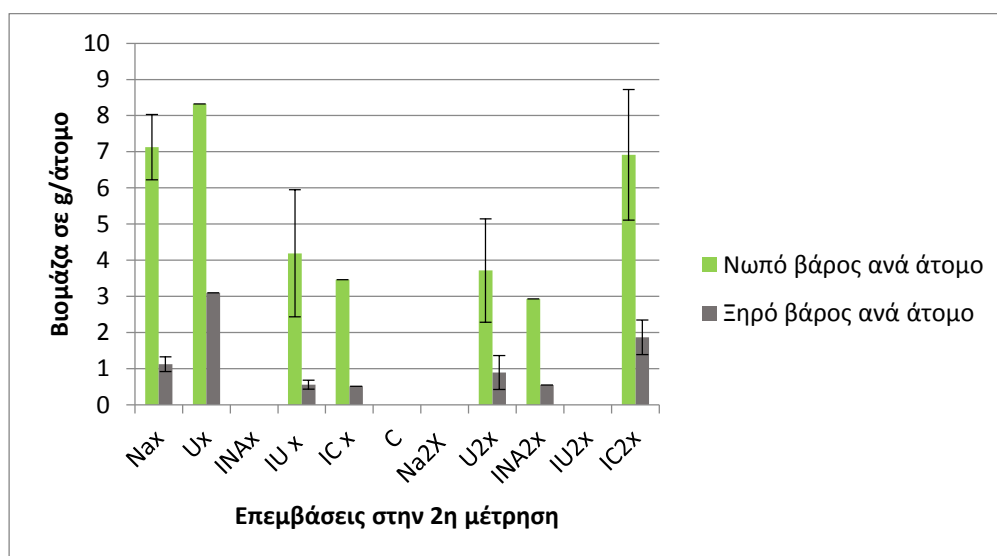
2 <sup>η</sup> μέτρηση	DF	SS	MS	F	P
Νωπό βάρος <i>Convolvulus arvensis</i> /είδος επέμβασης	5	36,842	7,368	0,707	0,632
Νωπό βάρος <i>Convolvulus arvensis</i> /ποσότητα λιπάσματος	1	3,482	3,482	0,389	0,597

Με βάση την ανάλυση διασποράς που απεικονίζεται στον Πίνακα 3.40 για την βιομάζα του φυτού *Convolvulus arvensis* προκύπτει ότι, η βιομάζα ανά άτομο δεν εμφανίζει στατιστικά σημαντική σχέση με το είδος της επέμβασης. Οι τιμές p-value > 0,05 ( 0,632 και 0,597 αντίστοιχα).

**Πίνακας 3.41 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους για το είδος *Convolvulus arvensis***

	Na <sub>x</sub>	U <sub>x</sub>	INa <sub>x</sub>	IU <sub>x</sub>	IC <sub>x</sub>	C	Na2X	U2 <sub>x</sub>	INa2 <sub>x</sub>	IU2 <sub>x</sub>	IC2 <sub>x</sub>
<b>Νωπό βάρος μ.ο</b>	7,13	<b>8,32</b>	-	4,19	3,46	-	-	3,72	2,93	-	6,92
<b>Ξηρό βάρος μ.ο</b>	-	-	0,72	0,85	-	-	0,05	0,09	0,81	-	0,72

Στον Πίνακα 3.41 παρουσιάζονται τα νωπά και τα τα ξηρά βάρη ανά άτομο (μ.ο.) για κάθε επέμβαση.



**Διάγραμμα 3.30.** Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το είδος *Convolvulus arvensis* για την 2<sup>η</sup> μέτρηση

Στο Διάγραμμα 3.30 παρατηρούμε το μέσο νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για κάθε επέμβαση. Μέγιστο βάρος στην 3<sup>η</sup> μέτρηση παρατηρήθηκε στον μάρτυρα (4,7g/άτομο νωπό βάρος), ενώ το ελάχιστο βάρος καταγράφηκε στην επέμβαση IU2<sub>x</sub> (0,51g/άτομο νωπό βάρος). Να σημειωθεί ότι συνολικά το είδος βρέθηκε και ζυγίστηκε σε τρεις (3) επεμβάσεις.

**Πίνακας 3.42** Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος του είδους *Convolvulus arvensis*

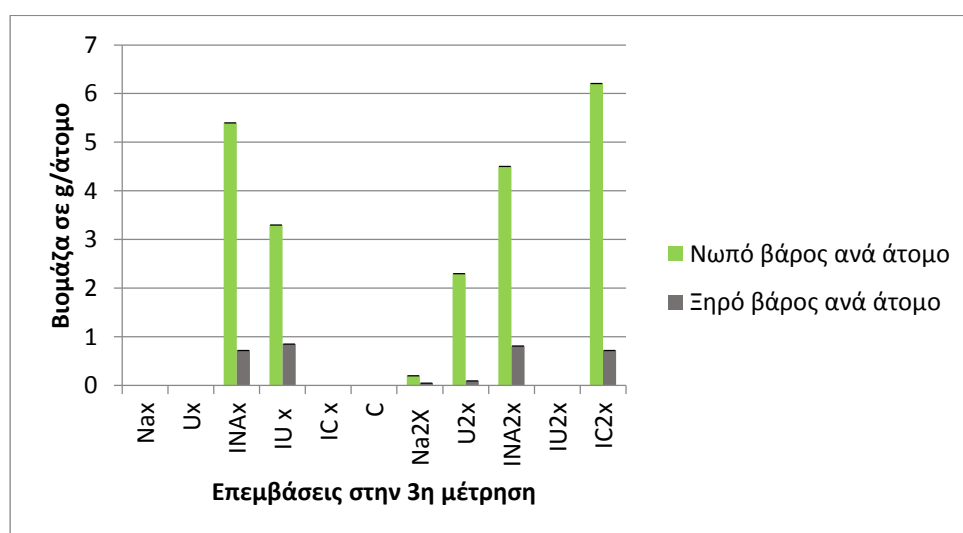
3 <sup>η</sup> μέτρηση	DF	SS	MS	F	P
<b>Νωπό βάρος <i>Convolvulus arvensis</i> /είδος επέμβασης</b>	5	10,305	2,061	0,938	0,497
<b>Νωπό βάρος <i>Convolvulus arvensis</i> /ποσότητα λιπάσματος</b>	1	0,678	0,678	0,0677	0,819

Με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης διασποράς που παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.42, για την βιομάζα του είδους *Convolvulus arvensis*, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση ανάμεσα στην βιομάζα και τις διάφορες επεμβάσεις. Οι τιμές p-value > 0,05 (0,497, 0,819).

**Πίνακας 3.43** Τιμές νωπού και ξηρού βάρους για το είδος *Convolvulus arvensis*

	Na <sub>x</sub>	U <sub>x</sub>	INa <sub>x</sub>	IU <sub>x</sub>	IC <sub>x</sub>	C	Na <sub>2</sub> X	U <sub>2</sub> x	INa <sub>2</sub> x	IU <sub>2</sub> x	IC <sub>2</sub> x
<b>Νωπό βάρος μ.ο</b>	-	-	5,4	3,3	-	-	0,2	2,3	4,5	-	<b>6,21</b>
<b>Ξηρό βάρος μ.ο</b>	-	-	0,72	0,85	-	-	0,05	0,09	0,81	-	0,72

Στον Πίνακα 3.43 παρουσιάζονται τα νωπά και ξηρά βάρη ανά άτομο (μ.ο.) για κάθε επέμβαση.



**Διάγραμμα 3.31.** Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το είδος *Convolvulus arvensis* για την 3<sup>η</sup> μέτρηση

Στο Διάγραμμα 3.30 παρατηρούμε την βιομάζα ανά άτομο για το είδος *Convolvulus arvensis* στην 3<sup>η</sup> μέτρηση. Η μέγιστη βιομάζα ανά άτομο μετρήθηκε στην επέμβαση IC<sub>2</sub>x



(6,21g/άτομο νωπό βάρος). Η μικρότερη βιομάζα καταγράφηκε στην επέμβαση NA2x (0,2g/άτομο νωπό βάρος).

### Βιομάζα του φυτού *Sorghum halepense*

Πίνακας 3.44 Ανάλυση διασποράς του νωπού βάρους του είδους *Sorghum halepense*

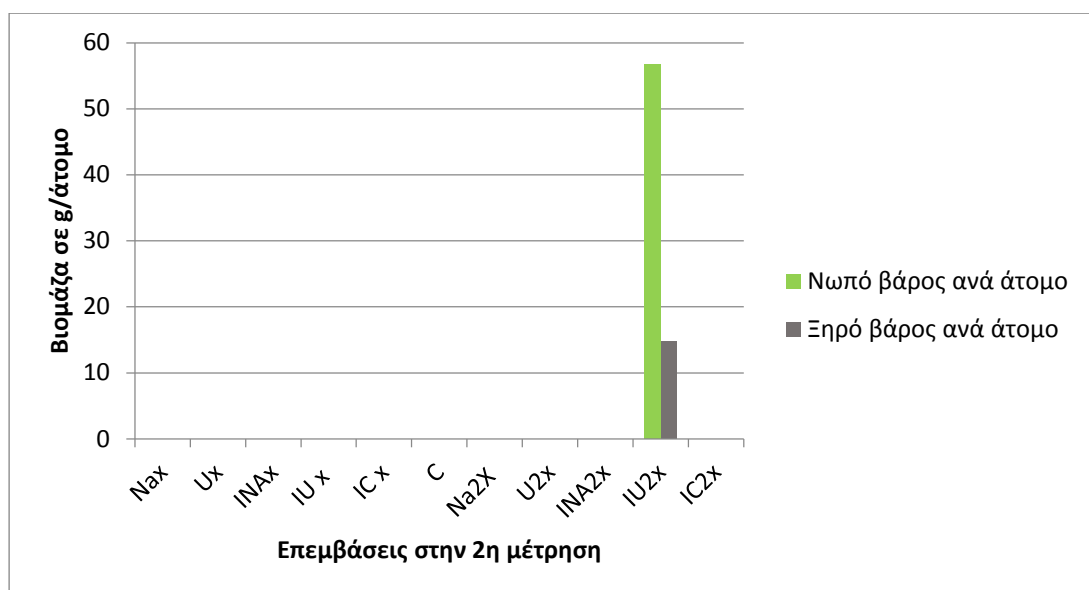
2 <sup>η</sup> μέτρηση	DF	SS	MS	F	P
Νωπό βάρος <i>Sorghum halepense</i> /είδος επέμβασης	5	6866,902	1373,38	1	0,465
Νωπό βάρος <i>Sorghum halepense</i> /ποσότητα λιπάσματος	1	1716,725	1716,725	1	0,423

Η ανάλυση διασποράς (Πίνακας 3.44) για το είδος *Sorghum halepense* έδειξε ότι η σχέση της βιομάζας του ατόμου με τις διάφορες επεμβάσεις δεν είναι στατιστικά σημαντική. Βρέθηκαν τιμές p-value > 0,05 (0,465 και 0,423 αντίστοιχα).

Πίνακας 3.45 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους για το είδος *Sorghum halepense*

	Na <sub>x</sub>	U <sub>x</sub>	INA <sub>x</sub>	IU <sub>x</sub>	IC <sub>x</sub>	C	Na <sub>2</sub> X	U <sub>2</sub> x	INA <sub>2</sub> x	IU <sub>2</sub> x	IC <sub>2</sub> x
Νωπό βάρος μ.ο	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56,74	-
Ξηρό βάρος μ.ο	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,77	-

Στον Πίνακα 3.45 απεικονίζονται το νωπό και το ξηρό βάρος ανά άτομο για την επέμβαση IU<sub>2</sub>x.



Διάγραμμα 3.32. Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το είδος *Sorghum halepense* στην 2<sup>η</sup> μέτρηση.

Στην 2<sup>η</sup> μέτρηση καταγράφηκαν άτομα του είδους *Sorghum halepense* αποκλειστικά στην επέμβαση IU2x. Το μέσο νωπό βάρος του φυτού ήταν 56,74g (Διάγραμμα 3.32).

