

# Επίδραση της συμπίεσης του εδάφους στη φύτευση και επιβίωση φυτών βαλανιδιάς (*Quercus ithaburensis* ssp. *macrolepis*)

Α. Παντέρα<sup>1</sup>, Χ. Γενιτσαρόπουλος<sup>2</sup>, Γ. Φωτιάδης<sup>1</sup> και Α. Μερτζάνης<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Τμήμα Δασοπονίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος, Τ.Ε.Ι. Λαμίας, 36100 Καρπενήσι

<sup>2</sup> Πανεπιστήμιο Στερεάς Ελλάδας, Λαμία

## Περίληψη

Στην παρούσα εργασία ερευνάται η επίδραση της συμπίεσης του εδάφους στη φύτευση και επιβίωση φυτών βαλανιδιάς, η οποία αποτελεί ένα πολλά υποσχόμενο είδος για αναδασώσεις. Η συμπίεση του εδάφους θεωρείται ως ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την επιτυχή αναγέννηση και δεν έχει μέχρι τώρα ερευνηθεί η επίδρασή του στην αναγέννηση του συγκεκριμένου είδους. Για το σκοπό αυτό, πραγματοποιήθηκε ένα πείραμα σε ελεγχόμενες συνθήκες, στο οποίο μελετήθηκαν η φυτρωτικότητα και επιβίωση νεοφύτων βαλανιδιών σε έδαφος που ήταν σε φυσική κατάσταση με Φαινομενική Πυκνότητα ίση με  $0,7 \text{ g/cm}^3$  ή είχε υποβληθεί σε μέτρια, Φ.Π. ίση με  $1,1 \text{ g/cm}^3$  και σε μεγάλη συμπίεση με Φ.Π. ίση προς  $1,4 \text{ g/cm}^3$ . Από τη διεξαγωγή του πειράματος προέκυψε, ότι η φυτρωτικότητα των βαλανιδιών δεν επηρεάζεται από τη συμπίεση του εδάφους. Επίσης, το έδαφος σε φυσική κατάσταση και αλλά και με έντονη συμπίεση δεν επηρεάζει αρνητικά την ανάπτυξη των βαλανιδιών. Αντίθετα, η μέση συμπίεση επηρεάζει αρνητικά τη μετέπειτα επιβίωσή τους.

**Λέξεις κλειδιά:** βαλανίδια, φαινομενική πυκνότητα, αναγέννηση, αναδασώσεις

## Εισαγωγή

Η βαλανιδιά (*Quercus ithaburensis* Decaisne subsp. *macrolepis* Kotsch Hedge & Yalt.) είναι δένδρο φυλλοβόλο ή ημιαειθαλές ύψους μέχρι 15 μ., πλάτους κόμης μέχρι 13 μ. και διαμέτρου κορμού μέχρι 1 μ. Όταν αναπτύσσεται σε ελεύθερο χώρο, έχει ευρεία στρογγυλόμορφη κόμη με χοντρά κλαδιά, ανθεκτική σε δυνατούς ανέμους. Θεωρείται είδος ξηροθερμόβιο με μεγάλες απαιτήσεις σε φως (Αθανασιάδης 1986), ενώ φύτεται σε ποικιλία περιβαλλόντων (Pantera et. al. 2008). Είναι είδος που θα μπορούσε άριστα να χρησιμοποιηθεί αμιγώς ή σε μίξη με άλλα πλατύφυλλα και κωνοφόρα είδη για την αναδάσωση υποβαθμισμένων περιοχών. Αποτελεί σίγουρη επιτυχία για χρήση σε αναδασώσεις στη χώρα μας, όπου τα ζεστά καλοκαίρια χωρίς βροχές δεν ευνοούν άλλα απαιτητικά είδη, καθώς είναι ικανό να αντιμετωπίσει υδατική καταπόνηση κατά τη διάρκεια της αυξητικής περιόδου ακόμα και κάτω από συνθήκες έντονης ξηρασίας (Ραυτογιάννης και συν. 2008). Στο παρελθόν, έχουν μελετηθεί διάφορα χαρακτηριστικά των βαλανιδιών και των φυτών που προκύπτουν από αυτά (Παντέρα και Παπαναστάσης 2008), αλλά δεν υπάρχει κάποια προηγούμενη εργασία σχετική με την επίδραση της συμπίεσης του εδάφους στη φυτρωτικότητα και στην ανάπτυξη των βαλανιδιών. Σύμφωνα με τον Kozłowski (1999), η συμπίεση του εδάφους αποτελεί ένα τεράστιο οικονομικό και οικολογικό πρόβλημα. Σύμφωνα με τον ίδιο συγγραφέα υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός αιτιών που προκαλούν συμπίεση του εδάφους, μερικές από τις οποίες είναι η χρήση βαριών μηχανημάτων και η κυκλοφορία ανθρώπων και ζώων. Στα δυσμενή αποτελέσματα της συμπίεσης του εδάφους περιλαμβάνονται η καταστροφή του εδαφικού πορώδους και η κακή κυκλοφορία του

