

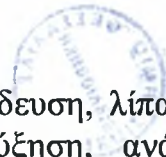
**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ**  
**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΦΥΤΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**  
**ΓΟΥΡΝΙΕΖΑΚΗ ΙΩΑΝΝΗ**  
**(ΑΜ:592)**

«Η επίδραση διαφόρων καλλιεργητικών παραγόντων (άρδευση, λίπανση, εποχή σποράς, ποικιλία και πυκνότητα φύτευσης) στην αύξηση, ανάπτυξη και παραγωγικότητα του κενάφ στην Καρδίτσα»



**ΒΟΛΟΣ 2010**



«Η επίδραση διαφόρων καλλιεργητικών παραγόντων (άρδευση, λίπανση, εποχή σποράς, ποικιλία και πυκνότητα φύτευσης) στην αύξηση, ανάπτυξη και παραγωγικότητα του κενάφ στην Καρδίτσα»

#### ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Καθηγητής Νικόλαος Δαναλάτος, Εργαστήριο Γεωργίας και Εφαρμοσμένης Φυσιολογίας φυτών, Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Επιβλέπων)

Αναπληρωτής Καθηγητής Ιμπραήμ Αβραάμ Χα, Εργαστήριο Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Μέλος)

Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Ανθή Δημήτρου, Εργαστήριο Εδαφολογίας, Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Μέλος)

#### **Γουρνιέζακης Ιωάννης**

Εργαστήριο Γεωργίας & Εφ. Φυσιολογίας Φυτών

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής

& Αγροτικού Περιβάλλοντος

Οδός Φυτόκου 38446, Βόλος,

Σεπτέμβριος 2007

Email: [jgourniez@gmail.com](mailto:jgourniez@gmail.com)



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 8265/1  
Ημερ. Εισ.: 22-03-2010  
Δωρεά: Συγγραφέας  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΦΠΑΠ  
2010  
ΓΟΥ

*Στους γονείς μου  
Χρήστο και Μαρία*

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	4
Πρόλογος .....	6
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1.1. Γενικά .....	7
1.2. Παραγωγικότητα στην Ελλάδα και στην Ευρώπη.....	7
1.3. Συνθήκες αύξησης/ανάπτυξης.....	8
1.4. Παράγοντες που επηρεάζουν την αύξηση, ανάπτυξη και την παραγωγή.....	9
1.4.1. Εποχή σποράς.....	9
1.4.2. Πυκνότητα σποράς.....	9
1.4.3. Ποικιλίες .....	9
1.4.4. Άρδευση .....	10
1.4.5. Λίπανση.....	10
1.4.6. Συγκομιδή .....	11
1.5. Η καλλιέργεια στην Ελλάδα .....	11
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	14
2.1. Πείραμα 1. Εποχή σποράς × ποικιλία × πυκνότητα φυτών.....	14
2.2. Άρδευση × λίπανση .....	15
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....	19
3.1. Κλιματικές συνθήκες .....	19
3.2. Η επίδραση της εποχής σποράς, της ποικιλίας και του πληθυσμού των φυτών...22	
3.2.1. Ύψος φυτών .....	22
3.2.2. Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) .....	22
3.2.3. Ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA ).....	23
3.2.4. Αναλογία ξηρού/χλωρού (δεικτης υγρασίας φυτού).....	23
3.2.5. Αριθμός κόμβων ανά φυτό.....	23
3.2.6. Φυτά ανά m <sup>2</sup> .....	24
3.2.7. Διάμετρος βάσης.....	24
3.2.8. Συνολική ξηρή βιομάζα .....	24
3.2.9. Περίοδος ανθοφορίας.....	35

