



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
Τμήμα Φυτικής Παραγωγής
Εργαστήριο Γεωργίας

**«Επίδραση του συστήματος εδαφοκατεργασίας και της λίπανσης
με κομπόστ στην ανάπτυξη και στην απόδοση βιολογικής
καλλιέργειας κουνιάς (*Chenopodium quinoa*)»**



Ιωάννης Κατσένιος

Αθήνα, 2012

**Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Τμήμα Φυτικής Παραγωγής
Εργαστήριο Γεωργίας**

Τίτλο μεταπτυχιακής μελέτης:

«Επίδραση του συστήματος εδαφοκατεργασίας και της λίπανσης με κομπόστ στην ανάπτυξη και στην απόδοση βιολογικής καλλιέργειας κουνόας (*Chenopodium quinoa*)»

Του μεταπτυχιακού φοιτητή:

Ιωάννη Κατσένιου

Τριμελής συμβουλευτική επιτροπή:

Μπιλάλης Δημήτριος, Επίκουρος Καθηγητής Γ.Π.Α., Επιβλέπων

Ευθυμιάδης Παναγιώτης, Καθηγητής Γ.Π.Α

Παπαστυλιανού Παναγιώτα, Επίκουρος Καθηγήτριας Γ.Π.Α.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή μελέτη εκπονήθηκε το ακαδημαϊκό έτος 2010-2011 και η ολοκλήρωσή της κατέστη εφικτή με τη συμμετοχή κάποιων ατόμων. Θα ήθελα πρωταρχικά να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Καθηγητή μου κ. Μπιλάλη Δημήτριο, τόσο για την ανάθεση του θέματος όσο και για τη συνεχή καθοδήγηση και στήριξη, που μου παρείχε κατά τη διάρκεια του πειράματος, καθώς και στη συγγραφή αυτής της μελέτης.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Ευθυμιάδη Παναγιώτη για την αμέριστη συμπαράσταση και συμβουλές που μου παρείχε από την αρχή του πειράματος.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Επίκουρο Καθηγήτρια κα. Παπαστυλιανού Παναγιώτα, για την πολύτιμη βοήθειά της στην ολοκλήρωση της μελέτης και τη συμμετοχή της στην επιτροπή αξιολόγησης.

Μεγάλες ευχαριστίες εκφράζονται στην Γουρνάκη Μαρία για την έμπρακτη και ουσιαστική βοήθεια και συμμετοχή στη διεξαγωγή του πειράματος.

Ευχαριστώ θερμά όλα τα μέλη του Εργαστηρίου Γεωργίας για την συμπαράσταση που έδειξαν καθ' όλη την διάρκεια της διατριβής. Ευχαριστώ τους προπτυχιακούς φοιτητές του Γ.Π.Α., Καρούσου Ελένη, Νταφόπουλο Θωμά και Πλέσσια Κωνσταντίνα για την πολύτιμη βοήθειά τους κατά τη διάρκεια του πειράματος.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται στην Επίκουρο Καθηγήτρια κα. Χελά Δήμητρα του Πανεπιστημίου Δυτικής Ελλάδος.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένειά μου για την συμπαράσταση που μου προσέφερε.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εγκαταστάθηκαν δύο διαφορετικά πειράματα με κοινό σκοπό τη μελέτη της επίδρασης των κύριων καλλιεργητικών τεχνικών, της κατεργασίας και της λίπανσης, στην ανάπτυξη και την απόδοση του φυτού *Chenopodium quinoa*. Το πρώτο πείραμα διεξήχθη στον βιολογικό αγρό του εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών την καλλιεργητική περίοδο 3-8/2012 και είχε ως στόχο την μελέτη της επίδρασης στην ανάπτυξη και την απόδοση της κινόας τριών διαφορετικών ειδών λίπανσης (κομπόστ, χούμος και καμία λίπανση). Στο δεύτερο πείραμα, που διεξήχθη σε βιολογικό αγρό στο Αγρίνιο την καλλιεργητική περίοδο 5-9/2011, μελετήθηκε η επίδραση δύο συστημάτων εδαφοκατεργασίας (σύνηθες κατεργασία και ελάχιστη κατεργασία) στην καλλιέργεια κινόας. Κάθε σύστημα της κατεργασίας συνδυάστηκε με τρία διαφορετικά είδη λίπανσης (κομπόστ, κομποστοποιημένη κοπριά αγελάδας και καμία λίπανση).

Από τον πειραματικό αγρό της Αθήνας πάρθηκαν τέσσερις μετρήσεις για κάθε χαρακτηριστικό (50, 70, 90, 110 ημέρες από τη σπορά). Τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν ήταν το ύψος των φυτών, το νωπό βάρος ανά στρέμμα, το ξηρό βάρος ανά στρέμμα και ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας. Επίσης, πάρθηκε μια τελική μέτρηση της απόδοσης σε σπόρο. Στον πειραματικό αγρό του Αγρινίου πάρθηκαν μετρήσεις (75 ημέρες από την σπορά) που αφορούσαν χαρακτηριστικά όπως το ολικό εδαφικό N%, η πυκνότητα της ρίζας, το ύψος των φυτών, το ξηρό βάρος ανά στρέμμα και ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας. Τέλος, πάρθηκε μια τελική μέτρηση της απόδοσης σε σπόρο.

Σχετικά με τις λιπάνσεις που εφαρμόστηκαν στο πείραμα της Αθήνας δεν παρουσιάστηκαν πολλές διαφορές μεταξύ κομπόστ και χούμου σε ότι αφορά τις μετρήσεις που έγιναν. Αντίθετα, σε όλες τις μετρήσεις η ολοκληρωτική απουσία λίπανσης εμφάνισε μειωμένες τιμές. Στον πειραματικό αγρό του Αγρινίου η συμβατική κατεργασία δεν είχε καθόλου θετικά

αποτελέσματα σε ότι αφορά την καλλιέργεια βιολογικής κινόας, ενώ η ελάχιστη κατεργασία είχε θετικότερα αποτελέσματα σε όλες τις μετρήσεις. Οι λιπάνσεις με κοπριά και κομπόστ δεν παρουσίασαν πολλές διαφορές σε ότι αφορά τις μετρήσεις που έγιναν, αλλά υπήρξε εμφανής ανωτερότητα σε σχέση με την πλήρη απουσία λίπανσης.

SUMMARY

Two separate experiments were conducted with one common purpose, to be studied the effect of different soil tillage systems and different kinds of fertilizers to organic quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). The first experiment cited on the farm of the Agricultural University of Athens during the cultivating period March-August 2011. In that experiment it was studied the effects of three different kinds of fertilizers (seaweed compost, humus and control). The second experiment was established in the area of Agrinio during the cultivating period May-September 2011. This experiment was setup in order to be studied the effects of two different soil tillage systems (conventional and minimum) combined with three different kinds of fertilizers (control, cow manure and seaweed compost).

From the experimental field of Athens the plant properties which were studied were the following: height, fresh and dry matter, LAI and yields of seed. Concerning the experimental field of Agrinio the plant properties which were studied were the following: total N, density of the root system, height, dry and fresh weight, LAI and yields of seed.

In conclusion, in the study of Athens no significant differences between seaweed compost and humus were occurred. On the other hand, control had worse influence to all the plant properties than the other two fertilizers. In the experiment of Agrinio it was observed that the reduced tillage system had the most positive effects and conventional tillage had negative results in the crop of quinoa. There weren't significant differences between cow manure and seaweed compost and control had worst results in all the plant properties.

Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
SUMMARY	6
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
1.1 ΙΣΤΟΡΙΑ	10
1.2 ΚΕΝΤΡΑ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ.....	10
1.3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΓΕΝΕΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ.....	11
1.4 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ.....	12
1.5 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ	12
1.6 ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ <i>Chenopodiaceae</i>	13
1.7 ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΚΑΙ ΣΤΑΔΙΩΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ.....	13
1.8 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	14
1.8.1 ΦΥΛΛΑ	15
1.8.2 ΒΛΑΣΤΟΣ	16
1.8.3. ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	16
1.8.4 ΑΝΘΗ.....	16
1.8.5 ΚΑΡΠΟΣ.....	17
1.9 ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ-ΕΠΙΚΟΝΙΑΣΗ-ΒΕΛΤΙΩΣΗ	18
1.10 ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ	18
1.10.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ.....	18
1.10.2 ΦΩΤΟΠΕΡΙΟΔΟΣ.....	19
1.10.3 ΕΝΤΑΣΗ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ.....	20
1.10.4 ΥΓΡΑΣΙΑ.....	20
1.10.5 ΥΨΟΜΕΤΡΟ	21
1.10.6 ΕΔΑΦΟΣ.....	21
1.11 ΤΕΧΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	22
1.11.1 ΣΠΟΡΑ.....	22
1.11.2 ΑΡΔΕΥΣΗ	23
1.11.3 ΛΙΠΑΝΣΗ	23
1.11.3.1 ΑΖΩΤΟ	23
1.11.3.2 ΦΩΣΦΟΡΟ-ΚΑΛΙΟ.....	23
1.11.4 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ.....	24
1.12 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ	25

1.13 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ	26
1.14 ΧΡΗΣΕΙΣ.....	27
1.14.1 ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΙ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	27
1.14.2 ΑΠΟΥΣΙΑ ΓΛΟΥΤΕΝΗΣ	31
1.14.3 ΑΛΛΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ	32
1.15 ΣΑΠΩΝΙΝΕΣ.....	33
1.15.1 ΣΑΠΩΝΙΝΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ.....	34
1.15.1.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ.....	34
1.15.1.2 ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	34
1.15.2 ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΣΑΠΩΝΙΝΩΝ	35
1.16 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	35
1.17 ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ	36
1.18 ΣΚΟΠΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	38
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	39
2.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ.....	39
2.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ	39
2.2.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΑΘΗΝΑΣ	39
2.2.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΑΓΡΙΝΙΟΥ	41
2.3 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ.....	43
2.4 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ	43
2.4.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΑΘΗΝΑΣ	43
2.4.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΑΓΡΙΝΙΟΥ	44
2.5 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΓΡΟΥ-ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ	45
2.5.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΓΡΟΥ ΑΘΗΝΑΣ ΚΑΙ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ	45
2.5.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΓΡΟΥ ΑΓΡΙΝΙΟΥ ΚΑΙ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ	45
2.6 ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ	46
2.7 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ.....	47
2.8 ΛΗΦΘΕΙΣΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	47
2.8.1 ΛΗΦΘΕΙΣΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ (ΑΘΗΝΑ).....	47
2.8.2 ΛΗΦΘΕΙΣΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ (ΑΓΡΙΝΙΟ).....	49
2.9 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	50
2.10 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	50
2.10.1 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΘΗΝΑ.....	50
2.10.2 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΓΡΙΝΙΟ	51

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	53
3.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΑΘΗΝΑΣ.....	53
3.1.1 ΥΨΟΣ.....	53
3.1.2 ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ.....	55
3.1.3 ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ.....	59
3.1.4 ΔΕΙΚΤΗΣ LAI.....	62
3.1.5 ΑΠΟΔΟΣΗ	66
3.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΑΓΡΙΝΙΟΥ.....	68
3.2.1 ΟΛΙΚΟ ΕΔΑΦΙΚΟ Ν%.....	68
3.2.2 ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΡΙΖΑΣ.....	70
3.2.3 ΥΨΟΣ.....	72
3.2.4 ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ.....	74
3.2.5 ΔΕΙΚΤΗΣ LAI.....	76
3.2.6 ΑΠΟΔΟΣΗ	77
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	80
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	95
5.1 ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	95
5.2 ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	108

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΙΣΤΟΡΙΑ

Η κινόα ή κουινόα, είναι ένα φυτό που αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της Ιστορίας των περιοχών της Νότιας Αμερικής. Καλλιεργείται από τους ιθαγενείς στα υψίπεδα των Άνδεων από το 3.000 π. Χ. (Garía, 1982). Οι αυτόχθονες στην περιοχή των Άνδεων έχοντας καταλάβει την απουσία κάποιων αμινοξέων στα τότε καλλιεργούμενα είδη αραβόσιτου, επέλεξαν την κινόα ώστε να ισορροπήσουν την διατροφή τους. (Johnson & Ward, 1993). Σύμφωνα με τον Ruas και τους συνεργάτες του (1999) οι αρχαίοι πολιτισμοί της περιοχής γνώρισαν την κινόα σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, αφού η καλλιέργειά της στο Περού συναντάται το 5.000 π. Χ., στη Χιλή το 3. 000 π. Χ. και στη Βολιβία το 750 π. Χ. . Ιδιαίτερο ρόλο και αξία είχε το συγκεκριμένο φυτό στην εποχή των Ίνκας. Αυτό φαίνεται και από το γεγονός ότι στην γλώσσα τους η λέξη quínoa σημαίνει “η μητέρα των σιτηρών”. Ωστόσο, μετά την κατάκτηση της περιοχής από τους Ισπανούς το 1532, επιλέχθηκαν άλλες καλλιέργειες, όπως η πατάτα και το κριθάρι, ενώ η κινόα για λίγα χρόνια θεωρούταν απαγορευμένη καλλιέργεια και χάθηκε. Η αποτυχία όμως, να προσαρμοστούν άλλες καλλιέργειες στις Άνδεις, σε συνδυασμό με την τεράστια καταστροφή πολλών από αυτών λόγω ξηρασίας, έφεραν για άλλη μια φορά τις παραδοσιακές τοπικές καλλιέργειες, όπως τη κινόα, στο προσκήνιο. Οι υψηλές αποδόσεις της ακόμα και σε δύσκολες συνθήκες την καθιέρωσαν για μια ακόμα φορά στην περιοχή (Cusack, 1984).

1.2 ΚΕΝΤΡΑ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ

Στις κύριες περιοχές καταγωγής κινόας όπως το Εκουαδόρ, το Περού και τη Βολιβία, έχουν καταγραφεί με βάση τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους 17 πληθυσμοί. Το ίδρυμα PROINPA, διατηρεί την μεγαλύτερη τράπεζα γενετικού υλικού κινόας με περισσότερες από 2700 διαφορετικές ποικιλίες ή τοπικούς πληθυσμούς. Το μεγαλύτερο μέρος του γενετικού υλικού και ποικιλομορφίας των καλλιεργούμενων τύπων κινόας, βρίσκεται δίπλα από τη

λίμνη Τιτιάκια, ανάμεσα στο Κούσκο (Περού) και στο Πόοπο (Βολιβία). Σε εκείνη την περιοχή θεωρείται ότι δημιουργήθηκαν οι πρώτοι εξημερωμένοι τύποι κινόας (Gandarillas, 1979; Pearsall, 1992).



Εικόνα 1: Συνολική εικόνα της καλλιέργειας (73 ημέρες μετά την σπορά)




1.3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΓΕΝΕΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

Για την καλύτερη κατηγοριοποίηση των πληθυσμών, προτάθηκε να δημιουργηθούν τέσσερις τύποι με βάση την γεωγραφική τους κατανομή. Οι τύποι αυτοί είναι τα φυτά τύπου "Κοιλιάδας", που αναπτύσσονται σε υψόμετρο 2.000μ. έως 4.000μ., τα φυτά τύπου "Οροπεδίου" που συναντώνται σε ορεινές περιοχές πάνω από 4.000 μ., τα φυτά τύπου "Αλατιού" τα οποία φανερώνουν προσαρμοστικότητα σε εδάφη με υψηλά pH και τα φυτά τύπου "Παραθαλάσσια" τα οποία συναντώνται στις κοιλάδες της Βολιβίας (Galwey, 1989; Taria, 1982). Ένας άλλος τρόπος κατηγοριοποίησης είναι αυτός που βασίζεται στην μορφολογία του περικάρπιου και του περιάνθιου, αλλά και της ετέρωσης που εμφανίζουν οι απόγονοι των διάφορων πληθυσμών που συνδυάστηκαν. Οι ομάδες στις οποίες χωρίζονται τα φυτά ήταν των βόρειων περιοχών και αυτές των νότιων (Wilson, 1990).

1.4 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Η κινόα μπορεί να καλλιεργηθεί σε μεγάλο αριθμό περιοχών. Η παρουσία της στην Νότια Αμερική ειδικά στις περιοχές κοντά στις Άνδεις είναι μεγάλη. Έτσι, καλλιεργείται ανεξάρτητα από το υψόμετρο σε Κολομβία, Χιλή, Βολιβία, Εκουαδόρ, Περού και βόρεια Αργεντινή (Wilson, 1990). Σύμφωνα με την Διεθνή Οργάνωση Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) στη Βολιβία και στο Περού καλλιεργείται το 99% της παγκόσμιας παραγωγής (Πίνακας 1). Τα τελευταία χρόνια η καλλιέργεια της κινόας έχει εισαχθεί με επιτυχία σε πολλές χώρες της Ευρώπης, την Βόρεια Αμερική, την Ασία και την Αφρική. Τα αποτελέσματα είναι ιδιαίτερα θετικά και φανερώνουν την δυνατότητα του φυτού να δώσει υψηλές αποδόσεις και να χρησιμοποιηθεί ποικιλοτρόπως σε αριστερές περιοχές (Casini, 2002; Jacobsen, 2003).

Πίνακας 1: Παγκόσμια παραγωγή κινόας το έτος 2009 (Πηγή: FAO)

Παγκόσμια παραγωγή κινόας– 2009 (παραγωγή σε τόνους)	
 Περού	40.0
 Βολιβία	28.3
 Εκουαδόρ	0.7
Παγκόσμιο σύνολο παραγωγής	69.0

1.5 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Το φυτό *Chenopodium quinoa Willd.* είναι ένα ετήσιο είδος ψευδοδημητριακού και ανήκει στην οικογένεια *Chenopodiaceae* (Kozioł, 1993). Η οικογένεια *Chenopodiaceae* περιλαμβάνει 102 γένη στα οποία κατατάσσονται περίπου 1.400 είδη. Τα φυτά της οικογένειας είναι λαχανευόμενα ή ζιζάνια, πολλά από αυτά φύονται σε αλατούχα εδάφη, για αυτό και είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες αλατούχων εδαφών, ενώ άλλα είναι ξηροφυτικά (Στεφανάκη, 1999). Το γένος *Chenopodium* περιλαμβάνει περίπου 250 είδη

μόνοια ή δίοικα, ποώδη, σπάνια θαμνώδη ή δενδρώδη, μονοετή ή πολυετή φυτά, με τα περισσότερα είδη να είναι μονοετή (Wilson, 1990).

Σύμφωνα με το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο του Αρκάνσας ως ψευδοδημητριακά ορίζουμε τα πλατύφυλλα (μη αγρωστώδη), που χρησιμοποιούνται με τον ίδιο τρόπο όπως τα σιτηρά. Οι σπόροι τους μπορούν να αλεστούν για το αλεύρι τους ή και να χρησιμοποιηθούν ως δημητριακά. Άλλα παραδείγματα σημαντικών τέτοιων φυτών είναι τα βλήτα και το φαγόπυρο.

1.6 ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ *Chenopodiaceae*

Περιλαμβάνει μονοετή ή πολυετή ποώδη φυτά, σπάνια ξυλώδη,μόνοια ή δίοικα. Τα φύλλα τους είναι απλά, σαρκώδη, εναλλασσόμενα σπάνια αντίθετα και καλυπτόμενα συνήθως από αλευρώδη επίχρισμα. Υπάρχουν επίσης φυτά με λεπιοειδή φύλλα. Στη βάση των φύλλων δεν υπάρχουν παράφυλλα. Τα άνθη των φυτών είναι μικρά ακτινόμορφα, διγενή ή μονογενή με απλό καλυκοειδές (αφανές) περιγόνιο. Ο κάλυκας αποτελείται από 2-5 σέπαλα μικρά ενωμένα, τα οποία παραμένουν και στον καρπό. Πέταλα δεν υπάρχουν. Οι στήμονες είναι επισέπαλοι 2-5 ή ισάριθμοι με τους λοβούς του κάλυκα. Ο καρπός είναι κάρυο ή αχαίνιο. Το έμβρυο περιβάλλεται από ενδοσπέρμιο. Τα άνθη σχηματίζουν κυματοειδείς ταξιανθίες (Στεφανάκη, 1999).

1.7 ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΚΑΙ ΣΤΑΔΙΩΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου και των ενδιάμεσων σταδίων ανάπτυξης της κινάας, όπως και σε όλες τις καλλιέργειες, επηρεάζεται από το φυτικό γενετικό υλικό, την περιοχή, τις περιβαλλοντικές και καιρικές συνθήκες που επικρατούν στον τόπο καλλιέργειας. Ο χρόνος ολοκλήρωσης του

βιολογικού κύβλου από την σπορά έως την τελική παραγωγή σπόρου ποικίλει (Bhargava et al., 2006). Σε πειράματα που έγιναν στην Δανία σε 5 ποικιλίες η



Εικόνα 2: Ταξικαρπία κινόας

διάρκεια του βιολογικού κύβλου του φυτού ήταν από 109 έως 182 μέρες, ανάλογα την εποχή σποράς (Jacobsen, 1997; Jacobsen, 1998). Σε πείραμα στο Περού ο χρόνος αυτός ήταν 131-200 μέρες (Flores, 1977). Ενώ έρευνες σε άλλες περιοχές της Νότιας Αμερικής αναφέρουν χρονικό διάστημα 110-190 μέρες (Jacobsen & Stølen, 1993). Σύμφωνα με τον Gandarillas (1979) η διάρκεια ανθοφορίας κυμαίνεται σε διάστημα 12-15 μερών.

Ενώ μελέτες αναφέρουν ότι το κάθε άνθος έμεινε ανοιχτό για 5 έως 13 μέρες (Rea, 1948). Το χρονικό διάστημα που χρειάστηκε η κινόα από την άνθηση έως την ωρίμανση του σπόρου σε πείραμα του Jacobsen (1997) ήταν 60-104 μέρες. Ενώ οι Risi και Galwey (1989) αναφέρουν διάρκεια 65-137 ημερών.

1.8 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η κινόα είναι ένα δικότυλο, ετήσιο φυτό με τα περισσότερα μορφολογικά χαρακτηριστικά να είναι όμοια με αυτά των άλλων ειδών του γένους *Chenopodium*, ενώ παρουσιάζει και κάποιες ιδιομορφίες. Η συνολική εμφάνιση θα μπορούσε να θεωρηθεί παρόμοια με το ζιζάνιο και συγγενικό είδος *Chenopodium album*. Επίσης, τα μορφολογικά χαρακτηριστικά παρουσιάζουν διαφορές ανάλογα τον πληθυσμό, την ποικιλία ή το υβρίδιο που ανήκουν.



Εικόνα 3: Νεαρά φυτά κινόας (22 ημέρες μετά την σπορά)

1.8.1 ΦΥΛΛΑ

Πρόκειται για ένα πλατύφυλλο φυτό, του οποίου τα φύλλα είναι απλά, μεγάλου μεγέθους, χνουδωτά ή λεία και παρουσιάζουν πολυμορφία, με αυτά



Εικόνα 4: Φύλλα κινόας σε νεαρά φυτά

στο άνω μέρος να είναι λογχοειδή, ενώ αυτά που βρίσκονται σε πιο χαμηλά επίπεδα του φυτού να είναι ρομβοειδή (Hunziker, 1943).

Το σχήμα τους θυμίζει πόδι χήνας

(*Chenopodiaceae*) και εκφύονται εναλλάξ σε όλο το μήκος του κεντρικού βλαστού και των διακλαδώσεών του.

1.8.2 ΒΛΑΣΤΟΣ

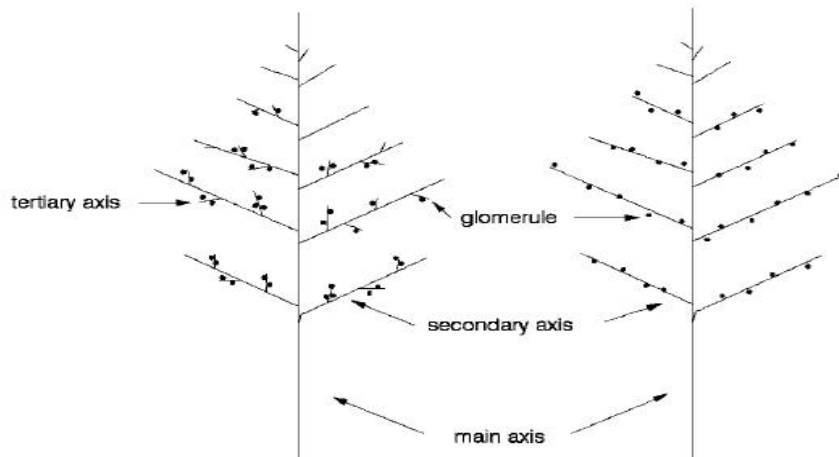
Το ύψος του βλαστού κυμαίνεται συνήθως από 1 έως 2 μέτρα. Στην Ινδία το ύψος της κινόας φτάνει το 1,5 μ. . Ο αριθμός των πλάγιων βλαστών είναι αρκετά μεγάλος (Bhargava et al., 2006; Hunziker, 1943; Pulvento et al., 2010).

1.8.3. ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το ριζικό σύστημα του φυτού είναι ισχυρό, πυκνό, καλά ανεπτυγμένο με πολυάριθμες πλάγιες ρίζες. Η κύρια ρίζα είναι πασσαλώδης και φτάνει έως 1,5 μ. βάθος (Gandarillas, 1979).

1.8.4 ΑΝΘΗ

Πρόκειται για ένα γυνομόνοικο φυτό (τα άνθη έχουν ερμαφρόδιτη και θηλυκή δομή). Η ταξιανθία είναι φόβη, 15-70 εκ. και συναντάται στην κορυφή του φυτού και στους πλάγιους βλαστούς. Έχει ένα κύριο άξονα, από τον οποίο προκύπτουν δευτερογενείς άξονες με λουλούδια (τύπος *amaranthiform*), ή με τριτογενείς άξονες που φέρουν τα λουλούδια (τύπος *glomeruliform*)(Εικόνα 4). Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της κινόας, δηλαδή η παρουσία ερμαφρόδιτων αλλά και μονογενών θηλυκών ανθέων προσδίδει και τα δομικά χαρακτηριστικά των ανθέων (Hunziker, 1943; Simmonds, 1965). Γενικά, τα τέλεια λουλούδια βρίσκονται στις κορυφές των διακλαδώσεων των ταξιανθιών, ενώ αυτά με την παρουσία μόνο ύπερου σε πιο χαμηλά επίπεδα των διασταυρώσεων, στο εσωτερικό μέρος της ταξιανθίας. Ένα τέλειο άνθος έχει πέντε σέπαλα και πέντε ανθήρες, ενώ η ωοθήκη είναι επιφυής από την οποία προκύπτουν δύο ή τρία στίγματα (Hunziker, 1943; Gandarillas, 1979; Bhargava et al., 2007).



Εικόνα 5: Οι δύο τύποι ταξιανθιών. Αριστερά ταξιανθία με τριτογενείς άξονες, τύπου glomeruliform. Δεξιά ταξιανθία με δευτερογενείς άξονες, τύπου amaranthiform. (Πηγή: Bertero et al., 1996)

1.8.5 ΚΑΡΠΙΟΣ

Ο καρπός είναι αχάινιο και περιβάλλεται από τρία στρώματα τα οποία είναι από έξω προς τα μέσα, το περιγόνιο, το περικάρπιο και το περισπέρμιο (Risi & Galwey, 1984). Το σχήμα του ποικίλει σε κωνικό, κυλινδρoειδές ή ελλειψοειδές. Στο περικάρπιο βρίσκονται οι σαπωνίνες. Το μέγεθος και το χρώμα του σπόρου διαφέρει ανάλογα την ποικιλία. Το χρώμα μπορεί να είναι κόκκινο, κίτρινο, μαύρο και λευκό (Mujica, 1994; Risi & Galwey, 1984). Το μήκος του είναι περίπου 2,5 χιλ. και η διάμετρός του 1 χιλ. (Coulter & Lorenz, 1990).



Εικόνα 6: Διαφορετικά στάδια γεμίσματος του σπόρου

1.9 ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ-ΕΠΙΚΟΝΙΑΣΗ-ΒΕΛΤΙΩΣΗ

Ο βασικός στόχος της αναπαραγωγής και βελτίωσης στην κινόα είναι η δημιουργία μιας ποικιλίας με υψηλή απόδοση, υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, αλλά χαμηλή περιεκτικότητα σε σαπωνίνες. Οι δυσκολίες για τη δημιουργία τέτοιων ποικιλιών είναι πολλές, αφού το φυτό είναι από τη φύση του αυτογονιμοποιούμενο με μικρά ποσοστά σταυρογονιμοποίησης, ενώ το μικρό μέγεθος των ανθέων του καθιστούν τις εργασίες των βελτιωτών πολύπλοκες και επίπονες. Ωστόσο, έχουν γίνει πολλές προσπάθειες για τη δημιουργία επιθυμητών ποικιλιών και υβριδίων με διάφορους τρόπους και τεχνικές (Risi & Galwey, 1984). Η δημιουργία αρρενόστειρων σειρών, οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν ως "μητέρα" στην παραγωγή υβριδίων, έχει προταθεί από πολλούς ερευνητές ως εναλλακτική λύση (Wilson, 1980; Risi & Galwey, 1984; Fleming & Galwey, 1995). Έχουν γίνει μελέτες που αποδεικνύουν ανδρική στειρότητα στα άνθη του φυτού. Το 1991 ο Ward σε πείραμά του παρουσιάζει δύο από τα πιθανά αίτια για αυτήν την στειρότητα, τα οποία είναι η γενετική και η κυτταροπλασματική στειρότητα. Επίσης, έχουν εκφραστεί υποθέσεις και για άλλες αιτίες (Simmons, 1971). Όσον αφορά τη σταυρογονιμοποίηση, τα ποσοστά της αγγίζουν και το 17.36% (Silvestri & Gil, 2000). Υπάρχουν αναφορές με φυτά που συμμετέχουν σε σταυρογονιμοποίηση και απέχουν περίπου 1 μέτρο, ενώ σπανιότερα υπάρχουν περιπτώσεις που απέχουν και πάνω από 20 μέτρα (Gandarillas, 1979). Η γύρη έχει αναφερθεί ότι μπορεί να μετακινηθεί έως και 36 μέτρα. Επίσης, ο ρόλος των εντόμων δεν είναι σημαντικός γιατί παρόλο που τα άνθη του φυτού φιλοξενούν συχνά έντομα, δεν έχει παρατηρηθεί να συνεισφέρουν στην επικονίαση (Ward, 1991).

1.10 ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ

1.10.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Η κινόα είναι φυτό ανθεκτικό ακόμη και σε συχνούς παγετούς (Cusack 1984; Risi & Galwey, 1984). Η ανθεκτικότητα είναι μεγαλύτερη σε πιθανούς παγετούς έως το στάδιο της δημιουργίας της ταξιανθίας (Jacobsen et al.,

2005). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι συνθήκες ανάπτυξης του φυτού και συγκεκριμένα οι θερμοκρασίες, σε περιοχές όπως νότια της Βολιβίας και του Περού, είναι ακραίες, αφού για 200-250 μέρες τον χρόνο οι τιμές της θερμοκρασίας είναι κάτω από τους 0° C (Hellin & Higman, 2003). Στην Ιταλία η καλλιέργεια δεν επηρεάστηκε από τις μέγιστες θερμοκρασίες που έφτασαν τους 36° C (Pulvento et al., 2010). Η ευαισθησία στις ακραίες θερμοκρασίες είναι υψηλότερη σε ποικιλίες που προέρχονται από κρύα ή ξηρά κλίματα και χαμηλότερη για ποικιλίες από υγρά, θερμά κλίματα (Bertero et al., 2000).

1.10.2 ΦΩΤΟΠΕΡΙΟΔΟΣ

Πειράματα που έγιναν σε εννέα πληθυσμούς έδειξαν αρνητική συσχέτιση ευαίσθητων στη φωτοπερίοδο φυτών και το γεωγραφικό πλάτος και θετική με την ελάχιστη διάρκεια που λαμβάνουν φως, ως προς τα άνθη τους, από το στάδιο δημιουργίας έως το μέγεθος που είναι πλέον ορατά. Ωστόσο, όταν λαμβάνεται υπ' όψιν η αλληλεπίδραση φωτοπεριόδου και θερμοκρασίας, η επίδραση του γεωγραφικού πλάτους δεν φαίνεται να επιδρά (Bertero et al., 1999α). Επιπλέον, σε συνθήκες μικρής ημέρας (SD) χρειάστηκε μικρότερο διάστημα έως την άνθηση και παρουσίασε μεγαλύτερο τελικό αριθμό φύλλων. Ενώ μεγαλύτερο μέγεθος σπόρου παρατηρήθηκε σε συνθήκες SD και χαμηλών θερμοκρασιών (Bertero et al., 1999b). Ο Bertero το 2003 επιβεβαιώνει την επίδραση της φωτοπεριόδου σε όλες τις φάσεις ανάπτυξης καθώς και σε αυτή της άνθησης. Σε άλλο πείραμα έγινε μελέτη ώστε να παρατηρηθεί η επίδραση της φωτοπεριόδου σε διάφορα στάδια του φυτού και να προβλεφθούν οι αντιδράσεις του σε νέες περιοχές. Για να επιτευχθεί αυτό γίνονταν συνεχείς εναλλαγές από συνθήκες μικρής μέρας (10 ώρες) σε μακράς μέρας (18 ώρες) σε όλα τα στάδια ανάπτυξης σε δύο ποικιλίες (Real και Q52). Παρατηρήθηκε αύξηση του διαστήματος έως την άνθιση στην ποικιλία Real και μικρή αύξηση στον αριθμό των φύλλων στην ποικιλία Q52, σε συνθήκες μακράς μέρας. Το πιο σημαντικό εύρημα ήταν ότι ενώ η ποικιλία Q52 από συνθήκες SD σε συνθήκες LD απλά εμφάνιζε απλά μια διεύρυνση του διαστήματος από το

τέλος της άνθισης έως την ωρίμανση του σπόρου, η ποικιλία Real σε συνθήκες LD συνέχισε να έχει πράσινα φύλλα σε όλη τη διάρκεια του γεμίσματος των σπόρων. Αυτό δείχνει ότι η φωτοπερίοδος δεν αποτελεί εμπόδιο στην εγκατάσταση της καλλιέργειας σε άλλες περιοχές, όπως της Νότιας Ευρώπης, αλλά εξηγεί επίσης τον λόγο της καθυστερημένης λήξης της εμφάνισης πράσινων φύλλων στη Νότια Αμερική (Christiansen et al., 2010).