Πίνακας 3.46 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος του είδους *Sorghum halepense*

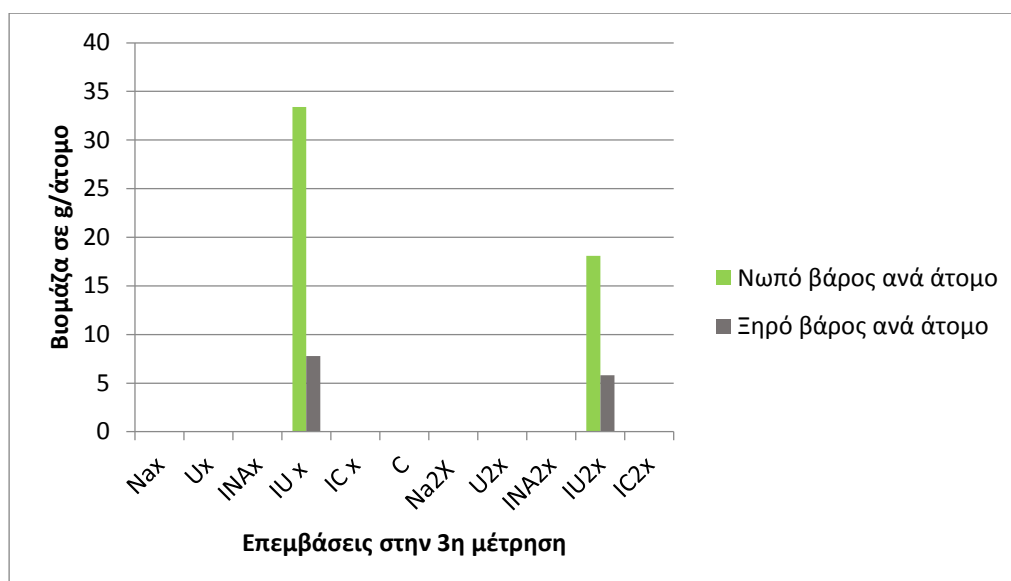
3 <sup>η</sup> μέτρηση	DF	SS	MS	F	P
Νωπό βάρος <i>Sorghum halepense</i> /είδος επέμβασης	5	8019,767	1603,953	1	0,465
Νωπό βάρος <i>Sorghum halepense</i> /ποσότητα λιπάσματος	1	20,833	20,833	1	0,423

Απεικονίζεται στον Πίνακα 3.46 η ανάλυση διασποράς για την βιομάζα των ατόμων του είδους *Sorghum halepense* προκύπτει ότι η σχέση ανάμεσα στην βιομάζα και τις διάφορες επεμβάσεις δεν είναι στατιστικά σημαντική. P-value > 0,05 (0,465, 0,423 αντίστοιχα).

Πίνακας 3.47 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους για το είδος *Sorghum halepense*

	NaX	UX	INAx	IUx	ICx	C	Na2X	U2x	INA2x	IU2x	IC2x
Νωπό βάρος μ.ο	-	-	-	33,4	-	-	-	-	-	18,1	-
Ξηρό βάρος μ.ο	-	-	-	7,775	-	-	-	-	-	5,815	-

Στον Πίνακα 3.47 απεικονίζεται το νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο (μ.ο.) για τις διάφορες επεμβάσεις.



Διάγραμμα 3.33. Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το είδος *Sorghum halepense* στην 3<sup>η</sup> μέτρηση.

### Βιομάζα του φυτού *Portulaca oleracea*

Πίνακας 3.48 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος του είδους *Portulaca oleracea*

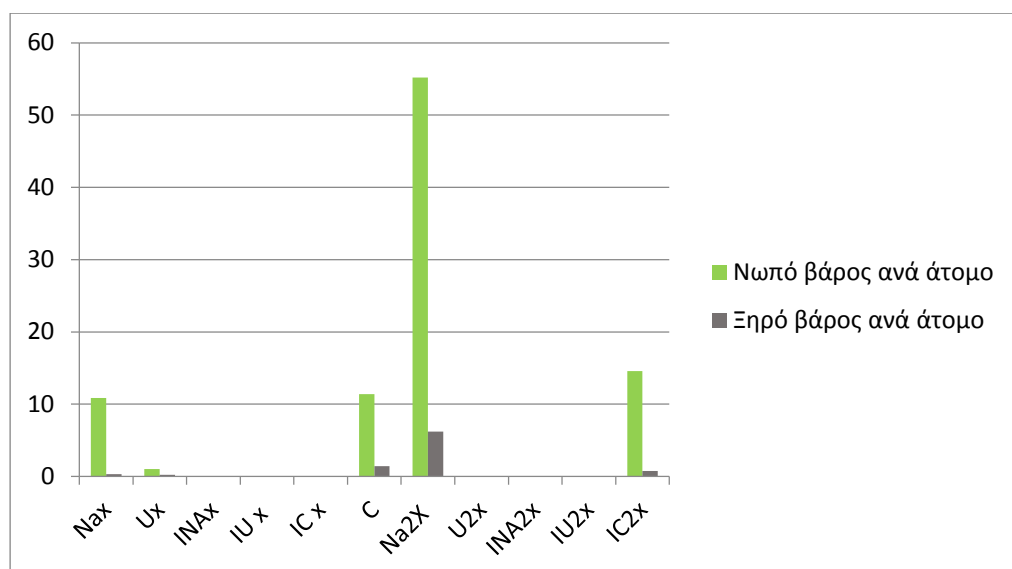
2 <sup>η</sup> μέτρηση	DF	SS	MS	F	P
Νωπό βάρος <i>Portulaca oleracea</i> /είδος επέμβασης	5	563,323	112,665	0,82	0,562
Νωπό βάρος <i>Portulaca oleracea</i> /ποσότητα λιπάσματος	1	111,805	111,805	2,166	0,279

Με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης διασποράς (Πίνακας 3.48), η βιομάζα του είδους *Portulaca oleracea* δεν έχει στατιστικά σημαντική σχέση με τις διάφορες επεμβάσεις. Οι τιμές p-value > 0,05 (0,562, 0,279 αντίστοιχα).

Πίνακας 3.49 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους για το είδος *Portulaca oleracea*

	NaX	Ux	INAx	IUx	ICx	C	Na2X	U2x	INA2x	IU2x	IC2x
Νωπό βάρος μ.ο	10,86	1,01	-	-	-	11,4	55,2	-	-	-	14,585
Ξηρό βάρος μ.ο	0,3	0,2	-	-	-	1,4	6,22	-	-	-	0,76

Νωπό και ξηρό βάρος ανά επέμβαση και ανά άτομο για τις διάφορες επεμβάσεις.



Διάγραμμα 3.34. Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το είδος *Portulaca oleracea* στην 2<sup>η</sup> μέτρηση.

Η βιομάζα του είδους *Portulaca oleracea* απεικονίζεται στο Διάγραμμα 3.33. Το νωπό βάρος ανά άτομο κυμαίνεται από 1,01 – 55.2 g στην επέμβαση Ux και NA<sub>2</sub>x αντίστοιχα. Στην 3<sup>η</sup> μέτρηση το φυτό δεν καταγράφηκε

### Βιομάζα του φυτού *Chenopodium album*

Πίνακας 3.50 Ανάλυση διασποράς νωπού βάρους για το είδος *Chenopodium album*

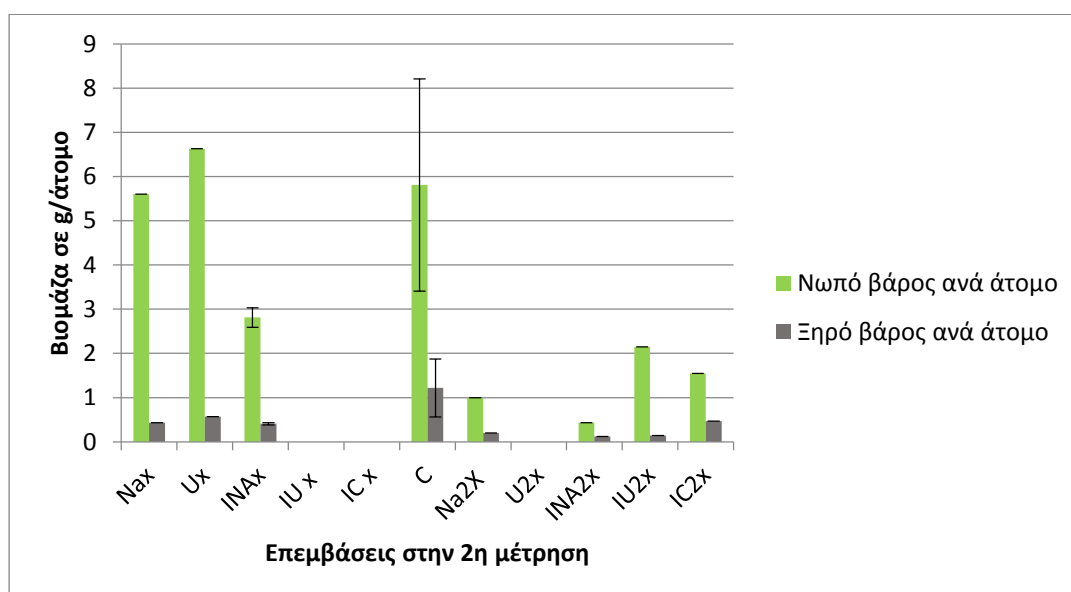
2 <sup>η</sup> μέτρηση	DF	SS	MS	F	P
Νωπό βάρος <i>Chenopodium album</i> /είδος επέμβασης	5	57,577	11,515	1,185	0,382
Νωπό βάρος <i>Chenopodium album</i> /ποσότητα λιπάσματος	1	5,402	5,402	0,7	0,491

Με βάση την ανάλυση διασποράς στον Πίνακα 3.50, η βιομάζα του *Chenopodium album* δεν επηρεάζεται στατιστικά σημαντικά από τις διάφορες επεμβάσεις. Έτσι οι τιμές p-value > 0,05 (0,382 και 0,491 αντίστοιχα).

**Πίνακας 3.51 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους για το είδος *Chenopodium album***

	Na <sub>x</sub>	U <sub>x</sub>	INA <sub>x</sub>	IU <sub>x</sub>	IC <sub>x</sub>	C	Na <sub>2</sub> X	U <sub>2</sub> x	INA <sub>2</sub> x	IU <sub>2</sub> x	IC <sub>2</sub> x
<b>Νωπό βάρος μ.ο</b>	5,60	6,63	2,81	-	-	5,81	1,00	-	0,43	2,15	1,55
<b>Ξηρό βάρος μ.ο</b>	0,43	0,57	0,4075	-	-	1,22	0,2	-	0,12	0,145	0,47

Στον Πίνακα 3.51 απεικονίζονται τα νωπά και τα ξηρά βάρη ανά άτομο (μ.ο.) για τις διάφορες επεμβάσεις.



**Διάγραμμα 3.35. Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το *Chenopodium album* στην 2<sup>η</sup> μέτρηση**

Παρατηρώντας το Διάγραμμα 3.35, παρατηρούμε την μέγιστη τιμή βιομάζας για το είδος στην επέμβαση U<sub>x</sub> (6,63 g/άτομο νωπό βάρος). Η ελάχιστη τιμή καταγράφηκε στην επέμβαση INA<sub>2</sub>x (0,43g/άτομο νωπό βάρος). υψηλές τιμές βρέθηκαν και στις επεμβάσεις Na<sub>x</sub> και στον μάρτυρα (5,6 και 5,81g αντίστοιχα στην 2<sup>η</sup> μέτρηση).

