

Επίδραση οργανικής και ανόργανης λίπανσης στην ανάπτυξη, απόδοση και ποιότητα βιομάζας κινόας και βλήτου

Π. Παπαστυλιανού¹, Ε. Τσιπλάκου², Γ. Ανωγάτης¹, Ι. Κακαμπούκη³, Δ. Μπιλάλης¹, Γ. Ζέρβας²

¹Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Γεωργίας, Ιερά Οδός 75, 11855, Αθήνα

²Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Ζωικής Παραγωγής και Υδατοκαλλιεργειών, Εργαστήριο Φυσιολογίας Θρέψεως και Διατροφής, Ιερά Οδός 75, 11855, Αθήνα

³Πανεπιστήμιο Δυτικής Ελλάδας, Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων Αγροτικών Προϊόντων και Τροφίμων, Γ. Σεφέρη 2, 30100, Αργίτιο

Περίληψη

Στην εργασία αυτή διερευνήθηκε η επίδραση διαφορετικών ειδών λίπανσης στην ανάπτυξη, στην απόδοση και στην ποιότητα της βιομάζας δύο ψευδοδημητριακών, κινόας (*Chenopodium quinoa* Willd.) και βλήτου (*Amaranthus retroflexus* L.). Επιπροσθέτως, συγκρίθηκαν τα αγρονομικά χαρακτηριστικά, οι αποδόσεις σε ωπό και ξηρό βάρος και η θρεπτική αξία της βιομάζας των δύο ειδών για να καταδειχθεί η χρησιμότητά τους ως εναλλακτικά χορτοδοτικά φυτά σε ξηροθερμικές συνθήκες για την κάλυψη των διατροφικών αναγκών των αγροτικών ζώων στις Μεσογειακές περιοχές. Το πειραματικό σχέδιο που επιλέχθηκε ήταν των ομάδων με υπο-ομάδες με δύο επαναλήψεις, δύο κύριες ομάδες (κινόα και βλήτο) και τέσσερις υποομάδες (χειρισμοί λίπανσης: μάρτυρας, ανόργανη λίπανση, κομπόστ και κοπριά). Τα αποτελέσματα έδειξαν σαφή υπεροχή της κινόας έναντι του βλήτου σε ύψος και ξηρή ουσία, ενώ δεν σημειώθηκαν διαφορές στη χημική σύσταση της βιομάζας μεταξύ των δύο ειδών. Γενικά, η λίπανση επέδρασε θετικά στην ανάπτυξη και στις αποδόσεις των δύο ψευδοδημητριακών. Η λίπανση με κομπόστ εμφάνισε υψηλότερες τιμές στα περισσότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά της βιομάζας στην κινόα, ενώ η ανόργανη λίπανση είχε καλύτερα αποτελέσματα στο βλήτο. Τα αποτελέσματα της εργασίας δείχνουν ότι η κινόα και το βλήτο μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εναλλακτικές ζωοτροφές έναντι των ανοιξιάτικων ψυχανθών σε ξηροθερμικές Μεσογειακές περιοχές.

Λέξεις κλειδιά: *Chenopodium quinoa*, *Amaranthus retroflexus*, λίπανση, αποδόσεις, ποιότητα βιομάζας

Εισαγωγή

Η κινόα (*Chenopodium quinoa* Willd.) είναι ένα ψευδοδημητριακό, ανθεκτικό σε δυσμενείς εδαφοκλιματικές συνθήκες, φυτό καλλιεργούμενο στην περιοχή των Άνδεων περίπου από το 3000 π.Χ. Οι σπόροι του είναι πλούσιοι σε άμυλο και πρωτεΐνες υψηλότερης διατροφικής αξίας συγκρινόμενοι με τους κόκκους των δημητριακών και χαρακτηρίζεται ως μία από τις κυριότερες, σε παγκόσμιο επίπεδο, «υπερτροφές» για τη διατροφή του πληθυσμού (Vega-Galvez et al., 2010). Πρόσφατα παρατηρείται ολοένα και αυξανόμενο ενδιαφέρον για την καλλιέργειά της στις Η.Π.Α., Ευρώπη και Ασία (Gonzalez et al., 2012). Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας θέλοντας να τονίσει την εξαιρετική διατροφική αξία της και το ρόλο που μπορεί να διαδραματίσει στην ασφάλεια τροφίμων σε παγκόσμιο επίπεδο ανακήρυξε το έτος 2013 σε «Διεθνές Έτος της Κινόας» (FAO, 2013).