1.10.3 ΕΝΤΑΣΗ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Η ευαισθησία στην ηλιακή ακτινοβολία είναι υψηλότερη στις ποικιλίες από το Περού, τη Βολιβία και τη νότια Χιλή, ενώ χαμηλότερη είναι στις ποικιλίες από το Εκουαδόρ (Bertero, 2001). Λόγω των μεγάλων υψομέτρων στα οποία καλλιεργείται συνήθως η κινόα εκτίθεται σε ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά ακτινοβολίας UV (Bosque et al., 2003).

1.10.4 ΥΓΡΑΣΙΑ

Η κινόα φαίνεται να είναι ιδιαίτερα ανεκτική στην ξηρασία, με χαμηλές ανάγκες σε νερό και χωρίς επιπτώσεις στην απόδοση από πιθανές τέτοιες συνθήκες (Oelke et al., 1992). Τα φυτά ανταποκρίνονται στις δύσκολες συνθήκες που δημιουργούνται στα Βολιβιανά και Περουβιανά οροπέδια (Altiplano), όπου τα ποσοστά υγρασίας είναι πολύ χαμηλά, ενώ η εξατμισοδιαπνοή υψηλή (Bosque et al., 2003). Η καλλιέργεια δοκιμάστηκε με επιτυχία σε περιοχές της Ινδίας όπου οι αγρότες δεν είχαν την δυνατότητα άρδευσης και στηρίζονταν στην βροχοπτώση (Bhargava, 2005). Αντίθετα, οι συνθήκες υπερβολικής άρδευσης, στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του φυτού, μπορεί να οδηγήσουν στην δημιουργία νάνων φυτών και εμφάνιση μυκητιάσεων στις ρίζες. Ενώ αν έχουμε την παρουσία μεγάλης ποσότητας νερού στα υπόλοιπα στάδια ανάπτυξης, τότε πιθανότατα θα δημιουργηθούν ψηλά φυτά χωρίς κάποιο όφελος στην απόδοση (Oelke et al., 1992). Η ανάπτυξη του φυτού είναι φυσιολογική με βροχοπτώση-άρδευση 110-250 χιλ. (Hellin & Higman, 2003). Άλλοι ερευνητές αναφέρουν ανάγκες ετήσιας βροχοπτώσης τα 300–400 χιλ. νερού (Cusack 1984; Risi & Galwey, 1984). Ενώ, ο Jacobsen και

οι συνεργάτες του (2003) αναφέρουν βροχόπτωση 200 χιλ. Μέγιστες αποδόσεις έχουν επιτευχθεί με 208 χιλ. νερού βροχόπτωσης-άρδευσης (Flynn, 1990). Τέλος, έχει αναφερθεί στη Χιλή, ελάχιστη ποσότητα απαιτήσεων ετήσιας βροχόπτωσης κάτω από 75 χιλ., όπου υπήρξε κανονικό γέμισμα σπόρου (Martinez et al., 2009).

Ο μηχανισμός ανθεκτικότητας στην ξηρασία οφείλεται σε συνδυαστική δράση πολλών παραγόντων. Ο Vacher (1998) αναλύοντας την αντίδραση του φυτού στην ξηρασία, βρήκε ότι φυτό κατάφερε να διατηρήσει σταθερά υψηλά το υδατικό δυναμικό στα φύλλα, ώστε να πετύχει την μέγιστη απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα με ελάχιστες απώλειες νερού, παρέχοντας την κατάλληλη πλαστικότητα ή ελαστικότητα στους ιστούς των φυτών. Κάποια άλλα χαρακτηριστικά της κινόας που την βοηθούν να αποφεύγει τις αρνητικές επιπτώσεις της ξηρασίας είναι το βαθύ, πυκνό ριζικό σύστημα, η μείωση της φυλλικής επιφάνειας μέσω της φυλλόπτωσης, το κλείσιμο των στοματίων, και τα λεπτά, πυκνά κυτταρικά τοιχώματα που διατηρούν τη σπαργή τους (Jensen et al., 2000; Jacobsen et al., 2003).

1.10.5 ΥΨΟΜΕΤΡΟ

Μπορεί να καλλιεργηθεί σε παραθαλάσσιες περιοχές, όπως στη Νότια Αμερική, την Ινδία και την Νότια Ιταλία αλλά και σε περιοχές που ξεπερνούν τα 4.000 μ. (Galwey, 1989; Tapia, 1982; Bhargava, 2006; Pulvento et al., 2010).

1.10.6 ΕΔΑΦΟΣ

Η κινόα μπορεί να καλλιεργηθεί σε διάφορους τύπους εδαφών. Εδάφη αφιλόξενα, άγονα, συχνά πετρώδη όπως αυτά στα οροπέδια της Νότιας Αμερικής θεωρούνται εκμεταλλεύσιμα για την καλλιέργεια της κινόας (Fleming & Galwey, 1995). Ακόμα και σε ακραίες τιμές pH και υπερβολικά στραγγιζόμενα εδάφη, το φυτό εμφανίζεται ανθεκτικό (Jacobsen & Stolen, 1993; Tapia, 1979). Η αλατότητα του εδάφους δεν αποτελεί παρεμποδιστικό

παράγοντα, αφού η καλλιέργεια είναι ιδιαίτερα ανθεκτική, με κάποιες ποικιλίες να ανέχονται αλατότητες όπως αυτές που εμφανίζονται στις παραθαλάσσιες περιοχές (Jacobsen et al., 2001). Η ανεικτικότητα της κινόα σε ένα μεγάλο εύρος τιμών του pH είναι ένα μεγάλο πλεονέκτημα της καλλιέργειας. Η ανεικτικότητα αυτή σχετίζεται και με την παρουσία μυκόριζας. Οι τιμές του εδαφικού pH στις οποίες προσαρμόζεται το φυτό αφορούν όξινα εδάφη (4,8) όπως αυτά του Περού αλλά και αλκαλικά (9,5) όπως στη Βολιβία (Tapia, 1979; Mujica, 1994). Ωστόσο, σε νατριούχα εδάφη (pH 8.5–9.0), παρατηρήθηκε οριακή μείωση της απόδοσης, της διαμέτρου του στελέχους, του αριθμού των ταξιανθιών ανά φυτό και του συνολικού βάρους ανά φυτό (Bhargava et al., 2003). Κατά τον Flynn (1990), μέγιστες αποδόσεις πετυχαίνονται σε αμμοπηλώδη εδάφη.

1.11 ΤΕΧΝΙΚΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

1.11.1 ΣΠΟΡΑ

Ο χρόνος σποράς εξαρτάται από τη γεωγραφική θέση και τις κλιματικές συνθήκες, που επικρατούν στις καλλιεργούμενες εκτάσεις. Στην Νότια Αμερική, που ανήκει στο Νότιο ημισφαίριο, ανάλογα την περιοχή είναι δυνατή η σπορά όλες τις εποχές του χρόνου χειμωνιάτικη, ανοιξιάτικη, καλοκαιρινή ή και φθινοπωρινή. Στα οροπέδια η σπορά γίνεται τον Νοέμβριο, ενώ σε πιο χαμηλά υψόμετρα, νοτιότερα η σπορά γίνεται μεταξύ Αυγούστου και Σεπτεμβρη. Στη Βραζιλία η σπορά γίνεται είτε τον Δεκέμβριο είτε τον Απρίλη (Galvez et al., 2010b; Spehar & Rocha, 2010). Στην Αγγλία σύμφωνα με πειράματα που έγιναν, η καλύτερη εποχή σποράς είναι μέσα Μαρτίου έως μέσα Απριλίου (Risi & Galwey, 1991). Σε πειράματα στη νότια Ιταλία, όπου επικρατούν οι τυπικές μεσογειακές συνθήκες, θεωρήθηκε ότι ο Απρίλης είναι η κατάλληλη εποχή για σπορά (Pulvento et al., 2010).

Η σπορά μπορεί να διενεργηθεί με όλους τους δυνατούς τρόπους και σε διαφορετικές πυκνότητες, αλλά προτιμώνται αποστάσεις φύτευσης 25-50 εκ.

μεταξύ των γραμμών, ώστε να είναι ευκολότερο το σκάλισμα. Ο σπόρος πρέπει να τοποθετείται σε βάθος 1-2 εκ. σε καλά στραγγιζόμενα εδάφη, με καλή δομή και επαρκή υγρασία, τα οποία θα αποτελούν κατάλληλη σποροκλίση (Jacobsen, 2003). Η ποσότητα σπόρου που χρειάζεται ανά στρέμμα κυμαίνεται από 500 γραμμάρια έως 5 κιλά σπόρου ανάλογα την ποικιλία και την περιοχή (Risi & Galwey, 1991).

1.11.2 ΑΡΔΕΥΣΗ

Οι ανάγκες της καλλιέργειας για νερό είναι περιορισμένες. Στις περισσότερες περιοχές τα φυτά αρκούνται στο νερό της βροχόπτωσης (Bhargava, 2005). Εφαρμογή τεχνητής άρδευσης γίνεται σπάνια στα πρώτα στάδια ανάπτυξης ανάλογα την περιοχή και εποχή φύτευσης, ώστε να καλυφθούν οι μικρές ανάγκες των φυτών (Flynn, 1990).

1.11.3 ΛΙΠΑΝΣΗ

1.11.3.1 ΑΖΩΤΟ

Η ανταπόκριση του φυτού στα αζωτούχα λιπάσματα είναι θετική. Κατά το παρελθόν έχει σημειωθεί ότι υπερβολική αζωτούχος λίπανση ευθύνεται για χαμηλότερες αποδόσεις (Oelke et al., 1992). Ωστόσο, πιο πρόσφατες έρευνες εμφανίζουν αντίθετα αποτελέσματα, με την αζωτούχο λίπανση να έχει θετική σχέση με την παραγωγή σπόρου (Berti et al., 2000; Schulte et al., 2005). Στην Δανία έγιναν πειράματα με αζωτούχο λίπανση από 4 έως 16 κιλά ανά στρέμμα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρχε θετική επίδραση της λίπανσης, ενώ καθώς μειώνονταν οι λιπάνσεις υπήρχε μείωση της απόδοσης από 1 μέχρι 24%. (Jacobsen et al., 1994) Μάλιστα, σε πείραμα των Johnson και Ward το 1993, εκτός από την αύξηση της απόδοσης, φαίνεται το άζωτο να συμβάλει στην αύξηση του ποσοστού πρωτεΐνης του σπόρου.

1.11.3.2 ΦΩΣΦΟΡΟ-ΚΑΛΙΟ

Το 1979 οι Etchevers και Anvila σε πείραμά τους σημειώνουν κάποια θετική συσχέτιση λίπανσης φωσφόρου και καλίου με την βλαστική ανάπτυξη,

χωρίς όμως να παρουσιάζεται παρόμοια σχέση και με την απόδοση. Αυτό όμως μπορεί να οφείλεται και στην περίσσεια του καλίου στα εδάφη των Άνδεων κάτι που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη (Bhargava et al., 2005). Η λίπανση με φώσφορο και κάλιο έχει επισημανθεί ως μη αναγκαία και σε άλλα πειράματα (Gandaillas, 1982).

1.11.4 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Το ιδανικό στάδιο για την συγκομιδή, είναι όταν οι περισσότερες ταξιανθίες έχουν πλέον καστανό χρώμα και τα περισσότερα φύλλα έχουν πέσει



Εικόνα 7: Συγκομιδή κινιάς στο Περού

(Jacobsen et al., 1994). Ο κύριος τρόπος συγκομιδής παραμένει η χειρονακτική εργασία.

Σπάνια χρησιμοποιούνται άλλες γεωργικές μηχανές, αφού η ωρίμανση είναι δυνατόν να διαφέρει χρονικά, είτε μεταξύ

των φυτών, είτε μεταξύ των καρπών του ίδιου φυτού.

Επίσης, υπάρχει κίνδυνος "τινάγματος" του σπόρου στην περίπτωση μηχανικής συγκομιδής και σε περίπτωση λάθους χρονικής στιγμής συγκομιδής. Οι αποδόσεις που έχουν αναφερθεί παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές ανάλογα την ποικιλία, την περιοχή και τις συνθήκες καλλιέργειας. Η διακύμανση ξεκινάει από 31 κιλά ανά στρέμμα έως 980 κιλά ανά στρέμμα (Bhargava, 2006). Σε μελέτη του Flynn (1990) η μέση απόδοση βρίσκεται στα 144 κιλά ανά στρέμμα. Ενώ στη νότια Ιταλία η απόδοση ήταν από 150 έως 328 κιλά ανά στρέμμα (Pulvento et al., 2010).

1.12 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

Ο έλεγχος των ζιζανίων παίζει πρωταρχικό ρόλο στην απόδοση. Ύψιστη φροντίδα πρέπει να ληφθεί πριν την σπορά έως και το φύτερωμα, γιατί η κινόα εμφανίζει αργή ανάπτυξη τις δύο πρώτες εβδομάδες μετά την εμφάνισή της, όταν και ο ανταγωνισμός με τα ζιζάνια είναι μεγάλος. Στη συνέχεια η καλλιέργεια γίνεται περισσότερο ανταγωνιστική (Εικόνα 8). Εκτός από το βοτάνισμα, μια πρόωγη σπορά θα μπορούσε να δώσει προβάδισμα στο φυτό (Bhargava, 2006). Αυτό συμβαίνει αφού ο χρόνος σποράς αποτελεί έναν από τους κυριότερους παράγοντες βελτίωσης της ικανότητας ανταγωνισμού της καλλιέργειας (Ευθυμιάδης, 2007). Τα συνήθη ζιζάνια που συναντώνται στη βόρεια Αμερική ανήκουν στην οικογένεια των *Chenopodiaceae*, όπως το *Kochia scoparia* και το *Chenopodium berlandieri*, ενώ πρόβλημα αποτελεί επίσης το *Helianthus tuberosus*. Στις πεδιάδες στα βόρεια της Ινδίας πρόβλημα αποτελούν το *Parthenium Hystrophorous*, το *Chenopodium album* και το *Sisymbrium orientale* L.(Bhargava, 2006).



Εικόνα 8: Φυτά κινόας έχουν καλύψει την εδαφική επιφάνεια (48 ημέρες μετά την σπορά)

1.13 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

Στην Ελλάδα η κινόα έχει καλλιεργηθεί μόνο πειραματικά. Για τον λόγο αυτό δεν υπάρχει γνώση και εμπειρία για τους πιθανούς εχθρούς και ασθένειες του φυτού. Οι μελέτες από το εξωτερικό κάνουν λόγο για ένα ανθεκτικό φυτό, το οποίο όμως κινδυνεύει από αρκετούς εχθρούς, παθογόνα και ιούς. Οι ιοί αν και προσβάλλουν το φυτό δεν προκαλούν σημαντικές ζημιές. Αντίθετα, ο μύκητας *Peronospora farinosa* αποτελεί το πιο επικίνδυνο παθογόνο του φυτού, προκαλώντας απώλειες στην απόδοση από 33 έως 58% ακόμα και σε ανθεκτικές ποικιλίες (Danielsen et al., 2000). Όμως, σύμφωνα με άλλη ομάδα ερευνητών η αιτία για τον περονόσπορο της κινόας είναι το παθογόνο *Peronospora variabilis* και όχι το *Peronospora farinosa*, όπως σημειώνεται από τους περισσότερους ερευνητές (Choi et al., 2010).

Ένας μεγάλος αριθμός εντόμων αποτελεί κίνδυνο για την κινόα. Τα πιο σημαντικά έντομα στην περιοχή των Άνδεων, τα οποία προκαλούν μεγάλες ζημιές στην απόδοση είναι το *Eurysacca melanocampta* (Meyrick) και το *Eurysacca quinoae* Ronolny (*Lepidoptera: Gelechiidae*) (Rasmussen et al., 2003). Στην Ευρώπη τα προβλήματα που έχουν αναφερθεί είναι από το *Cnephasia sp.* (*Lepidoptera: Tortricidae*), το *Lygus rugulipennis* Poppius (*Hemiptera: Miridae*) και το *Aphis fabae* L. (*Homoptera: Aphididae*) στην Δανία και την Πολωνία (Gesinski, 2000; Jacobsen, 1993). Για τις νότιες χώρες της Ευρώπης, όπως η Ελλάδα και η Ιταλία, αναφέρονται ως εχθροί διάφορα είδη που ανήκουν στην οικογένεια *Cicadidae* (Rasmussen et al., 2003). Οι απώλειες στην απόδοση φτάνουν έως και πάνω από το 50%. Κίνδυνος για βλάβες από έντομα υπάρχει και κατά την αποθήκευση (Rasmussen et al., 2003). Στα πλαίσια μιας ολοκληρωμένης διαχείρισης των εντόμων, εφαρμόζεται σωστή γεωργική πρακτική, επιλογή ανθεκτικών φυτών και βιολογική καταπολέμηση με ωφέλημα έντομα (Rasmussen et al., 2003).

Εκτός από τα έντομα, συχνά, έχουμε μεγάλες ζημιές που οφείλονται στα πουλιά. Στην προσπάθειά τους να βρουν τροφή καταστρέφουν τις

κοτυληδόνες και τις ταξιανθίες των φυτών, μειώνοντας την παραγωγή έως και 60%.

Οι ζημιές από έντομα ή πουλιά πολλές φορές αποτρέπονται, αφού οι εχθροί έρχονται αντιμέτωποι με την φυσική ανθεκτικότητα που προσδίδουν στο φυτό οι σαπωνίνες (Risi and Galwey, 1984).

1.14 ΧΡΗΣΕΙΣ

1.14.1 ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΙ ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η πιο συνηθισμένη χρήση της κινόας είναι η κατανάλωση των σπόρων της και η γενικότερη συμμετοχή της στην ανθρώπινη διατροφή. Η κατανάλωση κινόας δεν περιορίζεται στην εκμετάλλευση του σπόρου, αφού όλο και περισσότερο εντάσσεται στις διατροφικές συνήθειες των καταναλωτών η κατανάλωση των βλαστών και των φύλλων. Ωστόσο, η σύσταση και η θρεπτική αξία του σπόρου είναι το στοιχείο που έχει αναδείξει το φυτό και το έχει καθιερώσει στις ανθρώπινες διατροφικές συνήθειες (Πίνακας 2).

Πίνακας 2: Ανάλυση συστατικών σπόρου κινόας σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία (Πηγή: Galvez et al., 2010 b)

Ανάλυση συστατικών σπόρου κινόας (ποσοστά ανά 100 γραμμάρια νωπού βάρους)				
Συστατικά	Koziol (1992)	Wright et al.(2002)	De Bruin (1963)	Dini et al. (1992)
Πρωτεΐνη	16,5	16,7	15,6	12,5
Λιπαρά οξέα	6,3	5,5	7,4	8,5
Ανόργανη ουσία	3,8	3,2	3	3,7
Υδατάνθρακες	69	74,7	69,7	60
Φυτικές ίνες	3,8	10,5	2,9	1,92

Στην εποχή των Ίνκας, όταν ο στρατός βρισκόταν στην μάχη για μεγάλο χρονικό διάστημα, για να τραφούν οι πολεμιστές έφτιαχναν ένα μείγμα σπόρου κινόας με λίπος και το ονόμαζαν "μπάλες πολέμου" (Cusack, 1984). Σήμερα, οι χρήσεις της στην ανθρώπινη διατροφή είναι πολυάριθμες καθώς μπορεί να καταναλωθεί ως ένα ιδιαίτερα θρεπτικό πρωινό, ως σούπα, ως αλεύρι κατασκευής μπισκότων, ψωμιού και σε επεξεργασμένα τρόφιμα, αλλά και μετά την κατάλληλη επεξεργασία και ζυμώσεις για την δημιουργία αλκοόλ (μπύρας) (Galwey, 1989). Στο Περού και την Βολιβία έχουμε τα quinoa flakes, τορτίγιες και τηγανίτες από κινόα, αλλά και πολλές άλλες μορφές τροφών για τις οποίες στην Ευρώπη χρησιμοποιούνται άλλα δημητριακά (Porpenoe et al., 1989).

Η περιεκτικότητα στον σπόρο της κινόας σε λυσίνη, λίπη, και φυτικές ίνες είναι μεγαλύτερη από τις αντίστοιχες στο σιτάρι, το κριθάρι, το καλαμπόκι και το ρύζι (Coulter & Lorenz, 1991; Koziol, 1992; Tolaba et al., 2004; Gely & Santalla, 2007). Η συνολική περιεκτικότητα του σπόρου σε πρωτεΐνες κυμαίνεται σε πολύ υψηλά επίπεδα. Υπάρχουν μελέτες που αναφέρουν ποσοστά ακόμα έως και 22.1% (DeBruin, 1964; Tapia, 1979). Επιπλέον, η αναλογία των σημαντικών αμινοξέων θεωρείται ιδανική (Πίνακας 3), τοποθετώντας ποιοτικά τις πρωτεϊνικές ιδιότητες του φυτού σε όμοιο, ίσως και ανώτερο, επίπεδο με αυτές που συναντώνται στο γάλα (Ruas et al., 1999).

Πίνακας 3: Ανάλυση βασικών αμινοξέων σπόρου κινόας σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία (Πηγή: Galvez et al., 2010 b)

Ανάλυση βασικών αμινοξέων σπόρου κινόας (ποσοστά ανά 100 γραμμάρια πρωτεΐνης)					
Αμινοξέα	Koziol, 1992	Dini et al., 1992	Repo-Carrasco et al., 2003	Wright et al., 2002	Gonzalez et al., 1989
Ιστιδίνη	3,2	2	2,7	3,1	Δεν εντοπίστηκε
Ισολευκίνη	4,4	7,4	3,4	3,3	Δεν εντοπίστηκε
Λευκίνη	6,6	7,5	6,1	5,8	Δεν εντοπίστηκε
Μεθειονίνη και Κυστίνη	4,8	4,5	4,8	Δεν εντοπίστηκε	Δεν εντοπίστηκε
Φαινυλαλανίνη και Τυροσίνη	7,3	7,5	6,2	6,2	Δεν εντοπίστηκε
Θρεονίνη	3,8	3,5	3,4	2,5	Δεν εντοπίστηκε
Βαλίνη	4,5	6	4,2	4	Δεν εντοπίστηκε
Λυσίνη	6,1	4,6	5,6	6,1	6,6
Θρυπτοφάνη	1,2	Δεν εντοπίστηκε	1,1	Δεν εντοπίστηκε	1,1

Οι υδατάνθρακες αποτελούν την κύρια πηγή ενέργειας στην ανθρώπινη διαίτα και είναι απαραίτητοι στο σώμα για όλες τις φυσιολογικές του λειτουργίες. Αποτελούνται δε κυρίως από άμυλο και σάκχαρα. Στην κινόα το άμυλο αποτελεί τον πιο σημαντικό υδατάνθρακα και βρίσκεται σε μεγάλη περιεκτικότητα στο σπόρο σε ποσοστά 58,1 έως 64,2% ξηρής ουσίας (Repo-Carrasco et al., 2003). Σε αναλύσεις του Gonzalez (1989), που έγιναν σε αλεύρι κινόας βρέθηκαν σάκχαρα σε ακόλουθες αναλογίες, γλυκόζη (4,55%), φρουκτόζη (2,41%) και σακχαρόζη (2,39%). Σε πιο πρόσφατες μελέτες

βρέθηκαν D-ξυλόζη (120 mg/100 g), μαλτόζη (101 mg/100 g), γλυκόζη (19 mg/100 g) και φρουκτόζη (19, 6mg/100 g) (Ogungbenle, 2003).

Έχουν γίνει πολλές μελέτες με θέμα την περιεκτικότητα της κινόας σε λάδι. Τα ποσοστά σε λάδι κυμαίνονται από 1,8 έως 9,5%, με την μέση περιεκτικότητα να είναι από 5,0 έως 7,2%, αρκετά υψηλότερη από αυτή του αραβόσιτου (3-4%) ((DeBruin, 1964; Koziol, 1992). Ενώ, τα λιπαρά οξέα αποτελούνται από 70% ακόρεστα λιπαρά (Dini et al., 1992). Όπως φαίνεται στον Πίνακα 4 στην ανάλυση των ακόρεστων λιπαρών το πολύτιμο λινελαϊκό οξύ (ωμέγα-6 λιπαρά) αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 50% του συνόλου.

Πίνακας 4: Ανάλυση ακόρεστων λιπαρών οξέων λαδιού κινόας σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία (Πηγή: Galvez et al., 2010 b)

Ακόρεστα λιπαρά οξέα (ποσοστά ανά 100 γραμμάρια λαδιού)			
	Ελαϊκό οξύ	Λινελαϊκό οξύ	Λινολενικό οξύ
Koziol, 1992	23,3	53,1	6,2
Repo-Carrasco, 2003	26	50,2	4,8
Ruales and Nair, 1993	24,8	52,3	3,9

Η περιεκτικότητα σε ιχνοστοιχεία είναι γενικά υψηλότερη από τα δημητριακά (Πίνακας 5) (Johnson and Ward, 1993). Το ασβέστιο και ο σίδηρος βρίσκεται σε σημαντικά υψηλότερες συγκεντρώσεις στην κινόα σε σχέση με το ρύζι, το καλαμπόκι και τη βρώμη. Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι το μεγαλύτερο μέρος των ιχνοστοιχείων αποτελούν το κάλιο και ο φωσφόρος, που αποτελούν το 65% (White et al., 1955; DeBruin, 1964).

Πίνακας 5: Ανάλυση ιχνοστοιχείων τεσσάρων επιλεγμένων καλλιεργειών (Πηγή: Johnson & Ward, 1993)

Περιεκτικότητα ιχνοστοιχείων (ppm)						
Καλλιέργεια	Ασβέστιο	Φώσφορος	Σίδηρο	Κάλιο	Νάτριο	Ψευδάργυρος
Κινόα	1274	3869	20	6967	115	48
Κριθάρι	880	4200	50	5600	200	15
Φασόλια	1191	3674	86	10982	103	32
Σιτάρι	550	4700	50	8700	115	14

Επιπλέον έχει βρεθεί πως υπάρχουν αντιοξειδωτικές ουσίες στην κινόα και η ύπαρξή τους αποτελεί λόγο για περαιτέρω έρευνες (Galvez et al., 2010 b; Repo-Carrasco-Valencia & Serna, 2011). Σύμφωνα με τους Letelier et al. (2011) τα αντιοξειδωτικά μόρια βρίσκονται στα επιστρώματα του σπόρου, όπως το περικάρπιο και αποτελούν μηχανισμό άμυνας.

1.14.2 ΑΠΟΥΣΙΑ ΓΛΟΥΤΕΝΗΣ

Θα πρέπει να σημειωθεί πως ένα σπουδαίο χαρακτηριστικό των καρπών της κινόας, που την κάνει ξεχωριστή και απαραίτητη σε ορισμένες περιπτώσεις είναι η απουσία γλουτένης στο αλεύρι που προέρχεται από κινόα (Jacobsen, 1998; Dini et al., 2002; Dini et al., 2003). Η γλουτένη αποτελεί συχνά πρόβλημα σε ένα μεγάλο αριθμό ατόμων, που διαφέρει ανά περιοχή, οι οποίοι πάσχουν από δυσανεξία σε αυτή. Στην Ελλάδα υπολογίζεται ότι περίπου το 0,1- 0,5% του πληθυσμού πάσχει από δυσανεξία, ενώ στην Αμερική και την Δυτική Ευρώπη τα ποσοστά είναι αρκετά μεγαλύτερα. Η δυσανεξία στην γλουτένη ή αλλιώς κοιλιοκάκη είναι ένα σύνδρομο της απορρόφησης που οφείλεται στην ευαισθησία του ατόμου στην γλουτένη και τα προϊόντα της. Η

γλουτένη αποτελείται από ένα σύνολο πρωτεϊνών (γλιαδίνη, γλουταμίνη) και βρίσκεται σχεδόν σε όλα τα δημητριακά: σιτάρι, κριθάρι, σίκαλη και βρώμη εκτός από το καλαμπόκι και το ρύζι. Τα συμπτώματα που προκαλούνται στα άτομα που πάσχουν είναι πολλά και σημαντικά, για τον λόγο αυτό ο τρόπος αντιμετώπισης είναι η δια βίου αποφυγή τροφών με γλουτένη.

1.14.3 ΑΛΛΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ

- ❖ Η κινόα εξετάζεται ως πιθανή καλλιέργεια από τη **NASA** για το σύστημα CELSS (Controlled Ecological Life Support System), το οποίο ουσιαστικά στοχεύει στην αξιοποίηση των φυτών για την απομάκρυνση του διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, στην δημιουργία οξυγόνου, τροφής και νερού για διαστημικές αποστολές μεγάλης διάρκειας, ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες του πληρώματος. Οι συνθήκες του πειράματος ήταν ελεγχόμενες και εφαρμόστηκε υδροπονία. Τα αποτελέσματα ήταν ιδιαίτερα ελπιδοφόρα και η ανταπόκριση της καλλιέργειας απόλυτα θετική (Schlick and Bubenheim, 1996).
- ❖ Επίσης, ολόκληρο το φυτό ή κάποια μέρη του όπως τα φύλλα, το βλαστικό μέρος και οι ρίζες χρησιμοποιείται για **ζωοτροφή** στη διατροφή βοοειδών, χοίρων και πουλερικών, είτε ο σπόρος, είτε ολόκληρο το φυτό ως χλωρή νομή (Galwey, 1989; Ruales and Nair, 1993; Brady et al., 2007).
- ❖ Άλλη έρευνα έδειξε ότι παιδιά που κατανάλωσαν παιδικές τροφές με αλεύρι κινόας είχαν αυξημένα επίπεδα **IGF-1** (Ινσουλινοειδής αυξητικός παράγοντας), η οποία είναι μια πολυπεπτιδική πρωτεϊνική ορμόνη, παρόμοια στην μοριακή της δομή με την ινσουλίνη που παίζει σημαντικό ρόλο στην παιδική ανάπτυξη (Ruales et al., 2002).
- ❖ Αρκετές είναι οι εφαρμογές της κινόας για **ιατρικούς** σκοπούς, αφού η παρουσία των σαπωνίνων δίνει μεγάλη φαρμακευτική αξία στο φυτό. Η χρήση του φυτού σχετίζεται με ιδιότητες και χρήσεις ως αναλγητικό,

αντιφλεγμονώδες και απολυμαντικό του ουροποιητικού συστήματος. Καθώς επίσης σε κατάγματα και εσωτερικές αιμορραγίες (Mujica, 1994).

1.15 ΣΑΠΩΝΙΝΕΣ

Οι σαπωνίνες είναι φυσικοί γλυκοζίτες με στεροειδή ή τριτερπένια, με τη γλυκόζη να αποτελεί το 80% του βάρους τους. Στην κινόα συναντάται μια μεγάλη ποικιλία από τριτερπενοειδείς (C_{30}) σαπωνίνες (Kuljanabhagavad and Wink, 2009). Οι τριτερπενοειδείς σαπωνίνες βρίσκονται σε όλα τα μέρη του φυτού, όπως τα φύλλα, τα άνθη, στους σπόρους και τα περιβλήματά τους (Cuadrado et al. 1995; Kuljanabhagavad et al. 2008; Mastebroek et al. 2000; Mizui et al., 1990). Η συγκέντρωσή τους στο φυτό κυμαίνεται από 0,01% έως 4,65% της ξηράς ουσίας (Koziol, 1992). Ενώ η ποσότητα τους στο σπόρο κυμαίνεται από 0,2 έως 11,3 γραμμάρια ανά κιλό ξηρής ουσίας (Mastebroek et al., 2000). Σε πείραμα που έγινε για την επίδραση της θερμοκρασίας στην υγρασία των σπόρων, το ποσοστό των σαπωνίνων στο σπόρο ήταν 6.34% (Galvez et al., 2010a). Γενικά, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η ποσότητα αλλά και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των σαπωνίνων μεταβάλλονται σε διαφορετικές περιοχές, στις οποίες μπορεί να καλλιεργηθεί η κινόα (Kuljanabhagavad & Wink, 2009). Σημαντική επίδραση στα ποσοστά συγκέντρωσής τους έχουν και οι περιβαλλοντικές συνθήκες και η ποικιλία (Koziol, 1992). Το περιεχόμενο σε σαπωνίνες επηρεάζεται σημαντικά από την έλλειψη νερού. Σε συνθήκες μεγάλης λειψυδρίας το ποσοστό εμφάνισής τους μειώνεται (Soliz-Guerrero et al., 2002). Το περιεχόμενο σε σαπωνίνες επηρεάζεται επίσης από το στάδιο ανάπτυξης, με την μέγιστη ποσότητα να συναντάται κατά την ανθοφορία (Risi & Galwey, 1984).

