

Διαχρονικές μεταβολές στην αύξηση του ανωρόφου και υπορόφου σε νεοφυτεία τραχείας πεύκης διαφορετικών φυτευτικών συνδέσμων

Κ.Θ. Μαντζανάς¹, Π.Α. Πλατής² και Β.Π. Παπαναστάσης¹

¹ Εργαστήριο Λιβαδικής Οικολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 540 06 Θεσσαλονίκη

² Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, 570 06 Βασιλικά, Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Οι διαχρονικές μεταβολές στην αύξηση του ανώροφου και υπόροφου σε νεοφυτεία τραχείας πεύκης με διαφορετικούς φυτευτικούς συνδέσμους μελετήθηκαν για δώδεκα έτη (1983-1995) σε ένα ημίξηρο μεσογειακό περιβάλλον με ψυχρούς χειμώνες στη Βόρεια Ελλάδα. Στη φυτεία που είχε εγκατασταθεί το 1970 σε τρεις φυτευτικούς συνδέσμους 2x2 μ, 3x3 μ και 4x4 μ, εγκαταστάθηκαν δύο χειρισμοί υποβλάστησης: α) κοπή στο τέλος κάθε βλαστικής περιόδου σαν απομίμηση της βόσκησης και β) μη κοπή (μάρτυρας). Στα πρώτα έτη του πειράματος η ποώδης παραγωγή παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο χειρισμών της υποβλάστησης και μεταξύ των φυτευτικών συνδέσμων, ενώ αργότερα οι διαφορές αυτές εξομαλύνθηκαν. Επίσης την ίδια πορεία ακολούθησε η ξηρή ύλη, οι βελόνες και τα κλαδιά που πέφτουν στο έδαφος. Η διάμετρος των δένδρων παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χειρισμών της ποώδους βλάστησης μόνο στους φυτευτικούς συνδέσμους 3x3μ και 4x4μ σε όλη τη διάρκεια του πειράματος. Στη συνέχεια γίνεται συζήτηση των αποτελεσμάτων και της συμβολής τέτοιων επιφανειών πεύκης στην παραγωγή βοσκήσιμης ύλης.

Λέξεις κλειδιά: Τραχεία πεύκη, φυτευτικοί σύνδεσμοι, κοπή, μη κοπή, υπόροφος.

Εισαγωγή

Η εγκατάσταση φυτειών δένδρων για παραγωγή ξύλου, βιομάζας, λιβαδικής βλάστησης, προστασία του εδάφους και παραγωγή νερού είναι συνηθισμένη τακτική στην Ελλάδα και σε άλλες Μεσογειακές χώρες. Τα είδη που χρησιμοποιούνται στις φυτείες αυτές είναι συνήθως κωνοφόρα και ιδιαίτερα τραχεία (*Pinus brutia*), θαλάσσια (*P. maritima*), μαύρη (*P. nigra*) και χαλέπιος πεύκη (*P. halepensis*). Η επιλογή των ειδών εξαρτάται από το σκοπό που θα εξυπηρετήσει η φυτεία, τις οικολογικές της απαιτήσεις, τη θέση, το υψόμετρο, το έδαφος και τις υδατικές συνθήκες της περιοχής. Η παραγωγή της υποβλάστησης εξαρτάται κυρίως από τη συγκόμωση των δένδρων, το έδαφος, το διαθέσιμο νερό και τις συνθήκες φωτισμού.

Η παραγωγή της υποβλάστησης μειώνεται σημαντικά με την αύξηση της συγκόμωσης των δένδρων (Papanastasis 1996, Hawke 1991). Σε φυτεία ευκαλύπτου (*Eucalyptus sp.*) στην Αυστραλία βρέθηκε ότι η παραγωγή των αγρωστωδών ήταν μικρότερη μέσα στη φυτεία σε σχέση με ανοιχτές περιοχές, αλλά η ποιότητα της βοσκήσιμης ύλης ήταν πολύ μεγαλύτερη, ιδιαίτερα τα ξηρά έτη (Jackson et al. 1998).

Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτειών, η παραγωγή του υπορόφου αυξάνει από έτος σε έτος. Σε αναδασώσεις μαύρης πεύκης βρέθηκε ότι η παραγωγή του υπορόφου αυξήθηκε μέχρι το πέμπτο έτος της φυτείας (Παπαναστάσης 1982α). Σε φυτεία με δασική πεύκη (*P. silvestris*) και ψευδοπλάτανο σφενδάμι (*Acer pseudoplatanus*) σε δύο

φυτευτικούς συνδέσμους (800 και 1600 δένδρα ανά εκτάριο) παρατηρήθηκε ότι ο ανώροφος δεν επηρέασε σημαντικά την υποβλάστηση στα πρώτα έξι έτη της φυτείας, ενώ αντίθετα η υποβλάστηση επηρέασε αρνητικά την αύξηση των ειδών του ανωρόφου (Γάκης 2000).

Στα επόμενα στάδια ανάπτυξης η παραγωγή της υποβλάστησης εξαρτάται άμεσα από την πυκνότητα του ανωρόφου. Στη Μεγάλη Βρετανία με ανώροφο ερυθρελάτη (*Picea sitchensis*) δέκα ετών, σε τρεις φυτευτικούς συνδέσμους (625, 278 και 156 δένδρα ανά εκτάριο) και υπόροφο πολυετές λόλιο (*Lolium perenne*) παρατηρήθηκε ότι η μεγαλύτερη κατά μέσο όρο από έτος σε έτος μείωση της παραγωγής του υπορόφου ήταν στον πυκνότερο φυτευτικό σύνδεσμο, ενώ στον πιο αραιό παρέμενε σταθερή (Sibbald et al. 1991).

Η μείωση όμως της υποβλάστησης δεν είναι μόνο ποσοτική αλλά και ποιοτική. Σε φυτεία ακτινωτής πεύκης (*P. radiata*) δεκαπέντε ετών στη Νέα Ζηλανδία βρέθηκε ότι τα είδη του υπορόφου μειώνονται με αποτέλεσμα να μειώνεται και η ποιότητα της βοσκήσιμης ύλης, όσο αυξάνει ο φυτευτικός σύνδεσμος, εξαιτίας της αυξημένης ποσότητας βελονών που συγκεντρώνονται στο έδαφος (Hawke 1991). Αντίθετα σε νεοφυτεία τραχείας πεύκης στην Ελλάδα παρατηρήθηκε αύξηση των ειδών του υπορόφου με την πάροδο των ετών, με το ίδιο όμως αποτέλεσμα της προηγούμενης εργασίας, γιατί τα είδη που προστέθηκαν ήταν ανεπιθύμητα για βόσκηση (Platis et al. 1998).

Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν η μελέτη της διαχρονικής επίδρασης διαφορετικών φυτευτικών συνδέσμων δένδρων τραχείας πεύκης στον υπόροφο και η επίδραση χειρισμών κοπής της υποβλάστησης στην αύξηση των δένδρων του ανωρόφου.

Υλικά - μέθοδοι

Η έρευνα έγινε στο Αγρόκτημα του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών Θεσσαλονίκης, στα Λουτρά Θέρμης, 20 χιλιόμετρα περίπου ΝΑ της Θεσσαλονίκης. Το Αγρόκτημα έχει υπερθαλάσσιο ύψος 25 μέτρα. Το κλίμα της περιοχής είναι ημίξηρο Μεσογειακό με ψυχρούς χειμώνες. Τα μέσα ετήσια κατακρημνίσματα ανέρχονται σε 416 χιλιοστά (μέσος όρος των τελευταίων 18 ετών), η μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα (Ιούλιος) σε 31,7°C και η μέση ελάχιστη του ψυχρότερου μήνα (Ιανουάριος) σε 0,2°C (Τσιόντσης 1996). Το έδαφος προέρχεται από αποθέσεις της ολοκαίνου περιόδου του τεταρτογενούς, έχει βάθος 1,0-1,2 μέτρα, pH 7,7 και ανήκει στους αμμοαργιλώδεις πηλούς (Γώγος 1985).

Στην επιφάνεια είχαν εγκατασταθεί το 1970 φυτάρια τραχείας πεύκης ηλικίας ενός έτους, σε τρεις φυτευτικούς συνδέσμους: (2x2, 3x3 και 4x4 μέτρα ή 2500, 1250 και 625 φυτά ανά εκτάριο, αντίστοιχα), και δύο χειρισμούς κοπής (κοπή και μη κοπή). Στο τέλος κάθε αυξητικής περιόδου, η βλάστηση του υπορόφου στο χειρισμό της κοπής κοβόταν με χορτοκοπτικό μηχάνημα και απομακρυνόταν όλο το υλικό σαν απομίμηση της βόσκησης, ενώ στον χειρισμό της μη κοπής ο υπόροφος παρέμενε ως μάρτυρας.