εδαφικού αέρα και νερού, η διάβρωση, η κακή θρέψη και ανάπτυξη των φυτών, η αρνητική επίδραση στους μικροοργανισμούς του εδάφους κ.ά. (Kozlowski 1999, Williamson and Neilsen 2000, Frey et al. 2009). Το μεγαλύτερο όμως μέρος της υπάρχουσας βιβλιογραφίας αφορά γεωργικά φυτά και σχετικά λιγότερο δενδρώδη είδη, ενώ περιορισμένες είναι οι εργασίες που περιλαμβάνουν θέματα διαχείρισης και βιοποικιλότητας (π.χ. Kirby 2007).

Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν η μελέτη της επίδρασης της συμπίεσης του εδάφους στην αναγέννηση της βαλανιδιάς. Συγκεκριμένα, γίνεται αξιολόγηση των σχέσεων μεταξύ της συμπίεσης του εδάφους και της φύτευσης των βαλανιδιών καθώς και της μετέπειτα ανάπτυξης των νεοφύτων.

## Μεθοδολογία

Από το δάσος βαλανιδιάς Ξηρομέρου Αιτωλοακαρνανίας συλλέχθηκε με τυχαίο τρόπο ένα δείγμα 99 βαλανιδιών. Επίσης, ελήφθησαν τέσσερα δείγματα εδάφους με μεταλλικούς ογκομετρικούς σωλήνες γνωστού όγκου και σε τοποθεσίες, οι οποίες δεν εμφάνιζαν κάποια εξωτερική διαταραχή (βόσκηση, ανθρώπινη δραστηριότητα κ.λπ.). Τα δείγματα πάρθηκαν με ιδιαίτερη προσοχή και χρησιμοποιήθηκαν για τον καθορισμό της αδιατάρακτης φαινομενικής πυκνότητας (ΦΠ), η οποία βρέθηκε ίση με  $0,752 \text{ g/cm}^3$ . Παράλληλα, έγινε συλλογή 400 kg περίπου χώματος. Το χώμα αυτό, αφού αεροξηράθηκε, χρησιμοποιήθηκε για την πλήρωση ειδικών γυάλινων δοχείων όγκου  $930 \text{ m}^3$ .