Στο γένος *Amaranthus* sp. ανήκουν περισσότερα από 60 είδη, με σημαντικότερα καλλιεργούμενα σε περιοχές της Νοτίου Αμερικής τα *Amaranthus caudatus*, *A. cruentus* και *A. hypochondriacus*, που οι σπόροι τους χρησιμοποιούνται ως δημητριακά και τα φύλλα τους

είναι εδώδιμα (Bressani, 2003). Στη χώρα μας αυτοφύεται το τραχύ βλήτο, *Amaranthus retroflexus*, που χρησιμοποιείται σε νεαρό στάδιο ως λαχανοφυτό. Παρόλο το ιδιαίτερο ενδιαφέρον στη μελέτη των φυτών αυτών, τα στοιχεία που υπάρχουν για την ποιότητα της βιομάζας της κινώας και του βλήτου είναι περιορισμένα. Διάφοροι ερευνητές αναφέρουν ότι το φύλλωμα πολλών ψευδοδημητριακών, και ειδικότερα της κινώας και του αμάρανθου, είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες, καροτενοειδή, ασκορβικό οξύ και ανόργανα στοιχεία όπως κάλιο, νάτριο, ασβέστιο και σίδηρος (Bhargava et al., 2010).

Στις εύκρατες περιοχές το έρπον τριφύλλι (*Trifolium repens* L.) χρησιμοποιείται κυρίως για βόσκηση, ενώ το λειμώνιο τριφύλλι (*Trifolium pratense* L.) και η μηδική (*Medicago sativa* L.) καλλιεργούνται κυρίως για παραγωγή βιομάζας, χλωρίης ή ενσιρωμένης, και λιγότερο για βόσκηση (Krawutschke et al., 2013, Papanastasis and Mansaf 1996). Ειδικότερα, στις Μεσογειακές περιοχές η ξηρασία είναι ο κυριότερος ανασταλτικός παράγοντας που περιορίζει την καλλιέργεια των ανοιζιάτικων μη αρδευόμενων χορτοδοτικών ειδών. Η κινώα παρουσιάζει εξαιρετική προσαρμοστικότητα σε ποικιλία αγρο-οικολογικών συνθηκών και μπορεί να αναπτυχθεί ικανοποιητικά σε συνθήκες ξηρασίας με ελάχιστη βροχόπτωση 200 mm στη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (Jacobsen 2003, Razzaghi et al., 2013).

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση των επιδράσεων διαφορετικών ειδών λίπανσης στην ανάπτυξη, στην απόδοση και στην ποιότητα της βιομάζας κινώας και βλήτου σε ημίξηρες Μεσογειακές συνθήκες.