Το Δεκέμβριο του 1982 έγινε αποκλάδωση των δένδρων σε ύψος 1,5 μέτρα στο χειρισμό όπου εφαρμοζόταν κοπή του υπορόφου. Το Μάρτιο του 1984 έγινε στον ίδιο χειρισμό καύση του υπορόφου και σπορά με δακτυλίδα (*Dactylis glomerata*) και λωτό (*Lotus corniculatus*). Το Μάιο του 1983, σε κάθε χειρισμό της υποβλάστησης κόπηκαν δέκα τυχαία πλαίσια (0,50x0,50 μέτρα). Σε τρία από τα πλαίσια αυτά έγινε διαχωρισμός της φυτικής ύλης σε νέα παραγωγή, παλιά και σε βελόνες και κλαδιά. Ακολούθησε ξήρανση στους 70°C για 48 ώρες και ζύγισμα. Η ίδια δειγματοληψία έγινε και τα επόμενα έτη μέχρι το 1995. Κατά τα έτη 1984, 1988, 1990, 1991, 1993 και 1994 δεν έγιναν δειγματοληψίες.

Στο τέλος του 1983 και των επόμενων αυξητικών περιόδων έγιναν μετρήσεις της στηθιαίας διαμέτρου σε όλα τα δένδρα της φυτείας.

Στις μετρήσεις της περιόδου 1983-1995 έγινε ανάλυση της διακύμανσης με το στατιστικό σχέδιο ομάδες-υποομάδες (Steel and Torrie 1980) και οι συγκρίσεις των μέσων όρων με τη δοκιμή του Duncan σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

Αποτελέσματα

Το 1983, το ύψος των δένδρων ήταν έξι μέτρα και η μέση διάμετρος 10 εκατοστά περίπου. Δώδεκα έτη αργότερα η μέση διάμετρος υπερδιπλασιάστηκε.

Όπως φαίνεται στον πίνακα 1, ο χειρισμός της κοπής επηρέασε στατιστικά σημαντικά τη διάμετρο των δένδρων κατά τα τελευταία έτη του πειράματος, πράγμα που σημαίνει αρνητική επίδραση στην αύξηση των δένδρων. Μεταξύ των ετών του πειράματος δεν παρατηρήθηκαν αξιόλογες διαφορές στους χειρισμούς κοπής και μη κοπής.

Στους φυτευτικούς συνδέσμους οι διαφορές των μέσων όρων της διαμέτρου ήταν στατιστικά σημαντικές σε όλη τη διάρκεια του πειράματος, με μια τάση αύξησης από τον πυκνό προς τον αραιό φυτευτικό σύνδεσμο που μεγάλωνε με την πάροδο των ετών (Πίνακας 1).

Διαφορές στη διάμετρο όμως εντοπίστηκαν και μεταξύ των ετών του πειράματος. Στον πυκνό φυτευτικό σύνδεσμο οι διαφορές από έτος σε έτος ήταν μεγάλες σε όλη τη διάρκεια του πειράματος. Στον ενδιάμεσο και αραιό φυτευτικό σύνδεσμο οι διαφορές αυτές ήταν μεγάλες στα πρώτα έτη με μια τάση μείωσης προς τα τελευταία έτη του πειράματος (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Μέσοι όροι στηθιαίων διαμέτρων (cm) ανά χειρισμό και φυτευτικό σύνδεσμο, την περίοδο 1983-1995.

Έτος	Χειρισμοί		Φυτευτικοί σύνδεσμοι (μ.)		
	Κοπή ¹	Μη κοπή	2x2	3x3	4x4
1983	9,54 α ²	10,03 α	7,64 α ²	9,69 β	12,02 γ
1985	13,41 α	14,05 α	10,67 α	13,69 β	16,83 γ
1989	16,75 α	17,89 β	13,48 α	17,00 β	21,47 γ
1992	18,79 α	20,74 β	15,67 α	19,32 β	24,32 γ
1995	20,92 α	22,39 β	18,18 α	20,99 β	26,04 γ

¹ Ετήσια κοπή και απομάκρυνση της υπόροφης βλάστησης

² Μέσοι όροι ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα στο ίδιο έτος δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