Τα βαλανίδια ζυγίστηκαν, μετρήθηκαν τα μορφομετρικά τους χαρακτηριστικά και φυτεύτηκαν στα ειδικά γυάλινα δοχεία σε βάθος 5 εκ. από την επιφάνεια του δοχείου. Από αυτά, 33 φυτεύτηκαν σε ισάριθμα γυάλινα δοχεία χωρίς συμπίεση (Φ.Π.= $0,7 \text{ g/cm}^3$ )(α) χειρισμός- μάρτυρας για την οποία θα χρησιμοποιείται ο όρος «φυσική συμπίεση» καθώς είναι ίση με την ευρεθείσα φαινομενική πυκνότητα αδιατάρακτης επιφάνειας, 33 με μέτρια συμπίεση (Φ.Π.= $1,1 \text{ g/cm}^3$ ) (β) χειρισμός – επιλέχθηκε ως ενδιάμεσος χειρισμός μεταξύ των δύο ακραίων καταστάσεων και για την οποία θα χρησιμοποιείται ο όρος «μέση συμπίεση» και 33 με υψηλή συμπίεση (Φ.Π.= $1,4 \text{ g/cm}^3$ ) (γ χειρισμός ο οποίος επιλέχθηκε στο διπλάσιο της φαινομενικής πυκνότητας αδιατάρακτης επιφάνειας. Εφαρμόστηκαν 33 επαναλήψεις προκειμένου να αποφευχθεί οποιοδήποτε σφάλμα λόγω μικρού αριθμού δείγματος, καθώς είναι γενικά παραδεκτό ότι η σύγκλιση προς την κανονική κατανομή είναι καλή για μέγεθος δείγματος  $N \geq 30$  (Κολυβά –Μαχαίρα και Μπόρα-Σέντα 1998).

Τα γυάλινα δοχεία με τα βαλανίδια τοποθετήθηκαν σε χώρο με ελεγχόμενες συνθήκες φωτισμού, αερισμού και θερμοκρασίας και ποτίζονταν συχνά. Το πείραμα διήρκεσε έξι μήνες συνολικά. Με την ολοκλήρωση του πειράματος ερευνήθηκε η θέση (το βάθος στο οποίο βρίσκονταν) και η κατάσταση των βαλανιδιών (εάν είχαν φυτρώσει). Η ύπαρξη ρίζας καταγράφηκε ως «φύτευση», ενώ η ύπαρξη νεόφυτου πάνω από την επιφάνεια του εδάφους καταγράφηκε ως «ανάπτυξη».

Τα δεδομένα του βάρους, του μήκους και του πλάτους των βαλανιδιών που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα υποβλήθηκαν σε ανάλυση της διακύμανσης με το μονοπαραγοντικό σχέδιο καθώς και σε έλεγχο των μέσων όρων με το κριτήριο του Post Hoc (LSD) (Howitt 2006). Επίσης, προκειμένου να μετρηθεί και να αξιολογηθεί η επίδραση του εδάφους στη φυτρωτικότητα και στην ανάπτυξη έγινε χρήση του κριτηρίου  $\chi^2$  σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Τέλος, για να ελεγχθεί το ποσοστό επιτυχούς ανάπτυξης βαλανιδιών μεταξύ των τριών χειρισμών έγινε χρήση του ελέγχου δύο διωνυμικών ποσοστών (test of two binomial proportions) (Howitt 2006).

## Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης της διακύμανσης έδειξαν, ότι το μήκος, το πλάτος και το βάρος των βαλανιδιών δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τριών χειρισμών

συμπύεσης του εδάφους. Αυτό σημαίνει, ότι το μέγεθος και το βάρος των βαλανιδιών δεν πρέπει να επηρέασαν την φυτρωτικότητα τους.

Από τον πίνακα 1 προκύπτει, ότι το 75,8% των 99 βαλανιδιών φύτρωσαν και το 24,2% όχι. Στους επιμέρους χειρισμούς, από τα 33 βαλανίδια χωρίς συμπύεση φύτρωσαν τα 27 (81,8%), από τα βαλανίδια με μέση συμπύεση φύτρωσαν τα 22 (66,6%) και από τα βαλανίδια με την υψηλή συμπύεση κατάφεραν τελικά να φυτρώσουν τα 25 (75,8%). Συνεπώς, προκύπτει ότι υπάρχει μια τάση στα βαλανίδια που δεν ασκείται συμπύεση να έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα τελικά να φυτρώσουν. Από τον έλεγχο ανεξαρτησίας (Chi-Square Tests) προέκυψε ότι το  $p\text{-value}=0,362>0,05$  επομένως η επίδραση της συμπύεσης στη φυτρωτικότητα δεν είναι στατιστικά σημαντική.