Οι σαπωνίνες και η πικρή γεύση που έχουν αποτελούν βασικό μειονέκτημα και αντιθρεπτικό παράγοντα στις διατροφικές χρήσεις του φυτού (Mastebroek et al., 2000). Κατά κανόνα δεν απορροφώνται από το έντερο, αλλά έχει αποδειχθεί ότι προκαλούν βλάβη στο λεπτό έντερο και μειώνουν την απορρόφηση των θρεπτικών ουσιών (Jenkins, 1988). Οι

τριτερπενοειδείς σαπωνίνες είναι υψηλής τοξικότητας για τα ψυχρόαιμα ζώα. Αντίθετα, η τοξικότητά τους στα θηλαστικά είναι χαμηλή (Dini et al., 2001).

1.15.1 ΣΑΠΩΝΙΝΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ

1.15.1.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ

Οι σαπωνίνες βρίσκουν ευρεία εφαρμογή στον βιομηχανικό τομέα. Ενδεικτικά αναφέρονται κάποιες από αυτές, όπως η παρασκευή σαπουνιών, απορρυπαντιών, σαμπουάν, καλλυντικών, μύρας, ως γαλακτωματοποιητές ακόμα και για την παραγωγή του ειδικού υλικού που βρίσκεται στους πυροσβεστήρες (Price et al., 1987; Johnson & Ward, 1993, Uematsu, 2000). Στη Νότια Αμερική, οι αφαιρούμενες σαπωνίνες χρησιμοποιούνται ως καθαριστικό για πλύσιμο και καθάρισμα, καθώς επίσης και ως αντισηπτικό για την ταχύτερη epούλωση των τραυμάτων του δέρματος (Johnson & Ward, 1993). Παράλληλα βρίσκουν εφαρμογή και ως εντομοαπωθητικά (Galwey, 1989). Το 2008 οι Stuardo και San Martín σε έρευνά τους πάνω στις αντιμυκητιακές ιδιότητες των σαπωνίνων της κινόας βρήκαν ότι με κατάλληλη επεξεργασία μπορούν να αποτελέσουν σημαντικό εφόδιο ενάντια στο βοτρυτή (*Botrytis cinerea*). Στις Φιλιππίνες, σε πειράματα που έγιναν σε καλλιέργεια ρυζιού, βρέθηκε ότι οι σαπωνίνες από την κινόα μπορούν να αποτελέσουν έναν φιλικό προς το περιβάλλον, εναλλακτικό τρόπο προστασία του ρυζιού από τα σαλιγκάρια (*Pomacea canaliculata*) (Joshi et al., 2008).

1.15.1.2 ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Οι σαπωνίνες έχουν διάφορες φαρμακολογικές δράσεις, όπως ανοσορρυθμιστικές, αντικαρκινικές, αντιφλεγμονώδεις, ενάντια σε ιούς και μύκητες (Dutchshen 2003; Sparg et al., 2004; Lacaille-Dubois, 2005). Μια ακόμα ιδιότητα των σαπωνίνων, είναι ότι συμβάλουν στην καλύτερη απορρόφηση συγκεκριμένων φαρμάκων αλλά και εμβολίων (Basu & Rastogi, 1967; Estrada et al., 1998). Επίσης, σύμφωνα με τους Oakenfull και Sidhu (1990) συμβάλλουν στην μείωση των επιπέδων χοληστερόλης στο αίμα. Οι

σαπωνίνες αποτελούν κατά καιρούς το βασικό συστατικό σε φάρμακα που φτιάχνονται από τοπικούς θεραπευτές, αλλά παράλληλα λόγω των ιδιοτήτων τους συναντώνται όλο και περισσότερο σε πολλά γνωστά εμπορικά φάρμακα (Liu & Henkel, 2002).

1.15.2 ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΣΑΠΩΝΙΝΩΝ

Η αφαίρεσή τους μπορεί να πραγματοποιηθεί εύκολα σε μεγάλο ποσοστό ή μηχανικά ή αν ξεβγαθούν με νερό ή με την ξηρή μέθοδο, δηλαδή το ψήσιμο και μετέπειτα τριψιμο των κόκκων για να αφαιρεθούν τα εξωτερικά στρώματα (White et al., 1955; DeBruin, 1964; Mahoney et al., 1975; Risi και Galwey, 1984). Σε εμπορική κλίμακα ο τρόπος που χρησιμοποιείται είναι η μηχανική αποφλοιώση (Reichert et al., 1986). Ωστόσο, στις περισσότερες μεθόδους υπάρχει πάντα ο κίνδυνος μετά από μια έντονη επεξεργασία να έχουμε απώλειες σε βιταμίνες, κάλιο, σίδηρο και μαγγάνιο (Ruales & Nair, 1992). Τις λιγότερες απώλειες σε θρεπτικά στοιχεία έχουμε με την χρήση του νερού (Γαρία, 2000).

1.16 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ

Το σύστημα κατεργασία καθορίζεται από τα μέσα (εργαλεία και μηχανήματα) που χρησιμοποιούνται για την κατεργασία του εδάφους και τη σπορά, το βαθμό χρησιμοποίησής τους (αριθμός διελεύσεων, βάθος κατεργασίας) και τη διαδοχή τους. Τα συστήματα κατεργασίας μπορεί να ταξινομηθούν με βάση το βαθμό έντασης της κατεργασίας, τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται, το βάθος ή και τον τρόπο κατεργασίας. Με βάση την ένταση της κατεργασίας διακρίνονται βασικώς σε συστήματα παραδοσιακής κατεργασίας, μειωμένης κατεργασίας και ακατεργασίας.

- ❖ **Παραδοσιακή ή συμβατική κατεργασία** ονομάζεται αυτή που χρησιμοποιείται για αιώνες, η οποία χωρίζεται στην κύρια κατεργασία με άροτρο, η οποία ακολουθείται από τη δευτερεύουσα ή συμπληρωματική. Η δευτερεύουσα μπορεί να περιλαμβάνει κατεργασία με σβάρνες,

καλλιεργητές, περιστροφικά σιαπτικά (φρέζες) και κυλίνδρους (Γσατσαρέλη, 2000).

- ❖ Η **μειωμένη κατεργασία** (reduced tillage) αναφέρεται σε κάθε σύστημα το οποίο χρησιμοποιεί λιγότερες επεμβάσεις ή εργαλεία τα οποία απαιτούν μικρότερη ενέργεια για τη λειτουργία τους από το παραδοσιακό σύστημα. Από τον ορισμό αυτό φαίνεται ότι στο σύστημα αυτό υπάγονται πολλά και διαφορετικά συστήματα που διαφέρουν όχι μόνο από περιοχή σε περιοχή αλλά και από καλλιέργεια σε καλλιέργεια ή ακόμα και στην ίδια περιοχή και για την ίδια καλλιέργεια (Γσατσαρέλη, 2000).
- ❖ Το σύστημα της **ακατεργασίας**, κατευθείαν σποράς ή μηδενικής κατεργασίας (notillage) αποτελεί την ακραία εκδήλωση των συστημάτων κατεργασίας. Στο σύστημα αυτό ουδεμία κατεργασία του εδάφους ενεργείται και ο σπόρος τοποθετείτε στο ακαλλιέργητο έδαφος (Γσατσαρέλη, 2000). Με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται πολλαπλά οφέλη, για τον παραγωγό, το έδαφος και το έμβιο περιβάλλον (Chan, 2001; Warburton & Klimstra, 1984). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι για την ορολογία notillage συναντάται συχνά η μετάφραση ακαλλιέργεια, η οποία είναι εξ ορισμού λάθος αφού η συνειδητή σπορά σπόρου αποτελεί καλλιέργεια.

1.17 ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ

Τα οργανικά συστατικά μαζί με τα ανόργανα αποτελούν την στερεά ουσία του εδάφους. Η οργανική ουσία επηρεάζει τις συνθήκες του νερού, του αέρα και της θερμοκρασίας του εδάφους, παρέχει επίσης θρεπτικά στοιχεία στα φυτά και συμβάλλει στη δημιουργία ευνοϊκού πορώδους συστήματος. Στην οργανική ουσία περιλαμβάνονται ζωνικοί οργανισμοί που διαβιούν στο έδαφος, ρίζες φυτών, ημιαποσυντεθημένα ή αποσυντεθημένα υπολείμματα φυτικών ιστών και νεοσχηματισμένες μορφές φυτικών και ζωικών ουσιών (Σιδηράς, 2002).

- ❖ **Κοπριά.** Από τα οικονομικά λιπάσματα συγκεντρώνει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον, ιδιαίτερα αν αναλογιστεί κανείς την ανάπτυξη της κτηνοτροφίας στη χώρα μας. Η κοπριά αποτελείται από στερεά και υγρά απορρίμματα ζώων, από άχυρο με το οποίο επιστρώνεται ο στάβλος και ζωοτροφές. Περιέχει σε μεγάλο ποσοστό οργανικά υλικά, αξιοσημείωτες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων (μακροστοιχείων και μικροστοιχείων) ακόμα και αυξητικές ουσίες. Για τον λόγο αυτό χαρακτηρίζεται ως ολοκληρωμένο λίπασμα (Williams & Cooke, 1961). Η σημασία της κοπριάς ως πηγή άντλησης θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά και ως μέσο βελτίωσης της φυσικής και βιολογικής γονιμότητας των εδαφών έχει πλήρως κατανοηθεί από τους βιοκαλλιεργητές (Σιδηράς, 1997).
- ❖ Η εκμετάλλευση του **κομπόστ** στη γεωργία και ειδικότερα στις κηπευτικές καλλιέργειες ως λίπασμα είναι πολύ καλά γνωστή από τα μεταπολεμικά χρόνια. Η κατασκευή κομπόστ προϋποθέτει ορισμένες γνώσεις και η ποιότητά του εξαρτάται κυρίως από το είδος και την ποιότητα των υλικών που προστίθενται στη φάση της κομποστοποίησης. Και άλλοι παράγοντες επιδρούν στο ποιοτικό επίπεδο του κομπόστ όπως: η τρόπος δημιουργίας της στοίβας, ο χώρος κατασκευής, η ταχύτητα αποδόμησης των υλικών, η πορεία της ζύμωσης, η ωρίμανση, η χουμοποίηση κ.α.
- ❖ Η **κομποστοποίηση** είναι μια διαδικασία αερόβιας αποδόμησης των οργανικών υπολειμμάτων και η μετατροπή τους σε χούμο, σε ουσίες σταθερές καθώς επίσης και στο σχηματισμό αργιλλο-χουμικών συμπλόκων (Σιδηράς, 1997). Μετά την παρέλευση ενός χρονικού διαστήματος τα οργανικά είδη δεν είναι πλέον δυνατό να αναγνωρισθούν με γυμνό μάτι, έχουν χάσει την αρχική τους δομή και έχουν αποδομηθεί. Το τμήμα το οποίο έχει απομείνει πλέον, έχει χρώμα

σκοτεινό, είναι ανθεκτικό στην παραπέρα αποσύνθεση και ονομάζεται με μια λέξη **χούμος** (Σιδηράς, 2002).

1.18 ΣΚΟΠΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Δύο πειράματα αγρού πραγματοποιήθηκαν την ίδια καλλιεργητική περίοδο με αντικείμενο την αξιολόγηση της επίδρασης των κύριων καλλιεργητικών τεχνικών, της κατεργασίας και της λίπανσης, στην ανάπτυξη και την απόδοση του φυτού *Chenopodium quinoa*. Η κινόα ανήκει στην κατηγορία φυτών που προσφέρουν προϊόντα gluten-free, δηλαδή προϊόντα που δεν περιέχουν την πρωτεΐνη γλουτένη. Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότεροι άνθρωποι στον κόσμο ανακαλύπτουν ότι η γλουτένη στο σιτάρι, το κριθάρι ή τη σίκαλη τους προκαλεί προβλήματα υγείας. Επίσης, οι θρεπτικές δυνατότητες που παρουσιάζει το φυτό, το τοποθετούν στην κορυφή μιας σωστής διατροφής. Η αύξηση του ενδιαφέροντος για τα παραπάνω προϊόντα σε συνδυασμό με την έλλειψη πληροφοριών και εμπειρίας καλλιέργειας για το φυτό της κινόας στη χώρα μας δημιουργούν ένα κενό γνώσης στην ελληνική γεωργία.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

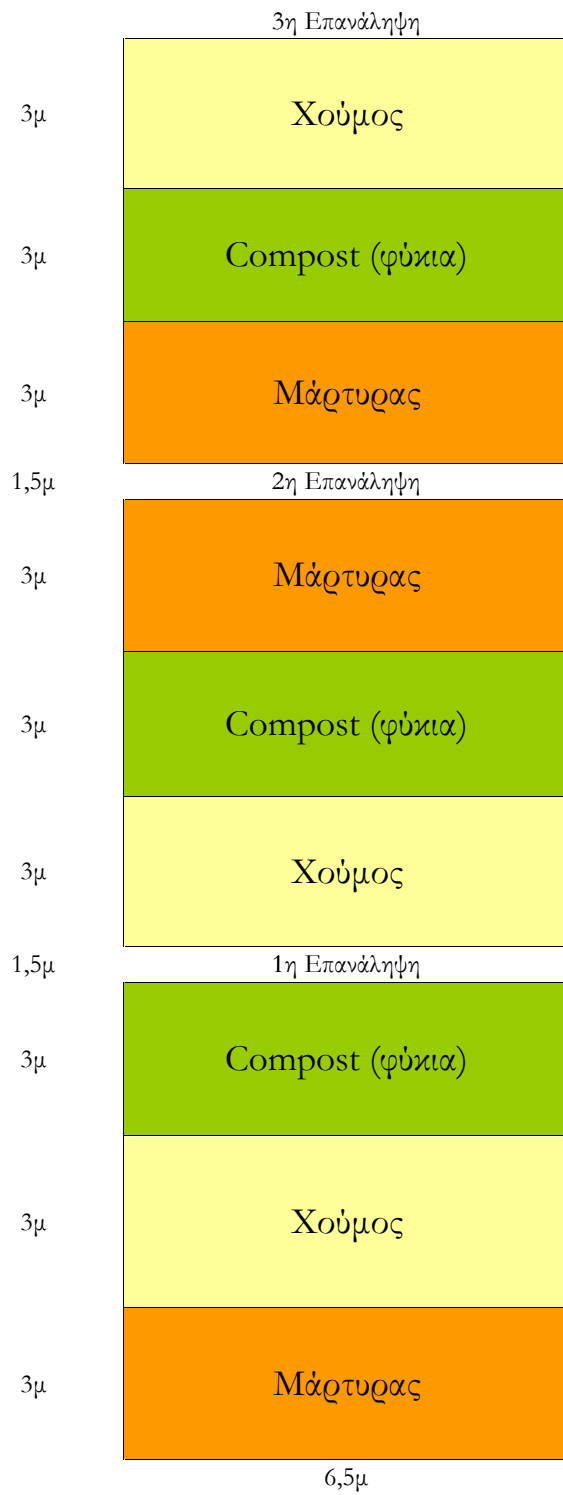
2.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Το πρώτο πείραμα διεξήχθη στον βιολογικό αγρό του εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (Γεωγραφικό πλάτος 37°59'2.13"B, Γεωγραφικό μήκος 23°42'7.40"A), με διάρκεια από 23 Μαρτίου έως 7 Αυγούστου 2011. Το δεύτερο πείραμα διεξήχθη σε αντίστοιχο βιολογικό αγρό στο Αγρίνιο (Γεωγραφικό πλάτος 38°21'0.09"B, Γεωγραφικό μήκος 21°15'0.16"A) από 15 Μαΐου έως 15 Σεπτεμβρίου 2011.

2.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

2.2.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΑΘΗΝΑΣ

Στον πειραματικό αγρό στην Αθήνα εφαρμόστηκε εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο με 3 διαφορετικά επίπεδα λίπανσης σε 3 επαναλήψεις. Τα επίπεδα λίπανσης ήταν χούμος, κομπόστ και μάρτυρας. Ο συνολικός αριθμός τεμαχίων ήταν 9, κάθε τεμάχιο είχε εμβαδόν 19,5 μ², ενώ το συνολικό εμβαδόν της έκτασης ήταν 175, μ².



2.2.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΑΓΡΙΝΙΟΥ

Στον πειραματικό αγρό στο Αγρίνιο εφαρμόστηκε σχέδιο υποδιαιρεμένων τεμαχίων με 4 επαναλήψεις, 2 κύρια τεμάχια διαφορετικής κατεργασίας εδάφους (συνήθης και ελάχιστης κατεργασίας) και 3 υποτεμάχια (διαφορετικές λιπάνσεις : κομπόστ, κοπριά και μάρτυρας). Ο συνολικός αριθμός τεμαχίων ήταν 24. Κάθε τεμάχιο είχε εμβαδόν 45 μ², ενώ κάθε υποτεμάχιο είχε εμβαδόν 15 μ². Το συνολικό εμβαδόν της έκτασης ήταν 360 μ².

CT	συνήθης κατεργασία
MT	ελάχιστη κατεργασία
	μάρτυρας (χωρίς λίπανση)
	κοπριά
	compost



1η επανάληψη

2η επανάληψη

CT

MT

CT

MT

Διάστημα

Διάστημα

Διάστημα

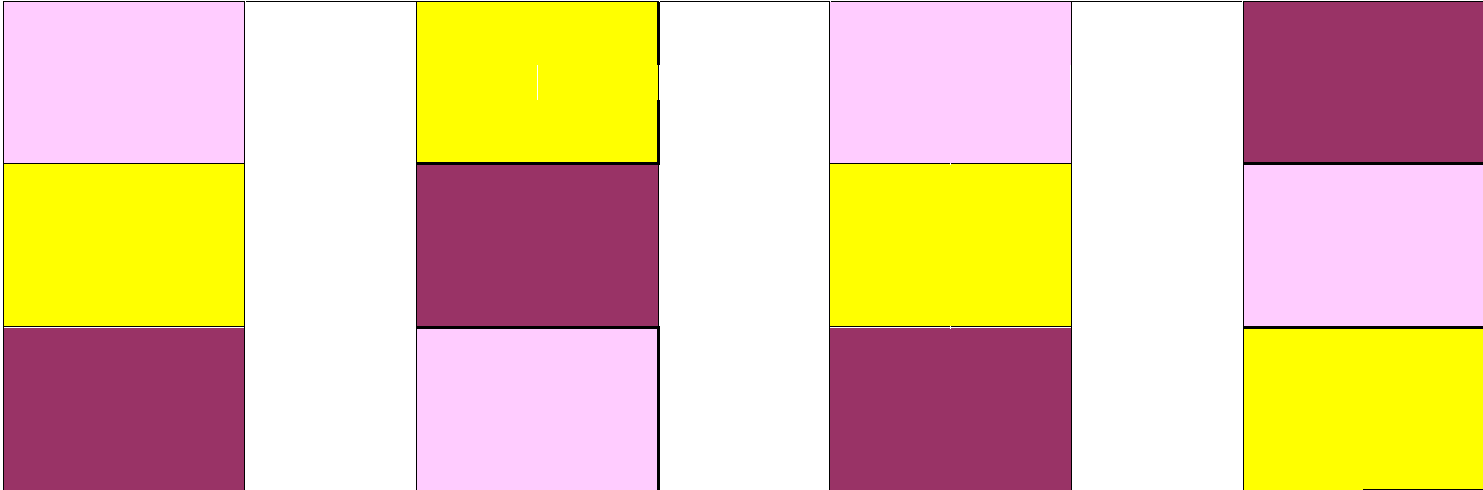
5 * 3 μέτρα

1,5 μέτρο

2 μέτρα

5 * 3 μέτρα

1,5 μέτρο



3η επανάληψη

4η επανάληψη

CT

MT

CT

MT

Διάστημα

Διάστημα

Διάστημα

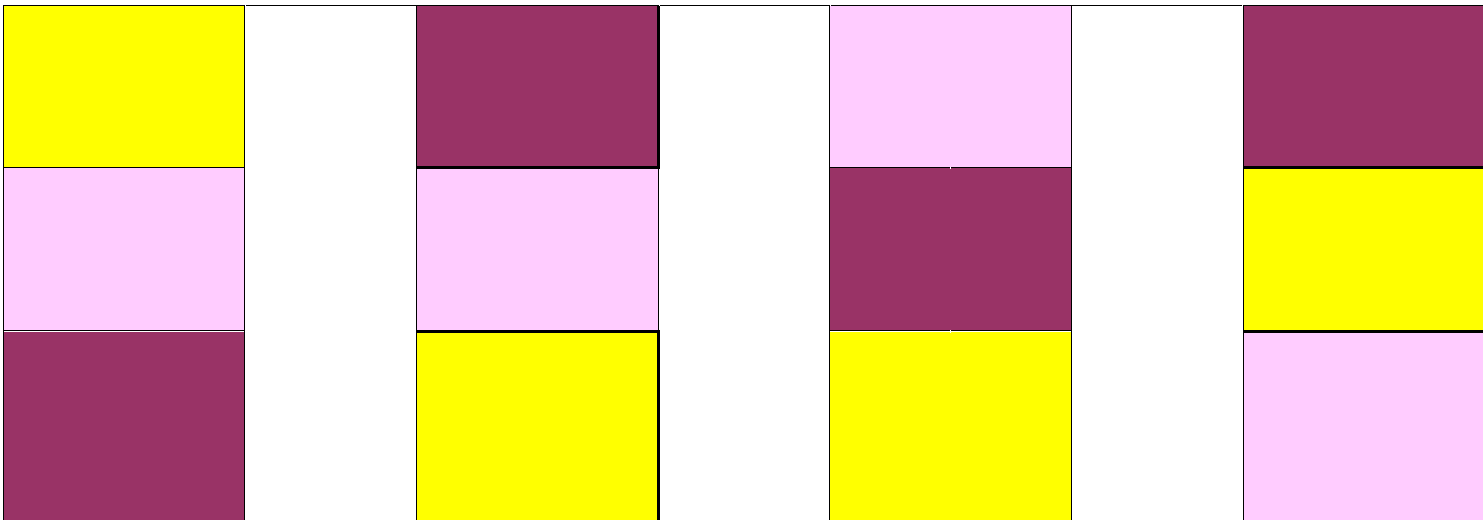
5 * 3 μέτρα

1,5 μέτρο

2 μέτρα

5 * 3 μέτρα

1,5 μέτρο



2.3 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Στο πείραμα χρησιμοποιήθηκε σπόρος κινόας από ελεγχόμενη βιολογική καλλιέργεια της εταιρίας Davert, ο οποίος έχει πιστοποιηθεί από τον οργανισμό Bio Latina. Ο σπόρος ανήκει στην ποικιλία “Real” ή “Royal” και προέρχεται από την Βολιβία (Εικόνα 9).



Εικόνα 9: Συσκευασία σπόρου

2.4 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

2.4.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΑΘΗΝΑΣ

Αρχικά διαμοιράστηκαν ομοιόμορφα τα λιπάσματα σύμφωνα με το πειραματικό σχέδιο. Η ποσότητά τους ήταν 270 κιλά χούμος ανά στρέμμα και 350 κιλά κομπόστ ανά στρέμμα. Για τη κατεργασία του εδάφους στην Αθήνα έγινε μια άροση σε βάθος 25 εκ. και στη συνέχεια έγινε ένα πέρασμα με φρέζα στα 5 εκ. για να διευκολυνθεί η χρήση του γραμμοχαράκτη. Η σπορά έγινε χύδην σε βάθος 2-3 εκ. . Η απόσταση μεταξύ των γραμμών ήταν 30 εκ. και χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 1 κιλό σπόρου ανά στρέμμα.



Εικόνα 10: Γραμμοχαράκτης

2.4.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΑΓΡΙΝΙΟΥ

Αρχικά διαμοιράστηκαν ομοιόμορφα τα λιπάσματα σύμφωνα με το πειραματικό σχέδιο. Η ποσότητά τους ήταν 200 κιλά κοπριάς ανά στρέμμα και 250 κιλά κομπόστ ανά στρέμμα. Για τη κατεργασία του εδάφους στο Αγρίνιο έγιναν δύο ειδών κατεργασίες. Στο πρώτο είδος κατεργασίας (ελάχιστη κατεργασία) χρησιμοποιήθηκε καλλιεργητής με βάθος κατεργασίας περίπου 30 εκ. και στη συνέχεια έγινε ένα πέρασμα με φρέζα στα 5 εκ. . Στο δεύτερο είδος κατεργασίας (σύννηθες κατεργασία) χρησιμοποιήθηκε άροτρο σε βάθος 25 εκ. και ένα πέρασμα με φρέζα στα 5 εκ. Η σπορά έγινε χύδην σε βάθος 2-3 εκ. . Η απόσταση μεταξύ των γραμμών ήταν 30 εκ. και χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 1 κιλό σπόρου ανά στρέμμα.

2.5 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΓΡΟΥ-ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ

2.5.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΓΡΟΥ ΑΘΗΝΑΣ ΚΑΙ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ

Το έδαφος του πειραματικού αγρού στην περιοχή της Αθήνας χαρακτηρίζεται ως αργιλλοπηλώδες (CL).

CaCo₃	15,99%
Οργανική ουσία	1,47%
NO₃	104,3 ppm
P (Κατά Olsen)	9,95 ppm
Na⁺	110 ppm
pH	7,29

2.5.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΓΡΟΥ ΑΓΡΙΝΙΟΥ ΚΑΙ ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ

Το έδαφος του πειραματικού αγρού στην περιοχή του Αγρινίου χαρακτηρίζεται ως αργιλλοπηλώδες (CL).

Άμμος	13,9%
Ιλύς	61,2%
Άργιλος	24,9%
pH	7,4
Οργανική ουσία	1,45%
Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (EC)	0,63mS cm-1
Ολικό N	0,152%
P (Κατά Olsen)	175 ppm
K	632 ppm

2.6 ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

• ΚΟΜΠΟΣΤ

Χρησιμοποιήθηκε το βιολογικό φυσικό λίπασμα “POSIDONIA” COMPOST HELLAS, το οποίο προέρχεται από τη βιολογική ζύμωση φυκιών και επιλεγμένων προϊόντων της γεωργίας και της κτηνοτροφίας, χωρίς καμία χημική προσθήκη ή επεξεργασία.

ΘΡΕΠΤΙΚΑ	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΦΥΣΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ
Άζωτο 1-2%	Οργανική Ουσία 45-55%	Περιεκτικότητα σε υγρασία 37-45%
Φώσφορος 0,6-1,1%	Ανόργανη Ουσία (ash) 47-64%	
Κάλιο 2,2-7,3g/Kg	Αγωγιμότητα 0,33-2,16m S/cm	
Σίδηρος 7,6-8,3mg/Kg	Λόγος άνθρακος/άζωτο (C:N) 11-18	
Ασβέστιο 7-17%	PH 7-8	
Μαγνήσιο 0,4-1,4%		

- **ΧΟΥΜΟΣ**

Χρησιμοποιήθηκε το οργανικό λίπασμα χούμου Golden Humus M-80.

Οργανική ουσία
57-60%
(N):0,5-1,5%-(P ₂ O ₅):0,1-0,5% (K ₂ O):0,3%
Χουμικά-Φουλβικά οξέα
12-16%

- **ΚΟΠΡΙΑ**

Χρησιμοποιήθηκε κομποστοποιημένη κοπριά από αγελάδα (1,24% N).

2.7 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Μετά την σπορά της κινόας και κατά την διάρκεια όλης της περιόδου μέχρι την ωρίμανση του φυτού, στην περιοχή της Αθήνας, έγιναν 5 ποτίσματα. Ο τρόπος άρδευσης ήταν με τεχνητή βροχή. Τις πρώτες ημέρες διενεργήθηκαν σκαλίσματα και βοτανίσματα για περιορισμό των αριθμών των ζιζανίων. Στην περιοχή του Αγρινίου δεν έγινε κάποιο τεχνητό πότισμα. Ο έλεγχος των ζιζανίων έγινε με ένα βοτάνισμα 30 μέρες μετά την σπορά. Η συγκομιδή και στις δύο περιοχές έγινε με τα χέρια.

2.8 ΛΗΦΘΕΙΣΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

2.8.1 ΛΗΦΘΕΙΣΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ (ΑΘΗΝΑ)

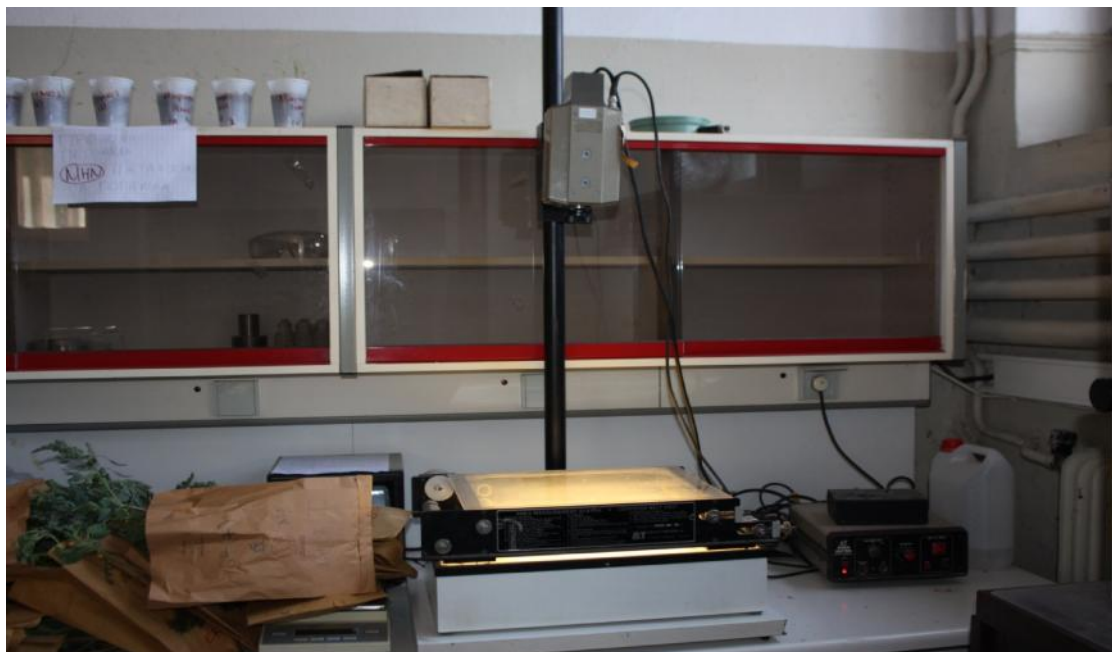
Πραγματοποιήθηκαν τέσσερις μετρήσεις. Η πρώτη έγινε 50 ημέρες από τη σπορά, η δεύτερη έγινε 70 ημέρες από τη σπορά, η τρίτη έγινε 90 ημέρες από τη σπορά και η τελευταία 110 ημέρες από τη σπορά. Σε κάθε μέτρηση επιλέχθηκαν αντιπροσωπευτικά φυτά. Τα χαρακτηριστικά στα οποία ελήφθησαν παρατηρήσεις είναι τα εξής:

Ύψος (εκατοστά) υπέργειου τμήματος του φυτού. Πραγματοποιήθηκαν σε 3 φυτά ανά τεμάχιο.

Νωπό βάρος (κιλά/στρέμμα) υπέργειου τμήματος του φυτού. Κοπή 3 φυτών ανά τεμάχιο και άμεση μέτρηση.

Ξηρό βάρος (κιλά/στρέμμα) υπέργειου τμήματος του φυτού. Τα φυτά που χρησιμοποιήθηκαν στην μέτρηση του νωπού βάρους τοποθετήθηκαν σε φούρνους του Εργαστηρίου Γεωργίας σε θερμοκρασία 70 °C για 72 ώρες.

Δείκτης LAI. Εκφράζει την πυκνότητα του φυλλώματος ως συνάρτηση της φυλλικής επιφάνειας προς την εδαφική επιφάνεια. Ο προσδιορισμός της φυλλικής επιφάνειας έγινε με τη βοήθεια της αυτόματης συσκευής DT-area meter (Delta-T Devices Ltd., Burwell Cambridge , UK). Επιλέχθηκαν 3 δείγματα από κάθε τεμάχιο (Εικόνα 11).



Εικόνα 11: Συσκευή υπολογισμού φυλλικής επιφάνειας

Απόδοση. Για τον υπολογισμό της απόδοσης μετρήθηκε το βάρος των σπόρων φυτών 0,5 μ. κατά μήκος των γραμμών.

2.8.2 ΛΗΦΘΕΙΣΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ (ΑΓΡΙΝΙΟ)

Ολικό εδαφικό N%. Ο προσδιορισμός στο έδαφος έγινε στις 75 ημέρες με την μέθοδο Kjeldahl που στηρίζεται στη μετατροπή όλων των μορφών του αζώτου σε κατιόντα αμμωνίου και στη συνέχεια στον προσδιορισμό του (Bremer, 1960).