Στον πίνακα 2 φαίνεται η συνολική υπέργεια βιομάζα του υπορόφου στους δύο χειρισμούς. Σύμφωνα με τα στοιχεία αυτά, η συνολική παραγωγή του υπορόφου ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στο χειρισμό της κοπής από αυτόν της μη κοπής, εκτός από τα τελευταία έτη. Αυτό προφανώς οφείλεται στο γεγονός ότι στους χειρισμούς μη κοπής η συσσώρευση κλαδιών, βελονών και παλιάς (νεκρής) ύλης στο έδαφος και η πολύ αργή αποσύνθεσή τους εμπόδισαν την ανάπτυξη των ειδών του υπορόφου. Το ποσοστό της νεκρής ύλης ήταν πολύ μεγαλύτερο στους χειρισμούς μη κοπής από τους χειρισμούς της κοπής (Εικόνες 1 και 2). Διαφορές μεταξύ των ετών στους χειρισμούς κοπή και μη κοπή δεν παρατηρήθηκαν στα πρώτα έτη του πειράματος. Αντίθετα στα τελευταία έτη του πειράματος, οι μεταβολές μεταξύ ετών ήταν σημαντικές.

Ο φυτευτικός σύνδεσμος προκάλεσε στατιστικά σημαντικές διαφορές στην υπέργεια βιομάζα του υπορόφου μόνο σε ορισμένα έτη (Πίνακας 2). Η εξέταση της αλληλεπίδρασης

έδειξε ότι ο χειρισμός της κοπής προκάλεσε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των φυτευτικών συνδέσμων τα τελευταία έτη του πειράματος. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι απομακρύνονταν κάθε έτος όλη η υπέργεια βιομάζα του υπορόφου, που ασκούσε το ρόλο του ρυθμιστή στην επίδραση των ακραίων τιμών της ακτινοβολίας, της βροχής και της θερμοκρασίας.

Πίνακας 2. Μέσοι όροι υπέργειας βιομάζας (kg/ha) ανά χειρισμό και φυτευτικό σύνδεσμο την περίοδο 1983-1995.

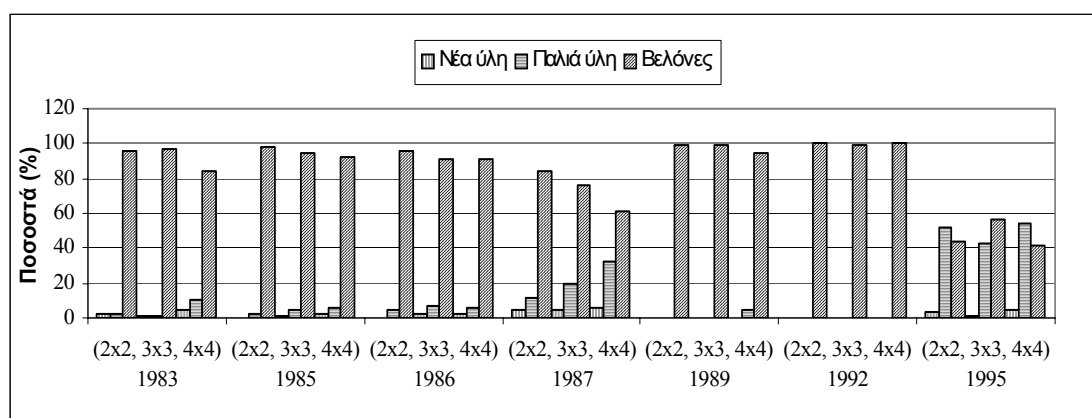
Έτος	Χειρισμοί		Φυτευτικοί σύνδεσμοι (μ.)		
	Κοπή ¹	Μη κοπή	2x2	3x3	4x4
1983	2974 α ²	1215 β	2612 α ²	1988 β	1684 β
1985	2221 α	1413 β	2111 α	1814 α	1527 β
1986	1671 α	1774 α	3018 α	2580 β	2569 β
1987	2070 α	1504 β	1882 α	1523 α	1957 α
1989	3882 α	3329 α	3819 α	3517 α	3481 α
1992	4998 α	4306 α	5260 α	4435 β	4261 β
1995	896 α	999 α	1163 α	801 α	879 α