*Πίνακας 1: Σχέση φύτρωσης και ανάπτυξης με τη συμπύεση του εδάφους.*

Χειρισμός	Φύτρωση		Σύνολο	Ανάπτυξη		Σύνολο
	Ναι	Όχι		Ναι	Όχι	
Χωρίς συμπύεση	27	6	33	18	9	27
Μέση συμπύεση	22	11	33	5	17	22
Υψηλή συμπύεση	25	8	33	14	11	25
Σύνολο	74	25	99	37	37	74

Λαμβάνοντας υπόψη τα βαλανίδια που τελικά φύτρωσαν και τα οποία ανήλθαν σε 74 ο πίνακας 1 δείχνει ότι το 50% από αυτά κατάφεραν να αναπτυχθούν, δεδομένου ότι για τα βαλανίδια που δεν φύτρωσαν συνεπάγεται ότι δεν αναπτύχθηκαν και επομένως εξαιρούνται.

Σε σχέση με την συμπύεση του εδάφους, στον μάρτυρα αναπτύχθηκαν τα 18 από τα 27 βαλανίδια (ήτοι ποσοστό 66,7%), στον χειρισμό της μέσης συμπύεσης αναπτύχθηκαν τα 5 από τα 22 βαλανίδια (ήτοι ποσοστό 22,7%) και στον χειρισμό με υψηλή συμπύεση αναπτύχθηκαν τα 14 από τα 25 βαλανίδια (ήτοι ποσοστό 56%). Προκύπτει επομένως, ότι για τα βαλανίδια που τελικά φύτρωσαν το ποσοστό ανάπτυξης εκείνων σε μέση συμπύεση ήταν ιδιαίτερα χαμηλό σε αντίθεση με την υψηλή συμπύεση όπου το ποσοστό ανάπτυξης ήταν υψηλότερο. Το υψηλότερο ποσοστό ανάπτυξης είχαν τα βαλανίδια τα οποία δεν συμπύεστηκαν. Από τον έλεγχο ανεξαρτησίας (Chi-Square Tests) προέκυψε ότι το  $p\text{-value}=0,007<0,05$  επομένως η συμπύεση επηρεάζει στατιστικά σημαντικά την ανάπτυξη. Στη συνέχεια, από τους ελέγχους ποσοστών επιτυχούς ανάπτυξης βαλανιδιών μεταξύ των καταστάσεων (perform test of two binomial proportions) βρέθηκε ότι για τη «Καθόλου (α)» με τη «Μέση (β)» το  $p\text{-value}$  βρέθηκε  $0,001<0,05$ , για τη «Καθόλου (α) με την «Υψηλή (γ)» το  $p\text{-value}$  βρέθηκε  $0,428>0,05$ , και για τη «Μέση (β) με την Υψηλή (γ)»  $p\text{-value}=0,013<0,05$  δηλ. βρέθηκε ότι τη μεγαλύτερη πιθανότητα να αναπτυχθούν έχουν τα βαλανίδια στα οποία δεν υπέστησαν καμία συμπύεση. Ακολουθούν τα βαλανίδια στα οποία ασκήθηκε υψηλή συμπύεση ενώ τη χαμηλότερη πιθανότητα επιβίωσης είχαν τα βαλανίδια στα οποία ασκήθηκε μέση συμπύεση.

Από τα βαλανίδια που δεν είχαν υποστεί καμία συμπύεση και φύτρωσαν, αλλά δεν αναπτύχθηκαν, τα δύο βρέθηκαν σε βάθος 8 εκ., 4 σε βάθος 10 εκ., ένα στα 12 εκ. και 2 σε βάθος 15 εκ.. Από τα βαλανίδια που υπέστησαν μέση συμπύεση, το ένα βρέθηκε σε βάθος 4 εκ., ένα στα 5 εκ., ένα σε βάθος 8 εκ., 10 σε βάθος 10 εκ., 3 σε βάθος 13 εκ. και 1 στα 15 εκ.. Τέλος, από τα βαλανίδια που φυτεύτηκαν σε υψηλή συμπύεση, φύτρωσαν αλλά δεν αναπτύχθηκαν, τα δύο βρέθηκαν στα 5 εκ., 1 στα 8 εκ., 6 στα 10 εκ. και 2 στα 15 εκ.. Όλα τα βαλανίδια τα οποία φύτρωσαν και αναπτύχθηκαν βρέθηκαν στα  $\pm 5$  εκ..