3.3. Η επίδραση της άρδευσης και αζωτούχου λίπανσης .....	36
3.3.1. Ύψος φυτών .....	36
3.3.2. Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) .....	36
3.3.3. Ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA).....	36
3.3.4. Αριθμός κύριων κόμβων ανά φυτό .....	37
3.3.5. Φυτά ανά m <sup>2</sup> .....	37
3.3.6. Αναλογία ξηρού/χλωρού.....	37
3.3.7. Διάμετρος βάσης.....	37
3.3.8. Συνολική ξηρή βιομάζα .....	38
3.3.9. Ξηρή βιομάζα βάσης.....	38
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	48
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	50
6. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	54
6.1. Μετεωρολογικά δεδομένα .....	54
6.2. Φωτογραφικό υλικό .....	62

## Πρόλογος

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια αλματώδης εξέλιξη της τεχνολογίας η οποία οδήγησε σε αυξημένες ενεργειακές απαιτήσεις. Παράλληλα οι φυσικοί πόροι και πιο συγκεκριμένα το πετρέλαιο έχουν αρχίσει να μειώνονται δραματικά. Κατά συνέπεια η έρευνα για εναλλακτικές μορφές ενέργειας είναι πλέον απαραίτητη. Η ανάγκη αυτή οδήγησε στην παραγωγή νέων μορφών ενέργειας όπως τα βιοκαύσιμα που παράγονται από διάφορα είδη φυτών.

Σκοπός της παρούσης εργασίας είναι η μελέτη της επίδρασης διαφόρων καλλιεργητικών φροντίδων στην αύξηση και ανάπτυξη του κενάφ, ενός πολλά υποσχόμενου φυτού για την παραγωγή βιοκαυσίμων αλλά και άλλων χρήσιμων υλικών όπως χαρτί.

Για την ολοκλήρωση αυτής θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα Καθηγητή κ. Δαναλάτο Νικόλαο για τις πολύτιμες συμβουλές και την επιτυχημένη καθοδήγησή του, όπως επίσης την Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Δημήρκου Ανθή και τον Αναπληρωτή Καθηγητή Χα Αβραάμ για τις χρήσιμες συμβουλές και διορθώσεις που μου παρείχαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους υποψήφιους διδάκτορες και φίλους Αρχοντούλη Σωτήρη και Μαλανδράκη Μανόλη για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια της εργασίας αυτής. Τέλος ευχαριστώ την οικογένεια μου για την πολύπλευρη στήριξη που μου παρείχαν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Ιωάννης Χ. Γουρνεζάκης  
Βόλος 2010



## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1. Γενικά

Το κενάφ (*Hibiscus cannabinus* L.) είναι ένα ετήσιο φυτό της οικογένειας Malvaceae και καλλιεργείται σε διάφορες χώρες του κόσμου όπως τις ΗΠΑ, την Κίνα, την Ισπανία, την Ιταλία, την Ινδία και την Ελλάδα. Προέρχεται από την Αφρική όπου βρέθηκαν αποδείξεις της ύπαρξής του εκεί από το 4000 π.Χ. (Lewy, 1947). Αν και ξεκίνησε ως τροπικό φυτό στην πορεία προσαρμόστηκε σε ένα μεγάλο γεωγραφικό και κλιματικό εύρος. Η Ινδία καλλιεργεί κενάφ τα τελευταία 200 χρόνια, όταν η Ρωσία ξεκίνησε το 1902 και το εισήγε στην Κίνα το 1935. Στην Αμερική ξεκίνησε η καλλιέργεια του κατά τη διάρκεια του 2<sup>ου</sup> παγκόσμιου πολέμου για την προμήθεια σκοινιού στις πολεμικές επιχειρήσεις, περίοδος κατά την οποία αναπτύχθηκαν ανθεκτικές και μεγάλες σε αποδόσεις ποικιλίες, καλλιεργητικές φροντίδες και μέθοδοι συγκομιδής (Wilson and Menzel, 1964; White et al., 1971; Higgins and White, 1970). Τη δεκαετία του 1960 οι ερευνητές ανακάλυψαν ότι το κενάφ αποτελούσε πηγή μεγάλων ποσοτήτων ινών κυτταρίνης, των οποίων η ενεργειακή και χημική επεξεργασία για παραγωγή διαφόρων τύπου χαρτιού είναι λιγότερες από αυτή του ξύλου (Clark et al., 1971; McGovern et al., 1976; Touzinsky et al., 1980). Περισσότερη έρευνα έγινε το 1990 οπότε και βρέθηκε ότι παράγωγα του κενάφ μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υλικά κτιρίων, ως υφάσματα και για παραγωγή καινούριων και ανακυκλωμένων πλαστικών (Webber and Bledsoe, 2002; Webber et al 1999). Όταν ωριμάσει δίνει ίνες για την παρασκευή χαρτιού, σκοινιού και χαλιών. Όταν το κενάφ δεν έχει ωριμάσει είναι ικανό να χρησιμοποιηθεί και ως ζωοτροφή (Nielsen, 2004).