**Πίνακας 3.52 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος του είδους *Chenopodium album***

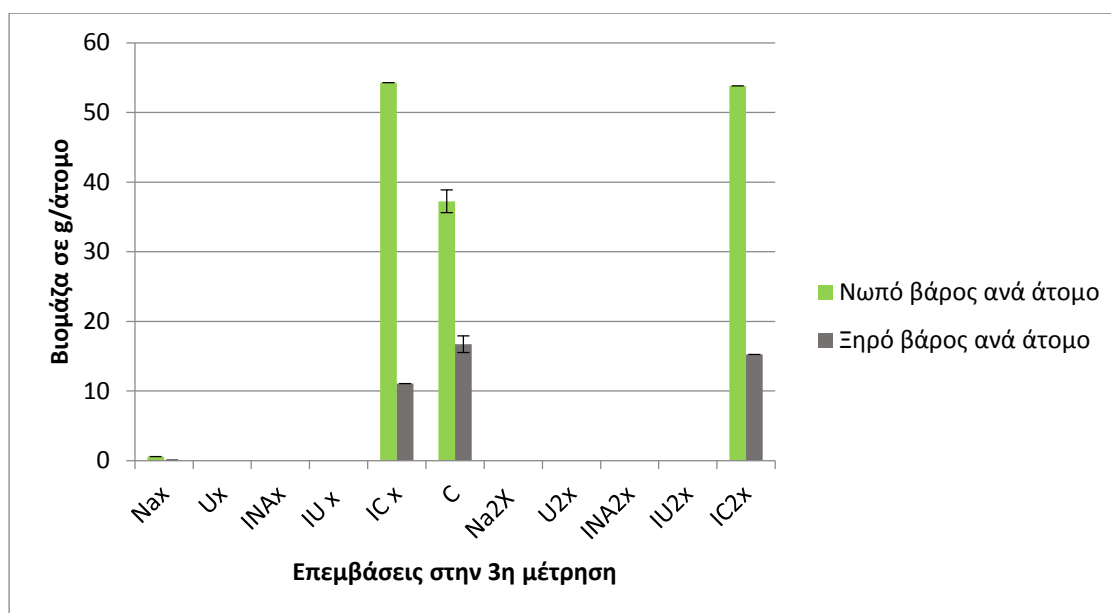
3 <sup>η</sup> μέτρηση	DF	SS	MS	F	P
<b>Νωπό βάρος <i>Chenopodium album</i> /είδος επέμβασης</b>	5	4373,574	874,715	9,33	<b>0,002</b>
<b>Νωπό βάρος <i>Chenopodium album</i>/ποσότητα λίπασματος</b>	1	0,0403	0,0403	0,000138	0,992

Η ανάλυση διασποράς (Πίνακας 3.52) για το είδος *Chenopodium album* δείχνει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση ανάμεσα στην βιομάζα σε g/άτομο και του είδους της λίπανσης στις επεμβάσεις (p-value 0,002), ενώ η ποσότητα της λίπανσης φαίνεται να μην επηρεάζει στατιστικά σημαντικά (p-value 0,992)

**Πίνακας 3.53 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους για το είδος *Chenopodium album***

	Na <sub>x</sub>	U <sub>x</sub>	INA <sub>x</sub>	IU <sub>x</sub>	IC <sub>x</sub>	C	Na <sub>2</sub> X	U <sub>2</sub> x	INA <sub>2</sub> x	IU <sub>2</sub> x	IC <sub>2</sub> x
<b>Νωπό βάρος μ.ο</b>	0,6	-	-	-	<b>54,3</b>	37,24	-	-	-	-	53,8
<b>Ξηρό βάρος μ.ο</b>	0,09	-	-	-	11,05	16,702	-	-	-	-	15,25

Στον Πίνακα 3.53 παρουσιάζονται τα νωπά και τα ξηρά βάρη ανά άτομο (μ.ο.) για τις διάφορες επεμβάσεις.



Διάγραμμα 3.36. Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το *Chenopodium album* στην 3<sup>η</sup> μέτρηση

Παρατηρώντας το Διάγραμμα 3.36, συγκρίνουμε τις τιμές για την βιομάζα του *Chenopodium album* ανά άτομο σε g για τις διάφορες επεμβάσεις. Οι τιμές κυμαίνονται από 0,6 – 54,3g/άτομο νωπό βάρος. Η επέμβαση με την μεγαλύτερη βιομάζα ανά άτομο είναι το ICx (54,3g) ενώ και η επέμβαση IC2x έχει βιομάζα 53,8g/άτομο νωπό βάρος.

### Βιομάζα του φυτού *Heliotropium europaeum*

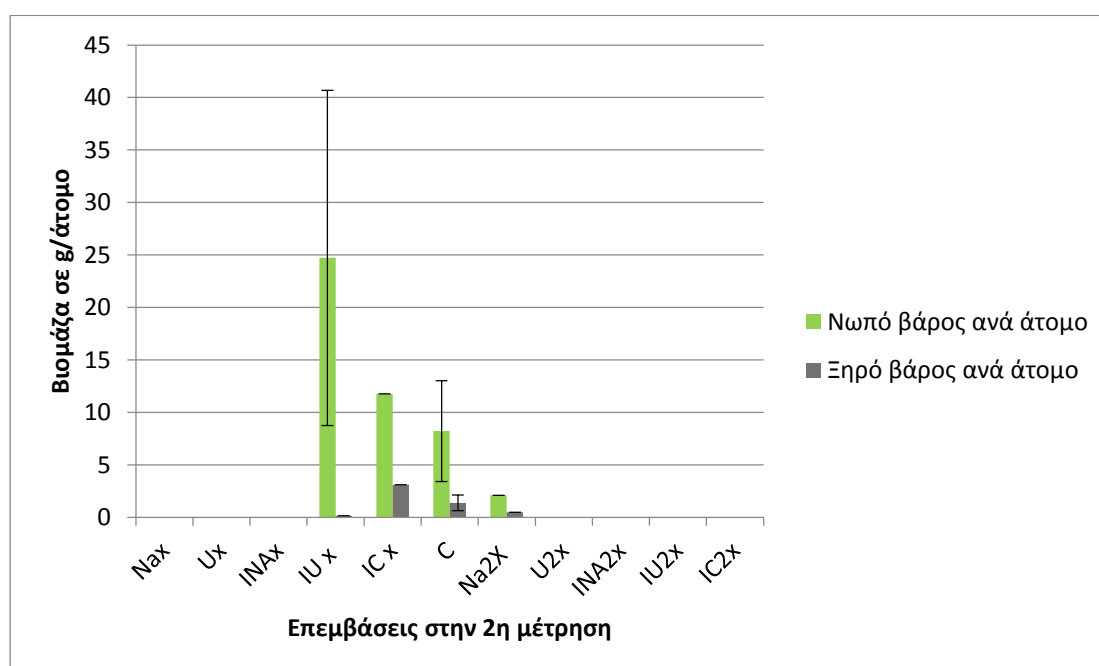
Πίνακας 3.54 Ανάλυση διασποράς του νωπού βάρους του είδους *Heliotropium europaeum*

2 <sup>η</sup> μέτρηση	DF	SS	MS	F	P
Νωπό βάρος <i>Heliotropium europaeum</i> /είδος επέμβασης	5	67,828	13,566	0,736	0,613
Νωπό βάρος <i>Heliotropium europaeum</i> /ποσότητα λιπάσματος	1	4,649	4,649	0,922	0,438

Με βάση την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 3.54) για την βιομάζα του φυτού *Heliotropium europaeum* προκύπτει ότι η σχέση της βιομάζας σε g/άτομο με τις επεμβάσεις στον πειραματικό αγρό δεν είναι στατιστικά σημαντική. Τιμές p-value > 0,05 (0,613 και 0,438 αντίστοιχα).

**Πίνακας 3.55 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους για το είδος *Heliotropium europaeum***

	Na <sub>x</sub>	U <sub>x</sub>	INa <sub>x</sub>	IU <sub>x</sub>	IC <sub>x</sub>	C	Na <sub>2</sub> X	U <sub>2</sub> x	INa <sub>2</sub> x	IU <sub>2</sub> x	IC <sub>2</sub> x
<b>Νωπό βάρος μ.ο</b>		-	-	24,73	11,76	8,22	2,1	-	-	-	
<b>Ξηρό βάρος μ.ο</b>		-	-	0,145	3,1	1,373	0,47	-	-	-	



*Διάγραμμα 3.37. Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το *Heliotropium europaeum* στην 2<sup>η</sup> μέτρηση*

Παρατηρώντας στο Διάγραμμα 3.36 την βιομάζα ανά άτομο για το είδος *Heliotropium europaeum*, παρατηρούμε μέγιστη τιμή βιομάζας στην επέμβαση IU<sub>x</sub> (24,73 g/άτομο νωπό βάρος). Η ελάχιστη βιομάζα βρέθηκε στην επέμβαση Na<sub>2</sub>x (2,1g/άτομο νωπό βάρος). Το είδος καταγράφηκε συνολικά σε τέσσερις επεμβάσεις.

**Πίνακας 3.56 Ανάλυση διασποράς νωπού βάρους για το είδος *Heliotropium europaeum***

3 <sup>η</sup> μέτρηση	DF	SS	MS	F	P
<b>Νωπό βάρος <i>Heliotropium europaeum</i>/είδος επέμβασης</b>	5	20683,058	4136,612	2,262	0,127
<b>Νωπό βάρος <i>Heliotropium europaeum</i>/ποσότητα λιπάσματος</b>	1	0,0333	0,0333	0,000146	0,991

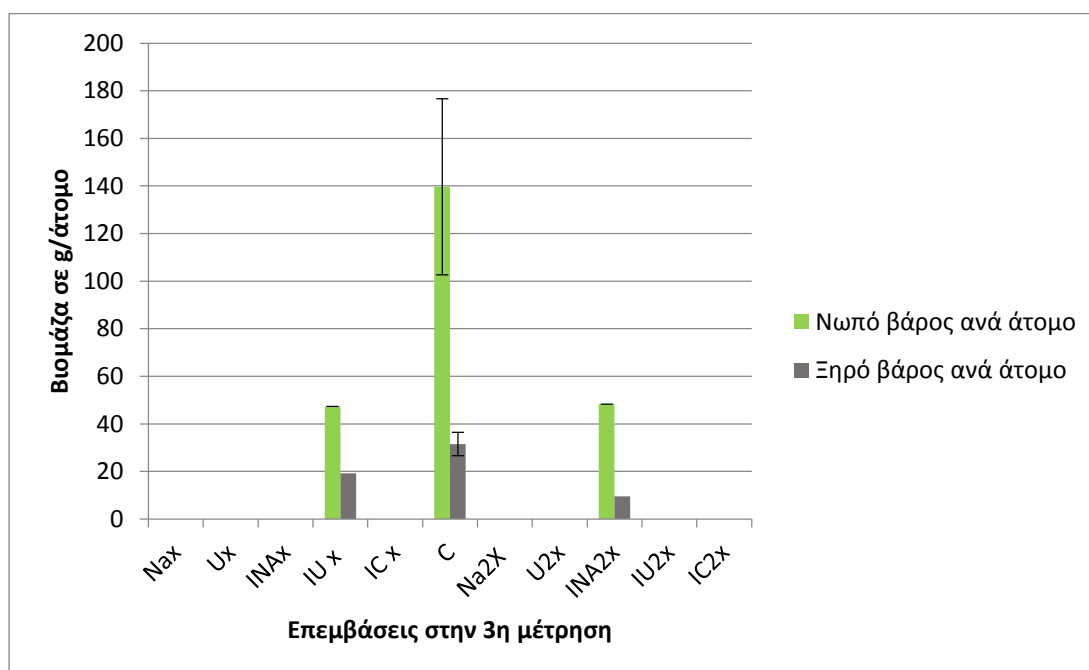


Στην ανάλυση διασποράς (Πίνακας 3.56) για την βιομάζα του είδους *Heliotropium europaeum* σε σχέση με τις διάφορες επεμβάσεις προκύπτει ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση ανάμεσα στην επέμβαση και την βιομάζα σε g ανά άτομο. Οι τιμές p-value > 0,05 (0,127 και 0,991 αντίστοιχα).

**Πίνακας 3.57 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους για το είδος *Heliotropium europaeum***

	Na <sub>x</sub>	U <sub>x</sub>	INa <sub>x</sub>	IU <sub>x</sub>	IC <sub>x</sub>	C	Na <sub>2</sub> X	U <sub>2</sub> x	INa <sub>2</sub> x	IU <sub>2</sub> x	IC <sub>2</sub> x
Νωπό βάρος μ.ο	-	-	-	47,3		139,65	-	-	48,3	-	-
Ξηρό βάρος μ.ο	-	-	-	19,28	-	31,525	-	-	9,56	-	-

Στον Πίνακα 3.57 απεικονίζεται το νωπό και το ξηρό βάρος ανά άτομο (μ.ο.) για τις διάφορες επεμβάσεις.