Μέθοδοι και υλικά

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε πειραματικό βιολογικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στην περιοχή του Βοτανικού (37° 58 Β, 23° 32 Α, σε υψόμετρο 30m από τη θάλασσα) στη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου από τέλη Μαρτίου έως τέλη Ιουλίου 2013. Αξιολογήθηκαν τα ψευδοδημητριακά κινώα (*Chenopodium quinoa* Willd., οικότυπος Royal) και βλήτο (*Amaranthus retroflexus* L.). Το έδαφος ήταν αργιλλοπηλώδες (29,8% άργιλος, 34,3% ιλύς, 35,9% άμμος) με pH 7,29 και περιεκτικότητες 12,4 mg kg⁻¹ εδάφους σε NO₃-N, 13,2 mg kg⁻¹ σε P (μέθοδος Olsen), 201 mg kg⁻¹ σε K και 1,47% σε οργανική ουσία. Το πειραματικό σχέδιο που επιλέχθηκε ήταν των ομάδων με υπο-ομάδες (split-plot design) με δύο επαναλήψεις. Τα κύρια τεμάχια (ομάδες) είχαν έκταση 90 m², τα υποτεμάχια (υπο-ομάδες) 20 m² και η προηγούμενη καλλιέργεια ήταν σιτάρι. Στις ομάδες αντιστοιχούσαν τα δύο φυτικά είδη και στις υπο-ομάδες οι τέσσερις χειρισμοί λίπανσης (μάρτυρας, κομποστοποιημένη κοπριά αγελάδας σε ποσότητα 200 kg στρ⁻¹ 1,24% N, ανόργανο λίπασμα 26-0-0 σε ποσότητα 10 N kg στρ⁻¹, και κομπόστ 200 kg στρ⁻¹ Posidonia 1-2% N, CompostHellas). Η κινώα και το βλήτο σπάρθηκαν στις 23 Μαρτίου με το χέρι σε αποστάσεις γραμμών 30 cm, σε βάθος 2-3 cm και ποσότητα σπόρου 1 kg στρ⁻¹, που αντιστοιχεί σε πυκνότητα 25 φυτών m⁻². Η άρδευση σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου έγινε με τεχνητή βροχή με ποσότητα 100 mm νερού και τα ζιζάνια αντιμετώπιστηκαν με βοτάνισμα.

Από κάθε υποτεμάχιο επιλέχθηκαν τυχαία 10 φυτά στις 11/7 (110 ΗΑΣ) για τις μετρήσεις του ύψους και του ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος (μετά από ξήρανση στους 70°C για 72 ώρες) και της φυλλικής επιφάνειας με τη βοήθεια της αυτόματης συσκευής DT-area meter (Delta-T Devices Ltd., Burwell Cambridge, UK). Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (Leaf Area Index, LAI) υπολογίστηκε από το λόγο φυλλικής επιφάνειας προς το εμβαδό της επιφάνειας του εδάφους που καλύπτει η κατακόρυφη προβολή της κόμης του φυτού. Για την εκτίμηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών της βιομάζας επιλέχθηκαν τυχαία 10 φυτά από κάθε υποτεμάχιο στις 11/7 (110 ΗΑΣ). Μετά από ξήρανση και άλεση στα φυτικά δείγματα προσδιορίστηκαν η τέφρα, οι λιπαρές ουσίες (συσκευή Soxhlet), οι ινώδεις ουσίες με τη μέθοδο Van Soest et al. (1991) και το ολικό άζωτο με τη μέθοδο Kjeldahl. Η ακατέργαστη

πρωτεΐνη υπολογίστηκε από το ολικό άζωτο χρησιμοποιώντας το συντελεστή μετατροπής 6,25 (AOAC, 2009).

Οι κλιματικές μεταβλητές (μέση θερμοκρασία και αθροιστικά κατακρημνίσματα) φαίνονται στον πίνακα 1. Η μέση θερμοκρασία κυμάνθηκε σε υψηλότερες τιμές συγκριτικά με τους μέσους όρους της 35ετίας. Τα κατακρημνίσματα παρουσίασαν σημαντικά χαμηλότερες τιμές σε όλη την καλλιεργητική περίοδο, εκτός από το μήνα Ιούνιο, σε σύγκριση με την 35ετία με το συνολικό ύψος στο χρονικό διάστημα Μαρτίου-Ιουλίου να ανέρχεται σε 35,4 mm. Ειδικότερα στο χρονικό διάστημα Μαρτίου-Μαΐου το συνολικό ποσό των κατακρημνισμάτων ήταν περίπου υποτετραπλάσιο του αντίστοιχου μέσου όρου της 35ετίας.

Πίνακας 1. Μέσες μηνιαίες τιμές της μέσης θερμοκρασίας ($^{\circ}\text{C}$) και των αθροιστικών κατακρημνισμάτων (mm) στο χρονικό διάστημα Μαρτίου-Ιουλίου 2013 και μέσοι όροι 35ετίας (1979-2013) στην περιοχή του Βοτανικού (ΕΑΑ 2013).