¹ Ετήσια κοπή και απομάκρυνση της υπόροφης βλάστησης

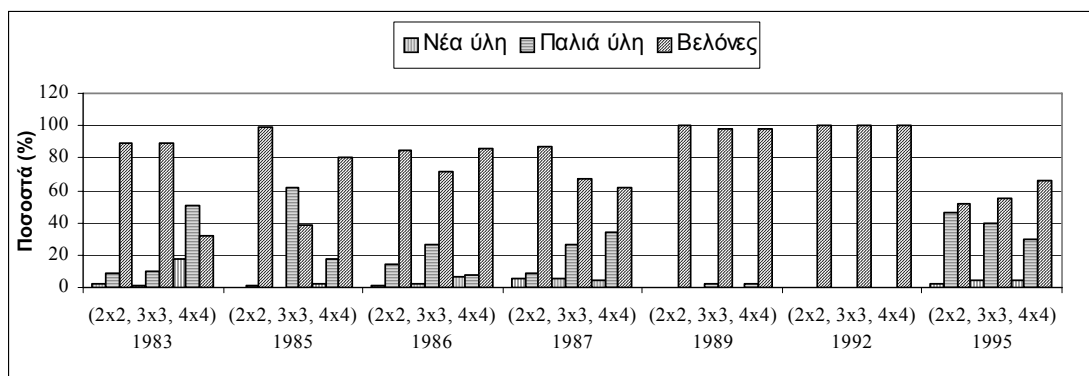
² Μέσοι όροι ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα στο ίδιο έτος δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά στο επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

Η μεγαλύτερη συνολική παραγωγή του υπορόφου παρατηρήθηκε στον πυκνό φυτευτικό σύνδεσμο, ενώ στο μεσαίο παρατηρήθηκε η μικρότερη. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το ποσοστό των βελονών και κλαδιών στη συνολική παραγωγή είναι κατά πολύ μεγαλύτερο από τα ποσοστά της νέας και της νεκρής ύλης (Εικόνα 1).

Όπως και στους χειρισμούς, μη κοπής, η συνολική παραγωγή του υπορόφου ήταν μεγαλύτερη στον πυκνό φυτευτικό σύνδεσμο λόγω του συντριπτικά μεγαλύτερου ποσοστού συμμετοχής των κλαδιών και βελονών στη συνολική παραγωγή του υπορόφου (Εικόνα 2).



Εικόνα 1. Ποσοστά (%) συμμετοχής νέας ύλης, παλιάς και βελονών-κλαδιών στη συνολική υπέργεια βιομάζα στους χειρισμούς κοπής.



Εικόνα 2. Ποσοστά (%) συμμετοχής νέας ύλης, παλιάς και βελονών-κλαδιών στη συνολική υπέργεια βιομάζα στους χειρισμούς μη κοπής.

Στους χειρισμούς κοπής οι μεγαλύτερες διαφορές μεταξύ των ετών του πειράματος εντοπίστηκαν στον πυκνό και ενδιάμεσο φυτευτικό σύνδεσμο. Οι διαφορές μεταξύ ετών ήταν μεγαλύτερες στους χειρισμούς μη κοπής και ήταν εμφανείς και στους τρεις φυτευτικούς συνδέσμους. Οι διαφορές αυτές μπορούν να αποδοθούν στις κλιματικές συνθήκες. Σύμφωνα με τον Παπαναστάση (1982 β), η συνολική υπέργεια παραγωγή χαμηλών ποολίβαδων εξαρτάται από τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία του Δεκεμβρίου. Όσο μικρότερη είναι η μέση ελάχιστη θερμοκρασία του Δεκεμβρίου τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό συμμετοχής της νεκρής ύλης στη συνολική παραγωγή του υπορόφου επειδή ο ρυθμός της αποσύνθεσης είναι πολύ μικρός. Η μέση ελάχιστη θερμοκρασία του Δεκεμβρίου του 1986 και του 1994 ήταν $-1,9$ και 3°C αντίστοιχα (Τσιόντσης 1996). Όπως φαίνεται στις Εικόνες 1 και 2, τα έτη 1987 και 1995 η συμμετοχή της νεκρής ύλης στη συνολική παραγωγή είναι σημαντική και πολύ μεγαλύτερη από τα άλλα έτη.