**Διάγραμμα 3.38** Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το *Heliotropium europaeum* στην 3<sup>η</sup> μέτρηση

Στο Διάγραμμα 3.38 παρατηρούμε την βιομάζα σε g ανά άτομο για το είδος *Heliotropium europaeum*. Η μέγιστη βιομάζα μετρήθηκε στον μάρτυρα (139,45 g/άτομο νωπό βάρος) και η χαμηλότερη τιμή στην επέμβαση IU<sub>x</sub> (47,3g/άτομο). Συνολικά το είδος καταγράφηκε σε τρεις επεμβάσεις στην 3<sup>η</sup> μέτρηση.

### 3.6. Συνολική βιομάζα 2<sup>η</sup> & 3<sup>η</sup> μέτρηση

Πίνακας 3.58 Ανάλυση συνολικής νωπής βιομάζας (2<sup>η</sup> μέτρηση)

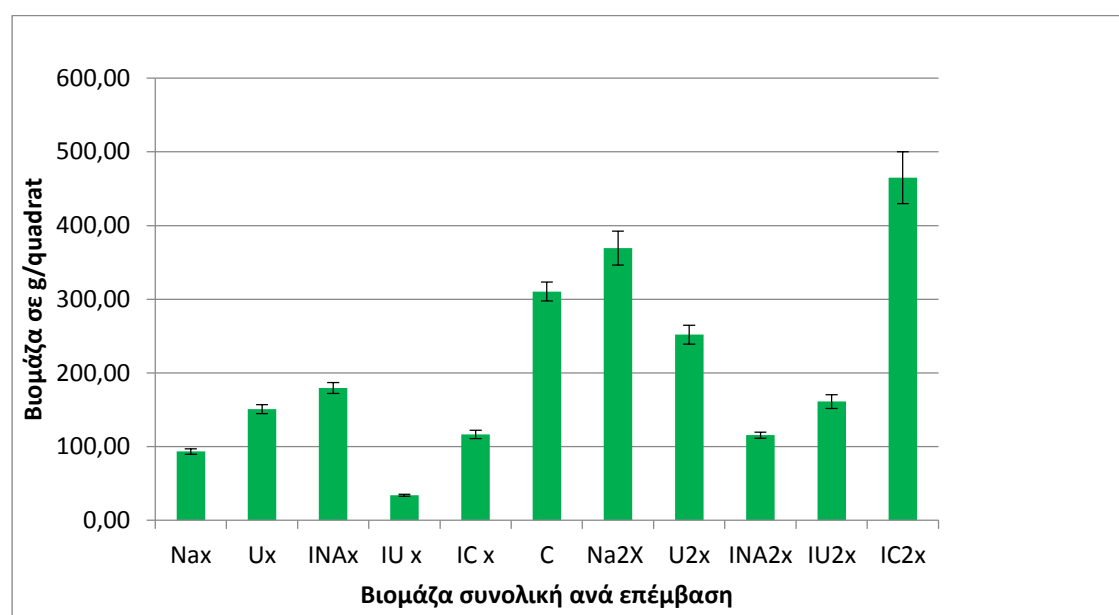
2 <sup>η</sup> μέτρηση	DF	SS	MS	F	P
Νωπό βάρος <i>όλα τα είδη/είδος επέμβασης</i>	5	20683,058	4136,612	2,262	0,127
Νωπό βάρος <i>όλα τα είδη/ποσότητα λιπάσματος</i>	1	0,0333	0,0333	0,000146	0,991

Η συνολική βιομάζα, με βάση την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 3.58), δεν έχει στατιστικά σημαντική σχέση με το είδος και την ποσότητα του λιπάσματος. Οι τιμές p-value > 0,05.

Πίνακας 3.59 Τιμές συνολικής νωπής βιομάζας ανά επέμβαση (2<sup>η</sup> μέτρηση)

	Nax	Ux	INAx	IUx	IC x	C	Na2X	U2x	INA2x	IU2x	IC2x
Συνολική βιομάζα ανά quadrat	93,36	150,9	179,5	33,9	116,4	310,	369,2	251	115,4	161,1	465,1

Στον Πίνακα 3.59 παρουσιάζεται η συνολική βιομάζα που καταγράφηκε για κάθε επέμβαση στην 2<sup>η</sup> μέτρηση



Διάγραμμα 3.39 Συνολική βιομάζα ανά quadrat στην 2<sup>η</sup> μέτρηση .

Παρατηρούμε στο Διάγραμμα 3.39, ότι στην 2<sup>η</sup> μέτρηση, η βιομάζα που μετρήθηκε ήταν μέγιστη στην επέμβαση IC2x (465,1 g/quadrat). Η ελάχιστη βιομάζα βρέθηκε στην επέμβαση IUx (33,9 g/quadrat). Υψηλές τιμές βρέθηκαν επίσης στην επέμβαση NA2x (369,2 g/quadrat) και στον Μάρτυρα (310 g/quadrat).

**Πίνακας 3.60 Ανάλυση διασποράς συνολικής βιομάζας νωπού βάρους (3<sup>η</sup> μέτρηση)**

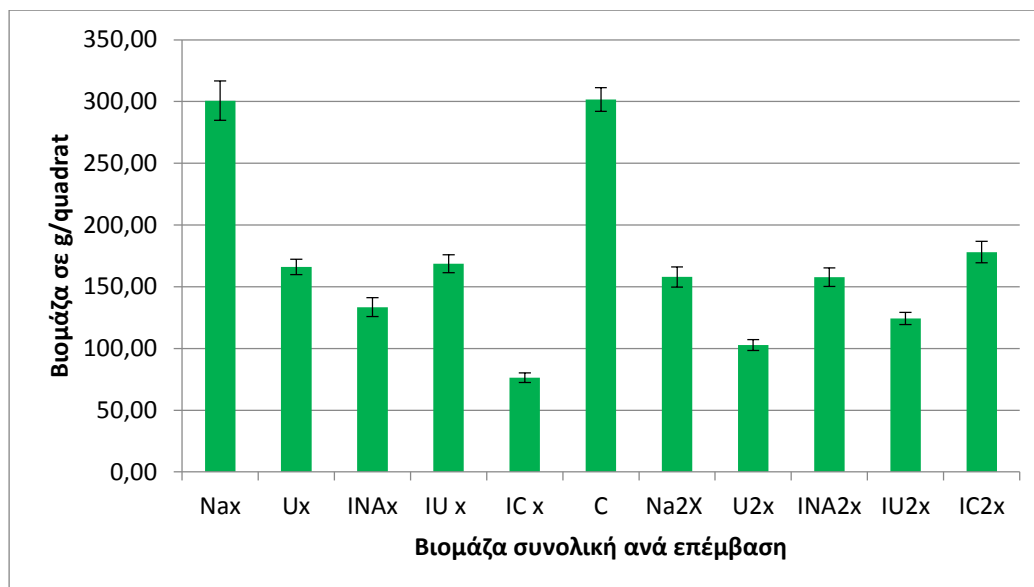
3 <sup>η</sup> μέτρηση	DF	SS	MS	F	P
<b>Νωπό βάρος όλα τα είδη/είδος επέμβασης</b>	5	229282,438	45856,488	0,869	0,535
<b>Νωπό βάρος όλα τα είδη/ποσότητα λιπάσματος</b>	1	186597,626	186597,626	4,616	0,165

Με βάση την ανάλυση διασποράς (Πίνακας 3.60), η 3<sup>η</sup> μέτρηση δεν εμφανίζει στατιστικά σημαντική σχέση της συνολικής νωπής βιομάζας των φυτών με το είδος αλλά ούτε με την ποσότητα της λίπανσης. Οι τιμές p-value > 0,05 (0,535, 0,165 αντίστοιχα).

**Πίνακας 3.61 Τιμές συνολικής βιομάζας ανά επέμβαση (3<sup>η</sup> μέτρηση)**

	Nax	Ux	INAx	IUx	IC x	C	Na2X	U2x	INA2x	IU2x	IC2x
Συνολική βιομάζα ανά quadrat	<b>300</b>	166	133	168,5	76,3	301,6	157,8	102,9	157,6	124,2	178,0

Στον Πίνακα 3.61 παρουσιάζονται οι συνολική βιομάζα ανά quadrat (νωπό βάρος) ανά επέμβαση, για την 3<sup>η</sup> μέτρηση.



Διάγραμμα 3.40 Συνολική βιομάζα ανά quadrat στην 3<sup>η</sup> μέτρηση

Στο Διάγραμμα 3.40 παρουσιάζεται η νοπή βιομάζα ανά quadrat. Η μέγιστη συνολική βιομάζα παρατηρήθηκε στην μέτρηση NAX κατά την 3<sup>η</sup> μέτρηση, ενώ η ελάχιστη τιμή βρέθηκε στην επέμβαση ICx (300,73 και 76,36 g αντίστοιχα). Στον μάρτυρα η συνολική βιομάζα ήταν 301,60g/quadrat.

#### 4. Συζήτηση αποτελεσμάτων

Η βιοποικιλότητα των ζιζανίων παίζει σημαντικό ρόλο στα σύγχρονα αγροοικοσυστήματα, γεγονός το οποίο τα τελευταία χρόνια έχει κερδίσει το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας. Τα ζιζάνια ως κομμάτι του οικοσυστήματος συνεισφέρουν στην ορθή λειτουργία και την διατήρηση της ισορροπίας του. (Jordan & Vatovec, 2004). Καθώς οι περισσότερο διαδεδομένες καλλιεργητικές πρακτικές περιλαμβάνουν τη χρήση ζιζανιοκτόνων (herbicides) αλλά και έντονη κατεργασία του εδάφους (conventional tillage systems) έχει επηρεαστεί σημαντικά η βιοποικιλότητα των ζιζανίων (Mygdakos, Avgoulas, & Bilalis, 2005). Στην παρούσα διπλωματική εργασία σκοπός ήταν να μελετηθούν οι επιδράσεις διαφόρων ανόργανων λιπασμάτων με και χωρίς παρεμποδιστή (νιτροποίησης/ουρεάσης) στην ζιζανιοχλωρίδα, σε καλλιέργεια βαμβακιού. Συνολικά έγιναν δέκα διαφορετικές επεμβάσεις στον αγρό, ενώ ένα μέρος (6 τεμαχίων) λειτούργησε ως μάρτυρας. Μελετήθηκαν οι πυκνότητες των ζιζανίων για την κάθε επέμβαση και οι αντίστοιχες πυκνότητες του μάρτυρα. Πριν την εφαρμογή των λιπασμάτων έγινε μια μέτρηση αναφοράς για την εκτίμηση της ζιζανιοχλωρίδας στον αγρό. Στη συνέχεια υπολογίστηκαν οι δείκτες βιοποικιλότητας για την εκτίμηση της επίδρασης των διαφόρων επεμβάσεων και τέλος, μετρήθηκαν νοπά και ξηρά βάρη για κάθε είδος και κάθε επέμβαση με σκοπό την στατιστική ανάλυση και σύγκριση των διαφόρων επεμβάσεων. Τα αποτελέσματα θα συζητηθούν παρακάτω. Η ανάλυση διασποράς για την 2<sup>η</sup> και την 3<sup>η</sup> μέτρηση δεν έδειξε στατιστικά σημαντική σχέση της λίπανσης (είδος, ποσότητα) με την συνολική πυκνότητα των ζιζανίων. Διαπιστώθηκαν όμως τα εξής: Παρατηρώντας την **2<sup>η</sup> μέτρηση** διακρίνεται μια εξάρτηση της πυκνότητας των ζιζανίων σε σχέση με τις διάφορες επεμβάσεις. Μετρήθηκαν μέγιστες τιμές για τον **μάρτυρα** (113,5 άτομα/επιφάνεια) και υψηλές τιμές για την επέμβαση με **INA2x** (**109 άτομα/επιφάνεια**) ενώ μετρήθηκαν 86 άτομα/επιφάνεια για την επέμβαση **ICx**. Αυτό το φαινόμενο της μεγαλύτερης πυκνότητας των ζιζανίων στο τεμάχιο έχει παρατηρηθεί και σε παρόμοιο πείραμα, σύμφωνα με τους (Mi, et al., 2018), οι οποίοι βρήκαν την μεγαλύτερη πυκνότητα ζιζανίων σε έκταση χωρίς προσθήκη αζωτούχων λιπασμάτων. Ελάχιστη πυκνότητα στην 2<sup>η</sup> μέτρηση βρέθηκε στην επέμβαση **NAx** και **IU2x** (**31 άτομα** και στις δύο επεμβάσεις). Στην **3<sup>η</sup> μέτρηση**, οι μέγιστες τιμές παρατηρήθηκαν στις επεμβάσεις **ICx** και **IC2x**, δηλαδή στις δύο επεμβάσεις με συνδυασμό παρεμποδιστών (**104** και **94** άτομα ανά επιφάνεια), ενώ ο **μάρτυρας** εμφανίζει τιμή **75,5** άτομα ανά επιφάνεια. Σε σχέση με την συνολική πυκνότητα να αναφερθεί ότι παρατηρούμε μείωση των ατόμων κατά το διάστημα της διεξαγωγής του πειράματος. Έτσι στην 1<sup>η</sup> καταγραφή του μάρτυρα μετρήθηκαν 788 άτομα σε 12 τεμάχια (και άρα ο αριθμός αντιστοιχεί στα 1182 άτομα στα 18 τεμάχια) ενώ 712 και 674 αντίστοιχα στην 2<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup>

μέτρηση για τα 18 συνολικά τεμάχια. Η μείωση αυτή οφείλεται στον ενδοειδικό αλλά και στον διαειδικό ανταγωνισμό των ζιζανίων μεταξύ τους αλλά και στον ανταγωνισμό τους με την κύρια καλλιέργεια. Πολλά είδη ζιζανίων παράγουν πολλούς απογόνους, ενώ με την ανάπτυξη και την αύξηση των φυτών και λόγω του ανταγωνισμού μειώνεται η πυκνότητα τους με την πάροδο του χρόνου.