Πυκνότητα ρίζας. Για τον προσδιορισμό της πυκνότητας της ρίζας πάρθηκαν δείγματα από το μεσοδιάστημα διαδοχικών φυτών της ίδιας σειράς, με κύλινδρο μήκους 25 εκατοστών και διαμέτρου 10 εκατοστών. Τα δείγματα, για να καθαριστούν, τοποθετήθηκαν για 24 ώρες σε μείγμα νερού, $(\text{NaPO}_3)_6$ και Na_2CO_3 . Στη συνέχεια έγινε η μέτρηση σε σαρωτή υψηλής ανάλυσης και μετρήθηκαν με το πρόγραμμα DT (Delta-T Scan version 2.04, Delta-T Devices Ltd., Burwell, Cambridge, UK). Επιλέχθηκαν 3 δείγματα από κάθε υποτεμάχιο 75 μέρες μετά την σπορά.

Ύψος (εκατοστά) υπέργειου τμήματος του φυτού. Πραγματοποιήθηκαν σε 3 φυτά ανά υποτεμάχιο.

Ξηρό βάρος (κιλά/στρέμμα) υπέργειου τμήματος του φυτού. Επιλέχθηκαν 3 φυτά από κάθε υποτεμάχιο 75 μέρες μετά την σπορά τα οποία τοποθετήθηκαν σε φούρνους σε θερμοκρασία $70\text{ }^\circ\text{C}$ για 72 ώρες.

Δείκτης LAI. Εκφράζει την πυκνότητα του φυλλώματος ως συνάρτηση της φυλλικής επιφάνειας προς την εδαφική επιφάνεια. Ο προσδιορισμός της φυλλικής επιφάνειας έγινε με τη βοήθεια της αυτόματης συσκευής DT-area meter (Delta-T Devices Ltd., Burwell Cambridge, UK). Επιλέχθηκαν 3 δείγματα από κάθε υποτεμάχιο 75 μέρες μετά την σπορά.

Απόδοση. Για τον υπολογισμό της απόδοσης μετρήθηκε το βάρος των σπόρων των δύο μεσαίων γραμμών από φυτά σε κάθε υποτεμάχιο.

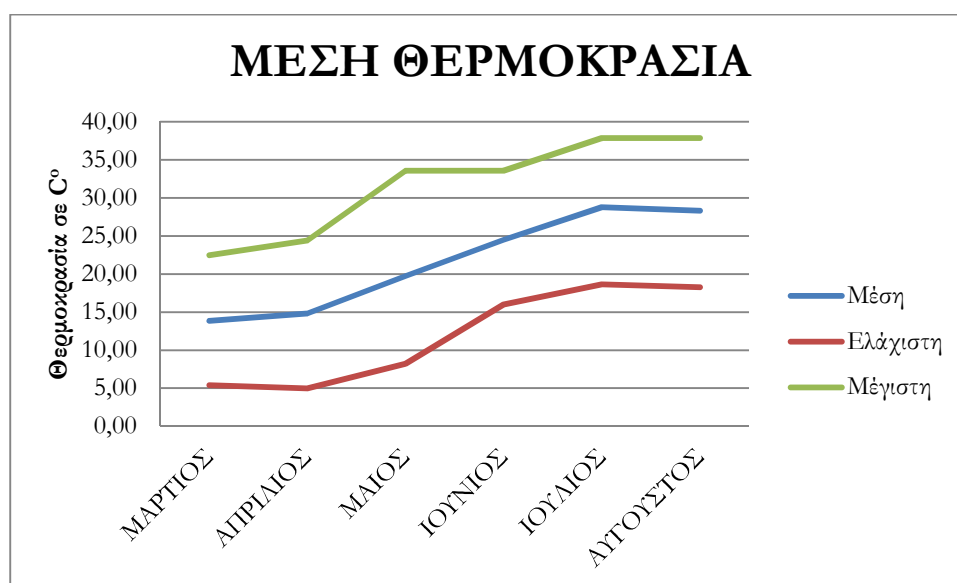
2.9 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το λογισμικό Statistica (Stat Soft 1996). Οι συγκρίσεις των μέσων πραγματοποιήθηκαν με την δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς, για επίπεδο σημαντικότητας 5%, και χρησιμοποιήθηκε τόσο για τις συγκρίσεις, όσο και για την ανάλυση διασποράς.

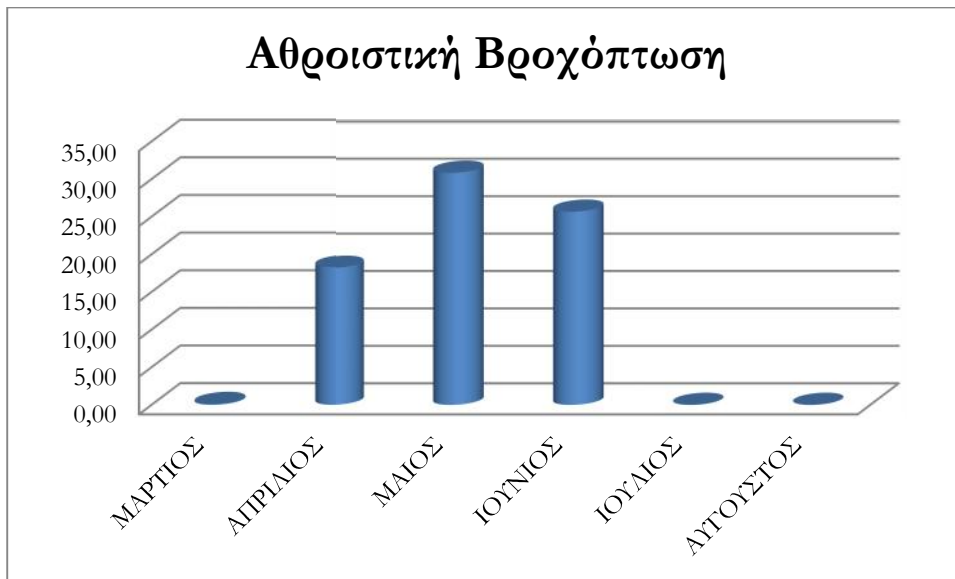
2.10 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

2.10.1 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΘΗΝΑ

Παρουσιάζονται η διακύμανση της μέσης θερμοκρασίας και η κατανομή της βροχόπτωσης κατά το χρονικό διάστημα Μαρτίου – Αυγούστου 2011 (Διάγραμμα μετεωρολογικών δεδομένων 1 και 2).



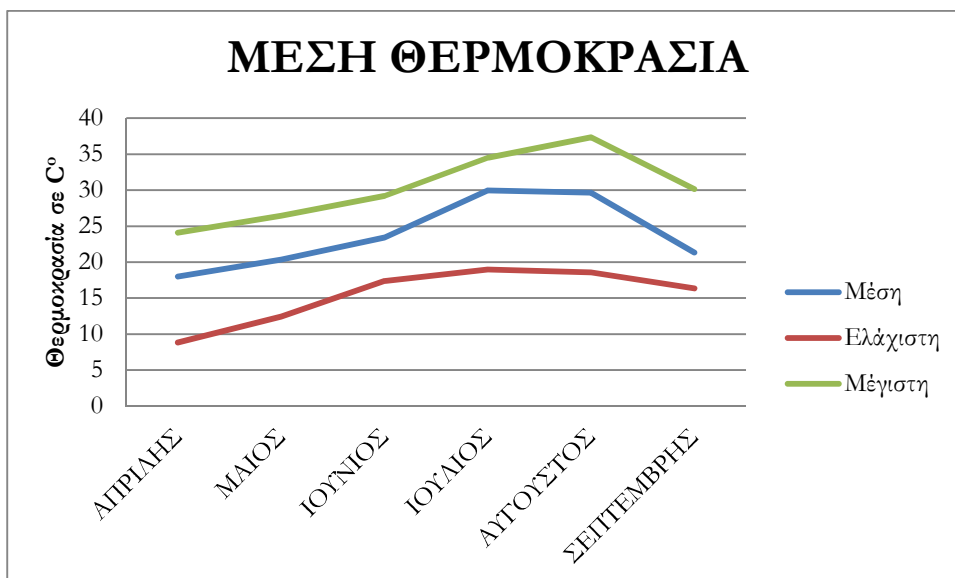
Διάγραμμα μετεωρολογικών δεδομένων 1: Η διακύμανση της θερμοκρασίας (μέγιστη-μέση-ελάχιστη) για την χρονική περίοδο πραγματοποίησης του πειράματος



Διάγραμμα μετεωρολογικών δεδομένων 2: Η διακύμανση της βροχόπτωσης για την χρονική περίοδο πραγματοποίησης του πειράματος

2.10.2 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΓΡΙΝΙΟ

Παρουσιάζονται η διακύμανση της μέσης θερμοκρασίας και η κατανομή της βροχόπτωσης κατά το χρονικό διάστημα Απριλίου – Σεπτεμβρίου 2011 (Διάγραμμα μετεωρολογικών δεδομένων 3 και 4).



Διάγραμμα μετεωρολογικών δεδομένων 3: Η διακύμανση της θερμοκρασίας (μέγιστη-μέση-ελάχιστη) για την χρονική περίοδο πραγματοποίησης του πειράματος



Διάγραμμα μετεωρολογικών δεδομένων 4: Η διακύμανση της βροχόπτωσης για την χρονική περίοδο πραγματοποίησης του πειράματος

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΑΘΗΝΑΣ

3.1.1 ΥΨΟΣ

Πραγματοποιήθηκαν τέσσερις μετρήσεις. Η πρώτη έγινε 50 ημέρες από τη σπορά, ενώ οι υπόλοιπες τρεις μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν διαδοχικά ανά 20 μέρες. Στην πρώτη μέτρηση οι διαφορετικές λιπάνσεις δεν εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 6). Το κομπόστ έδωσε το μεγαλύτερο ύψος (23,4 εκ.), ενώ ακολούθησαν ο χούμος (22,1 εκ.) και ο μάρτυρας (20,8 εκ.).

Πίνακας 6: Ανάλυση διασποράς για το ύψος των φυτών 50 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Ύψος φυτών 50 ΗΑΣ					
	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετραγώνων	B.E.	F	p-level
Λιπάνσεις	10,14055	5,0703	2	1,994	0,25075
Λιπάν.*Επανάλ.	10,17111	2,5428	4		

Στην δεύτερη μέτρηση ο χούμος έδωσε τη μεγαλύτερη τιμή σε ύψος (59,9 εκ.) και ακολούθησε το κομπόστ (57,9 εκ.). Ο μάρτυρας (56,1 εκ.) είχε τιμή χαμηλότερη από τις δύο άλλες λιπάνσεις. Στις διαφορετικές λιπάνσεις δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 7).

Πίνακας 7: Ανάλυση διασποράς για το ύψος των φυτών 70 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Ύψος φυτών 70 ΗΑΣ					
	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετραγώνων	B.E.	F	p-level
Λιπάνσεις	22,43555	11,21777	2	3,03092	0,15803
Λιπάν.*Επανάλ.	14,80444	3,70111	4		

Στην τρίτη μέτρηση, στις 90 μέρες από την σπορά, ο χούμος παρουσίασε το μεγαλύτερο ύψος (128,5 εκ.) με το κομπόστ (125,6 εκ.) και το μάρτυρα (123,3 εκ.) να ακολουθούν. Οι λιπάνσεις δεν είχαν διαφορές στατιστικά σημαντικά (Πίνακας 8).

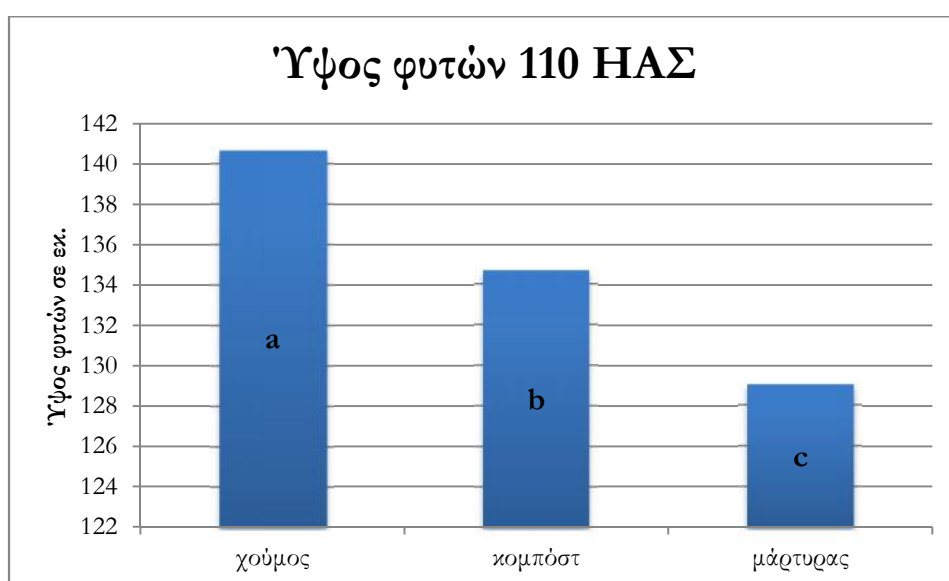
Πίνακας 8: Ανάλυση διασποράς για το ύψος των φυτών 90 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Ύψος φυτών 90 ΗΑΣ					
	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετραγώνων	B.E.	F	p-level
Λιπάνσεις	40,70222	20,35111	2	3,69497	0,12333
Λιπάν.*Επανάλ.	22,03111	5,507777	4		

Στην τέταρτη μέτρηση οι λιπάνσεις παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 9). Ο χούμος εμφάνισε την μεγαλύτερη τιμή ύψους (140,6 εκ.) και διέφερε στατιστικά σημαντικά από το κομπόστ και τον μάρτυρα. Ακολούθησαν οι τιμές του κομπόστ (134,7 εκ.) και του μάρτυρα (129 εκ.), οι οποίες διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους, αλλά και από τον χούμο (Διάγραμμα 1).

Πίνακας 9: Ανάλυση διασποράς για το ύψος των φυτών 110 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Ύψος φυτών 110 ΗΑΣ					
	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετραγώνων	B.E.	F	p-level
Λιπάνσεις	204,22222	102,11111	2	17,67307	0,01033
Λιπάν.*Επανάλ.	23,11111	5,77777	4		



Διάγραμμα 1: Επίδραση λιπάνσεων στο ύψος των φυτών 110 ημέρες από τη σπορά (διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5%).

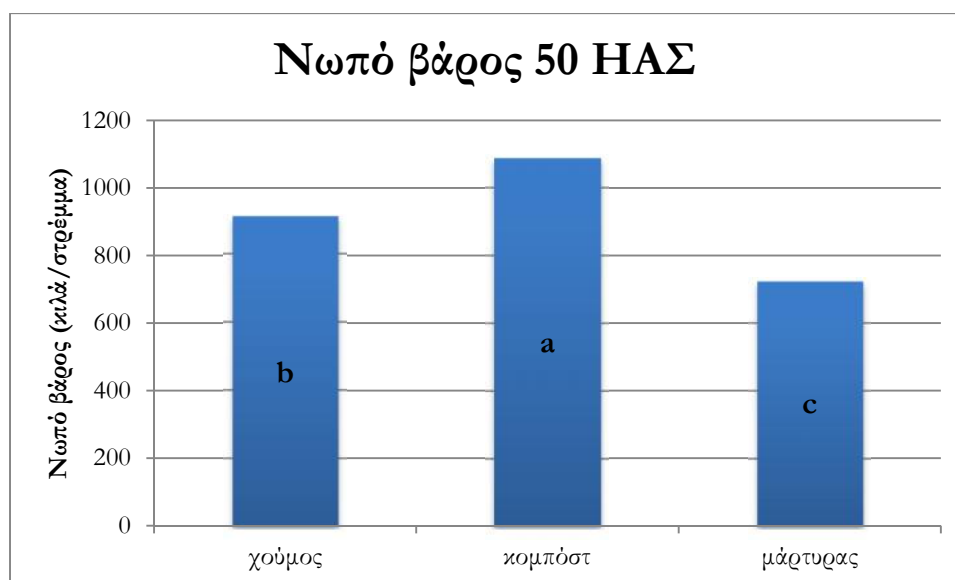
3.1.2 ΝΩΠΟ ΒΑΡΟΣ

Πραγματοποιήθηκαν τέσσερις μετρήσεις. Η πρώτη έγινε 50 ημέρες από τη σπορά, ενώ οι υπόλοιπες τρεις μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν διαδοχικά ανά 20 μέρες. Στην πρώτη μέτρηση οι διαφορετικές λιπάνσεις έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 10). Το κομπόστ έδωσε τη μεγαλύτερη νωπή μάζα ανά στρέμμα (1087,6 κιλά/στρέμμα) και διέφερε στατιστικά σημαντικά από τις δύο άλλες λιπάνσεις. Ακολούθησαν ο χούμος (910,23 κιλά/στρέμμα) και ο μάρτυρας (723,33 κιλά/στρέμμα.), τα οποία

είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, αλλά και με το κομπόστ (Διάγραμμα 2).

Πίνακας 10: Ανάλυση διασποράς για νωπό βάρος φυτών (κιλά/στρέμμα) 50 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Νωπό βάρος 50 ΗΑΣ					
	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετραγώνων	B.E.	F	p-level
Λιπάνσεις	199044,6406	99522,32031	2	29,28409	0,00408
Λιπάν.*Επανάλ.	13594,04492	3398,51123	4		



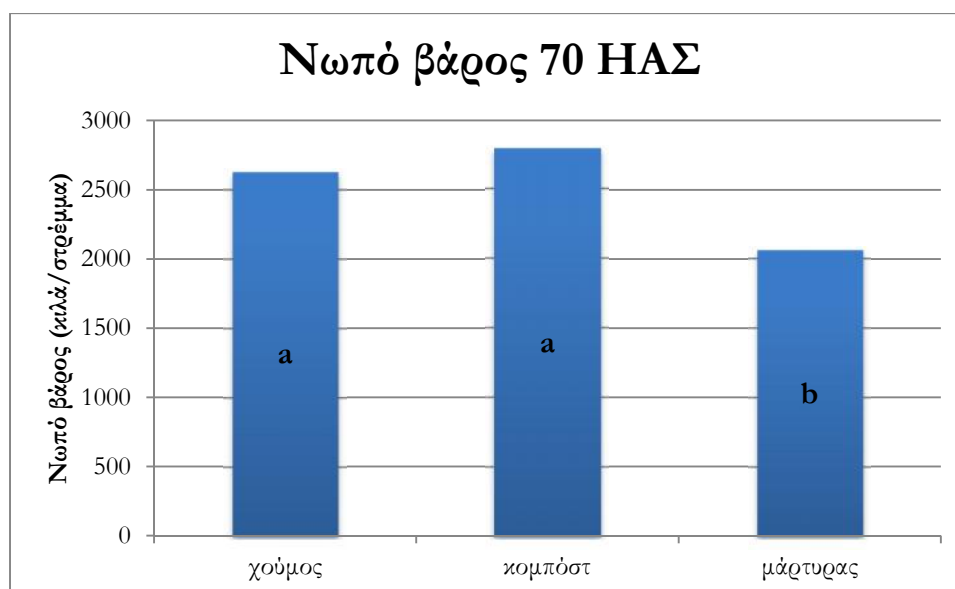
Διάγραμμα 2: Επίδραση λιπάνσεων στο νωπό βάρος των φυτών κινάας 50 ημέρες από τη σοδιά (διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5%).

Στην δεύτερη μέτρηση του νωπού βάρους παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις διαφορετικές λιπάνσεις (Πίνακας 11). Το κομπόστ έδωσε τη μεγαλύτερη νωπή μάζα ανά στρέμμα (2788,7 κιλά/στρέμμα) και διέφερε στατιστικά σημαντικά από τον μάρτυρα, ενώ δεν διέφερε από το χούμο (2627,3 κιλά/στρέμμα), που επίσης διέφερε στατιστικά σημαντικά από

τον μάρτυρα. Ο μάρτυρας είχε την μικρότερη τιμή νωπής μάζας (2060 κιλά/στρέμμα) (Διάγραμμα 3).

Πίνακας 11: Ανάλυση διασποράς για νωπό βάρος φυτών (κιλά/στρέμμα) 70 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Νωπό βάρος 70 ΗΑΣ					
	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετραγώνων	B.E.	F	p-level
Λιπάνσεις	878942,3125	439471,15630	2	55,77314	0,00119
Λιπάν.*Επανάλ.	31518,47852	7879,61962	4		



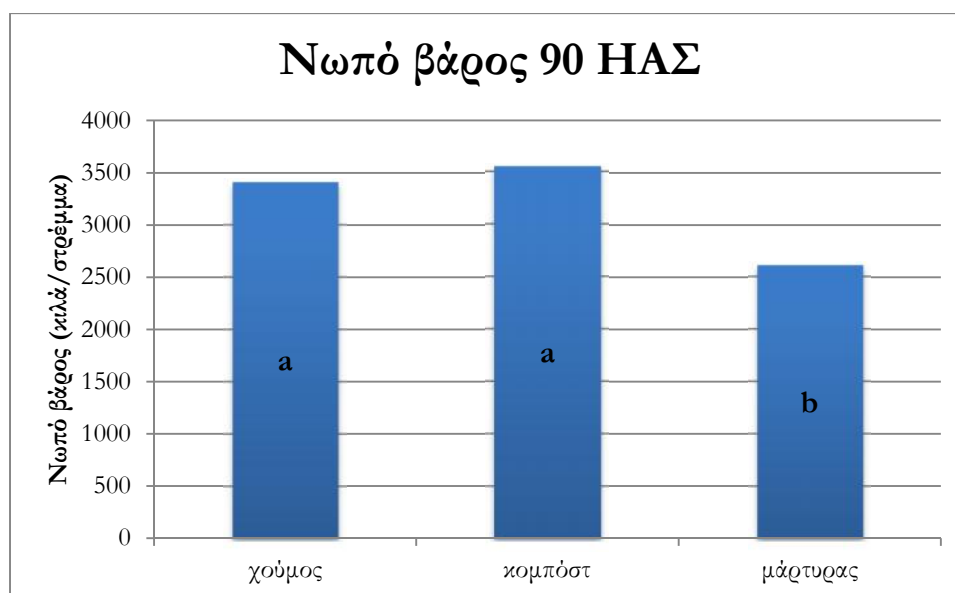
Διάγραμμα 3: Επίδραση λιπάνσεων στο νωπό βάρος των φυτών κινόας 70 ημέρες από τη σπορά (διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5%).

Στην τρίτη μέτρηση του νωπού βάρους παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις διαφορετικές λιπάνσεις (Πίνακας 12). Το κομπόστ έδωσε τη μεγαλύτερη νωπή μάζα ανά στρέμμα (3547,9 κιλά/στρέμμα) και διέφερε στατιστικά σημαντικά από τον μάρτυρα. Ακολούθησε ο χούμος (3407,5 κιλά/στρέμμα), που επίσης διέφερε στατιστικά σημαντικά από τον

μάρτυρα, αλλά όχι από το κομπόστ. Τέλος, ο μάρτυρας είχε την μικρότερη τιμή νωπής μάζας (2606,7 κιλά/στρέμμα) (Διάγραμμα 4).

Πίνακας 12: Ανάλυση διασποράς για νωπό βάρος φυτών (κιλά/στρέμμα) 90 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Νωπό βάρος 90 ΗΑΣ					
	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετραγώνων	B.E.	F	p-level
Λιπάνσεις	1546894,25	773447,125	2	17,38560	0,01064
Λιπάν.*Επανάλ.	177951,1094	44487,77734	4		



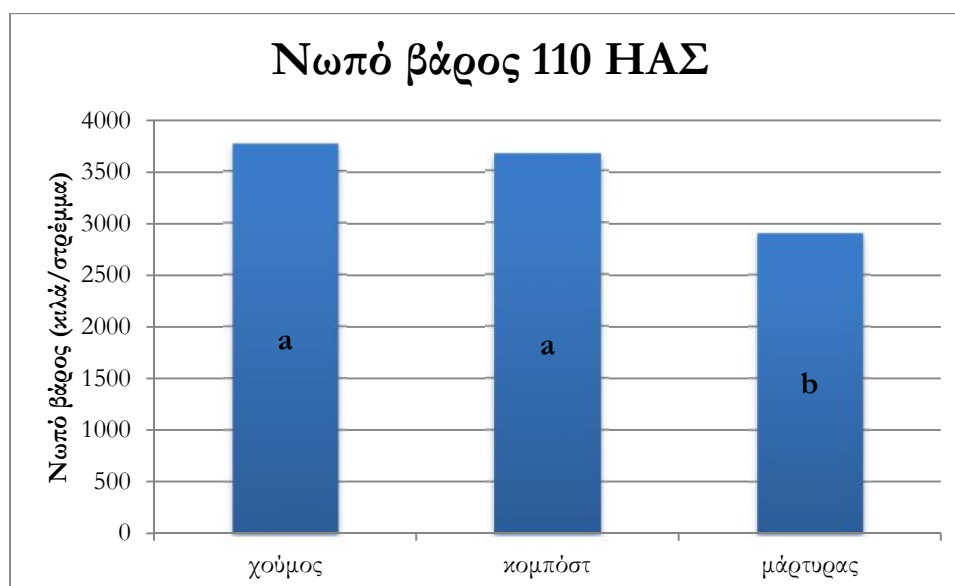
Διάγραμμα 4: Επίδραση λιπάνσεων στο νωπό βάρος των φυτών κινάας 90 ημέρες από τη σπορά (διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5%).

Στην τελευταία μέτρηση που πραγματοποιήθηκε για το νωπό βάρος παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις διαφορετικές λιπάνσεις (Πίνακας 13). Ο χούμος έδωσε τη μεγαλύτερη νωπή μάζα ανά στρέμμα (3764,7 κιλά/στρέμμα) και διέφερε στατιστικά σημαντικά από το μάρτυρα. Το κομπόστ (3663,9 κιλά/στρέμμα) δεν διέφερε στατιστικά σημαντικά από το χούμο. Τέλος, ο μάρτυρας είχε την μικρότερη τιμή νωπής μάζας (2900

κιλά/στρέμμα) και παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές από τις δύο άλλες λιπάνσεις (Διάγραμμα 5).

Πίνακας 13: Ανάλυση διασποράς για νωπό βάρος φυτών (κιλά/στρέμμα) 110 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Νωπό βάρος 110 ΗΑΣ					
	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετραγώνων	B.E.	F	p-level
Λιπάνσεις	1341410	670705	2	38,06767	0,00249
Λιπάν.*Επανάλ.	70475,01563	17618,75391	4		



Διάγραμμα 5: Επίδραση λιπάνσεων στο νωπό βάρος των φυτών κινόας 110 ημέρες από τη σπορά (διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5%).

3.1.3 ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ

Πραγματοποιήθηκαν τέσσερις μετρήσεις. Η πρώτη έγινε 50 ημέρες από τη σπορά, ενώ οι υπόλοιπες τρεις μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν διαδοχικά ανά 20 μέρες. Στην πρώτη μέτρηση οι διαφορετικές λιπάνσεις δεν έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 14). Το κομπόστ έδωσε τη

μεγαλύτερη ξηρή μάζα (236 κιλά/στρέμμα). Ακολούθησαν ο χούμος (228,73 κιλά/στρέμμα) και ο μάρτυρας (174,17 κιλά/στρέμμα).

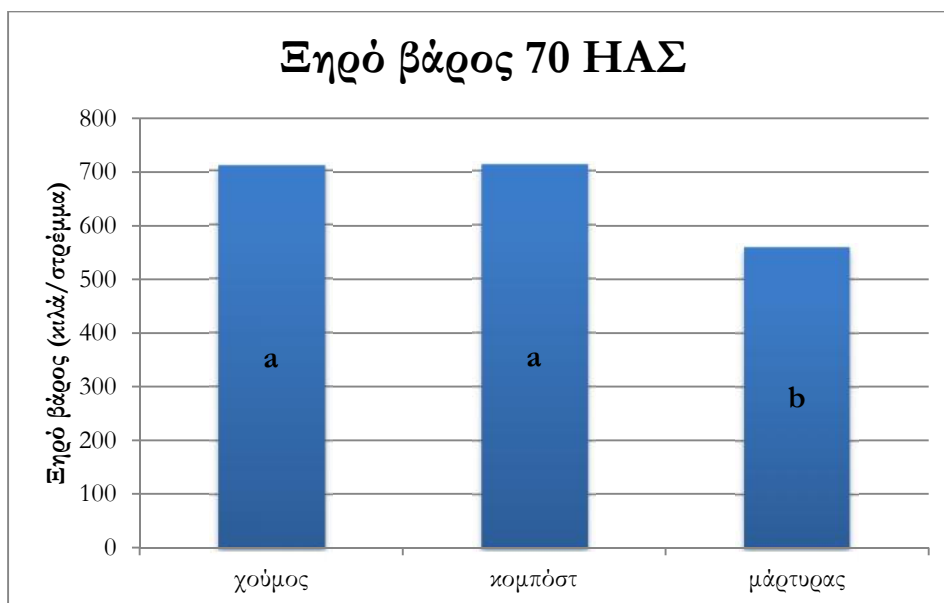
Πίνακας 14: Ανάλυση διασποράς για ξηρό βάρος φυτών (κιλά/στρέμμα) 50 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Ξηρό βάρος 50 ΗΑΣ					
	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετραγώνων	B.E.	F	p-level
Λιπάνσεις	45498,81641	3426,84326	2	5,28591	0,075351
Λιπάν.*Επανάλ.	5292,29785	648,29669	4		

Στην δεύτερη μέτρηση του ξηρού βάρους παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις διαφορετικές λιπάνσεις όπως φαίνεται στον πίνακα 15. Το κομπόστ έδωσε τη μεγαλύτερη ξηρή μάζα (711,93 κιλά/στρέμμα) και διέφερε στατιστικά σημαντικά από τον μάρτυρα, ενώ δεν διέφερε από το χούμο (709,7 κιλά/στρέμμα), που επίσης διέφερε στατιστικά σημαντικά από τον μάρτυρα. Ο μάρτυρας είχε την μικρότερη τιμή ξηρής μάζας (560 κιλά/στρέμμα) (Διάγραμμα 6).

Πίνακας 15: Ανάλυση διασποράς για ξηρό βάρος φυτών (κιλά/στρέμμα) 70 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Ξηρό βάρος 70 ΗΑΣ					
	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετραγώνων	B.E.	F	p-level
Λιπάνσεις	45498,81641	22749,40820	2	17,19435	0,01085
Λιπάν.*Επανάλ.	5292,29785	1323,07446	4		

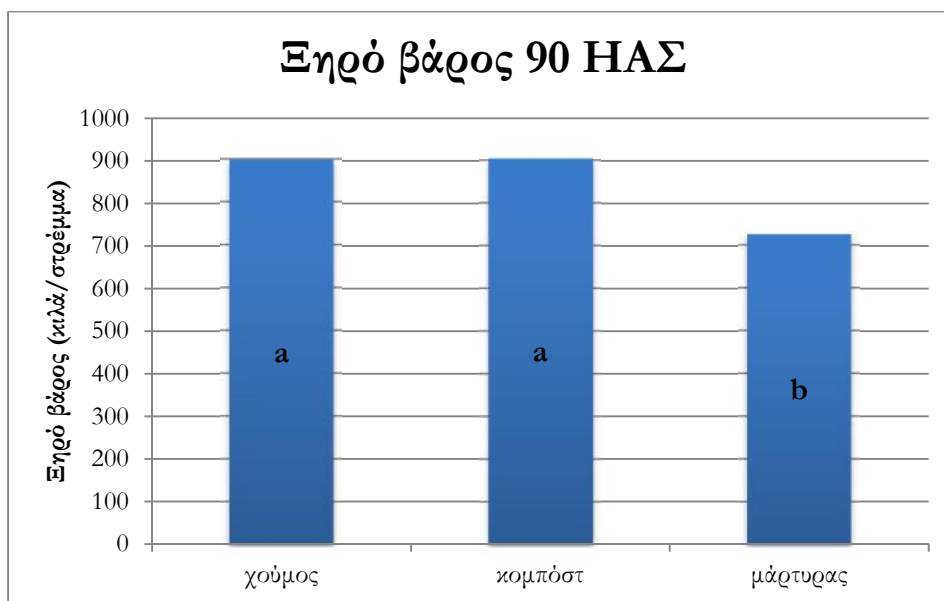


Διάγραμμα 6: Επίδραση λιπάνσεων στο ξηρό βάρος των φυτών κινόας 70 ημέρες από τη σπορά (διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5%).

Στην τρίτη μέτρηση του ξηρού βάρους παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις διαφορετικές λιπάνσεις όπως φαίνεται στον πίνακα 16. Το κομπόστ έδωσε τη μεγαλύτερη ξηρή μάζα (904,67 κιλά/στρέμμα) και διέφερε στατιστικά σημαντικά από τον μάρτυρα, ενώ δεν διέφερε από το χούμο (899,27 κιλά/στρέμμα), που επίσης διέφερε στατιστικά σημαντικά από τον μάρτυρα. Ο μάρτυρας είχε την μικρότερη τιμή ξηρής μάζας (725 κιλά/στρέμμα.) (Διάγραμμα 7).

Πίνακας 16: Ανάλυση διασποράς για ξηρό βάρος φυτών (κιλά/στρέμμα) 90 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Ξηρό βάρος 90 ΗΑΣ					
	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετραγώνων	B.E.	F	p-level
Λιπάνσεις	62678,14063	31339,07031	2	15,37426	0,01325
Λιπάν.*Επανάλ.	8153,64453	2038,41113	4		



Διάγραμμα 7: Επίδραση λιπάνσεων στο ξηρό βάρος των φυτών κινάας 90 ημέρες από τη σπορά (διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5%).