Μήνες	Θερμοκρασία		Κατακρημνίσματα	
	2013	Μ.Ο. 35ετίας	2013	Μ.Ο. 35ετίας
Μάρτιος	14,4	12,3	14,6	43,1
Απρίλιος	18,4	16,0	2,6	30,7
Μάιος	23,4	20,8	6,2	17,0
Ιούνιος	26,0	25,6	12,0	7,8
Ιούλιος	28,6	28,2	0	6,6

Στα δεδομένα έγινε ανάλυση της διασποράς με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου Statgraphics Plus 5.1 και οι μέσοι όροι συγκρίθηκαν με το κριτήριο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς σε επίπεδο σημαντικότητας 5% (Steel and Torrie 1980).

Αποτελέσματα και συζήτηση

Από τα δεδομένα του πίνακα 2 προκύπτει σημαντική διαφοροποίηση όσον αφορά τη μορφολογική παράμετρο του ύψους του φυτού μεταξύ των δύο ειδών, με τις τιμές της κινόας να υπερéχουν έναντι αυτών του βλήτου. Η λίπανση επέδρασε θετικά στο ύψος των φυτών συγκριτικά με το μάρτυρα. Ειδικότερα, η ανόργανη λίπανση και η κοπριά συνέβαλαν στην αύξηση του ύψους των φυτών στην κινόα, ενώ δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των λιπάνσεων στο ύψος των φυτών του βλήτου. Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας δε διαφοροποιήθηκε ως προς τα φυτικά είδη και δεν επηρεάστηκε από το είδος της λίπανσης που εφαρμόστηκε. Αν και δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, διαφαίνεται μια τάση θετικότερης ανταπόκρισης του δείκτη στη λίπανση του βλήτου συγκριτικά με αυτόν της κινόας. Παρόμοια αποτελέσματα για τη θετική ανταπόκριση της κινόας στην ανόργανη αζωτούχο λίπανση αναφέρονται και από άλλους ερευνητές (Schooten and van Pinxterhuis, 2003, Schulte auf'm Erley et al., 2005). Επιπροσθέτως, σε μελέτες των Bilalis et al. (2012) και Kakabouki et al. (2014) δε σημειώθηκαν διαφορές μεταξύ των λιπάνσεων στις τιμές του δείκτη φυλλικής επιφάνειας της κινόας. Οι χαμηλότερες τιμές απόδοσης νωπής και ξηρής βιομάζας σημειώθηκαν και για τα δύο φυτικά είδη απουσία λίπανσης, ενώ οι χειρισμοί με κομπόστ και κοπριά εμφάνισαν υψηλότερες τιμές στις αποδόσεις (Πίνακας 2). Δεδομένα και άλλων ερευνητών παρουσιάζουν τη θετική επίδραση της οργανικής λίπανσης στην απόδοση ξηρής βιομάζας κινόας που ανέρχεται σε 865 και 880 kg στρ.⁻¹ για το κομπόστ και την κοπριά αντίστοιχα (Bilalis et al., 2012).

Πίνακας 2. Μέσοι όροι και σημαντικότητες από ανάλυση διασποράς για το ύψος (cm), το δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Leaf Area Index, LAI) και την απόδοση σε νωπή και ξηρή βιομάζα (kg στρ⁻¹) για τις μεταχειρίσεις λίπανσης (μάρτυρας, ανόργανο λίπασμα, κομπόστ, κοπριά) στην κινόα και στο βλήτο.