### 1.2. Παραγωγικότητα στην Ελλάδα και στην Ευρώπη

Η απόδοση σε χλωρό και ξηρό βάρος εξαρτάται από την ποικιλία, της εδαφο-κλιματικές συνθήκες της περιοχής καθώς και από τις καλλιεργητικές φροντίδες.. Στην Ελλάδα μέγιστες αποδόσεις έφτασαν τους 44,39 και 93 τόνους ανά εκτάριο σε χλωρό βάρος για τις πρώιμες και ώριμες ποικιλίες αντίστοιχα, ενώ η μέγιστη απόδοση σε ξηρό βάρος κυμάνθηκε από 10,14 έως και 22 τόνοι ανά εκτάριο για πρώιμες και ώριμες ποικιλίες αντίστοιχα (Alexoroulou et al., 2000; Danalatos and Archontoulis, 2004; Danalatos et al., 2006). Στην Ελλάδα οι αποδόσεις του κενάφ σε ξηρό βάρος είναι μεγαλύτερες από σε σχέση με άλλες χώρες της Ευρώπη (βλ. Ισπανία,

↓ απόδοση



Ιταλία, Πορτογαλία, και Γαλλία) κυρίως λόγω των ευνοϊκών κλιματολογικών συνθηκών που επικρατούν στην χώρα μας. Να σημειωθεί ακόμη ότι η καλλιέργεια του κενάφ επιπίπτει με την καλλιεργητική περίοδο του βαμβακιού (Μάιος-Οκτώβριος).

### 1.3. Συνθήκες αύξησης/ανάπτυξης

Ως γνωστόν η θερμοκρασία οδηγεί την ανάπτυξη, ενώ η ένταση και η περίοδος της ηλιακής ηλιοφάνειας την παραγωγικότητα του φυτού. Η σπορά θα πρέπει να γίνεται όταν η θερμοκρασία εδάφους είναι 12 °C, περίοδος η οποία χρονολογικά για της ελληνικές συνθήκες συμπίπτει από τέλη Απριλίου έως τέλη Μαΐου (Danalatos and Archontoulis, 2004; Danalatos et al., 2006).

Η φωτοπερίοδος και η θερμοκρασία είναι καθοριστικοί παράγοντες καθώς επηρεάζουν την ανάπτυξη του σπόρου, του φυτού καθώς και την περίοδο ανθοφορίας. Η βασική θερμοκρασία ανάπτυξης για την καλλιέργεια του κενάφ είναι από 9,2–10 °C (Carberry and Abrecht, 1990; Carberry et al., 1992). Θα πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι το κενάφ ως φυτό μικρής ημέρας ανθοφορεί όταν οι ώρες ηλιοφάνειας ανά ημέρα πέσουν κάτω από ένα κρίσιμο όριο 12 ώρες/ημέρα (Carberry et al., 1992). Η περίοδος αυτή για τα δεδομένα της Ελλάδος συμπίπτει στα τέλη Σεπτεμβρίου, όπου και παρουσιάζονται οι μέγιστες αποδόσεις (Archontoulis et al., 2007; Danalatos and Archontoulis, 2004; Danalatos et al., 2006). Οι White et al. (1971) ανέφεραν ότι οι μέσες ψηλές θερμοκρασίες αέρα, οι μεγαλύτερες περιόδους αύξησης και η μεγάλη περιεκτικότητα των εδαφών σε υγρασία είναι τρεις καθοριστικοί παράγοντες για την επίτευξη μεγάλων αποδόσεων. Επομένως είναι σημαντικό να γίνει γενετική αξιολόγηση των ποικιλιών ώστε να βρεθούν ποιές είναι κατάλληλες για πρώιμη σπορά όταν και οι θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες (Angelini et al., 1998).