Στην τελευταία μέτρηση, στις 110 ημέρες από την σπορά, οι διαφορετικές λιπάνσεις δεν έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 17). Ο χούμος έδωσε τη μεγαλύτερη ξηρή μάζα (1085,7 κιλά/στρέμμα). Ακολούθησαν το κομπόστ (1014,8 κιλά/στρέμμα) και ο μάρτυρας (870 κιλά/στρέμμα).

Πίνακας 17: Ανάλυση διασποράς για ξηρό βάρος φυτών (κιλά/στρέμμα) 110 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Ξηρό βάρος 110 ΗΑΣ					
	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετραγώνων	B.E.	F	p-level
Λιπάνσεις	72520,34375	36260,17188	2	5,25456	0,07600
Λιπάν.*Επανάλ.	27602,8125	6900,70312	4		

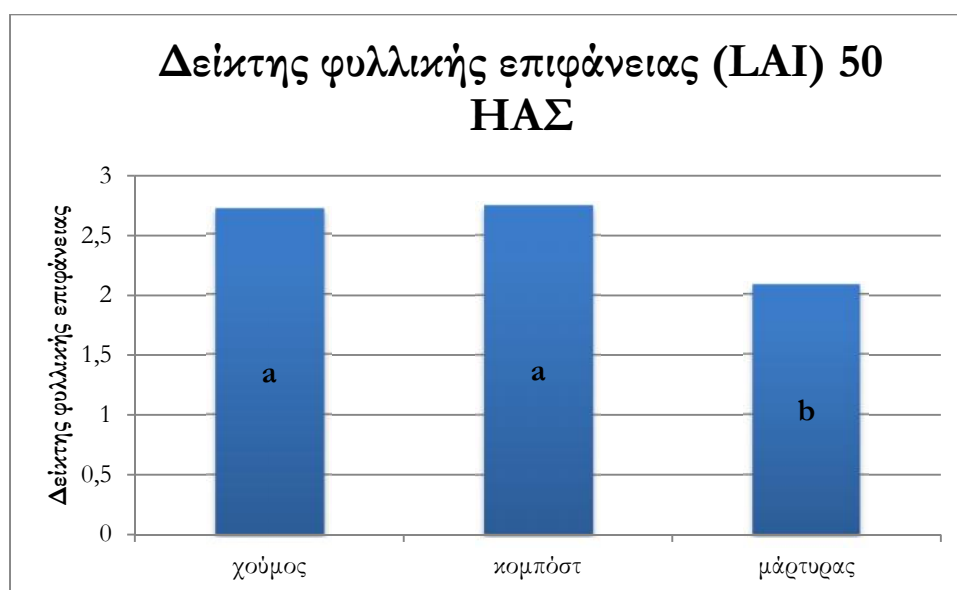
3.1.4 ΔΕΙΚΤΗΣ LAI

Πραγματοποιήθηκαν τέσσερις μετρήσεις υπολογισμού της φυλλικής επιφάνειας (LAI). Η πρώτη έγινε 50 ημέρες από τη σπορά, ενώ οι υπόλοιπες τρεις μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν διαδοχικά ανά 20 μέρες. Στην πρώτη

μέτρηση οι διαφορετικές λιπάνσεις έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 18). Το κομπόστ έδωσε το μεγαλύτερο δείκτη φυλλικής επιφάνειας (2,7484) και είχε στατιστικά σημαντικές διαφορές από τον μάρτυρα, αλλά όχι από το χούμο. Ο χούμος (2,7103) παρουσίασε, επίσης, στατιστικά σημαντικές διαφορές από τον μάρτυρα (2,0788) (Διάγραμμα 8).

Πίνακας 18: Ανάλυση διασποράς για δείκτη φυλλικής επιφάνειας 50 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) 50 ΗΑΣ					
	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετραγώνων	B.E.	F	p-level
Λιπάνσεις	0,84858	0,42429	2	57,90505	0,00111
Λιπάν.*Επανάλ.	0,02930	0,00732	4		



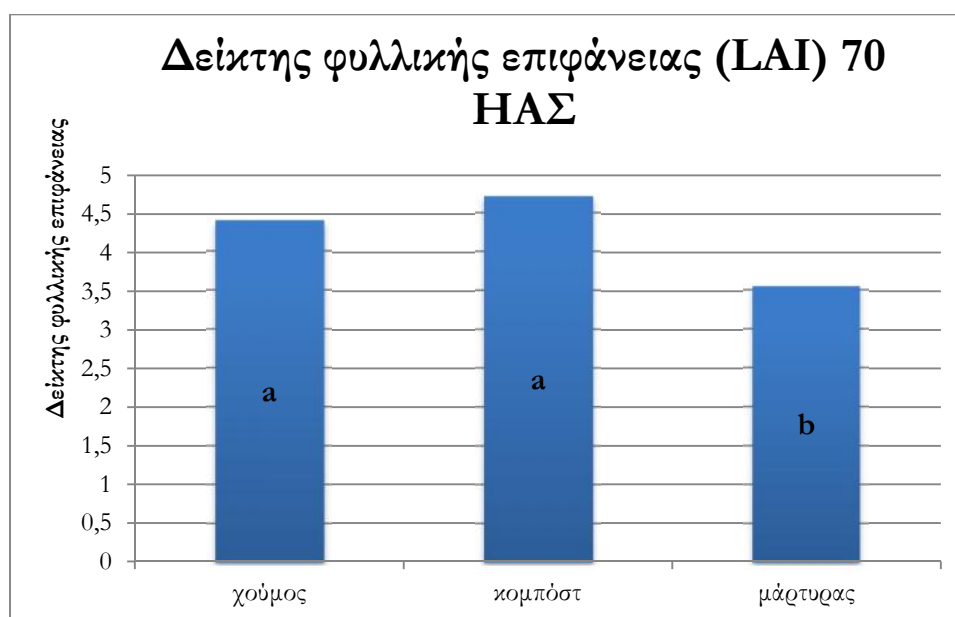
Διάγραμμα 8: Επίδραση λιπάνσεων στον δείκτη φυλλικής επιφάνειας των φυτών κινόας 50 ημέρες από τη σπορά (διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5%).

Στην δεύτερη μέτρηση του δείκτη φυλλικής επιφάνειας παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις διαφορετικές λιπάνσεις (Πίνακας 19). Το κομπόστ έδωσε τον μεγαλύτερο δείκτη φυλλικής επιφάνειας (4,7133) και

διέφερε στατιστικά σημαντικά από τον μάρτυρα, ενώ δεν διέφερε από το χούμο (4,397) που επίσης διέφερε στατιστικά σημαντικά από τον μάρτυρα. Ο μάρτυρας είχε την μικρότερη τιμή (3,5498) (Διάγραμμα 9).

Πίνακας 19: Ανάλυση διασποράς για δείκτη φυλλικής επιφάνειας 70 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) 70 ΗΑΣ					
	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετραγώνων	B.E.	F	p-level
Λιπάνσεις	2,17143	1,08571	2	172,73069	0,00013
Λιπάν.*Επανάλ.	0,02514	0,00628	4		



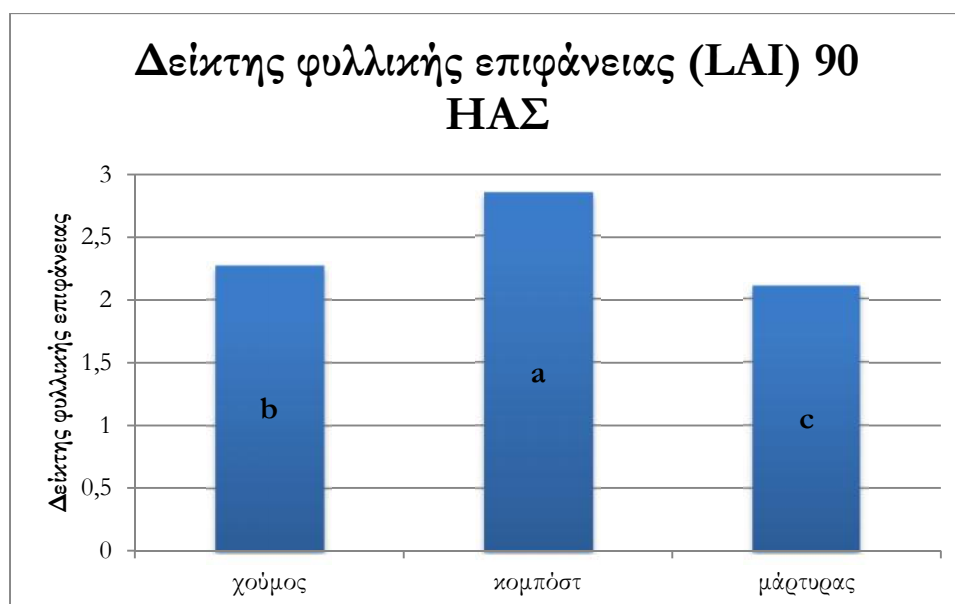
Διάγραμμα 9: Επίδραση λιπάνσεων στον δείκτη φυλλικής επιφάνειας των φυτών κινόας 70 ημέρες από τη σπορά (διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5%).

Στην τρίτη μέτρηση οι διαφορετικές λιπάνσεις έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 20). Το κομπόστ έδωσε το μεγαλύτερο δείκτη φυλλικής επιφάνειας (2,8428) και είχε στατιστικά σημαντικές διαφορές από τον μάρτυρα και χούμο. Ο χούμος (2,2717) παρουσίασε, επίσης, στατιστικά

σημαντικές διαφορές από τον μάρτυρα (2,1038) και το κομπόστ (Διάγραμμα 10).

Πίνακας 20: Ανάλυση διασποράς για δείκτη φυλλικής επιφάνειας 90 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) 90 ΗΑΣ					
	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετραγώνων	B.E.	F	p-level
Λιπάνσεις	0,90047	0,45023	2	155,21195	0,00016
Λιπάν.*Επανάλ.	0,01160	0,00290	4		

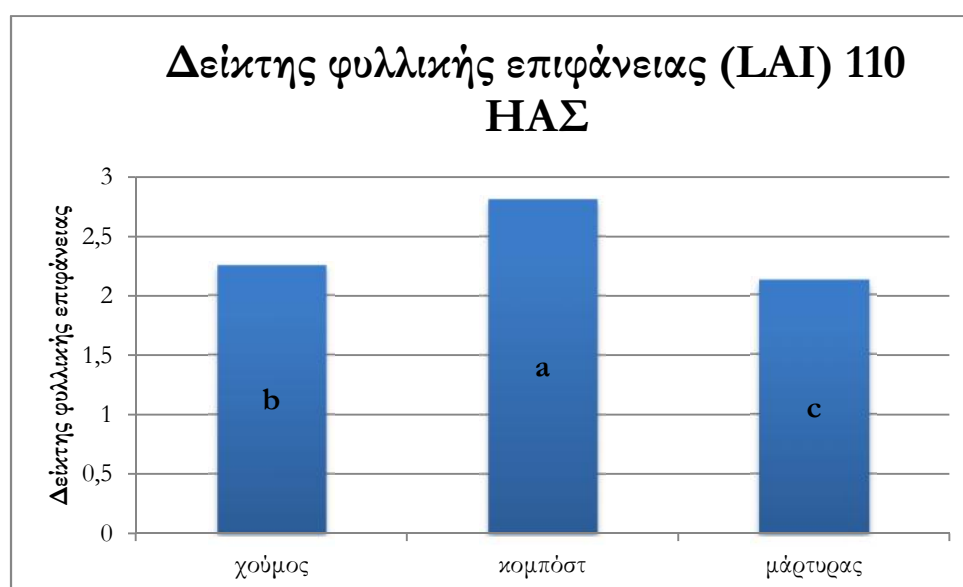


Διάγραμμα 10: Επίδραση λιπάνσεων στον δείκτη φυλλικής επιφάνειας των φυτών κινόας 90 ημέρες από τη σπορά (διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5%).

Στην τελευταία μέτρηση του δείκτη φυλλικής επιφάνειας παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις διαφορετικές λιπάνσεις (Πίνακας 21). Το κομπόστ έδωσε τον μεγαλύτερο δείκτη φυλλικής επιφάνειας (2,8123) και διέφερε στατιστικά σημαντικά από το χούμο και τον μάρτυρα. Ενώ και ο χούμος (2,2521) διέφερε στατιστικά σημαντικά από τον μάρτυρα. Ο μάρτυρας είχε την μικρότερη τιμή (2,1267) (Διάγραμμα 11).

Πίνακας 21: Ανάλυση διασποράς για δείκτη φυλλικής επιφάνειας 110 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) 110 ΗΑΣ					
	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετραγώνων	B.E.	F	p-level
Λιπάνσεις	0,79974	0,39987	2	180,97383	0,00011
Λιπάν.*Επανάλ.	0,00884	0,00220	4		



Διάγραμμα 11: Επίδραση λιπάνσεων στον δείκτη φυλλικής επιφάνειας των φυτών κινόας 110 ημέρες από τη σπορά (διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5%).

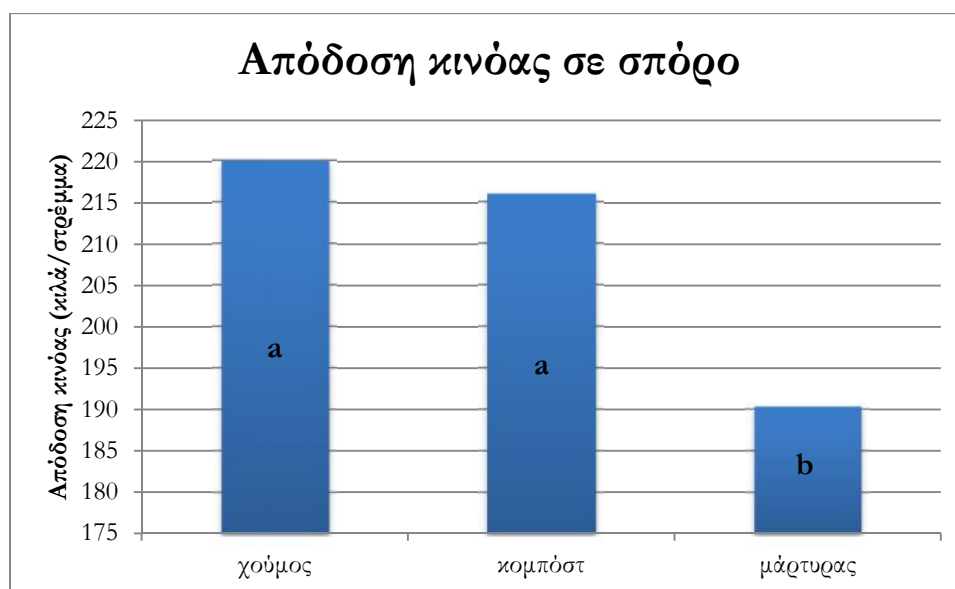
3.1.5 ΑΠΟΔΟΣΗ

Τα τρία είδη διαφορετικών λιπάνσεων έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 22). Ο χούμος έδωσε την μεγαλύτερη απόδοση (220 κιλά/στρέμμα) και παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές από τον μάρτυρα, αλλά όχι από το κομπόστ. Το κομπόστ (216 κιλά/στρέμμα) είχε,

επίσης, στατιστικά σημαντικές διαφορές από τον μάρτυρα (190,3 κιλά/στρέμμα) (Διάγραμμα 12).

Πίνακας 22: Ανάλυση διασποράς για την τελική απόδοση σε σπόρο της κινόας για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Απόδοση κινόας σε σπόρο					
	Άθροισμα τετραγώνων	Μέσο τετραγώνων	B.E.	F	p-level
Λιπάνσεις	1554,88891	777,44445	2	9,09882	0,03247
Λιπάν.*Επανάλ.	341,77777	85,44444	4		



Διάγραμμα 12: Επίδραση λιπάνσεων στην απόδοση των φυτών κινόας (διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5%).

3.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΑΓΡΙΝΙΟΥ

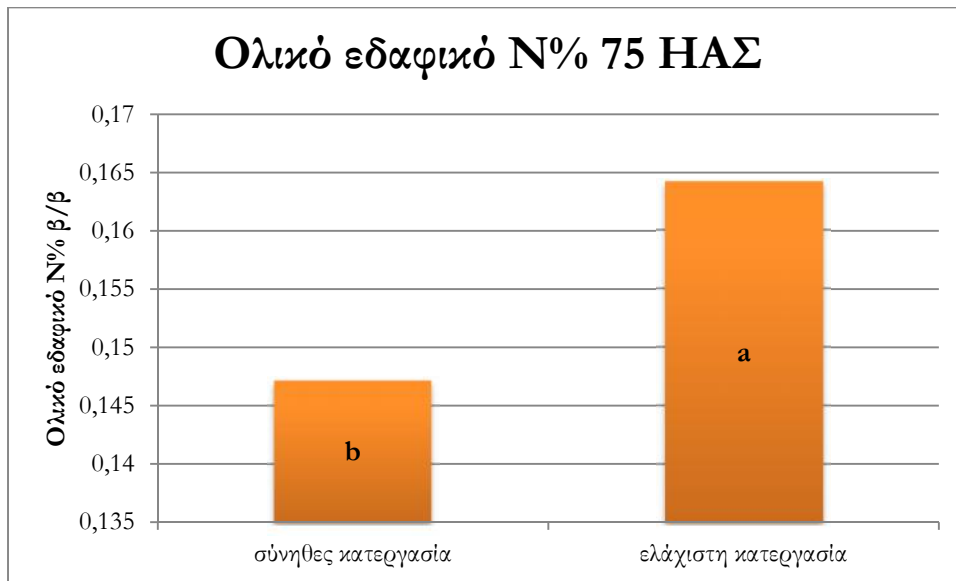
3.2.1 ΟΛΙΚΟ ΕΔΑΦΙΚΟ Ν%

Τα διαφορετικά συστήματα κατεργασίας έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην μέτρηση του ολικού εδαφικού Ν% στις 75 ημέρες από τη σπορά. Επίσης, οι τρεις διαφορετικές λιπάνσεις έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε αυτή τη μέτρηση. Αντίθετα, στην αλληλεπίδραση συστήματος κατεργασίας και λίπανσης δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 23).

Πίνακας 23: Ανάλυση διασποράς για το ολικό εδαφικό Ν% 75 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

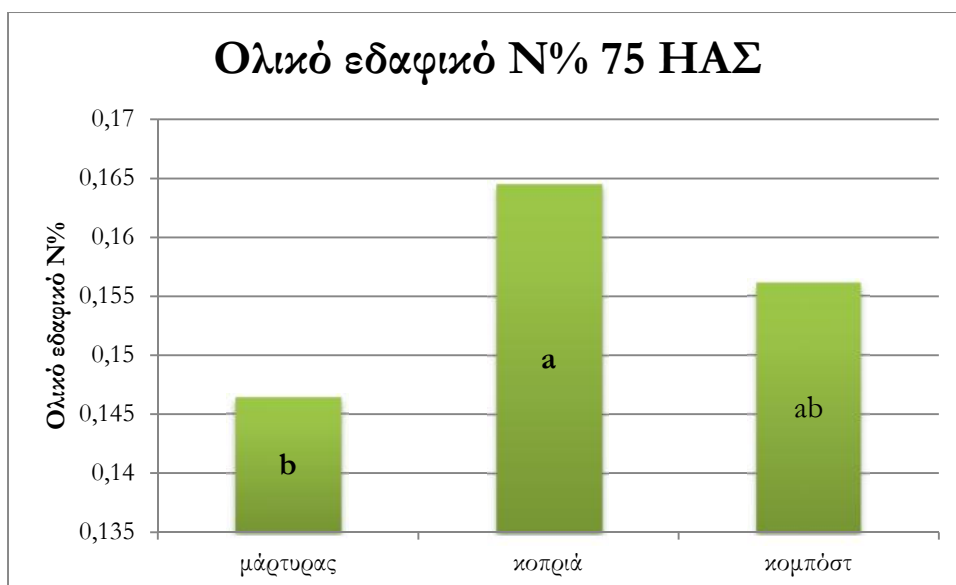
Ολικό εδαφικό Ν% 75 ΗΑΣ					
	Άθροισμα τετραγώνων	B.E.	Μέσο τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	0,001734	1	0,001734	10,32	0,0488
Κατεργ.*Επανάλ.	0,000504	3	0,000168		
Λιπάνσεις	0,001316	2	0,000658	80,19	0,00004
Κατ.*Λιπάν.*Επανάλ.	0,000049	6	0,000008		
Κατεργ.*Λιπάν.	0,000025	2	0,000012	1,56	0,2831
Κατ.*Λιπάν.*Επανάλ.	0,000049	6	0,000008		

Τα δύο είδη διαφορετικών συστημάτων κατεργασίας έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η ελάχιστη κατεργασία έδωσε την μεγαλύτερη τιμή σε ολικό εδαφικό Ν% (0,16417) στις 75 ημέρες από την σπορά και παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές από την συνήθη κατεργασία (0,14717) (Διάγραμμα 13).



Διάγραμμα 13: Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στο ολικό εδαφικό N% 75 ημέρες από τη σπορά (διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5%).

Από τα τρία είδη διαφορετικών λιπάνσεων η κοπριά έδωσε τη μεγαλύτερη τιμή ολικού εδαφικού N% (0,1645) και παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές από τον μάρτυρα, αλλά όχι από το κομπόστ. Το κομπόστ (0,15612) δεν εμφάνισε στατιστικά σημαντικές διαφορές ούτε με την κοπριά αλλά ούτε και με τον μάρτυρα(0,14638) (Διάγραμμα 14).



Διάγραμμα 14: Επίδραση λιπάνσεων στο ολικό εδαφικό N% 75 ημέρες από τη σπορά (διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5%).

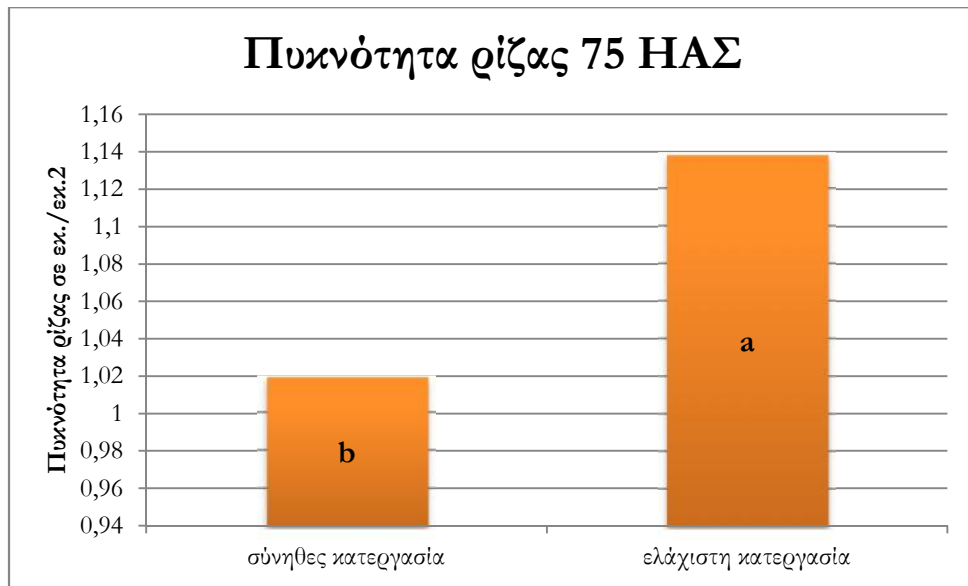
3.2.2 ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΡΙΖΑΣ

Τα διαφορετικά συστήματα κατεργασίας έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην μέτρηση της πυκνότητας στις 75 ημέρες από τη σπορά. Επίσης, οι τρεις διαφορετικές λιπάνσεις έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε αυτή τη μέτρηση. Αντίθετα, στην αλληλεπίδραση συστήματος κατεργασίας και λίπανσης δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 24).

Πίνακας 24: Ανάλυση διασποράς για την πυκνότητα της ρίζας 75 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

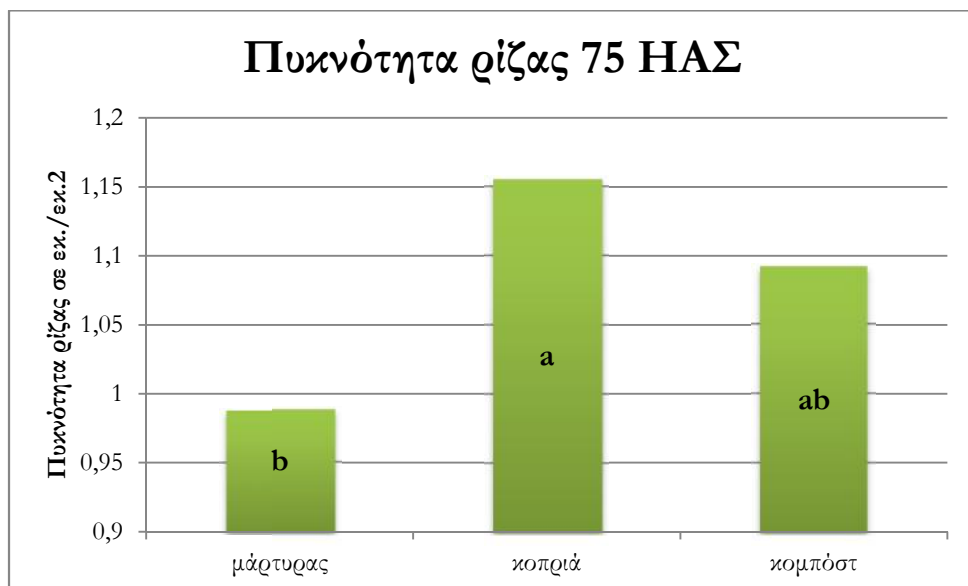
Πυκνότητα ρίζας 75 ΗΑΣ					
	Άθροισμα τετραγώνων	B.E.	Μέσο τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	0,08520	1	0,08520	94,23	0,00232
Κατεργ.*Επανάλ.	0,00271	3	0,00090		
Λιπάνσεις	0,11435	2	0,05717	40,72	0,00032
Κατ.*Λιπάν.*Επανάλ.	0,00842	6	0,00140		
Κατεργ.*Λιπάν.	0,00550	2	0,00275	1,961	0,22107
Κατ.*Λιπάν.*Επανάλ.	0,00842	6	0,00140		

Τα δύο είδη διαφορετικών συστημάτων κατεργασίας έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η ελάχιστη κατεργασία έδωσε την μεγαλύτερη τιμή πυκνότητας της ρίζας (1,1375 εκ./εκ.²) στις 75 ημέρες από την σπορά και παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές από την συνήθη κατεργασία (1,0183 εκ./εκ.²) (Διάγραμμα 15).



Διάγραμμα 15: Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στην πυκνότητα ρίζας 75 ημέρες από τη σπορά (διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5%).

Από τα τρία είδη διαφορετικών λιπάνσεων η κοπριά παρουσίασε τη μεγαλύτερη πυκνότητα ρίζας (1,155 εκ./εκ.²) και παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές από τον μάρτυρα, αλλά όχι από το κομπόστ. Το κομπόστ (1,0912 εκ./εκ.²) δεν εμφάνισε στατιστικά σημαντικές διαφορές με την κοπριά, ούτε με τον μάρτυρα (0,9875 εκ./εκ.²) (Διάγραμμα 16).



Διάγραμμα 16: Επίδραση λιπάνσεων στην πυκνότητα ρίζας 75 ημέρες από τη σπορά (διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5%).

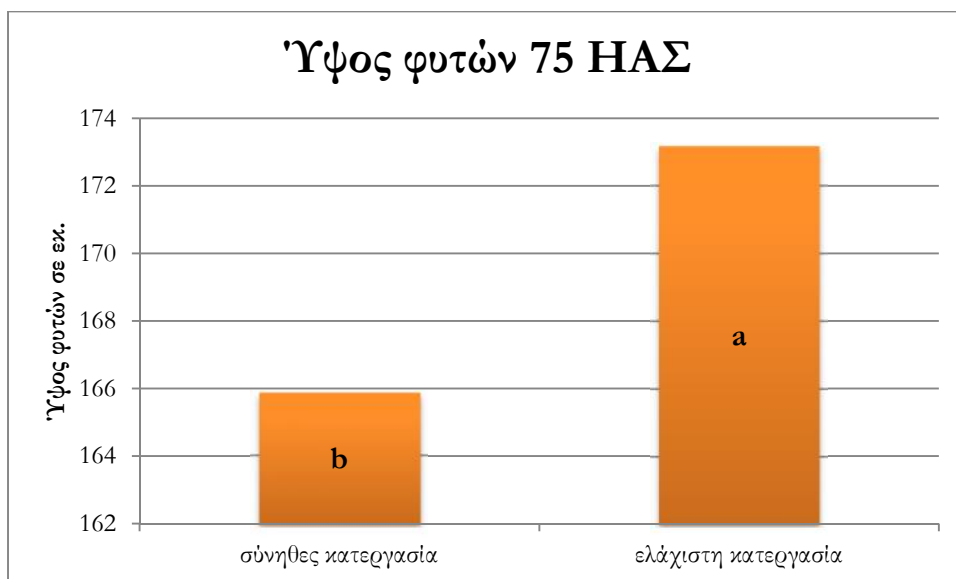
3.2.3 ΥΨΟΣ

Τα διαφορετικά συστήματα κατεργασίας έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην μέτρηση του ύψους των φυτών στις 75 ημέρες από τη σπορά. Επίσης, οι τρεις διαφορετικές λιπάνσεις έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε αυτή τη μέτρηση. Αντίθετα, στην αλληλεπίδραση συστήματος κατεργασίας και λίπανσης δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 25).

Πίνακας 25: Ανάλυση διασποράς για το ύψος των φυτών 75 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

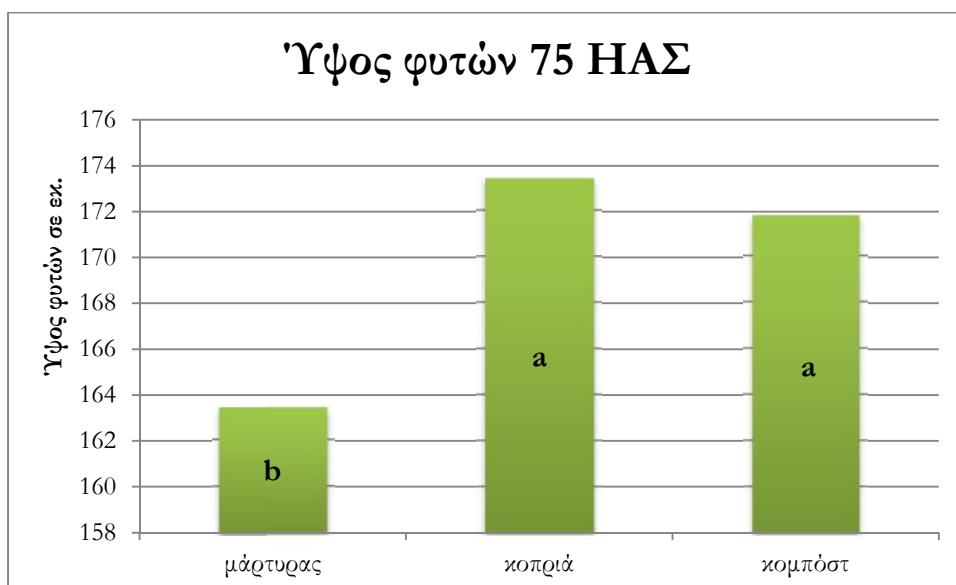
Ύψος φυτών 75 ΗΑΣ					
	Άθροισμα τετραγώνων	B.E.	Μέσο τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	322,666	1	322,66665	49,22	0,00594
Κατεργ.*Επανάλ.	19,666	3	6,55555		
Λιπάνσεις	460,75	2	230,375	94,78	0,00002
Κατ.*Λιπάν.*Επανάλ.	14,583	6	2,430555		
Κατεργ.*Λιπάν.	18,083	2	9,041666	3,72	0,08897
Κατ.*Λιπάν.*Επανάλ.	14,583	6	2,430555		

Τα δύο είδη διαφορετικών συστημάτων κατεργασίας έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η ελάχιστη κατεργασία έδωσε την μεγαλύτερη τιμή ύψους φυτών (173,17 εκ.) στις 75 ημέρες από την σπορά και παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές από την συνήθη κατεργασία (165,83 εκ.) (Διάγραμμα 17).



Διάγραμμα 17: Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στο ύψος των φυτών 75 ημέρες από τη σπορά (διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5%).

Από τα τρία είδη διαφορετικών λιπάνσεων η κοπριά έδωσε τη μεγαλύτερη τιμή ύψους φυτών (173,38 εκ.) και παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές από τον μάρτυρα, αλλά όχι από το κομπόστ. Το κομπόστ (171,75 εκ.) δεν εμφάνισε στατιστικά σημαντικές διαφορές με την κοπριά, αλλά είχε στατιστικά σημαντικές διαφορές με τον μάρτυρα (163,38 εκ.) (Διάγραμμα 18).



Διάγραμμα 18: Επίδραση λιπάνσεων στο ύψος των φυτών 75 ημέρες από τη σπορά (διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5%).