Είδη	Λίπανση	Ύψος (cm)	LAI	Απόδοση σε ΞΒ (kg στρ. ⁻¹)		Απόδοση σε NB (kg στρ. ⁻¹)		
Κινόα	Μάρτυρας	150,5	Ac	2,87	550	4525		
	Ανόργανο λίπασμα	175,0	Aa	3,26	590	5375		
	Κομπόστ	163,0	Ab	3,12	843	7750		
	Κοπριά	169,0	Aab	2,94	739	7700		
	M.O.	164,4	A	3,05	680	6338		
Βλήτο	Μάρτυρας	90,0	Ba	2,72	525	4250		
	Ανόργανο λίπασμα	92,0	Ba	3,43	550	4575		
	Κομπόστ	95,0	Ba	3,48	675	7100		
	Κοπριά	93,0	Ba	3,21	650	6338		
	M.O.	92,5	B	3,21	600	5566		
M.O.	Μάρτυρας	120,3	c	2,80	538	a	4388	a
	Ανόργανο λίπασμα	133,5	a	3,34	570	a	4975	a
	Κομπόστ	129,0	b	3,30	759	b	7425	b
	Κοπριά	131,0	ab	3,07	695	ab	7019	b
	Είδος	**	MΣ	MΣ	MΣ	MΣ		
Λίπανση	***	MΣ	*	*				
Είδη × Λίπανση	***	MΣ	MΣ	MΣ				

MΣ, Μη Σημαντικό; * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$.

ΞΒ: Ξηρό βάρος, NB: Νωπό βάρος

Μέσοι όροι με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους ($P=0,05$). Με μικρά γράμματα επισημαίνονται οι διαφορές μεταξύ των λίπανσεων και με κεφαλαία γράμματα οι διαφορές μεταξύ των ειδών.

Στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της βιομάζας παρατηρήθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των φυτικών ειδών και της λίπανσης για την τέφρα, τις ινώδεις και τις λιπαρές ουσίες, ενώ δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χειρισμών της λίπανσης για την τέφρα και τις ολικές αζωτούχες ουσίες (Πίνακας 3). Η βιομάζα των χορτοδοτικών φυτών διαφέρει ως προς την περιεκτικότητα σε ακατέργαστη πρωτεΐνη. Οι Dugalic et al. (2012) αναφέρουν ότι η ακατέργαστη πρωτεΐνη σε φυτά μηδικής κυμαινόταν μεταξύ 21,7% έως 25,9% και οι Kakabouki et al. (2014) παρατήρησαν αυξημένες τιμές ακατέργαστης πρωτεΐνης σε φυτά κινόα στη μεταχείριση ανόργανης αζωτούχου λίπανσης (23%) έναντι της κοπριάς (21%). Η καταναλισκόμενη ποσότητα μιας ζωοτροφής επηρεάζεται από την περιεκτικότητα της τροφής σε ακατέργαστη πρωτεΐνη, ινώδεις ουσίες και ξηρή ουσία. Υψηλή περιεκτικότητα σε ινώδεις ουσίες έχει αρνητική επίδραση στη θρεπτική αξία της ζωοτροφής (Han et al., 2003). Γενικά στην κινόα, ο χειρισμός της λίπανσης με κομπόστ εμφάνισε υψηλότερες τιμές ολικών αζωτούχων ουσιών, τέφρας, λιπαρών ουσιών και χαμηλότερη τιμή ινωδών ουσιών συγκριτικά με τους άλλους χειρισμούς λίπανσης, ενώ η ανόργανη αζωτούχος λίπανση είχε καλύτερα αποτελέσματα στο βλήτο.

Πίνακας 3. Μέσοι όροι και σημαντικότητες από ανάλυση διασποράς για την τέφρα, τις ινώδεις, τις λιπαρές ουσίες και τις ολικές αζωτούχες ουσίες ως % του ξηρού βάρους του δείγματος για τις μεταχειρίσεις λίπανσης (μάρτυρας, ανόργανο λίπασμα, κομπόστ, κοπριά) στην κινόα και στο βλήτο.