## Συζήτηση

Γενικά θεωρείται, ότι η συμπύεση του εδάφους επιδρά αρνητικά στην ανάπτυξη της ρίζας (Kozlowski 1999, Bassett et al. 2005, Alameda and Villar 2009). Από την υπάρχουσα

βιβλιογραφία φαίνεται μία διαφορετική αντίδραση στη συμπίεση ανάλογα με το είδος (Ponder 2008), αλλά και διάφορους περιβαλλοντικούς παράγοντες κυρίως υγρασία και θερμοκρασία ή και ακτινοβολία (Puerta-Piñero et al. 2007).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η συμπίεση του εδάφους με διπλάσια σχεδόν της φυσιολογικής φαινομενικής πυκνότητας δεν επηρέασε τη φύτευση και την ανάπτυξη των φυταρίων της βαλανιδιάς. Τα υψηλά ποσοστά φύτευσης των βαλανιδιών συμφωνούν με προηγούμενη εργασία (Παντέρα και Παπαναστάσης 2008) και θα πρέπει να αποδοθούν στη μορφή του ίδιου του καρπού, δηλαδή στο βαλανίδι. Τα βαλανίδια με τις αποθησαυριστικές ουσίες που διαθέτουν μπορούν να αναπτυχθούν γρηγορότερα και να αντιμετωπίσουν καλύτερα δύσκολες περιβαλλοντικές συνθήκες εξασφαλίζοντας μεγαλύτερες πιθανότητες επιβίωσης στο φυτό (Urbietta et al. 2008).

Η αιτία για τα αρνητικά αποτελέσματα στη μεσαία κατηγορία συμπίεσης μπορεί να αποδοθεί στο βάθος που αυτά βρέθηκαν. Με την πίεση κατά τη διάρκεια της φύτευσης, αλλά και το πότισμα, αυτά μετακινήθηκαν σε μεγαλύτερο βάθος. Το βαλανίδι φύτευσε βγάζοντας μεν ρίζα αλλά δεν μπόρεσε λόγω του μεγάλου βάθους να συνεχίσει την ανάπτυξή του. Στην μεγάλη συμπίεση, το σημείο που βρίσκονταν το βαλανίδι ήταν σταθερό (λόγω μεγάλης πίεσης) και δεν μετακινήθηκε στην πορεία (π.χ. λόγω ποτίσματος). Σύμφωνα με τους Gomez et al. (2002), η μέση συμπίεση εξασφαλίζει καλύτερη επαφή της ρίζας με το έδαφος. Η καλύτερη αυτή επαφή επιτρέπει τη μεγαλύτερη απορρόφηση νερού αλλά και θρεπτικών στοιχείων από τη ρίζα. Οι Bassett et al. (2005) βρήκαν ότι η επίδραση της συμπίεσης του εδάφους στην εκατοστιαία διακύμανση του μήκους της ρίζας των φυτών είναι χαμηλή. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρουν και οι Alameda and Villar (2009), οι οποίοι, μελετώντας την επίδραση μέτριας συμπίεσης σε 17 διαφορετικά είδη δέντρων, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η συμπίεση αυτή έχει από θετική έως αδιάφορη επίδραση στην ανάπτυξη και τη βιομάζα των ειδών αυτών, αλλά αδιάφορη έως αρνητική επίδραση στην αρχιτεκτονική του φυτού και συγκεκριμένα στο ποσοστό της ρίζας. (RMR) Το χαμηλότερο αυτό ποσοστό ρίζας πιθανώς να έχει αρνητική επίδραση στην επιβίωση των ειδών σε ξηροφυτικά περιβάλλοντα (Lloret et al. 1999), αν και σύμφωνα με τους Fleming et al. (2006), μεγαλύτερο ρόλο για την επιβίωση παίζει η συνδυασμένη επίδραση της γενικότερης διαταραχής του εδάφους παρά αποκλειστικά η συμπίεση αυτή καθ' εαυτή. Μάλιστα, σύμφωνα με τους ίδιους ερευνητές, η συμπίεση του εδάφους ευνόησε την επιβίωση και ανάπτυξη κωνοφόρων φυτών ανεξάρτητα του κλίματος ή του είδους. Ενδιαφέροντα είναι και τα αποτελέσματα των Cubera et al. (2009), σύμφωνα με τους οποίους συμπίεση ακόμη και  $1,62 \text{ Mg m}^{-3}$  δεν επηρέασε αρνητικά την ανάπτυξη του βλαστού φυτών *Quercus ilex* αν και είχε αρνητική επίπτωση στην ανάπτυξη της ρίζας. Επίσης, σε Φ.Π. παρόμοια με τη μέγιστη που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία, οι ρίζες των φυτών έφτασε τα 150 εκ. Στο μέλλον θα είχε ενδιαφέρον να μελετηθεί η επίδραση της συμπίεσης του εδάφους στην περαιτέρω αύξηση της βαλανιδιάς και ειδικά στην αρχιτεκτονική του φυτού αλλά και σε άλλες παραμέτρους που δεν ελέγχθηκαν στην παρούσα μελέτη.