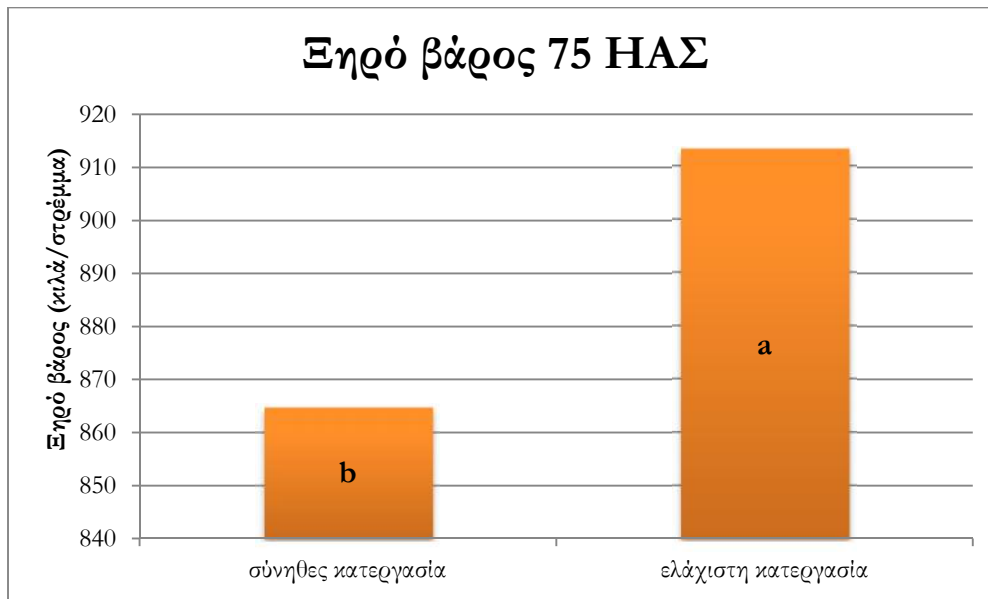
3.2.4 ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ

Τα διαφορετικά συστήματα κατεργασίας έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην μέτρηση του ξηρού βάρους. Επίσης, οι διαφορετικές λιπάνσεις έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε αυτή τη μέτρηση. Αντίθετα, στην αλληλεπίδραση συστήματος κατεργασίας και λίπανσης δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 26).

Πίνακας 26: Ανάλυση διασποράς για το ξηρό βάρος 75 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

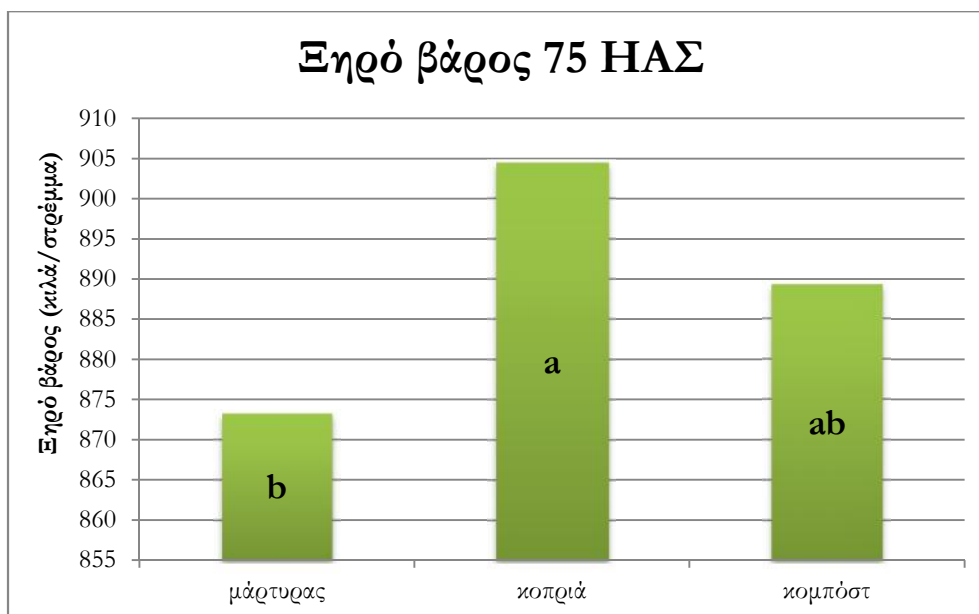
Ξηρό βάρος 75 ΗΑΣ					
	Άθροισμα τετραγώνων	B.E.	Μέσο τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	14113,5	1	14113,5	23,65	0,01660
Κατεργ.*Επανάλ.	1789,83337	3	596,61108		
Λιπάνσεις	3907	2	1953,5	11,56	0,00874
Κατ.*Λιπάν.*Επανάλ.	1013,66668	6	168,94444		
Κατεργ.*Λιπάν.	3	2	1,5	0,008	0,99117
Κατ.*Λιπάν.*Επανάλ.	1013,66668	6	168,94444		

Τα δύο είδη διαφορετικών συστημάτων κατεργασίας έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η ελάχιστη κατεργασία έδωσε την μεγαλύτερη τιμή ξηρού βάρους (913,25 κιλά/στρέμμα) στις 75 ημέρες από την σορά και παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές από την συνήθη κατεργασία (864,75 κιλά/στρέμμα) (Διάγραμμα 19).



Διάγραμμα 19: Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στο ξηρό βάρος 75 ημέρες από τη σορά (διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5%).

Από τα τρία είδη διαφορετικών λιπάνσεων η κοπριά έδωσε τη μεγαλύτερη τιμή ξηρού βάρους (904,5 κιλά/στρέμμα) και παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές από τον μάρτυρα, αλλά όχι από το κομπόστ. Το κομπόστ (889,25 κιλά/στρέμμα) δεν εμφάνισε στατιστικά σημαντικές διαφορές με την κοπριά ούτε με τον μάρτυρα (873,25 κιλά/στρέμμα) (Διάγραμμα 20).



Διάγραμμα 20: Επίδραση λιπάνσεων στο ξηρό βάρος 75 ημέρες από τη σπορά (διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5%).

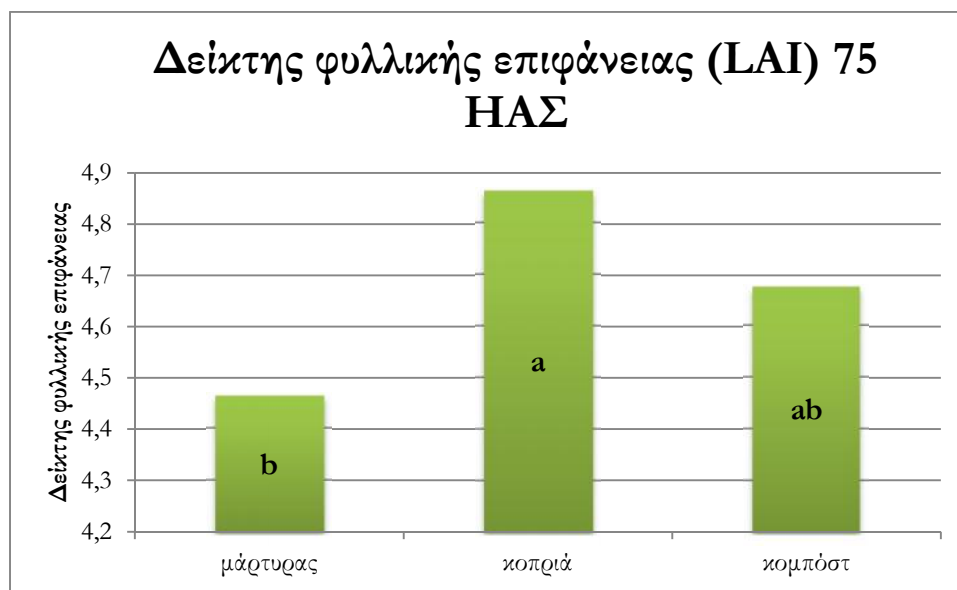
3.2.5 ΔΕΙΚΤΗΣ LAI

Οι διαφορετικές λιπάνσεις έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μέτρηση του δείκτη φυλλικής επιφάνειας. Αντίθετα, τόσο στα διαφορετικά συστήματα κατεργασίας, όσο και στην αλληλεπίδραση συστήματος κατεργασίας και λίπανσης δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 27).

Πίνακας 27: Ανάλυση διασποράς για τον δείκτη LAI 75 ΗΑΣ για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

Δείκτης LAI 75 ΗΑΣ					
	Άθροισμα τετραγώνων	B.E.	Μέσο τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	0,32666	1	0,32666	6,837	0,07935
Κατεργ.*Επανάλ.	0,14333	3	0,04777		
Λιπάνσεις	0,64083	2	0,32041	39,10	0,00036
Κατ.*Λιπάν.*Επανάλ.	0,04916	6	0,00819		
Κατεργ.*Λιπάν.	0,03083	2	0,01541	1,881	0,23213
Κατ.*Λιπάν.*Επανάλ.	0,04916	6	0,00819		

Από τα τρία είδη διαφορετικών λιπάνσεων η κοπριά έδωσε τη μεγαλύτερη τιμή LAI (4,8625) και παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές από τον μάρτυρα, αλλά όχι από το κομπόστ. Το κομπόστ (4,675) δεν εμφάνισε στατιστικά σημαντικές διαφορές με την κοπριά, ενώ δεν είχε και στατιστικά σημαντικές διαφορές με τον μάρτυρα (4,4625) (Διάγραμμα 21).



Διάγραμμα 211: Επίδραση στον δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) 75 ημέρες από τη σπορά (διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5%).

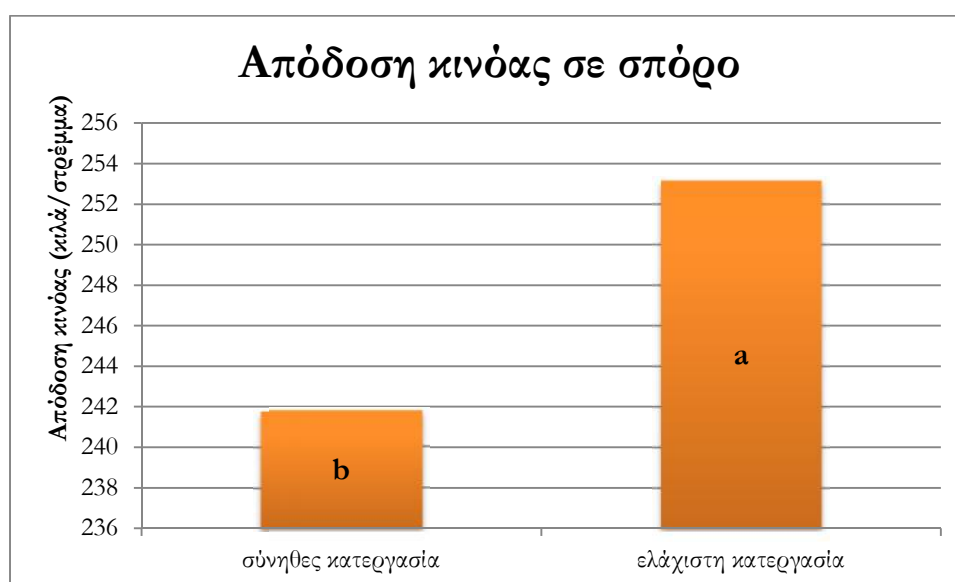
3.2.6 ΑΠΟΔΟΣΗ

Τα διαφορετικά συστήματα κατεργασίας έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην μέτρηση της τελική απόδοσης σπόρου. Επίσης, οι τρεις διαφορετικές λιπάνσεις έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε αυτή τη μέτρηση. Αντίθετα, στην αλληλεπίδραση συστήματος κατεργασίας και λιπανσης δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Πίνακας 28).

Πίνακας 28: Ανάλυση διασποράς για την απόδοση για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=5\%$ (οι έντονοι αριθμοί δείχνουν τις στατιστικά σημαντικές διαφορές).

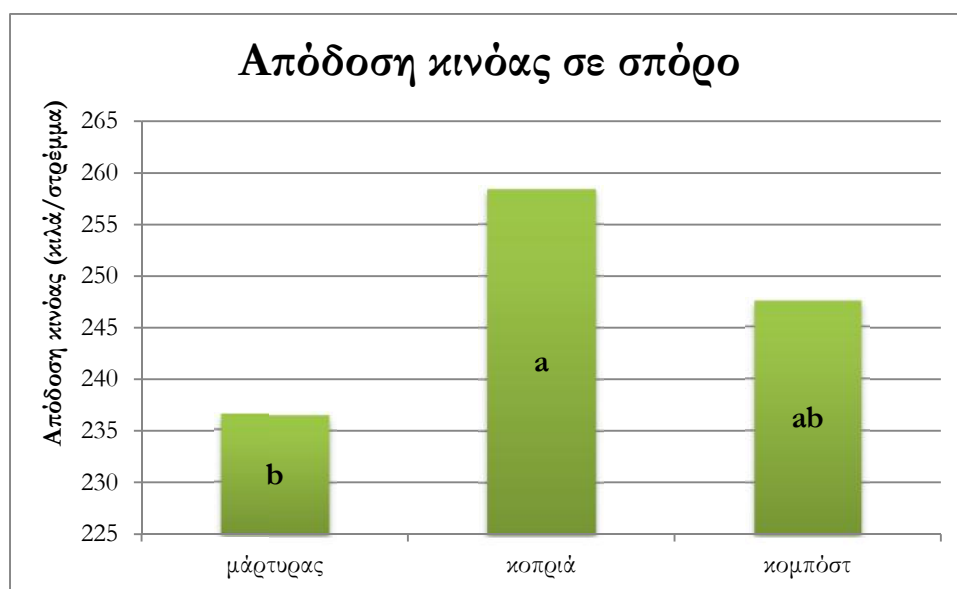
Απόδοση κινώας σε σπόρο					
	Άθροισμα τετραγώνων	B.E.	Μέσο τετραγώνων	F	p-level
Κατεργασία	782,041687	1	782,04168	12,10	0,04007
Κατεργ.*Επανάλ.	193,79167	3	64,5972		
Λιπάνσεις	1914,08337	2	957,041	133,2	0,00001
Κατ.*Λιπάν.*Επανάλ.	43,08333	6	7,18055		
Κατεργ.*Λιπάν.	6,583333	2	3,29166	0,458	0,65272
Κατ.*Λιπάν.*Επανάλ.	43,08333	6	7,18055		

Τα δύο είδη διαφορετικών συστημάτων κατεργασίας έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η ελάχιστη κατεργασία έδωσε την μεγαλύτερη απόδοση (253,17 κιλά/στρέμμα) και παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές από την συνήθη κατεργασία (241,75 κιλά/στρέμμα) (Διάγραμμα 22).



Διάγραμμα 22: Επίδραση του συστήματος κατεργασίας στην τελική απόδοση (διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5%).

Από τα τρία είδη διαφορετικών λιπάνσεων η κοπριά παρουσίασε τη μεγαλύτερη απόδοση (258,38 κιλά/στρέμμα) και παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές από τον μάρτυρα, αλλά όχι από το κομπόστ. Το κομπόστ (247,5 κιλά/στρέμμα) δεν εμφάνισε στατιστικά σημαντικές διαφορές με την κοπριά, ούτε με τον μάρτυρα (236,5 κιλά/στρέμμα) (Διάγραμμα 23).



Διάγραμμα 23: Επίδραση λιπάνσεων στην τελική απόδοση (διαφορετικά γράμματα δείχνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε επίπεδο 5%).

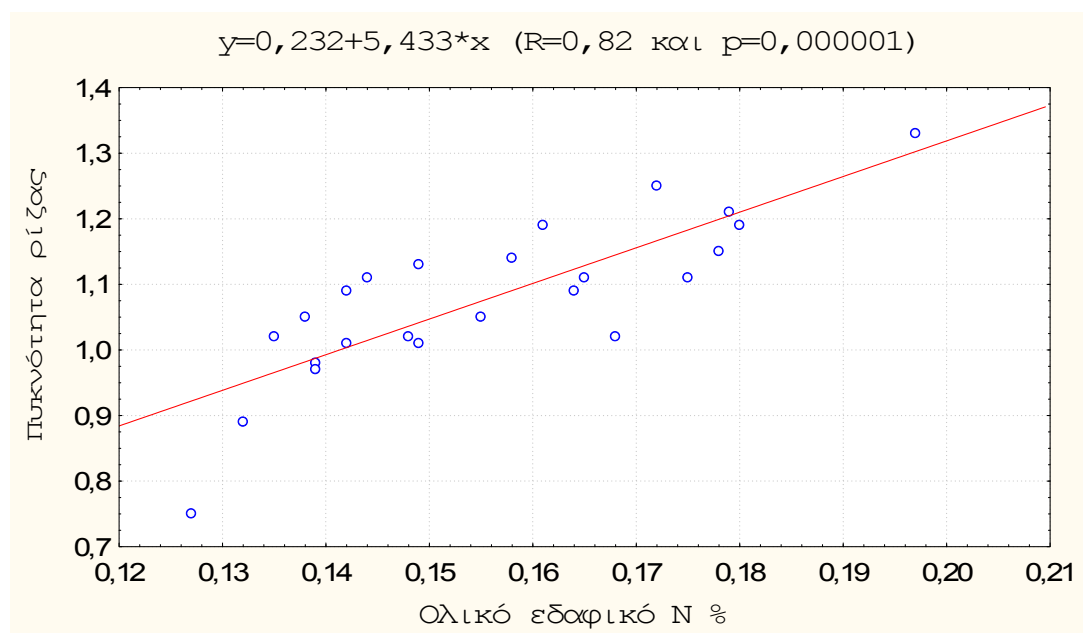
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα δύο πειράματα που εγκαταστάθηκαν δίνουν μέσω των αποτελεσμάτων σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την καλλιέργεια της κινόας στην Ελλάδα. Η επίδραση των συστημάτων εδαφοκατεργασίας, καθώς και η επίδραση των διαφορετικών λιπάνσεων στην καλλιέργεια, όπως εμφανίζεται στα αποτελέσματα, αναλύεται ακολούθως.

Στα αποτελέσματα του πειράματος του Αγρινίου βρέθηκε ότι το ολικό εδαφικό N% επηρεάζεται από το σύστημα κατεργασίας και τις λιπάνσεις, με την ελάχιστη κατεργασία και την κοπριά να δίνουν αντίστοιχα τις μεγαλύτερες τιμές. Το σύστημα κατεργασίας αποτελεί έναν από τους παράγοντες που επηρεάζουν την ορυκτοποίηση (ή ανοργανοποίηση) του N, με την συμβατική κατεργασία να έχει αρνητική επίδραση (House, et al., 1984). Παρόμοια συμπεράσματα για την επίδραση της κατεργασίας και των καλλιεργητικών τεχνικών στο N της επιφάνειας του εδάφους βρήκαν και οι Adams και Laughlin (1981). Σε αντίστοιχο πείραμα στο λινάρι τα αποτελέσματα έδειξαν χαμηλότερες τιμές ολικού εδαφικού N% στη συμβατική κατεργασία, ενώ μεγαλύτερες τιμές έδωσε η μειωμένη κατεργασία (Bilalis et al., 2010). Σε σχέση με τις λιπάνσεις η κομποστοποιημένη κοπριά από αγελάδα έδωσε την μεγαλύτερη τιμή ολικού εδαφικού N%. Σε πείραμα σε γλυκό καλαμπόκι με διάφορες οργανικές λιπάνσεις το εδαφικό N εμφάνισε σχέση ανάλογη με την ποσότητα της αγελαδινής κοπριάς, η οποία έδωσε μεγαλύτερες τιμές και στατιστικά σημαντικές από τον μάρτυρα (Efthimiadou et al, 2010).

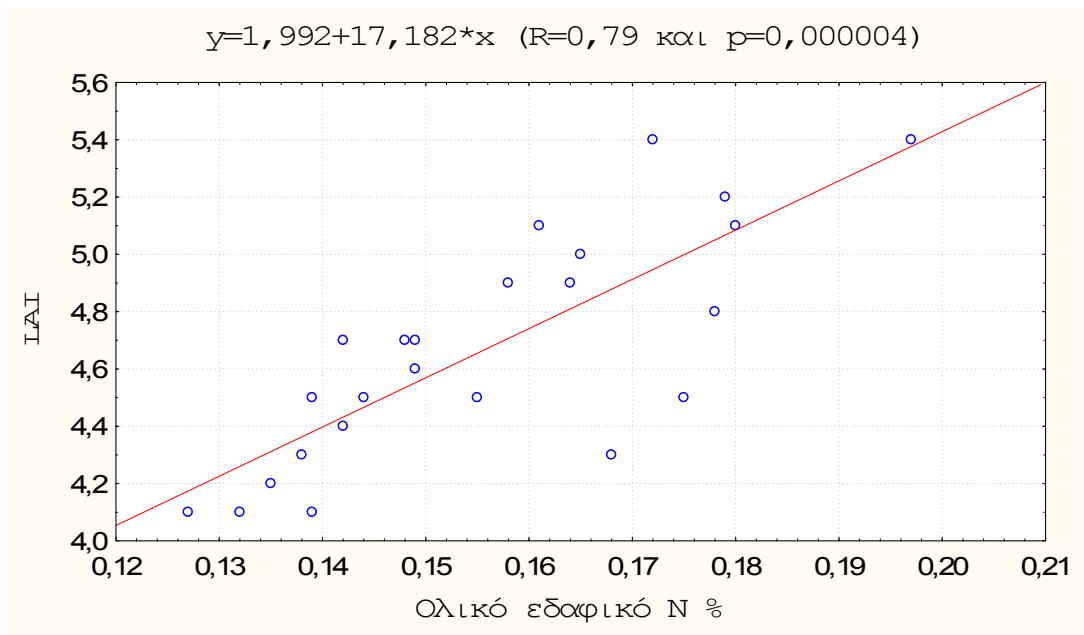
Οι παρατηρήσεις έδειξαν πως η πυκνότητα του ριζικού συστήματος ήταν μεγαλύτερη με στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ελάχιστη κατεργασία και την κοπριά, και επηρεάστηκε από το ολικό εδαφικό N% όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 24). Η σχέση αυτή επιβεβαιώνεται και από πειράματα σε άλλες καλλιέργειες (Paratheohari et al., 2008). Η κατεργασία προκαλεί αερισμό του εδάφους και προωθεί την

οξείδωση της οργανικής ουσίας, έτσι επηρεάζεται και η δομή του εδάφους αλλά έμμεσα και η γονιμότητά του.

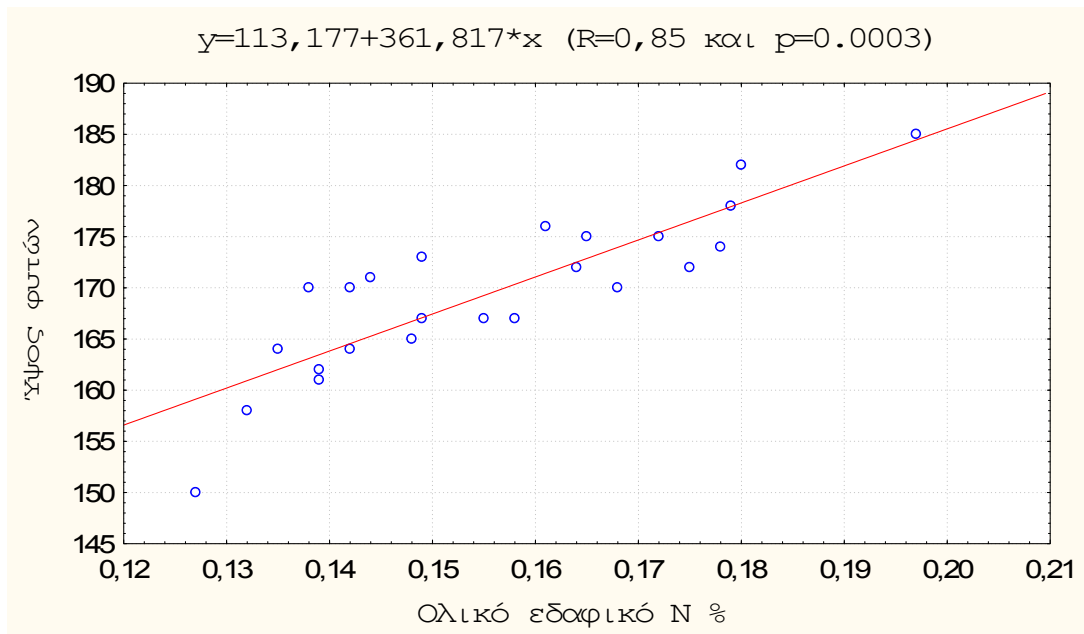


Διάγραμμα 24: Γραμμική συσχέτιση μεταξύ πυκνότητα ρίζας (εκ./εκ.²) και εδαφικού αζώτου (%β/β) σε καλλιέργεια κινόας. Πείραμα Αγρινίου.

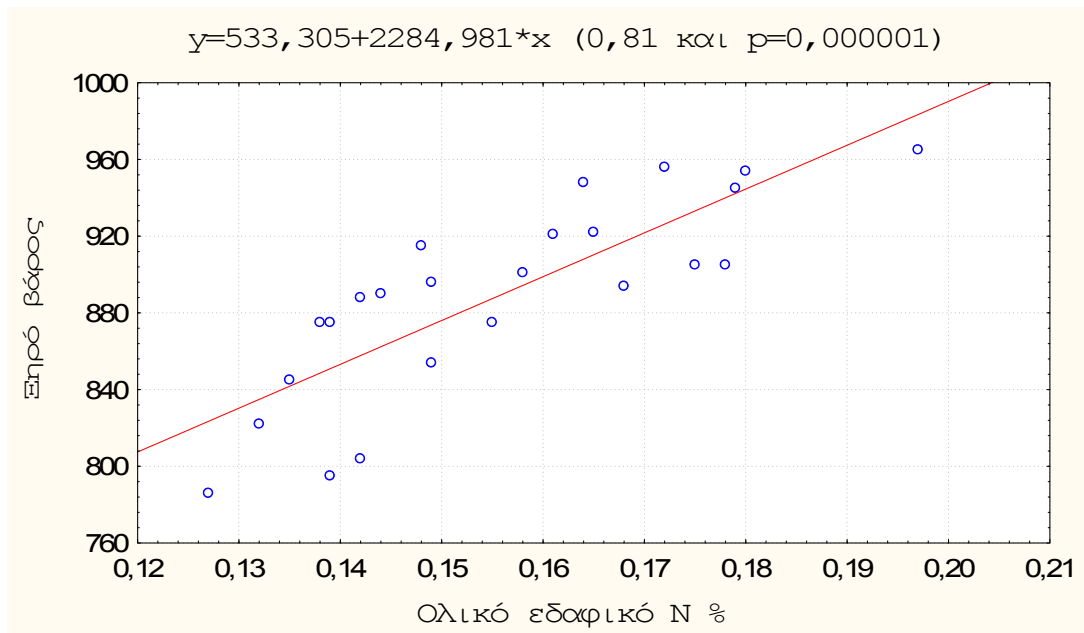
Ισχυρή θετική συσχέτιση του N του εδάφους παρουσιάστηκε και σε σχέση με τον δείκτη φυλλικής επιφάνειας, το ύψος των φυτών και την ξηρή μάζα (Διαγράμματα 25, 26, 27). Παρόμοιες συσχετίσεις εμφανίζονται και σε άλλες καλλιέργειες (Hassan & Leitch, 2001) και οφείλονται στην επίδραση του N στη θρέψη του φυτού μέσω του ριζικού συστήματος.



Διάγραμμα 25: Γραμμική συσχέτιση μεταξύ δείκτη φυλλικής επιφάνειας και εδαφικού αζώτου (%β/β) σε καλλιέργεια κινόας. Πείραμα Αγρινίου.

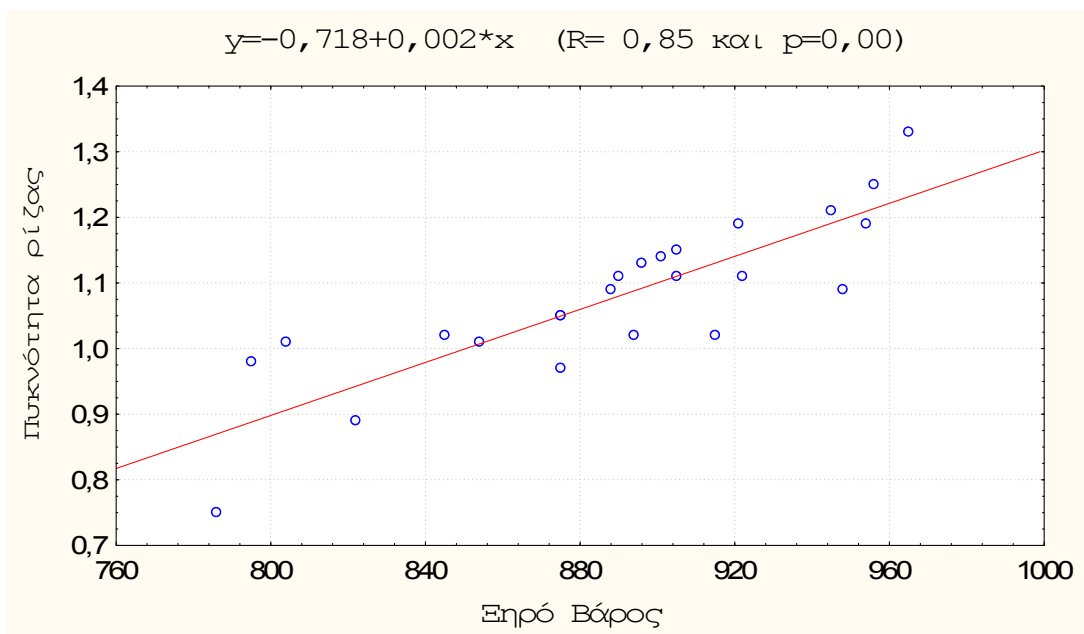


Διάγραμμα 26: Γραμμική συσχέτιση μεταξύ ύψους φυτών (εκ.) και εδαφικού αζώτου (%β/β) σε καλλιέργεια κινόας. Πείραμα Αγρινίου.



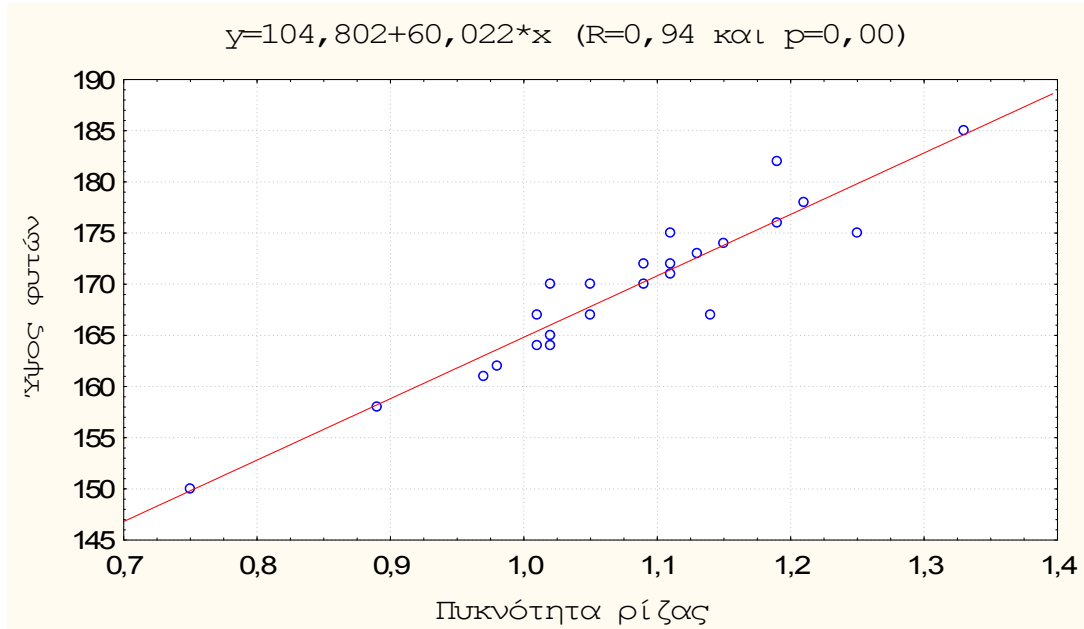
Διάγραμμα 27: Γραμμική συσχέτιση μεταξύ ξηρού βάρους (κιλά/στρέμμα) και εδαφικού αζώτου (%β/β) σε καλλιέργεια κινόας. Πείραμα Αγρινίου.

Η πυκνότητα του ριζικού συστήματος εμφάνισε υψηλή συσχέτιση με το ξηρό βάρος (Διάγραμμα 28). Αυτό ήταν αποτέλεσμα της άμεση θρέψης του υπέργειου μέρους του φυτού ανάλογα με το δυναμικό απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων από τις ρίζες.