Συμπεράσματα

Από την εργασία αυτή προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα: α) Η υπέργεια βιομάζα επηρεάστηκε σημαντικά από τον φυτευτικό σύνδεσμο και από τον χειρισμό της κοπής μόνο σε ορισμένα έτη. β) Η πώδη βιοσκήσιμη ύλη παρουσίασε σημαντικές ετήσιες μεταβολές και μια προοδευτική μείωση σε όλους τους χειρισμούς μετά το εικοστό περίπου έτος της ηλικίας της φυτείας. γ) Η στηθιαία διάμετρος των δένδρων επηρεάστηκε θετικά από την μείωση του φυτευτικού συνδέσμου, αλλά αρνητικά από την κοπή της υποβλάστησης.

Βιβλιογραφία

- Γάκης, Σ.Φ. 2000. Δυναμική των θρεπτικών στοιχείων σε δασολιβαδικά συστήματα. Διδακτορική διατριβή. Θεσσαλονίκη.
- Γώγος, Α. 1985. Χαρακτηριστικά του εδάφους και η χλώρωση νεόφυτων λεύκης στον πειραματικό σταθμό του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών στα Λουτρά Θέρμης, Θεσσαλονίκης. Δασική Έρευνα, VI: 1-33.
- Hawke, M.F. 1991. Pasture production and animal performance under pine agroforestry in New Zealand. *Forest Ecology and Management*, 45: 109-118.

- Jackson, J. and A.J. Ash, 1998. Tree-grass relationships in open eucalypt woodlands of northeastern Australia: influence of trees on pasture productivity, forage quality and species distribution. *Agroforestry Systems*, 40: 159-176.
- Παπαναστάσης, Β.Π. 1982α. Επίδραση της βόσκησης βοοειδών σε νεοφυτεία πεύκης στο Κιλκίς στη Βόρεια Ελλάδα. *Δασική Έρευνα*, 3: 215-241.
- Παπαναστάσης, Β.Π. 1982β. Παραγωγή των ποολίβαδων σε σχέση με τη θερμοκρασία αέρος και τη βροχή στη Βόρεια Ελλάδα. *Διατριβή για Υφηγεσία*. 128 pp. Θεσσαλονίκη.
- Papanastasis, V.P. 1996. Silvopastoral systems and range management in the Mediterranean region, p. 143-156. In: *Western European Silvopastoral Systems* (M. Etienne, ed). FAO, CIHEAM, INRA, Institut National de la Recherche Agronomique.
- Platis, P.D., K.T. Mantzanas and V.P. Papanastasis. 1998. Effects of tree spacing and annual cutting on herbage production in a young *Pinus brutia* plantation, p. 221-225. In: *Grasslands and Woody Plants in Europe* (V. Papanastasis, J. Frame and A. Nastis, ed). EGF, Thessaloniki, Greece.
- Sibbald, A.R., J.H. Griffiths and D.A. Elston. 1991. The effects of the presence of widely spaced conifers on under-storey herbage production in the U.K. *Forest Ecology and Management*, 45: 71-77.
- Steel, R.G. and J.H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics*. 2nd edn. McGraw-Hill, New York, pp.633.
- Τσιόντσης, Α. 1996. Κλιματικά δεδομένα (1978-1995), Δασικός Μετεωρολογικός Σταθμός Λουτρών Θέρμης, Θεσσαλονίκη, σελ. 108. Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών/ΕΘΙΑΓΕ.

Yearly changes in the growth of overstory and understory vegetation in a young *Pinus brutia* plantation with different tree spacing

K. T. Mantzanas¹, P. D. Platis² and V. P. Papanastasis¹

¹ Laboratory of Range Ecology, Aristotle University, Thessaloniki, Greece

² Forest Research Institute-NAGREF, Vassilika, Thessaloniki, Greece

Summary

The yearly changes in the growth of the overstory and understory vegetation in a young *Pinus brutia* plantation were studied for 12 years (1983-1995) in a semi-arid Mediterranean environment with cold winters in northern Greece. The plantation was established in 1970 at three spacings: 2x2 m, 3x3 m and 4x4 m or 2500, 1250 and 625 plants ha⁻¹, respectively. Two understory treatments were applied: 1) herbaceous vegetation cut at the end of the growing season to simulate grazing and 2) no cutting (control). Herbage production and tree diameter were measured every year. Spacing and cutting treatments produced significant differences in herbage production in the first years of the experiment, but later disappeared. The same course was followed by the old dry matter and the branches and needles, that fell on the ground. Cutting treatments produce significant differences in tree diameter only in medium and low spacing during the 12 years of the experiment.

Key words: *Pinus brutia*, spacing, cut, uncut, understory.