Είδη	Λίπανση	Τέφρα		Ινώδεις ουσίες		Λιπαρές ουσίες		Ολικές αζωτούχες ουσίες
Κινόα	Μάρτυρας	18,2	Aa	28,4	Aa	2,50	Aa	12,5
	Ανόργανο λίπασμα	18,0	Aa	32,1	Aa	2,20	Aa	11,1
	Κομπόστ	18,8	Aa	30,8	Aa	2,87	Aa	14,7
	Κοπριά	18,7	Aa	27,1	Aa	2,16	Aa	13,0
	M.O.	18,4	A	29,6	A	2,43	A	12,8
Βλήτο	Μάρτυρας	22,0	Ba	26,2	Aa	1,72	Ba	10,8
	Ανόργανο λίπασμα	22,3	Ba	26,5	Ba	1,64	Ba	8,4
	Κομπόστ	19,2	Aa	23,4	Ba	1,29	Ba	9,1
	Κοπριά	21,1	Ba	20,4	Ba	1,60	Ba	8,8
	M.O.	21,2	B	24,1	A	1,56	A	9,3
M.O.	Μάρτυρας	20,1	a	27,3	a	2,11	a	11,6
	Ανόργανο λίπασμα	20,2	a	29,3	a	1,92	ab	9,7
	Κομπόστ	19,0	a	27,1	a	2,08	a	11,9
	Κοπριά	19,9	a	23,8	b	1,88	b	10,9
	Είδος	ΜΣ		ΜΣ		ΜΣ		ΜΣ
Λίπανση	ΜΣ		*		*		ΜΣ	
Είδη × Λίπανση	**		**		**		ΜΣ	

ΜΣ, Μη Σημαντικό; * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$.

Μέσοι όροι με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους ($P=0,05$). Με μικρά γράμματα επισημαίνονται οι διαφορές μεταξύ των λίπανσεων και με κεφαλαία γράμματα οι διαφορές μεταξύ των ειδών.

Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της εργασίας έδειξαν υπεροχή της κινόας έναντι του βλήτου στις παραμέτρους του ύψους και της παραγόμενης ξηρής ουσίας. Στη χημική σύσταση της βιομάζας των δύο ειδών δεν βρέθηκαν διαφορές. Γενικά η λίπανση επέδρασε θετικά στην ανάπτυξη και στις αποδόσεις των δύο ψευδοδημητριακών. Η λίπανση με κομπόστ εμφάνισε υψηλότερες τιμές στα περισσότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά της βιομάζας στην κινόα, ενώ η ανόργανη λίπανση είχε καλύτερα αποτελέσματα στο βλήτο. Η καλλιέργεια κινόας και βλήτου προσιδιάζει καλύτερα σε ξηροθερμικές συνθήκες έναντι των ανοιχτάτικων ψυχανθών και τα δύο φυτικά είδη μπορούν να αποδειχθούν αποδοτικά χορτοδοτικά φυτά σε ξηροθερμικές Μεσογειακές περιοχές.

Βιβλιογραφία

- AOAC. 2009. Official Methods of Analysis (15th edn). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Bhargava, A., S. Shukla and D. Ohri. 2010. Mineral composition in foliage of some cultivated and wild species of *Chenopodium*. Span. J. Agric. Res. 8(2): 371-376.
- Bilalis, D., I. Kakabouki, A. Karkanis, I. Travlos, V. Triantafyllidis and D. Hela. 2012. Seed and saponin production of organic quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) for different tillage and fertilization. Not. Bot. Horti. Agrobi. 40(1):42-46.
- Bressani, R. (2003). Amaranth. In B. Caballero (Ed.), Encyclopedia of food sciences and nutrition. Oxford: Academic Press. pp. 166-173