Παρατηρώντας τα είδη τα οποία καταγράφηκαν στον πειραματικό αγρό, διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν ορισμένα κυρίαρχα. Στην 1<sup>η</sup> μέτρηση, κυρίαρχο είδος ήταν το *Solanum elaeagnifolium*, αποτελώντας το 45,6% των ατόμων που μετρήθηκαν, ενώ δεύτερο σε συχνότητα βρέθηκε το *Cyperus rotundus*, αποτελώντας το 33,4% των ατόμων που μετρήθηκαν συνολικά. Στην 2<sup>η</sup> μέτρηση, από τα 712,5 άτομα το 45,8 % ανήκει στο είδος *Cyperus rotundus*, ενώ στο είδος *Solanum elaeagnifolium* ανήκει το 29,4% των ατόμων. Το τρίτο πιο συχνό είδος είναι το *Echinochloa crus-galli*, αποτελώντας το 13,3% του συνόλου των ατόμων που καταγράφηκαν. Παρόμοια εικόνα μας έδωσε και η 3<sup>η</sup> μέτρηση, όπου το *Cyperus rotundus* αποτελεί ξανά το είδος με την μεγαλύτερη πυκνότητα και το 53,6% του συνολικού αριθμού των ατόμων. Επιπροσθέτως είναι κυρίαρχο είδος σε 11 από τις 12 επεμβάσεις. Δεύτερο είδος το οποίο επικρατεί στον αγρό βρέθηκε το είδος *Solanum elaeagnifolium*, αποτελώντας το 18,9% των ατόμων που μετρήθηκαν ενώ το είδος *Echinochloa crus-galli*, το οποίο αποτελεί το 19,5%, εμφανίζοντας έτσι μεγαλύτερη πυκνότητα χωρίς όμως να είναι κυρίαρχο είδος σε καμία επέμβαση, ενώ το *Solanum elaeagnifolium* είναι κυρίαρχο είδος στην επέμβαση NΑx. Στον μάρτυρα επικρατεί στην 1<sup>η</sup> και 2<sup>η</sup> μέτρηση το *Solanum elaeagnifolium*, ενώ στην 3<sup>η</sup> μέτρηση επικρατεί το *Cyperus rotundus*. Παρατηρώντας τα κυρίαρχα είδη, θα πρέπει να σημειωθεί ότι πρόκειται για τρία είδη εισβλητικά τα οποία έχουν αναφερθεί ως σημαντική απειλή για καλλιέργειες σε παγκόσμια κλίμακα (Al-Snafi, 2016) (Uludag, et al., 2016) (Green, Murray, & Verhalen, 1987). Το *Solanum elaeagnifolium* εμφανίζει στην 2<sup>η</sup> μέτρηση τις μεγαλύτερες πυκνότητες στο τεμάχιο του μάρτυρα (56,5 άτομα ανά επιφάνεια) και στην επέμβαση NΑα2x (35 άτομα ανά επιφάνεια). Παρατηρώντας την 3<sup>η</sup> μέτρηση, βρίσκουμε μια παρόμοια κανανομή της πυκνότητας αυτού του είδους, με μέγιστη τιμή στην επέμβαση NΑx (31 άτομα ανά επιφάνεια), ενώ ο μάρτυρας βρίσκεται σε δεύτερη θέση με 25,5 άτομα/επιφάνεια. Γνωστό ως ένα από τα πιο συχνά εισβλητικά και ανταγωνιστικά είδη, για το οποίο έχουν βρεθεί και σχέσεις αλληλοπάθειας, δεν μας εκπλήσσει η παρουσία του σε μεγάλη πυκνότητα. Επειδή υπάρχουν ορισμένα αζωτόφιλα είδη τα οποία αποκτούν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα όταν προστίθεται άζωτο στο έδαφος, η παρουσία και η επικράτηση τους στις επεμβάσεις που έγιναν είναι πιθανή (Blackshaw & Brandt, 2008) (Kakabouki, Karydogianni, Roussis, &

Bilalis, 2020)Φαίνεται επίσης ότι και τα εισβλητικά είδη ευνοούνται, σύμφωνα με τους από τα αζωτούχα λιπάσματα. Παρατηρώντας το 3<sup>ο</sup> κυρίαρχο είδος στον αγρό το *Echinochloa crus-galli*, το οποίο ανήκει επίσης στα εισβλητικά είδη, υπάρχει μια παρόμοια εικόνα. Στις επεμβάσεις με αζωτούχο λίπασμα **χωρίς** παρεμποδιστή υπάρχουν μεγαλύτερες πυκνότητες σε σύγκριση με τις επεμβάσεις **με** παρεμποδιστή. Η μεγαλύτερη πυκνότητα στην **3<sup>η</sup> μέτρηση** μετρήθηκε στην επέμβαση **Ux (28 άτομα ανά επιφάνεια)**, ενώ η μικρότερη στην επέμβαση **IC2x (4 άτομα ανά επιφάνεια)**. Ο **μάρτυρας** έχει πυκνότητα **4,5 άτομα/επιφάνεια**. Στην δεύτερη μέτρηση οι μέγιστες πυκνότητες βρίσκονται στις επεμβάσεις **INa2x (17 άτομα/επιφάνεια)**, **IU2x (15 άτομα ανά επιφάνεια)** και **Ux (15 άτομα/επιφάνεια)**, ενώ η μικρότερη πυκνότητα βρίσκεται στην επέμβαση **NAx (0 άτομα ανά επιφάνεια)**. Ενδιαφέρον αποτελεί το γεγονός ότι η επέμβαση **NAx** στην **3<sup>η</sup> μέτρηση** παρουσιάζει σημαντικά αυξημένη πυκνότητα (**19 άτομα** ανά επιφάνεια), ένδειξη ότι το είδος ευνοείται από τις συνθήκες που δημιουργεί η εφαρμογή λιπάσματος.

Ρόλο στην πυκνότητα των ζιζανίων στα διάφορα τεμάχια παίζει επίσης και η εδαφική τράπεζα σπόρων. Η τράπεζα σπόρων διατηρεί πολύ μεγαλύτερο αριθμό σπόρων από τα φυτά που φυτρώνουν στην πραγματικότητα, εξασφαλίζει την επιβίωση του είδους και ανανεώνεται συνεχώς από την παραγωγή νέων σπόρων. Το αν θα φυτρώσει ένας σπόρος, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, βιοτικούς και μη αλλά και από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Έτσι, η κατεργασία του εδάφους μπορεί να φέρει στην επιφάνεια ή στο απαιτούμενο βάθος έναν σπόρο και να προκληθεί η φύτευση. Η τράπεζα σπόρων είναι απαραίτητο «εργαλείο» για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας των ζιζανίων (Mahé, et al., 2020). Η προσθήκη αζωτούχων λιπασμάτων μπορεί να λειτουργήσει ακόμη και για να διακόψει τον λήθαργο του σπόρου (dormancy breaker), (Mi, et al., 2018). Στη συνέχεια μελετήθηκε η σχέση του αριθμού ειδών με το είδος και την ποσότητα της λίπανσης. Ενώ στην **1<sup>η</sup> μέτρηση** καταγράφηκαν μόλις επτά (7) είδη, στην **2<sup>η</sup>** και στην **3<sup>η</sup> μέτρηση** βρέθηκαν συνολικά δέκα είδη στον αγρό. Στην **2<sup>η</sup> μέτρηση**, η σχέση του αριθμού των ειδών δεν φαίνεται να είναι στατιστικά σημαντική με το είδος και την ποσότητα της λίπανσης. Παρατηρούμε μέγιστο αριθμό ειδών (8) στον μάρτυρα αλλά και την επέμβαση **IC2x (8)**. Στην **3<sup>η</sup> μέτρηση**, ο **αριθμός των ειδών** βρέθηκε στατιστικά σημαντικός σε **σχέση με το είδος της λίπανσης** αλλά όχι με την ποσότητα (**p-value = 0,02**). Εδώ ο μέγιστος αριθμός ειδών (7) βρέθηκε στην επέμβαση **IUx** ενώ στον μάρτυρα βρέθηκαν έξι (6) είδη. Να επισημανθεί ότι οι μεγαλύτερες τιμές μετρήθηκαν στις επεμβάσεις με παρεμποδισμένα λιπάσματα (5-7 είδη ανά επέμβαση), ενώ οι χαμηλότερες στις επεμβάσεις με τα λιπάσματα χωρίς παρεμποδιστές (4-5 είδη ανά επέμβαση). Η παρατήρηση αυτή συμφωνεί με τη θεωρία ότι η προσθήκη αζώτου δημιουργεί ανταγωνιστικό πλεονέκτημα

σε ορισμένα είδη, μειώνοντας έτσι την ποικιλότητα, ενώ είναι ταυτόχρονα ένδειξη ότι τα λιπάσματα με παρεμποδιστή (νιτροποίησης & ουρεάσης) θα μπορούσαν να βοηθήσουν στην διατήρηση μιας μεγαλύτερης βιοποικιλότητας, διατηρώντας τον αριθμό των ειδών σταθερό.

Για την εκτίμηση της βιοποικιλότητας υπολογίστηκαν οι δείκτες **Simpson**, **Shannon-Wiener**, **Pielou** (evenness) και **Margalef** (richness) για κάθε επέμβαση και μέτρηση. Οι τιμές δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές κατόπιν στατιστικής ανάλυσης με RM ANOVA. Στην **3<sup>η</sup> μέτρηση** παρατηρούμε στον **μάρτυρα** την **μέγιστη τιμή** του δείκτη βιοποικιλότητας κατά **Shannon-Wiener (1,09)** καθώς και του δείκτη **Margalef (richness) (1,409)**. Η **μέγιστη τιμή** του δείκτη **Simpson** και του δείκτη **Pielou (evenness)** βρέθηκαν στην επέμβαση INAx (**0,729 και 0,884** αντίστοιχα). Ενδιαφέρον έχει το γεγονός ότι όλοι οι δείκτες βρέθηκαν αυξημένοι σε σύγκριση με την 1<sup>η</sup> μέτρηση αναφοράς. Η 2<sup>η</sup> μέτρηση δεν επιτρέπει κάποιο συμπέρασμα, καθώς δεν φαίνεται να επηρεάζονται οι δείκτες βιοποικιλότητας από κάποια συγκεκριμένη παράμετρο του πειράματος.