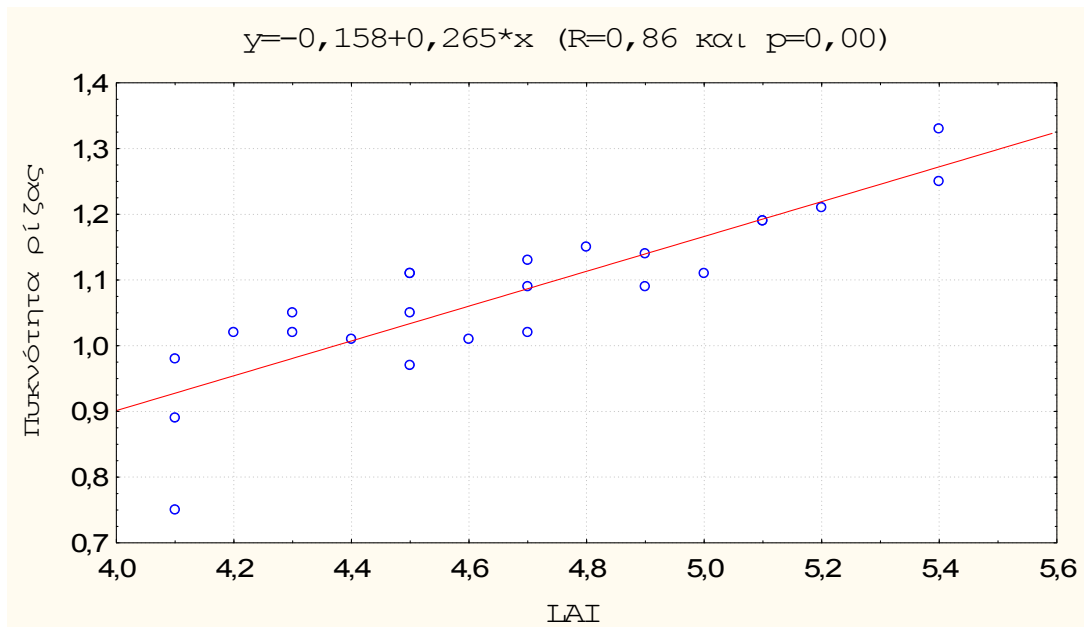


Διάγραμμα 28: Γραμμική συσχέτιση μεταξύ πυκνότητας ρίζας (εκ./εκ.²) και ξηρού βάρους (κιλά/στρέμμα) σε καλλιέργεια κινόας. Πείραμα Αγρινίου.

Για τον λόγο που αναφέρεται παραπάνω υπήρξε εξίσου υψηλή συσχέτιση τόσο μεταξύ της πυκνότητας του ριζικού συστήματος με το ύψος (Διάγραμμα 29), όσο και με την φυλλική επιφάνεια (Διάγραμμα 30).

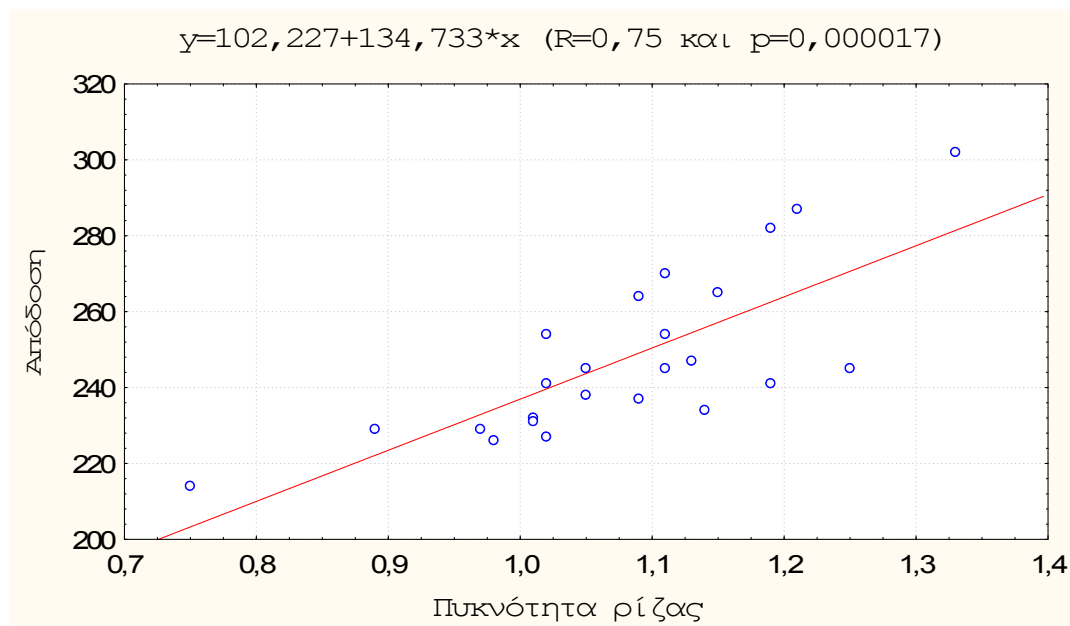


Διάγραμμα 29: Γραμμική συσχέτιση μεταξύ ύψους φυτών (εκ.) και πυκνότητας ρίζας (εκ./εκ.²) σε καλλιέργεια κινόας. Πείραμα Αγρινίου.



Διάγραμμα 30: Γραμμική συσχέτιση μεταξύ πυκνότητας ρίζας (εκ./εκ.²) και δείκτη φυλλικής επιφάνειας σε καλλιέργεια κινόας. Πείραμα Αγρινίου.

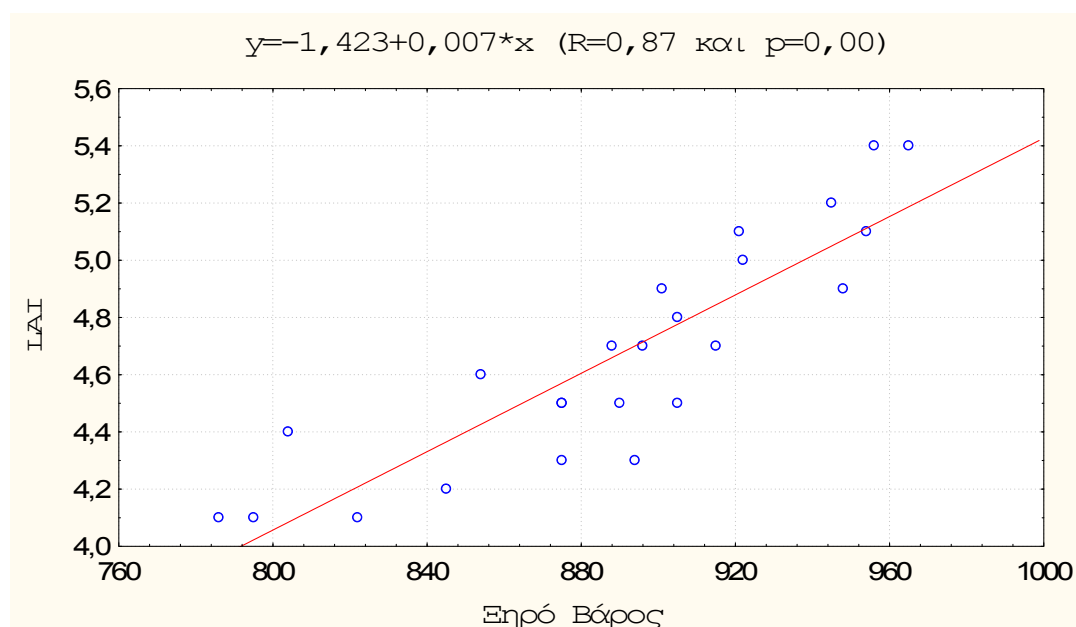
Η θετική συσχέτιση που υπήρχε μεταξύ της πυκνότητας της ρίζας και των μετρήσεων που αφορούσαν τον υπέργειο τμήμα του φυτού συνεχίστηκε και σε σχέση με την τελική απόδοση σε σπόρο (Διάγραμμα 31).



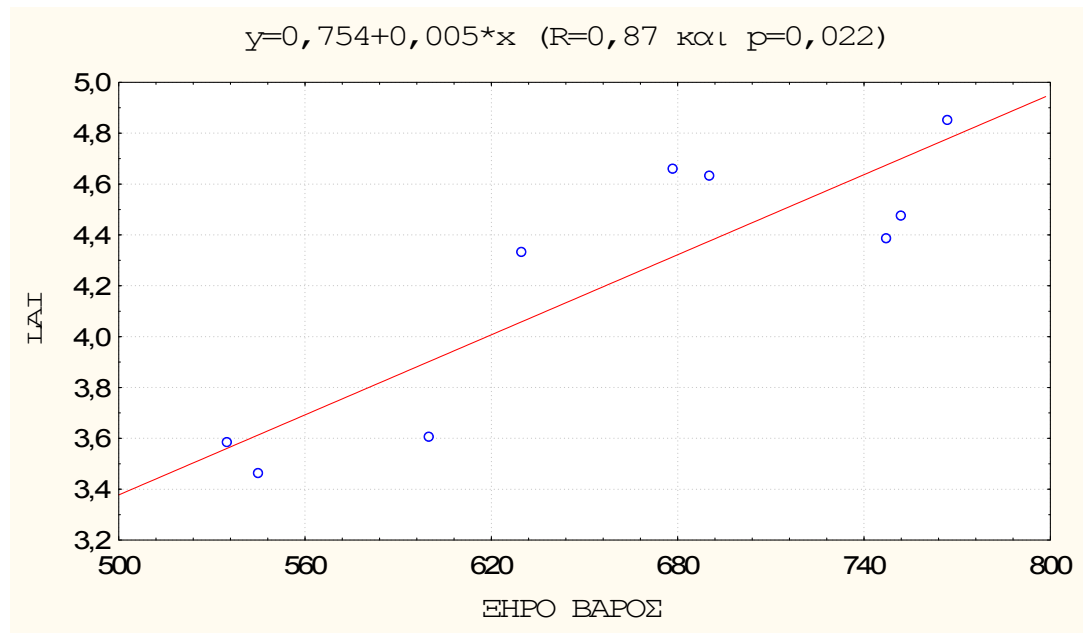
Διάγραμμα 31: Γραμμική συσχέτιση μεταξύ απόδοσης σε σπόρο (κιλά/στρέμμα) και πυκνότητας ρίζας (εκ./εκ.²) σε καλλιέργεια κινόας. Πείραμα Αγρινίου.

Η ξηρή μάζα ανά στρέμμα στον πειραματικό αγρό του Αγρινίου έδωσε τις μεγαλύτερες τιμές υπό ελάχιστη κατεργασία με στατιστικά σημαντικές διαφορές με την συμβατική κατεργασία. Σε παρόμοιο πείραμα άλλης καλλιέργειας, η μειωμένη κατεργασία έδωσε επίσης τις μεγαλύτερες τιμές (Bilalis et al., 2010). Η λίπανση με τις μεγαλύτερες τιμές ήταν η κοπριά, που παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές από τον μάρτυρα. Ακολούθησε το κομπόστ με διαφορές μη στατιστικά σημαντικές σε σχέση με την κοπριά και τον μάρτυρα. Σε πείραμα με γλυκό καλαμπόκι η κοπριά έδωσε παρόμοια αποτελέσματα σε σύγκριση με άλλες οργανικές λιπάνσεις (Efthimiadou et al, 2010). Στην Αθήνα ο μάρτυρας έδωσε και στις τέσσερις μετρήσεις χαμηλότερες τιμές. Ο χούμος και το κομπόστ εμφάνισαν μεταξύ τους μικρές διαφορές σε όλες τις μετρήσεις χωρίς είναι στατιστικά σημαντικές, ενώ διέφεραν στατιστικά σημαντικά από τον μάρτυρα, όπου η λίπανση επηρέασε το ξηρό βάρος. Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν και στο νωπό βάρος ανά στρέμμα, όπου ο μάρτυρας εμφάνισε τις χαμηλότερες τιμές στις τέσσερις μετρήσεις με στατιστικά σημαντικές διαφορές από το χούμο και το κομπόστ. Ο χούμος και το κομπόστ, με εξαίρεση την πρώτη μέτρηση στις 50 μέρες από τη σπορά, είχαν μικρές διαφορές στατιστικά μη σημαντικές.

Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας μετρήθηκε στο Αγρίνιο με την κοπριά να έχει υψηλότερες τιμές LAI, αλλά χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές με το κομπόστ, ενώ το κομπόστ δεν διέφερε ούτε με τον μάρτυρα. Στον αγρό της Αθήνας ο μάρτυρας είχε σε όλες τις μετρήσεις τις μικρότερες τιμές του δείκτη LAI και διέφερε στατιστικά με τις άλλες δύο λιπάνσεις. Η μέγιστη τιμή του δείκτη της φυλλικής επιφάνειας παρατηρήθηκε στις 70 μέρες από τη σπορά, όπου το κομπόστ και ο χούμος δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Όμοια αποτελέσματα εμφάνισε και η πρώτη μέτρηση. Στις δύο τελευταίες αν και οι τιμές του δείκτη LAI είχαν πτωτική τάση, το κομπόστ παρουσίασε στατιστικά σημαντικά ανώτερες τιμές. Η πτωτική τάση του δείκτη LAI πιθανόν οφείλεται στο γεγονός ότι η μέγιστη τιμή εμφανίζεται συνήθως πριν την άνθηση, ένα στάδιο από το οποίο υπήρχε χρονική απομάκρυνση. Ωστόσο, λόγω των ξηροθερμικών συνθηκών εκείνου του χρονικού διαστήματος στην Αθήνα, εξίσου πιθανή ή και συνδυαστική συμβολή στη μείωση αυτή θα μπορούσε να έχει ο μηχανισμός αποφυγής των αρνητικών επιπτώσεων της ξηρασίας, που περιέχει την φυλλόπτωση (Jensen et al., 2000).

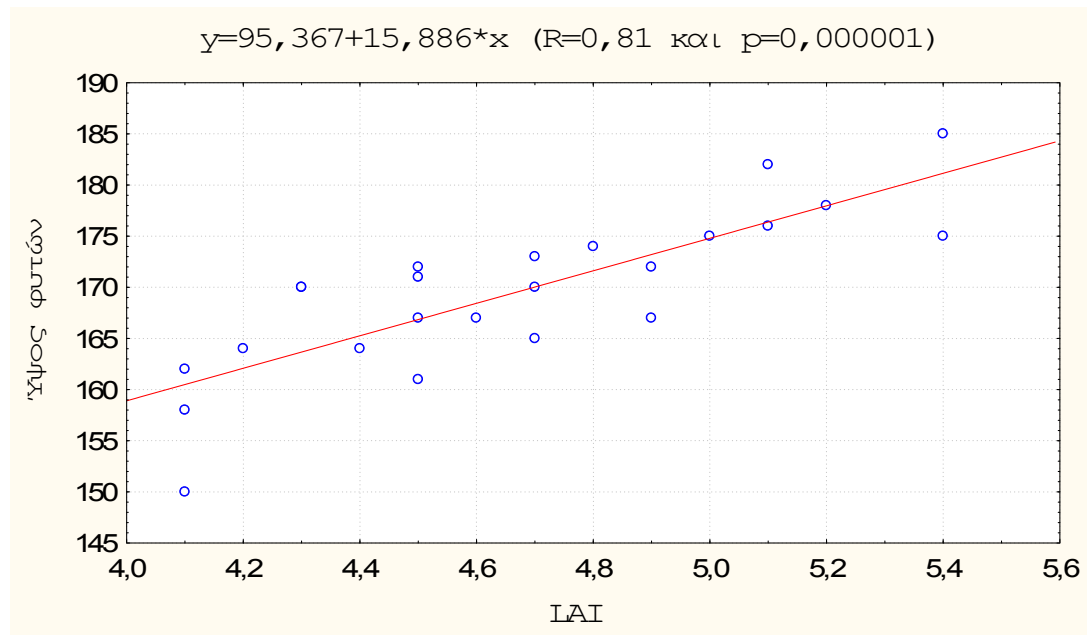


Διάγραμμα 32: Γραμμική συσχέτιση μεταξύ δείκτη φυλλικής επιφάνειας και ξηρού βάρους (κιλά/στρέμμα) σε καλλιέργεια κινόας. Πείραμα Αγρινίου.



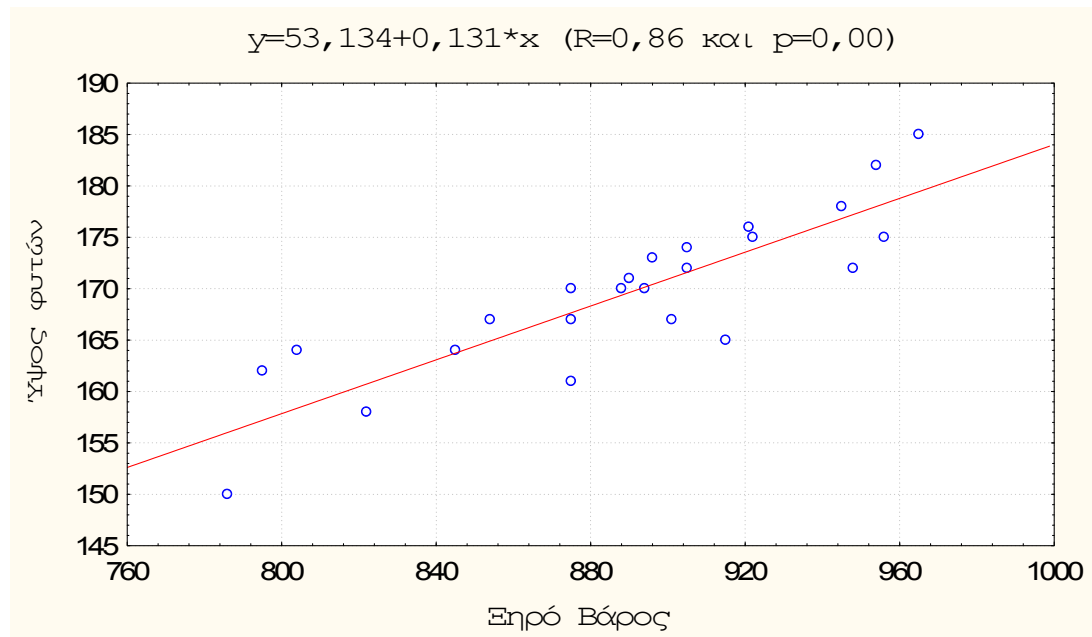
Διάγραμμα 33: Γραμμική συσχέτιση μεταξύ δείκτη φυλλικής επιφάνειας και ξηρού βάρους (κιλά/στρέμμα) σε καλλιέργεια κινόας. Πείραμα Αθήνας.

Το ξηρό βάρος των φυτών, όπως φαίνεται στα παραπάνω διαγράμματα, συσχετίζεται θετικά με τον δείκτη φυλλικής επιφάνειας, τόσο στο πείραμα του Αγρινίου (Διάγραμμα 32), όσο και στο πείραμα της Αθήνας (Διάγραμμα 33), όπου η συσχέτιση είναι ιδιαίτερα εμφανής στην δεύτερη μέτρηση, όταν ο δείκτης LAI έχει την μέγιστη τιμή του και η ξηρή μάζα παρουσιάζει τον μεγαλύτερο ρυθμό αύξησης. Οι συσχετίσεις αυτές οφείλονται στην υψηλή φωτοσύνθεση των φυτών, η οποία σε συνδυασμό με επαρκή ποσότητα νερού και θρεπτικών στοιχείων, επιφέρει μεγάλη παραγωγή φωτοσυνθετικών προϊόντων και επομένως αυξητική τάση στο φυτό, άρα και στο ξηρό βάρος. Επίσης, υπήρξε θετική συσχέτιση μεταξύ LAI και ύψους (Διάγραμμα 34).



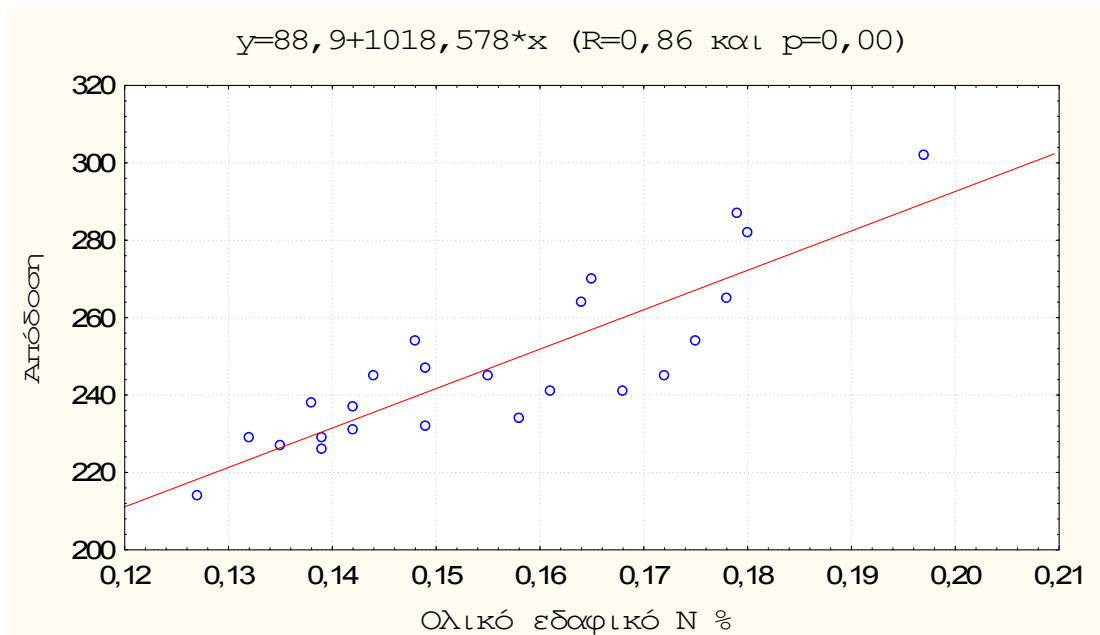
Διάγραμμα 34: Γραμμική συσχέτιση μεταξύ ύψους φυτών (εκ.) και δείκτη φυλλικής επιφάνειας σε καλλιέργεια κινόας. Πείραμα Αγρινίου.

Όσον αφορά το ύψος των φυτών, εξαρτάται από την ποικιλία αλλά και από τις αποστάσεις σποράς της καλλιέργειας. Στα παραπάνω πειράματα οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών που επιλέχθηκαν ήταν αυτές που προτείνονται από άλλους ερευνητές, 25 εκ. (Jacobsen, 2003). Στο πείραμα που διεξήχθη στο Αγρίνιο ψηλότερα φυτά έδωσε η ελάχιστη κατεργασία, ενώ στις λιπάνσεις η κοπριά και το κομπόστ εμφάνισαν μεγαλύτερες τιμές με στατιστικά σημαντικές διαφορές από το μάρτυρα. Στο πείραμα της Αθήνας σε όλες τις μετρήσεις ο μάρτυρας έδωσε τις χαμηλότερες τιμές ύψους. Επίσης, στην τελευταία μέτρηση η λίπανση με χούμο έδωσε τα ψηλότερα φυτά με στατιστικά σημαντικές διαφορές από κομπόστ και μάρτυρα. Το κομπόστ διέφερε και αυτό στατιστικά σημαντικά από μάρτυρα. Είναι εμφανές ότι οι λιπάνσεις είχαν θετική επίδραση στο ύψος των φυτών. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 35 υπήρχε συσχέτιση του ύψους των φυτών με το ξηρό βάρος. Αυτό γίνεται αντιληπτό δεδομένης της σχέσης αύξησης μεγέθους του φυτού και του βάρους του.



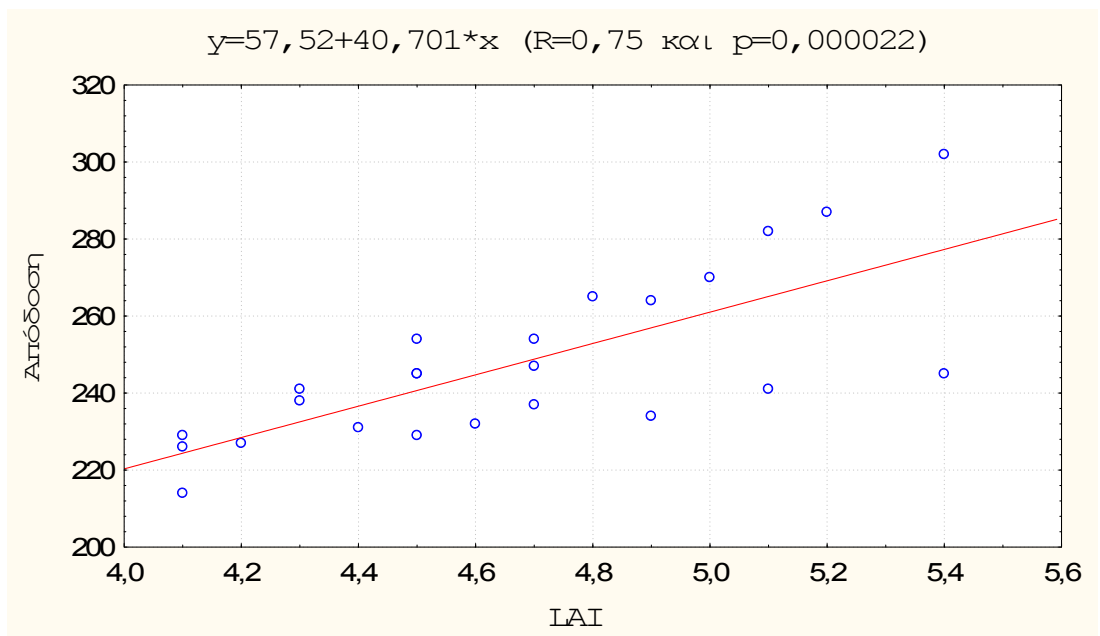
Διάγραμμα 35: Γραμμική συσχέτιση μεταξύ ύψους φυτών (εκ.) και ξηρού βάρους (κιλά/στρέμμα) σε καλλιέργεια κινόας, Πείραμα Αγρινίου.

Η σχέση απόδοσης και συστημάτων κατεργασίας στην κινόα είναι ένα πολύ σημαντικό θέμα. Στο πείραμα που διεξήχθη στο Αγρίνιο, η απόδοση ήταν μεγαλύτερη στο σύστημα της ελάχιστης κατεργασίας με στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη συμβατική κατεργασία. Όμοια αποτελέσματα έχουν βρεθεί και σε άλλες καλλιέργειες (Bilalis et al., 2010). Σχετικά με τις διαφορετικές λιπάνσεις στην κινόα η αζωτούχος λίπανση έχει θετική σχέση με την παραγωγή σπόρου (Berti et al., 2000; Schulte et al., 2005). Μάλιστα φαίνεται να υπάρχει αύξηση της παραγωγής ανάλογα με την ποσότητα της λίπανσης έως ένα επίπεδο (Jacobsen et al., 1994). Στον πειραματικό αγρό στο Αγρίνιο η κοπριά είχε τις μεγαλύτερες τιμές με στατιστικά σημαντικές διαφορές από τον μάρτυρα, αλλά όχι από το κομπόστ. Το κομπόστ ακολούθησε στην απόδοση, χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές σε σχέση ούτε με την κοπριά, ούτε με τον μάρτυρα. Στην περιοχή της Αθήνας ο μάρτυρας είχε την μικρότερη απόδοση με στατιστικά σημαντικές διαφορές σε σχέση με το χούμο και το κομπόστ, που δεν διέφεραν μεταξύ τους.



Διάγραμμα 36: Γραμμική συσχέτιση μεταξύ απόδοσης σε σπόρο (κιλά/στρέμμα) και εδαφικού αζώτου (%β/β) σε καλλιέργεια κινόας. Πείραμα Αγρινίου.

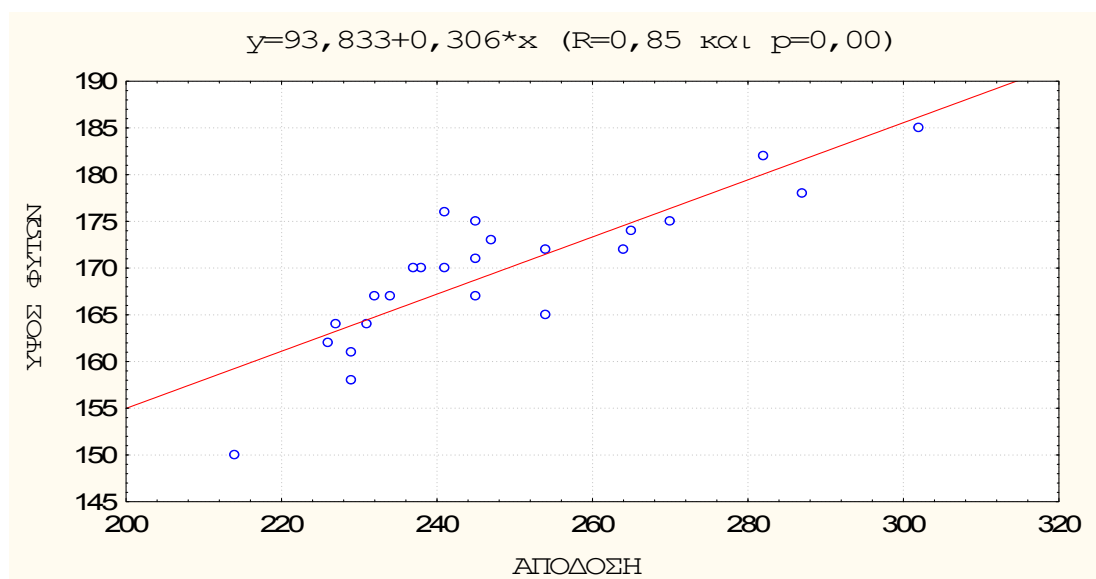
Η απόδοση είχε θετική συσχέτιση με το ολικό εδαφικό Ν όπως φαίνεται παραπάνω (Διάγραμμα 36). Βρέθηκε επίσης θετική συσχέτιση απόδοσης και δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Διάγραμμα 37).



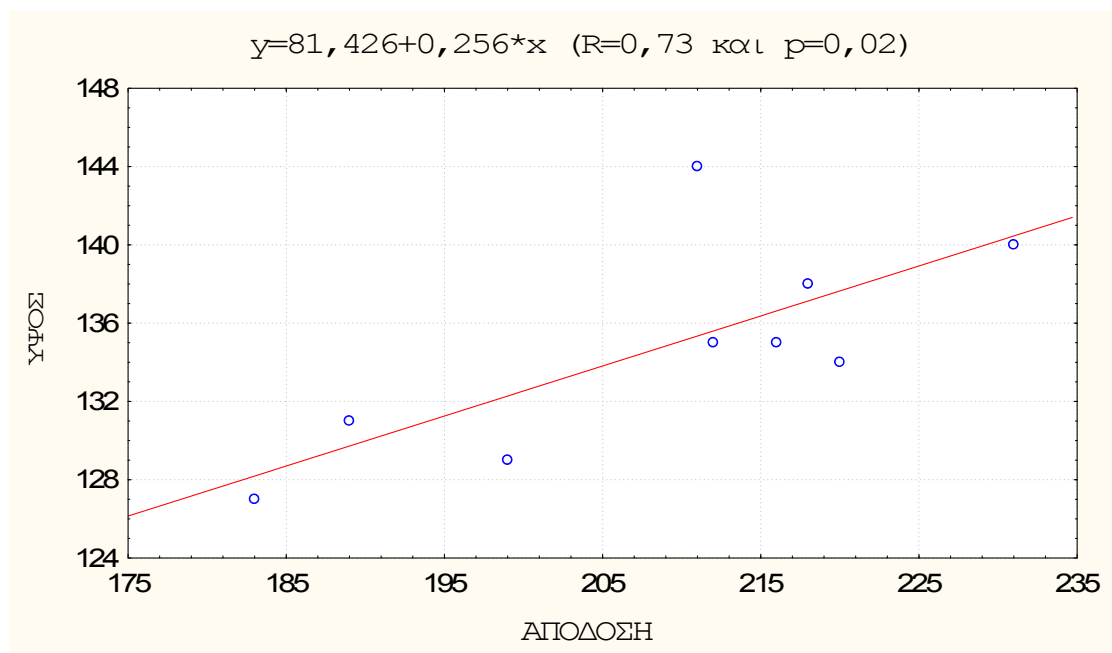
Διάγραμμα 37: Γραμμική συσχέτιση μεταξύ απόδοσης σε σπόρο (κιλά/στρέμμα) και δείκτη φυλλικής επιφάνειας σε καλλιέργεια κινόας. Πείραμα Αγρινίου.

Η απόδοση είχε επίσης θετική συσχέτιση με το ύψος των φυτών τόσο στο πείραμα στο Αγρίνιο, όσο και σε αυτό της Αθήνας (Διάγραμμα 38, 39). Η

θετική συσχέτιση μεταξύ των δύο επιβεβαιώνεται και σε άλλες έρευνες για την κινόα (Spehar & Santos, 2005).