## Συμπεράσματα

Από τη εργασία αυτή προκύπτει ότι η συμπίεση του εδάφους δεν επηρεάζει τη φυτρωτικότητα των βαλανιδιών. Το έδαφος σε φυσική κατάσταση δεν επηρέασε τη φυτρωτικότητα και την ανάπτυξη των βαλανιδιών οπότε η χαμηλή αναγέννηση σε περιοχές στις οποίες το έδαφος δεν έχει υποστεί κάποια συμπίεση θα πρέπει να αποδοθεί σε άλλες αιτίες. Το ίδιο ισχύει για την έντονη συμπίεση και την επιβίωση των νεοφύτων. Τα αποτελέσματα αυτά είναι ιδιαίτερα σημαντικά, καθώς η συμπίεση του εδάφους δεν θα πρέπει να θεωρείται ως μία από τις αιτίες για τη χαμηλή αναγέννηση του είδους σε ορισμένες περιοχές.

## Βιβλιογραφία

- Alameda D. and R. Villar. 2009. Moderate soil compaction: Implications on growth and architecture in seedlings of 17 woody plant species. *Soil & Tillage Research*, 103:325-331.
- Αθανασιάδης, Ν. 1986. «Δασική Βοτανική Μέρος II». Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη. Θεσσαλονίκη.
- Bassett I.E., R.C. Simcock, and N.D Mitchell. 2005. Consequences of soil compaction for seedling establishment for natural regeneration and restoration. *Austral. Ecol.*, 30(8):827-833.
- Cubera E., G. Moreno and A. Solla. 2009. *Quercus ilex* root growth in response to heterogeneous conditions of soil bulk density and soil NH<sub>4</sub>-N content. *Soil & Tillage Research*, 103:16-22
- Fleming, R.L., R.F. Powers, N.W.Foster, J.M. Kranabetter, D.A. Scott, F. Ponder Jr., S.Berch, W.K. Chapman, R.D.Kabzems, K.H. Ludovici, D.M. Morris, D.S. Page-Dumroese, P.T. Sanborn, F.G. Sanchez, D.M. Stone and A.E. Tiarks. 2006. Effects of organic matter removal, soil compaction, and vegetation control on 5-year seedling performance: A regional comparison of Long-Term Soil Productivity sites *Canadian Journal of Forest Research*, 36(3): 529-550
- Frey B., J. Kremer, A. Rüdte, S. Sciacca, D. Matthies and P. Lüscher. 2009. Compaction of forest soils with heavy logging machinery affects soil bacterial community structure. *European Journal of Soil Biology*, 45:312-320.
- Gomez, A.G., R.F. Powers, M.J. Singer and W.R. Horwath. 2002. N uptake and N status in ponderosa pine as affected by soil compaction and forest floor removal. *Plant and Soil*, 242 (2):263-275
- Howitt, D, 2006 Στατιστική με το SPSS 13. Εκδ. Κλειδάριθμος, Αθήνα. σελ. 294.
- Kirby, M. 2007. Whither soil compaction research? *Soil tillage Res.*, 93:472-475.
- Kozlowski, T.T. 1999. Soil Compaction and Growth of Woody Plants. *Scad. J. For. Res.*, 14:596-619.
- Κολύβα-Μαχαίρα Φ. και Μπόρα-Σέντα Ε. 1998. Στατιστική Θεωρία και Εφαρμογές, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
- Lloret, F., C. Casanovas and J. Peñuelas. 1999. Seedling survival of Mediterranean shrubland species in relation to root:shoot ratio, seed size and water and nitrogen use. *Functional Ecology* 13(2):210-216