Οι ελάχιστες τιμές στην 3<sup>η</sup> μέτρηση παρατηρήθηκαν στις επεμβάσεις Ux και NA2x ενώ χαμηλές τιμές βρέθηκαν και στις επεμβάσεις NAx, U2x. Οι παρατηρήσεις αυτές συμφωνούν με την θεωρία ότι η επίδραση των αζωτούχων λιπασμάτων μειώνει την βιοποικιλότητα ενός αγροοικοσυστήματος, ενώ το οι επεμβάσεις με παρεμποδιστή νιτροποίησης ή/και ουρεάσης δείχνουν μικρότερη μείωση των τιμών και άρα μεγαλύτερη βιοποικιλότητα. (Cheimona, et al., 2016), (Mi, et al., 2018) Η παρατήρηση αυτή συμφωνεί και με τους (Travlos, Cheimona, Roussis, & Bilalis, 2018) οι οποίοι περιγράφουν μείωση των σπάνιων ειδών σε εκτάσεις όπου γίνεται προσθήκη αζωτούχων λιπασμάτων, σε αντίθεση με άλλα είδη που αποκτούν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα από την αυξημένη ποσότητα διαθέσιμου αζώτου στο έδαφος. Το γεγονός ότι το φαινόμενο αυτό παρατηρείται στην 3<sup>η</sup> αλλά όχι στην 2<sup>η</sup> μέτρηση θα μπορούσε να οφείλεται στον χρόνο, καθώς απαιτείται κάποιο χρονικό διάστημα για να φανεί το αποτέλεσμα του ανταγωνισμού μεταξύ των ειδών και των ατόμων στον αγρό. Ένας ακόμη παράγοντας που πρέπει να αναφερθεί είναι το συχνό βοτάνισμα, το οποίο έγινε με το χέρι και ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Αφενός το βοτάνισμα με το χέρι είναι μια τεχνική που θα μπορούσε να εισάγει τυχαίο σφάλμα και αφετέρου το βοτάνισμα επηρεάζει την πυκνότητα και την βιοποικιλότητα των ειδών, καθώς ορισμένα είδη ευνοούνται από τα συχνά βοτανίσματα, σε αντίθεση με άλλα (Travlos, Cheimona, Roussis, & Bilalis, 2018).

Κατά την διεξαγωγή του πειράματος λήφθηκαν δείγματα από κάθε είδος από κάθε επέμβαση τα οποία ζυγίστηκαν αρχικά με το νωπό τους βάρος και στη συνέχεια με το ξηρό τους βάρος. Το νωπό βάρος των δέκα ειδών δεν βρέθηκε να παρουσιάζει στατιστικά σημαντική σχέση με



τις επεμβάσεις, με εξαίρεση το είδος *Cyperus rotundus* το οποίο έδειξε στατιστικά σημαντική σχέση με την ποσότητα του λιπάσματος. Για το ξηρό βάρος δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική σχέση. Στις μετρήσεις ωστόσο παρατηρούμε την βιομάζα ορισμένων ειδών να διαφέρει αρκετά μεταξύ των επεμβάσεων. Παρατηρώντας ένα από τα κυρίαρχα είδη, το *Cyperus rotundus* στην 3<sup>η</sup> μέτρηση, διαπιστώνουμε ότι η χαμηλότερη βιομάζα βρέθηκε στον μάρτυρα ενώ η υψηλότερη στην επέμβαση INA2x αλλά και όλες οι υπόλοιπες επεμβάσεις έδειξαν μεγαλύτερη βιομάζα ανά άτομο σε σύγκριση με το τεμάχιο του μάρτυρα. Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η 2<sup>η</sup> μέτρηση, στην οποία η ποσότητα της λίπανσης βρέθηκε στατιστικά σημαντική σε σχέση με τη βιομάζα, εμφανίζοντας αντιστρόφως ανάλογη σχέση με την ποσότητα του λιπάσματος. Στον μάρτυρα στην 2<sup>η</sup> παρατηρούμε μια ενδιάμεση τιμή (1,94g/άτομο), ενώ η επέμβαση INA2x (3,31 g/άτομο) αποτελεί την μέγιστη βιομάζα και η επέμβαση U2x την μικρότερη βιομάζα ανά άτομο (0,92g/άτομο). Ένα άλλο είδος το οποίο είναι χαρακτηριστικό αζωτόφιλο, είναι το *Amaranthus retroflexus*. Οι μεγαλύτερες τιμές βιομάζας ανά άτομο βρέθηκαν στις επεμβάσεις NA2x (64,20g/άτομο), NAx (62,11g/άτομο) και U2x (61,09) στην 2<sup>η</sup> μέτρηση. Στην 3<sup>η</sup> μέτρηση βλέπουμε μέγιστη τιμή στην επέμβαση IUx (175,3 g/ανά άτομο). Το βάρος του μάρτυρα κυμαίνεται και στις δύο μετρήσεις από 42,61-45,3 g/άτομο, διατηρώντας σταθερή τιμή. Η παρατήρηση της υψηλότερης βιομάζας στις επεμβάσεις με αζωτούχο λίπασμα (στην 2<sup>η</sup> μέτρηση χωρίς παρεμποδιστή) είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα της λειτουργίας των αζωτούχων λιπασμάτων στα φυτά τα οποία αποκτούν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα όταν αυξάνεται το διαθέσιμο άζωτο. Το παράδειγμα του *Amaranthus retroflexus* αναφέρεται και από τους (Blackshaw & Brandt, 2008). Είναι ένα είδος με μεγάλη συχνότητα στον αγρό, γεγονός που επιβεβαιώνει ότι τα μονετή πλατύφυλλα είδη έχουν προσαρμοστικό πλεονέκτημα σε περιβάλλοντα τα οποία διαταράσσονται συχνά (tillage) (Travlos, Cheimona, Roussis, & Bilalis, 2018). Υψηλές τιμές βιομάζας ανά άτομο μετρήθηκαν και στο είδος *Chenopodium album*, το οποίο έχει μέγιστο βάρος ανά άτομο 6,63g στην 2<sup>η</sup> μέτρηση, στην επέμβαση Ux και μέγιστη τιμή 54,3g ανά άτομο στην επέμβαση ICx στην 3<sup>η</sup> μέτρηση. Σύμφωνα και με τους (Kakabouki, Karydogianni, Roussis, & Bilalis, 2020) η αυξανόμενη ποσότητα του αζώτου δημιουργεί πλεονέκτημα σε φυτά με μεγαλύτερες ανάγκες για το στοιχείο αυτό. Την ίδια παρατήρηση κάνουν οι (Blackshaw & Brandt, 2008), αναφέροντας ότι η αύξηση της διαθέσιμης ποσότητας αζώτου αυξάνει την παραγόμενη βιομάζα. Επιπροσθέτως φαίνεται τα φυτά να συσσωρεύουν βιομάζα με αργότερο ρυθμό όταν το λίπασμα που έχει προστεθεί περιλαμβάνει κάποιον παρεμποδιστή (νιτροποίησης ή ουρεάσης). Παρατηρώντας την συνολική βιομάζα για την 2<sup>η</sup> μέτρηση, βρίσκουμε ελάχιστες τιμές από 33,96g/quadrat, έχοντας υπολογίσει την μέση τιμή της συνολικής βιομάζας για τα

τρία τεμάχια που μετρήθηκαν. Για τον μάρτυρα η συνολική βιομάζα υπολογίστηκε στα 310,46g, ενώ η υψηλότερη τιμή βρέθηκε στην επέμβαση IC2x (465,13g/quadrat). Οι τιμές για τις επεμβάσεις NAx, Ux είναι μικρότερες από τις τιμές NA2x, U2x (93,36g, 150,97g και 369,28g, 251,91g αντίστοιχα), ενώ οι τιμές για τις επεμβάσεις IUx, ICx, INA2x, IU2x κυμαίνονται από 33,96-161,15g/quadrat. Εδώ φαίνεται η αυξανόμενη ποσότητα λιπάσματος να επηρεάζει θετικά την βιομάζα, ενώ η χρήση λιπάσματος με παρεμποδιστή νιτροποίησης ή/και ουρεάσης να εμφανίζει αντιστρόφως ανάλογη σχέση με την βιομάζα των φυτών. Ο μάρτυρας έχει σχετικά υψηλή βιομάζα, γεγονός το οποίο σχετίζεται και με την μεγάλη πυκνότητα ζιζανίων (113,5 άτομα/επιφάνεια) ενώ η επέμβαση IC2x είχε πυκνότητα μόλις 41άτομα/επιφάνεια. Καθώς η χρήση και των δύο παρεμποδιστών (νιτροποίησης και ουρεάσης) οδηγεί τελικά σε σχετικά μεγάλες ποσότητες διαθέσιμου αζώτου, θα μπορούσε να εξηγήσει την μεγάλη συνολική βιομάζα στις επεμβάσεις με IC2x. Στην 3<sup>η</sup> μέτρηση η υψηλότερη συνολική βιομάζα βρέθηκε στον μάρτυρα (301,6g/quadrat), ενώ υψηλή τιμή παρατηρούμε και στην επέμβαση NAx (300,73g/quadrat) και η ελάχιστη τιμή καταγράφηκε στην επέμβαση ICx (76,36g/quadrat). Μικρότερες είναι και οι διαφορές ανάμεσα στις επεμβάσεις παρεμποδισμένων και μη παρεμποδισμένων λιπασμάτων, γεγονός το οποίο πιθανόν να οφείλεται στην πάροδο του χρόνου και την σταδιακή απελευθέρωση και δράση του αζώτου και στις επεμβάσεις με παρεμποδιστές νιτροποίησης/ουρεάσης.

Παρατηρήσαμε ότι με τις διάφορες επεμβάσεις επηρεάζονται οι πυκνότητες, η βιοποικιλότητα και η βιομάζα των ζιζανίων στον πειραματικό μας αγρό. Γιατί όμως η ζιζανιοχλωρίδα έχει κερδίσει το επιστημονικό ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια; Ποιες άλλες παράμετροι την επηρεάζουν; Η ζιζανιοχλωρίδα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τους τρόπους που επεμβαίνουμε στο χωράφι (Travlos, Cheimona, Roussis, & Bilalis, 2018) αλλά και από την κύρια καλλιέργεια, η οποία την επηρεάζει. Σύμφωνα και με τους (Jordan & Vatovec, 2004), δεν υπάρχουν ακόμη πολλές μελέτες για τον «σωστό τρόπο» διαχείρισης και αντιμετώπισης της ζιζανιοχλωρίδας, την οποία θα έπρεπε να δούμε κάτω από την σκοπία της βιωσιμότητας. Η βιοποικιλότητα των ζιζανίων έχει σημαντικές επιπτώσεις στην παραγωγικότητα και άρα στην απόδοση μιας καλλιέργειας. Η ζιζανιοχλωρίδα περιλαμβάνει ωφέλημα είδη (beneficial biota), τα οποία προστατεύουν με τις ιδιότητες τους το αγροικοσύστημα, προσφέροντας σημαντικές λειτουργίες σε αυτό. Ορισμένα παραδείγματα είναι η συμβολή στην ανακύκλωση των θρεπτικών, η καταπολέμιση παθογόνων, η μείωση της αποσάθρωσης του εδάφους και πολλά άλλα. Στόχος θα πρέπει να είναι η σωστή διαχείριση της ζιζανιοχλωρίδας ώστε να κερδίσουμε από τα ωφέλη, χωρίς να έχουμε σημαντικές απώλειες από τον ανταγωνισμό που προκαλούν στην κύρια καλλιέργεια. Η

διαχείριση αυτή πρέπει να περιλαμβάνει την παράμετρο του χώρου αλλά και του χρόνου. Έτσι, η χρονική στιγμή της λίπανσης παίζει σημαντικό ρόλο, καθώς είδαμε ότι ορισμένα είδη έχουν πλεονέκτημα από την εισροή αζώτου στο έδαφος, ενώ η σωστή διαχείριση του χώρου περιλαμβάνει την ρύθμιση της πυκνότητας των ζιζανίων στον αγρό αλλά και περιμετρικά της καλλιεργούμενης έκτασης. Καθώς υπάρχουν είδη περισσότερο αλλά και λιγότερο ωφέλιμα, θα πρέπει με σωστή διαχείριση να δημιουργείται η επιθυμητή φυτοκοινότητα. Για παράδειγμα, το είδος *Tribulus terrestris*, το οποίο βρέθηκε και κατά την διεξαγωγή του πειράματος, ευνοείται από συστήματα με μειωμένη κατεργασία του εδάφους (Travlos, Cheimona, Roussis, & Bilalis, 2018) Η παρουσία των ζιζανίων επηρεάζει μεταξύ άλλων την γονιμότητα του εδάφους, επιβραδύνει την απώλεια θρεπτικών στοιχείων αλλά και του αρδευτικού νερού, τα βαθύρριζα ζιζάνια μεταφέρουν θρεπτικά από χαμηλότερα στρώματα του εδάφους προς την επιφάνεια ενώ ταυτόχρονα το ριζικό σύστημα προστατεύει από την αποσάθρωση (Jordan & Vatovec, 2004).