- Dugalić, G., B. Gajić, N. Bokan, M. Jelić, Z. Tomić and R. Dragović. 2012. Liming increases alfalfa yield and crude protein content in an acidic silty loam soil. *Afr. J. Biotechnol.* 53:11552-11558.
- FAO, 2013. Available in <http://www.fao.org/quinoa-2013/>
- Gonzalez, J. A., Y. Konishi, M. Bruno, M. Valoy and F. E. Pradoc. 2012. Inter-relationships among seed yield, total protein and amino acid composition of ten quinoa (*Chenopodium quinoa*) cultivars from two different agro-ecological regions. *J. Sci. Food. Agric.* 92: 1222-1229.
- Han, F., S. E. Ullrich, I. Romagosa, J. A. Clancy, J. A. Froseth and D. M. Wesenberg. 2003. Quantitative genetic analysis of acid detergent fibre content in barley grain. *J. Cereal Sci.* 38:167-172.
- Jacobsen, S. E. 2003. The Worldwide Potential for Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food. Rev. Int.* 19:167-177.
- Kakabouki, I., D. Bilalis, A. Karkanis, G. Zervas, E. Tsiplakou and D. Hela. 2014. Effects of fertilization and tillage system on growth and crude protein content of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): An alternative forage crop. *Emir. J. Food Agric.* 26(1) 18-24.
- Krawutschke, M., J. Kleen, N. Weiher, R. Loges, F. Taube and M. Gierus. 2013. Changes in crude protein fractions of forage legumes during the spring growth and summer re-growth period. *J. Agric. Sci.* 151(1):72-90.
- Papanastasis, V.P. and P. Mansat. 1996. Grasslands and related forage resources in Mediterranean areas, pp. 47-57. In: *Grassland and Land System* (G. Parente, J. Frame and S. Orsi eds). Proceedings of the 16th General Meeting of European Grassland Federation, Grado-Gorizia, Italy, September 1996.
- Razzaghi, F., F. Plauborg, S. E. Jacobsen, C. R. Jensen and M. N. Andersen. 2012. Effect of nitrogen and water availability of three soil types on yield, radiation use efficiency and evapotranspiration in field-grown quinoa. *Agric. Water Manage.* 109:20-29.
- Schooten, H. A. and J. B. van Pinxterhuis. 2003. Quinoa as an alternative forage crop in organic dairy farming. In: *Proceedings of the 12th Symposium of the European Grassland Federation*, Pleven, Bulgaria. pp. 445-448.
- Schulte auf'm Erley, G., H. P. Kaul, M. Kruse and W. Aufhammer. 2005. Yield and nitrogen utilization efficiency of the pseudocereals amaranth, quinoa and buckwheat under differing nitrogen fertilization. *Eur. J. Agron.* 22:95-100.
- Steel, R.G. and J.H. Torrie. 1980. *Principles and procedures of statistics. A biometrical approach.* 2nd Edition, McGraw-Hill, New York.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583-3597.
- Vega-Gálvez, A., M. Miranda, J. Vergara, E. Uribe, L. Puente and E. A. Martínez. 2010. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient Andean grain: a review. *J. Sci. Food Agric.* 90:2541-2547.

Effect of organic and inorganic fertilization on growth, yield and quality of biomass of quinoa and amaranth

P. Papastylianou¹, E. Tsiplakou², G. Anogiatis¹, I. Kakabouki³, D. Bilalis¹ and G. Zervas²

¹Agricultural University of Athens, Department of Crop Science, Laboratory of Crop Production, Iera Odos 75, 11855, Athens, Greece

²Agricultural University of Athens, Department of Animal Science and Aquaculture, Laboratory of Nutritional Physiology and Feeding, Iera Odos 75, 11855, Athens, Greece

³Department of Business Administration of Food and Agricultural Enterprises, University of West Greece, Seferi 2, 30100, Agrinio, Greece

Abstract

In this study the effect of different fertilization treatments on growth was examined, yield and quality of two pseudocereals: quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and amaranth (*Amaranthus retroflexus* L.). The agronomic performance and nutritional value of quinoa and amaranth was analyzed in order to establish them as alternatives to local forages for dry-season feeding of ruminants in the Mediterranean region. The experiment was laid out in a split-plot design with two replicates, two main plots [quinoa and amaranth] and four sub-plots (fertilization treatments: control, inorganic fertilization, compost and cow manure). The results indicated a clear superiority of quinoa over the amaranth in height and dry matter, while there were no differences in the nutritional value of biomass between the two species. In general, fertilization had a positive impact on growth and yield of both pseudocereals. Fertilization with compost showed higher values in most quality traits of biomass in the quinoa crop, while inorganic fertilization had better results in amaranth. The results of this study suggest that the quinoa and amaranth crops could be used as an alternative feed over spring legumes in dry-warm Mediterranean areas.

Key words: *Chenopodium quinoa*, *Amaranthus retroflexus*, fertilization, yield, biomass quality