- Παντέρα Α. και Β.Π. Παπαναστάσης. 2008. Φυτρωτικότητα της βάλανιδιάς (*Quercus ithaburensis* ssp. *macrolepis*) στο πεδίο. Πρακτικά 6<sup>ου</sup> Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου με τίτλο «Λιβαδοπονία και Προστατευόμενες Περιοχές», 2-4 Οκτωβρίου 2008, Λεωνίδιο Αρκαδίας, σελ. 77-82.
- Pantera A., A. Papadopoulos G. Fotiadis and V.P. Papanastasis. 2008. Distribution and phytogeographical analysis of *Quercus ithaburensis* ssp. *macrolepis* in Greece. *Ecologia mediterranea*, 34:73-82.
- Ponder Jr., F. 2008. Nine-year response of hardwood understorey to organic matter removal and soil compaction. *Northern Journal of Applied Forestry*, 25(1):25-31
- Puerta-Piñero C., J.M. Gómez, and F.Valladares. 2007. Irradiance and oak seedling survival and growth in a heterogeneous environment. *Forest Ecology and Management*, 242: 462-469.
- Ραυτογιάννης Ι., Α. Παντέρα, και Χ. Αποστόλου. 2008. Οικοφυσιολογική συμπεριφορά φυτάρων *Q. ithaburensis* και *Q. pubescens* μετά από πυρκαγιά. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα, Σειρά II, Τόμος 19(2):44-49.
- Urbietta, I.R., I.M. Pérez-Ramos, M.A. Zavala, T. Marañón, R.K. Kobe. 2008. Soil water content and emergence time control seedling establishment in three co-occurring Mediterranean oak species. *Canadian Journal of Forest Research*, 38(9):2382-2393.

Williamson J.R. and W.A. Neilsen. 2000. The influence of forest site on rate and extent of soil compaction and profile disturbance of skid trails during ground-based harvesting. Can. J. For. Res., 30:1196–1205.

## **Soil compaction effects on the germination and growth of valonia oak seedlings (*Quercus ithaburensis* ssp. *macrolepis*)**

**A. Pantera<sup>1</sup>, C. Genitsaropoulos<sup>2</sup>, G. Fotiadis<sup>1</sup> and A. Mertzanis<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Department of Forestry and Management of Natural Environment, Technological Education Institute of Lamia, 36100 Karpenisi, Greece

<sup>2</sup> University of Central Greece, Lamia

### **Summary**

The effect of soil compaction on the germination and growth of valonia oak, a promising for reforestation practices species, was studied in this paper. Soil compaction is considered as a key factor affecting the success of a reforestation and has not being studied for the particular species so far. For that purpose, an experiment was conducted under controlled conditions where acorn germination and seedlings survival was recorded under three different conditions: with normal soil bulk density equal to 0,7 g/cm<sup>3</sup>, with medium of 1,1 g/cm<sup>3</sup> and high soil compaction of 1,4 g/cm<sup>3</sup>. It is concluded that acorn germination is not affected by soil compaction. Similarly, soil under normal conditions and under high compaction does not affect the growth of the seedlings. On the contrary, medium soil compaction negatively affected seedlings survival.

**Key words:** acorns, bulk density, regeneration, reforestation