**Συνοψίζοντας** τα αποτελέσματα του πειράματος, είδαμε ότι η βιοποικιλότητα των ζιζανίων φαίνεται να επηρεάζεται τόσο από το είδος όσο και από την ποσότητα της λίπανσης. Η παρουσία και απουσία ορισμένων ειδών αλλά και η πυκνότητα είναι πιθανό να επηρεάζεται από την εισροή αζώτου στο έδαφος. Η βιομάζα επηρεάζεται από την παρουσία των αζωτούχων λιπασμάτων, ενώ πρώτα φαίνεται στις επεμβάσεις με λιπάσματα χωρίς παρεμποδιστή και στη συνέχεια παρατηρείται στις επεμβάσεις με παρεμποδιστή νιτροποίησης/ουρέασης. Η βιοποικιλότητα είναι μεγαλύτερη στον μάρτυρα και στις επεμβάσεις όπου έγινε χρήση παρεμποδισμένου λιπάσματος, ενώ αρνητικά φαίνεται να επηρεάζεται από τις επεμβάσεις με αζωτούχα λιπάσματα χωρίς παρεμποδιστή. Για την καλύτερη κατανόηση της επίδρασης των λιπασμάτων στην ζιζανιοχλωρίδα, την πυκνότητα και την ανάπτυξη τους θα ήταν χρήσιμη η επανάληψη του πειράματος με λιγότερες επεμβάσεις (χωρίς την χρήση της διαβάθμισης συγκέντρωσης των λιπασμάτων) και η λήψη μεγαλύτερου δείγματος. Ενώ φαίνονται οι τάσεις της επίδρασης, δεν κατέστη δυνατό να αποδείξουμε την στατιστική σημαντικότητα των αποτελεσμάτων, καθώς τα δείγματα ήταν σχετικά μικρά. Επίσης, για την σωστή εκτίμηση της βιοποικιλότητας θα ήταν καλό να γίνει η χρήση ενός «μάρτυρα», στον οποίον δεν θα γίνει καμία επέμβαση (δηλαδή όχι βοτάνισμα κατά την διάρκεια της διεξαγωγής του πειράματος). Καθώς η επεμβάσεις στο χωράφι δίνουν πλεονέκτημα σε ορισμένα είδη, η βιοποικιλότητα θα επηρεαστεί από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Για την πλήρη εκτίμηση της εν δυνάμει βιοποικιλότητας του αγρού θα μπορούσε να γίνει δειγματοληψία εδάφους για καταμέτρηση και ταξινόμηση σπόρων και προσδιορισμός φυτρωτικότητας.

## 5. Βιβλιογραφία

- Cantarella, H., Rodrigues, J. S., & Otto, R. (2018). Agronomic efficiency of NBPT as a urease inhibitor: A review,,. *Journal of Advanced Research Volume 13*, Pages 19-27.
- Ali, N. (2015). Review: Nitrogen Utilization Features in Cotton Crop . *American Journal of Plant Sciences* , 987-1002.
- Al-Snafi , A. E. (2016). A review on *Cyperus rotundus* A potential medicinal plant.
- Berlicki, Ł., Bochno, M., Grabowiecka, A., & al, e. (2012). N-substituted aminomethanephosphonic and aminomethane-P-methylphosphinic acids as inhibitors of ureases. *Amino Acids* 42, 1937–1945.
- Bernhard , A. (2010). The Nitrogen Cycle: Processes, Players and Human Impact. *Nature Education* .
- Blackshaw, R., & Brandt, R. (2008). Nitrogen Fertilizer Rate Effects on Weed Competitiveness is Species Dependent. *Weed Science*, 56(5), σσ. 743-747.
- Byrne, M., Tobin, J., Forestal, P. J., Richards , K., Cummins, E., & Hogan, S. A. (2020). Urease and Nitrification Inhibitors—As Mitigation Tools for Greenhouse Gas Emissions in Sustainable Dairy Systems: A Review. *Sustainability*.
- Cheimona, N., Angeli, C., Panagiotou, E., Tzanidaki, A., Drontza, C., & Bilalis, D. (2016). Effect of Different Types of Fertilization on Weed Flora in Processed Tomato Crop. . *Agriculture and Agricultural Science Procedia*.
- Compendium, C. (2022). *cabidigitallibrary*. Ανάκτηση από <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.4639>
- Cottonportal*. (n.d.). Ανάκτηση από <https://www.cottonportal.org/cotton/en/cotton-content/cotton-statistics>
- Cottonportal* . (n.d.).
- Deytieux, V., Cordeau, S., & Adeux, G. (2020). Diversity is the key for successful agroecological weed management.
- Folina, A., Tataridas, A., Mavroeidis , A., Kousta, A., Katsenios, N., Efthimiadou, A., . . . Kakabouki, I. (2021). Evaluation of Various Nitrogen Indices in N- Fertilizers with Inhibitors in Field Crops: A Review.
- Gaber, A. (2016). Ecological and Toxicological Studies on Certain Insect Pests Infesting Cotton Crop in Assiut Governorate.
- Goeden, R. (1971). Insect Ecology of Silverleaf Nightshade. *Weed Science*, 19(1),, 45-51.
- Green, J. D., Murray, D. S., & Verhalen, L. M. ( 1987). “Full-Season Interference of Silverleaf Nightshade (*Solanum Elaeagnifolium*) with Cotton (*Gossypium Hirsutum*). *Weed Science*, vol. 35, no. 6, σσ. 813–18.

- Green, J., Murray, D., & Verhalen, L. (1987). Full-Season Interference of Silverleaf Nightshade (*Solanum elaeagnifolium*) with Cotton (*Gossypium hirsutum*). *Weed Science*, 35, 813-818.
- Hellenic Cotton Association . (2022). Ανάκτηση από <https://hca.org.gr/>
- Jordan, N., & Vatovec, C. (2004). Agroecological Benefits from Weeds. *Weed Biology and Management* .
- Jordan, N., & Vatovec, C. (2004). Agroecological benefits from weeds. *Weed Biology and Management*. *Weed Biology and Management*, σσ. 137-158.
- Kakabouki, I., Karydogianni, S., Roussis, I., & Bilalis, D. (2020). Effect of organic and inorganic fertilization on weed flora and seed yield in black mustard [*Brassica nigra* (L.) Koch] crops. *International Journal of Agriculture and National Resources*.
- Ledo, A., Menegat, & Tirado, R. (2022). Greenhouse gas emissions from global production and use of nitrogen synthetic fertilisers in agriculture. *Sci Rep* 12 14490.
- Lee, J. A., & Fang, D. D. (2015). Cotton as a World Crop: Origin History, and Current Status In Cotton .
- Lehnert, N. D. (2018). Reversing Nitrogen fixation. *Nat Rev Chem* 2, 278-289.
- Mahé, I., Cordeau, S., Bohan, D., Derrouch, D., Dessaint, F., Millot, D., & Chauvel, B. (2020). Soil seedbank: Old methods for new challenges in agroecology? *Ann Appl Biol*. 178, σσ. 23– 38.
- Mi, W., Gao, Q., Sun, Y., Zhao, H., Yang, X., Guo, X., . . . Wu, L. (2018). Changes in weed community with different types of nitrogen fertilizers during the fallow season. *Crop Protection*. 109.
- Mygdakos, E., Avgoulas, C., & Bilalis, D. (2005). Conventional, reduced tillage and no-tillage systems for cotton growing under Mediterranean conditions: a cultural and economic approach. . *J Food Agric Environ*, 3, σσ. 173-179.
- Nature Education. (2010).
- Oosterhuis, D., & Jernstedt, J. (1991). Morphology and Anatomy of the Cotton Plant. Στο S. W. J.T., *Cotton: Origin, History, Technology and Production* (σ. Chapter 2.1). John Wiley & Sons.
- Rojas-Sandoval, J., & Acevedo-Rodríguez, P. (2022). *cabidigitallibrary*. Ανάκτηση από <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.17506>
- Rojas-Sandoval, J., & Acevedo-Rodríguez, P. (2022). '*Echinochloa crus-galli* (barnyard grass)', *CABI Compendium*. *CABI International*. Ανάκτηση από <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.20367#tab-citations>
- Sabrina, G., Xavier, R., & Guillaume, F. (2016). Agroecology and conservation of weed diversity in agricultural lands,. *Botany Letters*, 163:4, σσ. 351-35.
- Simpson, M. G. (2017). *Συστηματική των Φυτών*. Utopia.

- Smith , W. C., & Cothren, T. J. (1991, April). *Cotton: origin, history, technology and production*. Wiley.
- Sosnoskie, L., Hanson, B., & Steckel, L. (2020). Field bindweed (*Convolvulus arvensis*): “all tied up”. *Weed Technology*, 34(6), σ. 916.
- Tian, H. X. (2020). A comprehensive quantification of global nitrous oxide sources and sinks. *Nature* 586, 248–256 .
- Travlos, I., Cheimona, N., Roussis, I., & Bilalis, D. (2018). Weed-Species Abundance and Diversity Indices in Relation to Tillage Systems and Fertilization.
- Tscheulin , T., & Petanidou, T. (2012). The presence of the invasive plant *Solanum elaeagnifolium* deters honeybees and increases pollen limitation in the native co-flowering species *Glaucium flavum*.
- Uludag, A., Gbehounou, G., Kashefi, J., Bouhache, M., Bon, M. C., Bell, C., & Lagopodi, A. L. (2016). Review of the current situation for *Solanum elaeagnifolium* in the Mediterranean Basin. *EPPO Bull*, 139-147.
- Wagner , S. C. (2011). Biological Nitrogen fixation. *Nature Education Knowledge*.
- Wang, H., Köbke, S., & Dittert, K. (2020). Use of urease and nitrification inhibitors to reduce gaseous nitrogen emissions from fertilizers containing ammonium nitrate and ure. *Global Ecology and Conservation, Volume 22*.
- Wendel, J. F., & Grover, C. E. (2015, April). Taxonomy and Evolution of the Cotton Genus, *Gossypium*.
- Καραγκούνη-Κυρτσού, Α. (2012 ). *Γενική Μικροβιολογία*.
- Παπακώστα- Τασόπουλου, Δ. (2013). *Βιομηχανικά Φυτά β Έκδοση*. Θεσσαλονίκη: Σύγχρονη Παιδεία.
- Πασχαλίδης, Κ. (2019). *Βιομηχανικά και ενεργειακά Φυτά, Πρόχειρες Εργαστηριακές Σημειώσεις* . Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο, Σχολή Γεωπονικών επιστημών .