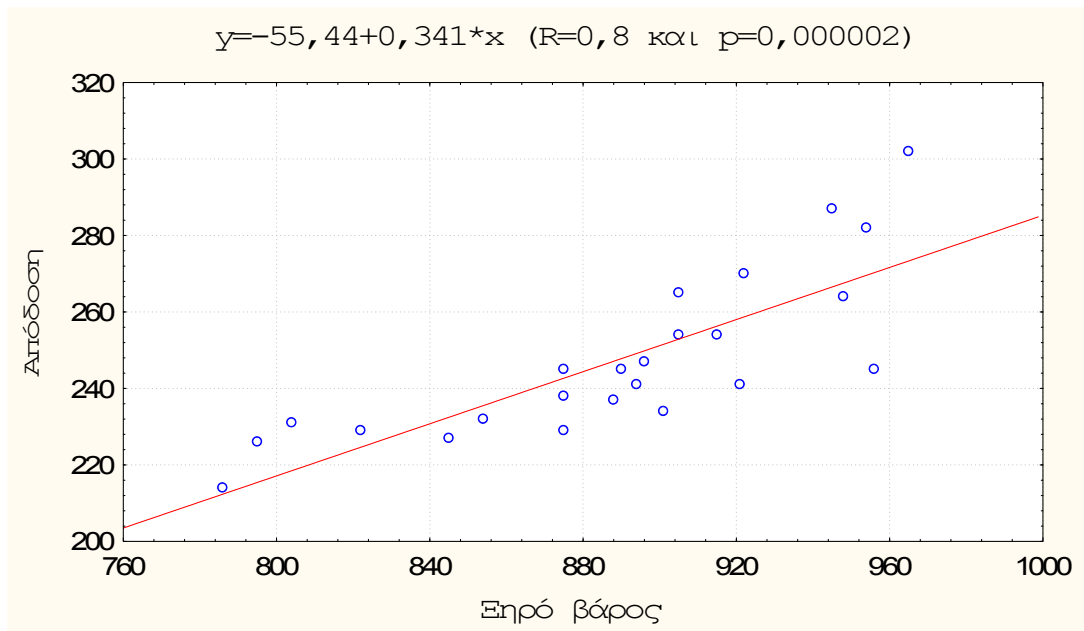


Διάγραμμα 38: Γραμμική συσχέτιση μεταξύ ύψους φυτών (εκ.) και απόδοσης σε σπόρο (κιλά/στρέμμα) σε καλλιέργεια κινόας. Πείραμα Αγρινίου.

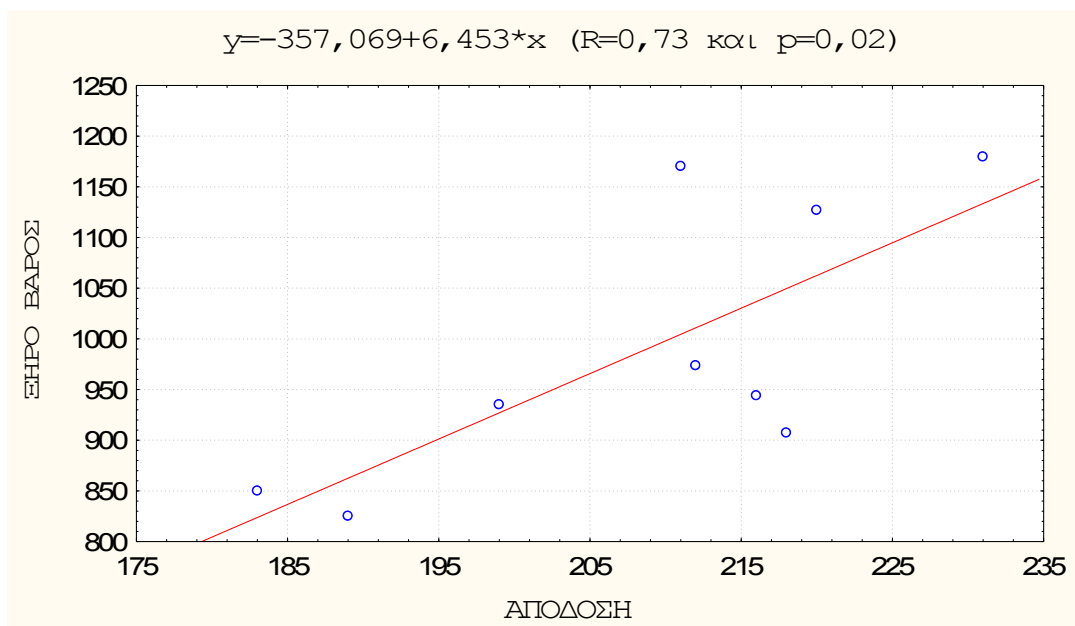


Διάγραμμα 39: Γραμμική συσχέτιση μεταξύ ύψους φυτών (εκ.) και απόδοσης σε σπόρο (κιλά/στρέμμα) σε καλλιέργεια κινόας. Πείραμα Αθήνας.

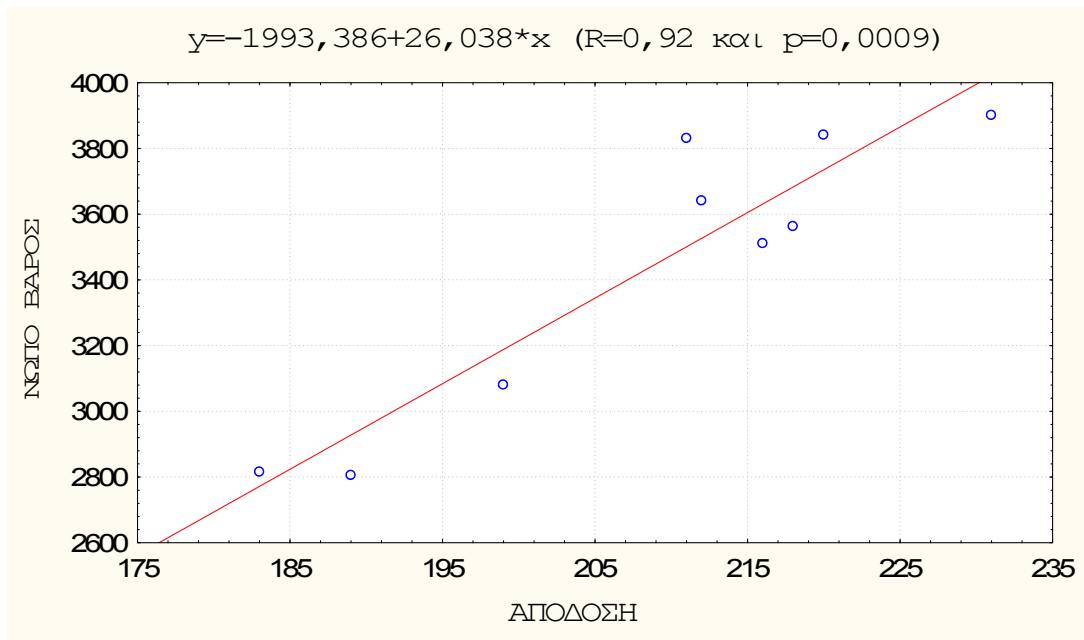
Στα ακόλουθα τρία διαγράμματα παρουσιάζεται η ιδιαίτερα υψηλή συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης και του ξηρού (Διαγράμματα 40, 41) και νωπού βάρους (Διάγραμμα 42). Οι συσχετίσεις αυτές σε φυτά κινόας επιβεβαιώνονται και από άλλα πειράματα (Spehar & Santos, 2005).



Διάγραμμα 40: Γραμμική συσχέτιση μεταξύ απόδοσης σε σπόρο (κιλά/στρέμμα) και ξηρό βάρος (κιλά/στρέμμα) σε καλλιέργεια κινόας. Πείραμα Αγρινίου.



Διάγραμμα 41: Γραμμική συσχέτιση μεταξύ απόδοσης σε σπόρο (κιλά/στρέμμα) και ξηρό βάρος (κιλά/στρέμμα) σε καλλιέργεια κινόας. Πείραμα Αθήνας.



Διάγραμμα 42: Γραμμική συσχέτιση μεταξύ νωπό βάρους (κιλά/στρέμμα) και απόδοσης σε σπόρο (κιλά/στρέμμα) σε καλλιέργεια κινόας. Πείραμα Αθήνας.

Συμπερασματικά, θα μπορούσε να ειπωθεί ότι το σύστημα κατεργασίας έχει πολύ σημαντικό ρόλο στην καλλιέργεια. Η μειωμένη κατεργασία παρουσίασε πλεονεκτήματα σε σχέση με την συνηθισμένη κατεργασία, αφού όπου επιλέχθηκε επηρέασε σημαντικά το άζωτο του εδάφους και την πυκνότητα του ριζικού συστήματος και αυτά με την σειρά τους το υπέργειο μέρος του φυτού. Έτσι, εμφανίστηκε βελτίωση σε χαρακτηριστικά όπως το ύψος, η φυλλική επιφάνεια, το ξηρό βάρος, ακόμη και επιδρώντας σημαντικά στην απόδοση. Οι διαφορετικές οργανικές λιπάνσεις, και στα δύο πειράματα που εγκαταστάθηκαν, είχαν θετική επίδραση στα μετρούμενα χαρακτηριστικά. Παράλληλα, επηρέασαν σημαντικά τις τελικές αποδόσεις σε σπόρο. Αναφορικά με τα λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν στην Αθήνα, ο χούμος έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα, αλλά χωρίς σημαντικές διαφορές με το κομπόστ στα περισσότερα χαρακτηριστικά, με εξαίρεση το ύψος και την φυλλική επιφάνεια όπου ο χούμος και το κομπόστ, αντίστοιχα, υπερείχαν σημαντικά. Αυτό γίνεται φανερό στην απόδοση, όπου η θετική επίδραση των λιπάνσεων, μέσω της βελτίωσης των αγρονομικών χαρακτηριστικών, είχε ως αποτέλεσμα αυξημένη ποσότητα σπόρου σε σχέση με τον μάρτυρα. Στο Αγρίνιο η κοπριά εμφάνισε καλύτερα αποτελέσματα σε όλες τις μετρήσεις και στην τελική απόδοση, χωρίς σημαντικές διαφορές από το κομπόστ, ενώ ο μάρτυρας παρουσίαζε πάντα τις χαμηλότερες τιμές.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

5.1 ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adams, T.McM. & Laughlin, R.J.**, 1981. The effects of agronomy on the carbon and nitrogen contained in the soil biomass. *J. Agric Sci*, 97:319-327.
- Basu, N. & Rastogi, R.P.**, 1967. Triterpenoid saponins and sapogenins. *Phytochemistry*, 6: 1249–1270.
- Bertero, H.D.; King, R.W. & Hall, A.J.**, 1999a. Modelling photoperiod and temperature responses of flowering in quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). *Field Crops Res.*, 63: 19-34.
- Bremer, J.M.**, 1960. Determination of nitrogen in soil by kjedahl method. *J.Agr.Sci.*, 55:1-23.
- Bertero, H.D.; King, R.W. & Hall, A.J.**, 1999b. Photoperiod-sensitive development phases in quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). *Field Crops Res.*, 60: 231–243.
- Bertero, H.D.; King, R.W. & Hall, A.J.**, 2000. Photoperiod and temperature effects on the rate of leaf appearance in quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Aus. J. Plant Physiol.*, 27(4): 349–356.
- Bertero, H.D.**, 2001. Effects of photoperiod, temperature and radiation on the rate of leaf appearance in quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) under field conditions. *Ann. Bot.*, 87(4): 495–502.
- Bertero, H.D.**, 2003. Response of developmental processes to temperature and photoperiod in quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). *Food Rev. Int.*, 19(1–2): 87–97.

- Berti, M.; Wilckens, R.; Hevia, F.; Serri, H.; Vidal, I. & Mendez, C., 2000.** Fertilizacion nitrogenada en quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). Cienc. Investig. Agrar., 27(2): 81–90.
- Bhargava, A.; Shukla, S.; Katiyar, R.S. & Ohri, D., 2003.** Selection parameters for genetic improvement in *Chenopodium* grain on sodic soil. J. Appl. Hort., 5(1): 45–48.
- Bhargava, A.; Shukla, S. & Ohri, D., 2005.** *Chenopodium quinoa*-An Indian perspective. Ind. Crop. Prod., 23: 73–87.
- Bhargava, A.; Shukla, S.; & Ohri, D., 2006.** Karyotypic studies on some cultivated and wild species of *Chenopodium* (*Chenopodiaceae*). Genet. Resour. Crop. Ev., 53: 1309-1320.
- Bhargava, A.; Shukla, S. & Ohri, D., 2007.** Gynomonoeicy in *Chenopodium quinoa* (*Chenopodiaceae*): variation in inflorescence and floral types in some accessions. Institute of Botany, Slovak Academy of Sciences. Biologia, Bratislava, 62(1): 19-23.
- Bilalis, D.J.; Karkanis, A.; Papastylianou, P.; Patsiali, S.; Athanasopoulou, M.; Barla, G. & Kakabouki, I., 2010.** Response of organic linseed (*Linum usitatissimum* L.) to the combination of tillage systems, (minimum, conventional and no-tillage) and fertilization practices: Seed and oil yield production. Aust. J. Crop Sci., 4: 700-705.
- Bosque, S. H.; Lemeur, R.; Van Damme, P. & Jacobsen, S.E., 2003.** Ecophysiological Analysis of Drought and Salinity Stress of Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). Food Rev. Int., 19(1-2): 111–119.
- Brady, K.; HO, C.T.; Rosen, R.T.; Sang, S. & Karwe, M.V., 2007.** Effects of processing on the nutraceutical profile of quinoa. Food Chem., 100: 1209–1216.

- Casini, P.**, 2002. Possibilita di introdurre la quinoa negli ambient mediterranei. *Informatore Agrario*, 27: 29–32.
- Chan, K.Y.**, 2001. An overview of some tillage impacts on earthworm population abundance and diversity: implications for functioning in soils. *Soil Till. Res.*, 57: 179-191.
- Choi, Y.J.; Danielsen, S.; Lübeck, M.; Hong, S.B.; Delhey, R. & Shin, H.D.**, 2010. Morphological and molecular characterization of the causal agent of downy mildew on Quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Mycopathologia*, 169: 403-412.
- Christiansen, J.L., Jacobsen, S. & Jørgensen, S.T.**, 2010. Photoperiodic effect on flowering and seed development in quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). *Acta Agr. Scand. B-S P*, 60(6): 539-544.
- Coulter, L. & Lorenz, K.**, 1990. Quinoa-composition, nutritional value, food applications. *LWT - Food Sci. Technol.*, 23: 203–207.
- Coulter, L. and Lorenz, K.**, 1991. Extruded corn grits-quinoa blends. *J. Food Proc. Pres.*, 15(4): 231–242.
- Cuadrado, C. ; Ayet, G. ; Burbano, C. ; Muzquiz, M. ; Camacho, L. ; Cavieres, E. ; Lovon, M. ; Osagie, A. & Price, K.R.**, 1995. Occurrence of saponins and sapogenols in Andean crops. *J. Sci. Food Agric.*, 67:169–172.
- Cusack, D.**, 1984. Quinoa: Grain of the Incas. *Ecologist*, 14:21-31.
- De Bruin, A.**, 1963. Investigation of the food value of quinoa and canihua seed. *J. Food Sci.*, 29:872–876.
- Dini, A.; Rastrelli, L.; Saturnino, P. & Schettino, O.**, 1992. A compositional study of *Chenopodium quinoa* seeds. *Nahrung*, 36: 400-404.

- Dini, I.; Schettino, O.; Simioli, T. & Dini, A.,** 2001. Studies on the constituents of *Chenopodium quinoa* seeds: Isolation and characterization of new triterpene saponins. *J. Agric. Food Chem.*, 49:741–746.
- Dini, I.; Tenore, G.C. & Dini, A.,** 2002. Oleanane saponins in “kancolla”, a sweet variety of *Chenopodium quinoa*. *J. Nat. Prod.*, 65: 1023–1026.
- Dini, I. ; Tenore, G.C. & Dini, A.,** 2005. Nutritional and antinutritional composition of Kancolla seeds: An interesting and underexploited andine food plant. *Food Chem.*, 92: 125–132.
- Dutcheshen, J.M.,** 2003. Plant protection against bacterial diseases using saponins. U. S. Patent no. 2003162731.
- Estrada, A., Li, B. & Laarveld, B.,** 1998. Adjuvant action of *Chenopodium quinoa* saponins on the induction of antibody responses to intragastric and intranasal administered antigens in mice. *Comp. Immunol. Microbiol. Infect. Diseases*, 21(3): 225–236.
- Etchevers, B.J. & Avila, T.P.,** 1979. Factores que afectan el crecimiento de quinua (*Chenopodium quinoa*) en al centro-sur de Chile. In 10th Lat. Am. Meet. Agric. Sci.
- Efthimiadou, A., Bilalis, D.; Karkanis, A. & Froud-Williams, .B.,** 2010. Combined organic/inorganic fertilization enhance soil quality and increased yield, photosynthesis and sustainability of sweet maize crop. *Aust. J. Crop Sci.*, 4(9):722-729.
- Fleming, J.E. & Galwey, N.W.,** 1995. Quinoa (*Chenopodium quinoa*). In: Williams, J.T. (Ed.), *Cereals and Pseudocereals*. London: Chapman & Hall, pp.: 3–83.

- Flores, F.G.**, 1977. Estudio preliminar de la fenología de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*). Thesis. Universidad Nacional Técnica del Altiplano, Puno, Peru.
- Flynn, R.O.**, 1990. Growth characteristics of quinoa and yield response to increase soil water deficit. M.S. Thesis. Colorado State Univ. Fort, Collins.
- Galvez, A.V.; San Martin, R.; Sanders, M.; Miranda, M. & Lara, E.**, 2010a. CHARACTERISTICS AND MATHEMATICAL MODELING OF CONVECTIVE DRYING OF QUINOA (*CHENOPODIUM QUINOA WILLD.*): INFLUENCE OF TEMPERATURE ON THE KINETIC PARAMETERS. J. Food Process Pres., 34(6): 945–963.
- Galvez, A.V.; Miranda, M.; Vergara, J.; Uribe, E.; Puente, L. & Martinez, A.**, 2010b. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa willd.*), an ancient Andean grain: a review. J. Sci. Food Agric., 90: 2541–2547.
- Galwey, N.W.**, 1989. Exploited plants--quinoa. Biologist, 36:267-274.
- Gandarillas, H.**, 1979. Botanica. Quinoa y Kaniwa. Cultivos Andinos. In: Tapia, M.E. (Ed.), Serie Libros y Materiales Educativos, vol. 49. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Bogota, Columbia, pp. 20–44.
- Gandaillas, H.**, 1982. Quinoa production. IBTA-CIID (Trans. By Sierra-Blanca Association, Denver, CO, 1985).
- Gely, M.C. & Santalla, E.M.**, 2007. Moisture diffusivity in quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) seeds: Effect of air temperature and initial moisture content of seeds. J. Food Eng., 78: 1029–1033.
- Gesinski, K.**, 2000. American and European test of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) in Poland. Bydgoszcz, Poland.

- Gonzalez, J.A.; Roldan, A.; Gallardo, M.; Escudero, T. & Prado, F.E., 1989.** Quantitative determinations of chemical compounds with nutritional value from Inca crops: *Chenopodium quinoa* ('quinoa'). *Plant Foods Hum. Nutr.*, 39(4): 331–337.
- Hassan, F.U. & Leitch, M.H., 2001.** Dry matter accumulation in linseed (*Linum usitatissimum* L.). *J. Agro. & Crop Sci.*, 187: 83-87.
- Hellin, J. & Hignman, S., 2003.** Συνέδριο, Staying Poor: Chronic Poverty and Development Policy.
- House, G.J.; Stinner, B.J.; Crossley, D.A. Jr; Odum, E.P. & Langdale, G.W., 1984.** Nitrogen cycling in conventional and no-tillage agroecosystems in the Southern Piedmont. *J. Soil Water Conser.*, 39:194-200.
- Hunziker, A.T., 1943.** Los especies alimenticias de *Amaranthus* y *Chenopodium* cultivadas por los Indios de America. *Rev. Argen. Agron.*, 30: 297–353.
- Jacobsen, S.E. & Stolen, O., 1993.** Quinoa—morphology, phenology and prospects for its production as a new crop in Europe. *Euro. J. Agron.*, 2(1): 19–29.
- Jacobsen, E.; Jørgensen I. & Stølen, O., 1994.** Cultivation of quino (*Chenopodium quinoa*) under temperate climatic conditions in Denmark. *J. Agr. Sci.*, 122: 47-52.
- Jacobsen, S.E., 1997.** Adaptation of quinoa (*Chenopodium quinoa*) to northern European agriculture: studies on developmental pattern. *Euphytica*, 96:41–48.
- Jacobsen, S.E., 1998.** Developmental stability of quinoa under European conditions. *Ind. Crop Prod.*, 7: 169–174.

- Jacobsen, S.E.; Quispe, H. & Mujica, A.**, 2001. Quinoa: an alternative crop for saline soils in the Andes. In: Scientists and farmer–partners in research for the 21st century. CIP Program Report 1999–2000, 403–408.
- Jacobsen, S.E.**, 2003. The worldwide potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Rev. Int.*, 19: 167–177.
- Jacobsen, S.E., Mujica, A., Jensen, C.R.**, 2003. The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to adverse abiotic factors. *Food Rev. Int.*, 19(1-2): 99–109.
- Jacobsen, S.E.; Monteros, C.; Christiansen, J.L.; Bravo, L.A.; Corcuera, L.J., & Mujica, A.**, 2005. Plant responses of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to frost at various phenological stages. *Eur. J. Agro.*, 22(2): 131–139.
- Jenkins, D.**, 1988. Carbohydrates: (B) dietary fiber, p. 52-71. In: M. Shils and V. Young (eds.). *Modern nutrition in health and disease*. Lea and Febiger, Philadelphia.
- Jensen, C.R.; Jacobsen, S.E.; Andersen, M.N.; Nunez, N.; Andersen, S.D.; Rasmussen, L. & Mogensen, V.O.**, 2000. Leaf gas exchange and water relations of field quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) during soil drying. *Eur. J. Agron.*, 13: 11–25.
- Johnson, D.L. & Ward S.M.**, 1993. Quinoa. p. 219-221. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), *New crops*. Wiley, New York
- Joshi, R.C.; San Martin, R.; Saez-Navarrete, C.; Alarcon, J.; Sainz, J., Antolin, M.; Martin, A.R. & Sebastian, L.S.**, 2008. Efficacy of quinoa (*Chenopodium quinoa*) saponins against golden apple snail (*Pomacea canaliculata*) in the Philippines under laboratory conditions. *Crop. Prot.*, 27: 553–557.

- Koziol, M.J.**, 1992. Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). *J. Food Compos Anal.* 5:35–68.
- Koziol, M.J.**, 1993. In: Janick, J., Simon, J.E. (Eds.), *Quinoa: A Potential New Oil Crop*. New Crops. Wiley, New York, pp. 328-336.
- Kuljanabhagavad, T.; Thongphasuk, P.; Chamulitrat, W. & Wink, M.**, 2008. Triterpene saponins from *Chenopodium quinoa Willd.* *Phytochemistry*, 69:1919–1926.
- Kuljanabhagavad, T. & Wink, M.**, 2009. Biological activities and chemistry of saponins from *Chenopodium quinoa Willd.* *Phytochem Rev.*, 8:473–490.
- Lacaille-Dubois, M.A.**, 2005. Bioactive saponins with cancer related and immunomodulatory activity: recent developments. *Stud Nat Prod Chem.*, 32(12):209–46.
- Letelier, M.E.; Rodríguez-Rojas, C.; Sánchez-Jofré, S. & Aracena-Parks, P.**, 2011. Surfactant and antioxidant properties of an extract from *Chenopodium quinoa Willd* seed coats. *J. Cereal Sci.*, 53: 239-243.
- Liu, J. & Henkel, T.**, 2002. Traditional Chinese medicine (TCM): are polyphenols and saponins the key ingredients triggering biological activities? *Curr. Med. Chem.*, 9:1483–1485.
- Mahoney, A.W.; Lopez, J.G. & Hendricks, D.G.**, 1975. An evaluation of the protein quality of quinoa. *J. Agr. Food Chem.*, 23:190-193.
- Martinez, E.A.; Veas, E.; Jorquera, C.; San Martín, R. & Jara, P.**, 2009. Reintroduction of *Chenopodium quinoa Willd.* into arid Chile: cultivation of two lowland races under extremely low irrigation. *J. Agron. Crop Sci.*, 195:1–10.

- Mastebroek, H.D.; Limburg, H.; Gilles, T. & Marvin, H.J.P., 2000.** Occurrence of saponin in leaves and seeds of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). *J. Sci. Food Agr.*, 80(1): 152–156.
- Mizui, F.; Kasai, R.; Ohtani, K. & Tanaka, O., 1990.** Saponins from the bran of quinoa, *Chenopodium quinoa Willd.* II. *Chem. Pharm. Bull. (Tokyo)*, 38: 375–377.
- Mujica, A., 1994.** Andean grains and legumes. In: Hernando Bermujo, J.E., Leon, J. (Eds.), *Neglected Crops: 1492 from a Different Perspective*, vol. 26. FAO, Rome, Italy, pp. 131–148.
- Oakenfull, D. & Sidhu, G.S., 1990.** Could saponins be a useful treatment for hypercholesterolaemia? *Eur. J. Clin. Nutr.*, 44: 79–88.
- Oelke, E.A.; Putnam, D.H.; Teynor, T.M. & Oplinger, E.S., 1992.** *Alternative field crops manual*. University of Wisconsin Cooperative Extension Service, University of Minnesota Extension Service, Centre for Alternative Plant and Animal Products.
- Ogungbenle, H.N., 2003.** Nutritional evaluation and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 54(2): 153–158.
- Papatheoxari, Y.; Bilalis, D.; Alexopoulou, E.; Papastylianou, P. & Avgoulas, C., 2008.** Effects of different rates of inorganic fertilization on some agronomic characteristics with emphasis in roots and yield in four flax (*Linum usitatissimum L.*) varieties. *J. Food Agric. & Envir.*, 6: 256-259.
- Pearsall, D.M., 1992.** The origins of plant cultivation in South America. In: Cowan CW, Watson PJ (Ed.) *The origins of agriculture*. Smithsonian Institution Press, Washington, USA, pp 173–205.

- Popenoe, H.; King, S.R.; Leon, J. & Kalinowski, L.S.**, 1989. Lost Crops of the Incas. In: Vietmeyer, N.D. (Ed.), Little Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation. National Academy Press, Washington.
- Price, K.R.; Johnson, I.T. & Fenwick, G.R.**, 1987. The chemistry and biological significance of saponins in foods and feedstuffs. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 26:27–135.
- Pulvento, C.; Riccardi, M.; Lavini, A.; d’Andria, R.; Iafelice, G. & Marconi, E.**, 2010. Field Trial Evaluation of Two *Chenopodium quinoa* Genotypes Grown Under Rain-Fed Conditions in a Typical Mediterranean Environment in South Italy. *Blackwell Verlag GmbH*, 196: 407–411.
- Rasmussen, C.; Lagnaoui, A. & Esbjerg, P.**, 2003. *Food Rev. Int.*, 19(1-2): 61–75.
- Rea, J.**, 1948. Observaciones sobre biología floral y estudio de saponinas en *Chenopodium quinoa Willd.* Serie tecnica, 3: 17.
- Reichert, R.D.; Tatarynovich, J.T. & Tyler, R.T.**, 1986. Abrasive dehulling of quinoa (*Chenopodium quinoa*): effect on saponin content was determined by an adapted hemolytic assay. *Cereal Chem.*, 63: 471–475.
- Repo-Carrasco, R.; Espinoza, C. & Jacobsen, S.E.**, 2003. Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kaniwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Rev. Int.*, 19:179–189.
- Repo-Carrasco-Valencia, R. & Serna, L.A.**, 2011. Quinoa (*Chenopodium quinoa, Willd.*) as a source of dietary fiber and other functional components. *Ciênc. Technol. Aliment.*, 31: 225-230.
- Risi, J. & Galwey, N.W.**, 1984. The *Chenopodium* grains of the andes: inca crops for modern agriculture. *Adv. Appl. Biol.*, 10: 145-216.

- Risi, C., J. & N.W. Galwey**, 1989. The pattern of genetic diversity in the Andean grain crop quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). I. Associations between characteristics. *Euphytica*, 41: 147–162.
- Risi, J. & Galwey, N.W.**, 1991. Effects of sowing date and sowing rate on plant development and grain yield of quinoa (*Chenopodium quinoa*) in a temperate environment. *J. Agr. Sci.*, 117 :325-332.
- Ruales, J. & Nair, B.M.**, 1992. Nutritional quality of the protein in quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) seeds. *Plant Foods Hum. Nutr.*, 42: 1–12.
- Ruales, J. & Nair, B.M.**, 1993. Content of fat, vitamins and minerals in quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) seeds. *Food Chem.*, 48:131–136.
- Ruales, J.; Grijalva, Y.; Jaramillo, P.L. & Nair, B.M.**, 2002. The nutritional quality of an infant food from quinoa and its effect on the plasma level of insulin-like growth factor-I (IGF-I) in undernourished children. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 53(2): 143–154.
- Ruas, P.; Bonifacio, A.; Ruas, C.; Fairbanks, D. & Andersen, W.**, 1999 .Genetic relationship among 19 accessions of six species *Chenopodium* L., by Random Amplified Polymorphic DNA fragments (RAPD). *Euphytica*, 105:25–32.
- Schlick, G. & Bubenheim, D.L.**, 1996. Quinoa—Candidate Crop for NASA’s Controlled Ecological Life Support Systems. In: Janick, J. (Ed.), *Progress in New Crops*. ASHS Press, Arlington, VA.
- Schulte, E.G.; Kaul, H.P.; Kruse, M. & Aufhammer, W.**, 2005. Yield and nitrogen utilization efficiency of the pseudocereals amaranth, quinoa and buckwheat under differing nitrogen fertilization. *Eur. J. Agron.*, 22(1): 95–100.

- Silvestri, V. & Gil, F.**, 2000. Alogamia en quinua. Tasa en Mendoza (Argentina). Revista de la facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo, 32(1): 71–76.
- Simmons, N.W.**, 1971. The breeding system of *Chenopodium quinoa*. I. Male Sterility. Heredity, 27:73-82.
- Sparg, S.G.; Light, M.E. & Staden J.**, 2004. Biological activities and distribution of plant saponins. J. Ethnopharmacol., 94(2–3): 219–43.
- Spehar, C.R. & Santos, R.L.B.**, 2005. Agronomic performance of quinoa selected in the Brazilian Savannah. Pesqui. Agropecu. Bras., 40: 609-612.
- Spehar, C.R. & Rocha, J.E.D.S.**, 2010. Exploiting genotypic variability from low-altitude Brazilian Savannah-adapted *Chenopodium quinoa*. Euphytica, 175:13–21.
- Stuardo, M. & San Martín, R.**, 2008. Antifungal properties of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) alkali treated saponins against *Botrytis cinerea*. Ind. Crop Prod., 27:296-302.
- Tapia, M.E.**, 1979. Historia y Distribucion geographica. Quinoa y Kaniwa. Cultivos Andinos. In: Tapia, M.E. (Ed.), Serie Libros y Materiales Educativos, vol. 49. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Bogota, Colombia, pp. 11–15.
- Tapia, M.**, 1982. The Environment, crops and agricultural systems in the Andes of Southern Peru. IICA.
- Tapia, M.**, 2000. Capítulo III: Agronomía de los cultivos andinos. Granos andinos: quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*). En: Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. C. Morón (Ed). Cultivos andinos versión 1.0/FAO
- Tolaba, M.P.; Peltzer, M.; Enriquez, N. & Pollio, M.L.**, 2004. Grain sorption equilibria of quinoa grains. J. Food Eng., 61(3): 365–371.

- Uematsu, Y.; Hirata, K. & Saito, K.**, 2000. Spectrophotometric determination of saponin in Yucca extract used as food additive. *J. AOAC Int.*, 83:1451–4.
- Vacher, J.J.**, 1998. Responses of two main Andean crops, quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) and papa amarga (*Solanum juzepczukii Buk.*) to drought on the Bolivian Altiplano: significance of local adaptation. *Agr. Eco. Environ.*, 68: 99–108..
- Ward, S.**, 1991. Male sterility in quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) MS Thesis, Colorado State Univ., Fort Collins.
- Warburton, D.B. & Klimstra, W.D.**, 1984. Wildlife use of no-till and conventionally tilled com fields. *J. Soil Water Conserv.*, 39:327-330.
- White, P.L.; Alvistur, E.; Dias, C.; Vinas, E.; White, H.S. & Collazos, C.**, 1955. Nutrient content and protein quality of quinoa and canihua, edible seed products of the Andes mountains. *J. Agr. Food Chem.*, 3:531-534.
- Williams, R.J.B. & Cook, G.W.**, 1961. Some effects of farmyard manure and of grass residues on soil structure. *Soil Sci.*, 92: 30-39.
- Wilson, H.D.**, 1980. Artificial hybridization among species of *Chenopodium* sect. *Chenopodium*. *Syst. Bot.*, 5: 253–263.
- Wilson, H.D.**, 1990. Quinoa and relatives (*Chenopodium* sect. *Chenopodium* subsect. *Cellulata*). *Econ. Bot.*, 44: 92-110.
- Wright, K.H.; Pike, O.A.; Fairbanks, D.J. & Huber, S.C.**, 2002. Composition of *Atriplex hortensis*, sweet and bitter *Chenopodium quinoa* seeds. *Food Chem. Toxicol.*, 67: 1383–1385.

5.2 ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ευθυμιάδης, Π., 2007. Ζιζανιολογία (Πρώτο μέρος)-Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση ζιζανίων. Πανεπιστημιακό βιβλίο για το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Σιδηράς, Κ.Ν., 1997. Οργανική λίπανση και αμειψισπορές. ΔΗΩ.

Σιδηράς, Κ.Ν., 2002. Εδαφικό περιβάλλον. Πανεπιστημιακό βιβλίο για το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Στεφανάκη, Ν. Μ., 1999. Συστηματική Βοτανική. Αγγειόσπερμα. Τόμος Α.

Τσατσαρέλη, Α.Κ., 2000. Αρχές μηχανικής κατεργασίας του εδάφους και σποράς.