## 6. Πίνακες

Πίνακας 2.1: εδαφολογικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού .....	57
Πίνακας 3.1: Φυτά που βρέθηκαν στον πειραματικό αγρό.....	65
Πίνακας 3.2: Ανάλυση διασποράς (RM ANOVA) για την 2 <sup>η</sup> μέτρηση .....	66
Πίνακας 3.3: Ανάλυση διασποράς (RM ANOVA) για την 2 <sup>η</sup> μέτρηση .....	67
Πίνακας 3.4: Πυκνότητες ζιζανίων στην 2 <sup>η</sup> μέτρηση .....	68
Πίνακας 3.5: Ανάλυση διασποράς στην 3 <sup>η</sup> μέτρηση.....	72
Πίνακας 3.6: Ανάλυση διασποράς στην 3 <sup>η</sup> μέτρηση.....	73
Πίνακας 3.7. Πυκνότητα ζιζανίων στην 3 <sup>η</sup> μέτρηση.....	74
Πίνακας 3.8 Πυκνότητες και δείκτες βιοποικιλότητας 1 <sup>ης</sup> μέτρησης (Μάρτυρας).....	78
Πίνακας 3.9 Ανάλυση διασποράς για τον δείκτη Simpson (2 <sup>η</sup> μέτρηση).....	80
Πίνακας 3.10 Ανάλυση διασποράς για τον δείκτη Shannon (2 <sup>η</sup> μέτρηση).....	80
Πίνακας 3.11 Ανάλυση διασποράς για τον δείκτη Pielou (2 <sup>η</sup> μέτρηση).....	80
Πίνακας 3.12 Ανάλυση διασποράς για τον δείκτη Margalef (2 <sup>η</sup> μέτρηση) .....	81
Πίνακας 3.13 Δείκτες βιοποικιλότητας ανά επέμβαση στην 2 <sup>η</sup> μέτρηση, τυπικό σφάλμα και τυπική απόκλιση.....	82
Πίνακας 3.14 Ανάλυση διασποράς για τον δείκτη Simpson (3 <sup>η</sup> επέμβαση).....	86
Πίνακας 3.15 Ανάλυση διασποράς για τον δείκτη Shannon (3 <sup>η</sup> επέμβαση).....	86
Πίνακας 3.16 Ανάλυση διασποράς για τον δείκτη Pielou (3 <sup>η</sup> επέμβαση).....	86
Πίνακας 3.17 Ανάλυση διασποράς για τον δείκτη Margalef (3 <sup>η</sup> επέμβαση) .....	87
Πίνακας 3.18 Δείκτες βιοποικιλότητας ανά επέμβαση στην 3 <sup>η</sup> μέτρηση, τυπικό σφάλμα και τυπική απόκλιση.....	88
Πίνακας 3.19 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος του <i>Cyperus rotundus</i> .....	92
Πίνακας 3.20 Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος του <i>Cyperus rotundus</i> .....	92
Πίνακας 3.21 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους στην 2 <sup>η</sup> μέτρηση ( <i>Cyperus rotundus</i> ) .....	92
Πίνακας 3.22 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος του <i>Cyperus rotundus</i> .....	93
Πίνακας 3.23 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους για το <i>Cyperus rotundus</i> .....	94
Πίνακας 3.24 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος του <i>Amaranthus retroflexus</i> .....	94
Πίνακας 3.25 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους του <i>Amaranthus retroflexus</i> .....	95
Πίνακας 3.26 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος του <i>Amaranthus retroflexus</i> .....	96
Πίνακας 3.27 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους του <i>Amaranthus retroflexus</i> .....	96
Πίνακας 3.28 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος του <i>Solanum elaeagnifolium</i> .....	97
Πίνακας 3.29 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους του <i>Solanum elaeagnifolium</i> .....	97
Πίνακας 3.30 Ανάλυση για το νωπό βάρος του <i>Solanum elaeagnifolium</i> .....	98
Πίνακας 3.31 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους για το <i>Solanum elaeagnifolium</i> .....	99
Πίνακας 3.32 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρους του είδους <i>Echinochloa crus-galli</i> 100	

Πίνακας 3.33 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους για το είδους <i>Echinochloa crus-galli</i> .....	100
Πίνακας 3.34 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος του είδους <i>Echinochloa crus-galli</i> ..	101
Πίνακας 3.35 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους για το είδος <i>Echinochloa crus-galli</i> .....	101
Πίνακας 3.36 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρους του είδους <i>Tribulus terrestris</i> .....	102
Πίνακας 3.37 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους για το είδος <i>Tribulus terrestris</i> .....	103
Πίνακας 3.38 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρους του είδους <i>Tribulus terrestris</i> .....	103
Πίνακας 3.39 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους του είδους <i>Tribulus terrestris</i> .....	104
Πίνακας 3.40 Ανάλυση διασποράς για το είδος <i>Convolvulus arvensis</i> .....	104
Πίνακας 3.41 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους για το είδος <i>Convolvulus arvensis</i> .....	105
Πίνακας 3.42 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος του είδους <i>Convolvulus arvensis</i> .....	106
Πίνακας 3.43 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους για το είδος <i>Convolvulus arvensis</i> .....	106
Πίνακας 3.44 Ανάλυση διασποράς του νωπού βάρους του είδους <i>Sorghum halepense</i> .....	107
Πίνακας 3.45 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους για το είδος <i>Sorghum halepense</i> .....	107
Πίνακας 3.46 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος του είδους <i>Sorghum halepense</i> .....	108
Πίνακας 3.47 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους για το είδος <i>Sorghum halepense</i> .....	108
Πίνακας 3.48 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρους του είδους <i>Portulaca oleracea</i> .....	109
Πίνακας 3.49 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους για το είδος <i>Portulaca oleracea</i> .....	109
Πίνακας 3.50 Ανάλυση διασποράς νωπού βάρους για το είδος <i>Chenopodium album</i> .....	110
Πίνακας 3.51 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους για το είδος <i>Chenopodium album</i> .....	111
Πίνακας 3.52 Ανάλυση διασποράς για το νωπό βάρος του είδους <i>Chenopodium album</i> .....	112
Πίνακας 3.53 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους για το είδος <i>Chenopodium album</i> .....	112
Πίνακας 3.54 Ανάλυση διασποράς του νωπού βάρους του είδους <i>Heliotropium europaeum</i> .....	113
Πίνακας 3.55 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους για το είδος <i>Heliotropium europaeum</i> .....	114
Πίνακας 3.56 Ανάλυση διασποράς νωπού βάρους για το είδος <i>Heliotropium europaeum</i> ...	114
Πίνακας 3.57 Τιμές νωπού και ξηρού βάρους για το είδος <i>Heliotropium europaeum</i> .....	115
Πίνακας 3.58 Ανάλυση συνολικής νωπής βιομάζας (2 <sup>η</sup> μέτρηση) .....	116
Πίνακας 3.59 Τιμές συνολικής νωπής βιομάζας ανά επέμβαση (2 <sup>η</sup> μέτρηση) .....	116
Πίνακας 3.60 Ανάλυση διασποράς συνολικής βιομάζας νωπού βάρους (3 <sup>η</sup> μέτρηση) .....	117
Πίνακας 3.61 Τιμές συνολικής βιομάζας ανά επέμβαση (3 <sup>η</sup> μέτρηση) .....	117



## 7. Διαγράμματα

Διάγραμμα 3.1: Πυκνότητα του είδους <i>Cyperus rotundus</i> στην 2η μέτρηση. ....	69
Διάγραμμα 3.2: Πυκνότητα του <i>Solanum elaeagnifolium</i> κατά την 2 <sup>η</sup> μέτρηση.....	69
Διάγραμμα 3.3 Πυκνότητα του είδους <i>Echinochloa crus-galli</i> στην 2 <sup>η</sup> μέτρηση .....	70
Διάγραμμα 3.4 Συνολικός αριθμός ατόμων (N) ανά επέμβαση στην 2 <sup>η</sup> μέτρηση:.....	70
Διάγραμμα 3.5 Συνολικός αριθμός ειδών ανά επέμβαση στην 2 <sup>η</sup> μέτρηση.....	71
Διάγραμμα 3.6 Πυκνότητα του <i>Cyperus rotundus</i> κατά την 3 <sup>η</sup> μέτρηση στον πειραματικό αγρό .....	75
Διάγραμμα 3.7 Πυκνότητα του <i>Echinochloa crus-galli</i> κατά την 3 <sup>η</sup> μέτρηση στον πειραματικό αγρό .....	75
Διάγραμμα 3.8 Πυκνότητα του <i>Solanum elaeagnifolium</i> κατά την 3 <sup>η</sup> μέτρηση στον πειραματικό αγρό .....	76
Διάγραμμα 3.9 Αριθμός ειδών ανά επέμβαση, με p value = 0,002.....	77
Διάγραμμα 3.10 Συνολικός αριθμός ατόμων (N) ανά επέμβαση στην 3 <sup>η</sup> μέτρηση. ....	77
Διάγραμμα 3.11 Απεικόνιση του νωπού και του ξηρού βάρους ανά άτομο και είδος στην πρώτη μέτρηση (Μέτρηση αναφοράς). ....	79
Διάγραμμα 3.12 Δείκτης του Simpson στην 2 <sup>η</sup> μέτρηση και το τυπικό σφάλμα για κάθε επέμβαση .....	83
Διάγραμμα 3.13 Δείκτης του Shannon στην 2 <sup>η</sup> μέτρηση και το τυπικό σφάλμα για κάθε επέμβαση .....	83
Διάγραμμα 3.14 Pielou Index για την 2 <sup>η</sup> μέτρηση και το τυπικό σφάλμα για κάθε επέμβαση	84
Διάγραμμα 3.15 Δείκτης Margalef (richness) για την 2 <sup>η</sup> μέτρηση και το τυπικό σφάλμα για κάθε επέμβαση. ....	85
Διάγραμμα 3.16 Δείκτης του Simpson κατά την 3 <sup>η</sup> μέτρηση και η τυπική απόκλιση για κάθε επέμβαση .....	89
Διάγραμμα 3.17. Δείκτης του Shannon για την 3 <sup>η</sup> μέτρηση και η τυπική απόκλιση για κάθε επέμβαση. ....	89
Διάγραμμα 3.18 Δείκτης Pielou για την 3 <sup>η</sup> μέτρηση και η τυπική απόκλιση για κάθε επέμβαση .....	90
Διάγραμμα 3.19. Δείκτης Margalef (richness) για κάθε επέμβαση και η τυπική απόκλιση για κάθε επέμβαση .....	91
Διάγραμμα 3.20. Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο στην 2 <sup>η</sup> μέτρηση για το φυτό <i>Cyperus rotundus</i> .....	93
Διάγραμμα 3.21. Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο στην 3 <sup>η</sup> μέτρηση για το φυτό <i>Cyperus rotundus</i> .....	94
Διάγραμμα 3.22 Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το είδος <i>Amaranthus retroflexus</i> στην 2 <sup>η</sup> μέτρηση.....	95
Διάγραμμα 3.23 Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το είδος <i>Amaranthus retroflexus</i> στην 3 <sup>η</sup> μέτρηση.....	96

Διάγραμμα 3.24 Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το είδος <i>Solanum elaeagnifolium</i> την 2 <sup>η</sup> μέτρηση .....	98
Διάγραμμα 3.25 Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το είδος <i>Solanum elaeagnifolium</i> στην 3 <sup>η</sup> μέτρηση.....	99
Διάγραμμα 3.26 Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το είδος <i>Echinochloa crus-galli</i> στην 2 <sup>η</sup> μέτρηση.....	101
Διάγραμμα 3.27 Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το είδος <i>Echinochloa crus-galli</i> στην 3 <sup>η</sup> μέτρηση.....	102
Διάγραμμα 3.28 Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το είδος <i>Tribulus terrestris</i> για την 2 <sup>η</sup> μέτρηση .....	103
Διάγραμμα 3.29 Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το είδος <i>Tribulus terrestris</i> για την 3 <sup>η</sup> μέτρηση .....	104
Διάγραμμα 3.30. Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το είδος <i>Convolvulus arvensis</i> για την 2 <sup>η</sup> μέτρηση.....	105
Διάγραμμα 3.31. Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το είδος <i>Convolvulus arvensis</i> για την 3 <sup>η</sup> μέτρηση.....	106
Διάγραμμα 3.32. Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το είδος <i>Sorghum halepense</i> στην 2 <sup>η</sup> μέτρηση. ....	108
Διάγραμμα 3.33. Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το είδος <i>Sorghum halepense</i> στην 3 <sup>η</sup> μέτρηση. ....	109
Διάγραμμα 3.34. Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το είδος <i>Portulaca oleracea</i> στην 2 <sup>η</sup> μέτρηση. ....	110
Διάγραμμα 3.35. Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το <i>Chenopodium album</i> στην 2 <sup>η</sup> μέτρηση .....	111
Διάγραμμα 3.36. Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το <i>Chenopodium album</i> στην 3 <sup>η</sup> μέτρηση .....	113
Διάγραμμα 3.37. Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το <i>Heliotropium europaeum</i> στην 2 <sup>η</sup> μέτρηση .....	114
Διάγραμμα 3.38 Νωπό και ξηρό βάρος ανά άτομο για το <i>Heliotropium europaeum</i> στην 3 <sup>η</sup> μέτρηση .....	115
Διάγραμμα 3.39 Συνολική βιομάζα ανά quadrat στην 2 <sup>η</sup> μέτρηση .....	116
Διάγραμμα 3.40 Συνολική βιομάζα ανά quadrat στην 3 <sup>η</sup> μέτρηση.....	118