## 1.4. Παράγοντες που επηρεάζουν την αύξηση, ανάπτυξη και την παραγωγή

### 1.4.1. *Εποχή σποράς*

Πειράματα έδειξαν ότι η εποχή σποράς θα πρέπει να κυμαίνεται από Μάιο έως Ιούνιο καθώς λόγω αργοπορημένης σποράς τον Ιούλιο παρατηρήθηκε μείωση της παραγωγής κατά 40% (Danalatos and Archontoulis, 2004). Στο κέντρο της Ιβηρικής χερσονήσου το κενάφ πρέπει να φυτεύεται αρχές Ιουνίου, οπότε και εκπληρώνονται οι θερμικές απαιτήσεις του φυτού, ενώ παράλληλα επιτυγχάνεται και μείωση του αρδευόμενου νερού.

### 1.4.2. *Πυκνότητα σποράς*

Πειράματα που έγιναν σε τρεις διαφορετικές πυκνότητες σποράς έδειξαν ότι η απόδοση αυξανόταν όσο αυξανόταν και η πυκνότητα. Με την αύξηση της πυκνότητας σποράς παρατηρήθηκε και μείωση της διαμέτρου των στελεχών. Η απόδοση μπορεί να φτάσει και τους 40 τόνους σε χλωρή βιομάζα ανά εκτάριο όταν ο πληθυσμός είναι 40 φυτά ανά τετραγωνικό μέτρο. Σύμφωνα με έρευνες των Higgins και White (1970) βρέθηκε ότι η πυκνότητα σποράς πρέπει να είναι πυκνή, καθώς όταν έγινε αραιή υπήρξε μεγάλος αριθμός ανεπιθύμητων διακλαδιζόμενων φυτών, και να κυμαίνεται από 20 έως 30 φυτά ανά  $m^2$ .

Ο Carberry et al. (1992) σε πειράματα αγρού βρήκε ότι το κενάφ έχει ένα μεγάλο εύρος βέλτιστων πυκνοτήτων σποράς (από 17–45 φυτά ανά  $m^2$ ) για παραγωγή βιομάζας. Η φυτευόμενη πυκνότητα θα πρέπει να καθορίζεται από την τελική χρήση του φυτού, αν είναι για παραγωγή χαρτιού τότε προτιμάται η πυκνή φύτευση για λόγους ποιότητας προϊόντος, ενώ για παραγωγή ενέργειας (pellets) μπορεί να σπαρθεί και με λιγότερα φυτά.

### 1.4.3. *Ποικιλίες*

Σήμερα υπάρχουν αρκετές καλλιεργήσιμες ποικιλίες του κενάφ ανάλογα με την περιοχή και το κλίμα όπου φυτεύεται. Οι κυριότερες ποικιλίες που χρησιμοποιούνται είναι οι: India, Guatemala 4, **Everglades 41**, El Salvador, Tainnung 2, Krasnodar 428, CPI72128, K 465. Η **Tainnung 2** είναι μια όψιμη ποικιλία, η οποία έχει καλή ανάπτυξη όταν επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες. Οι ποικιλίες Krasnodar 428, CPI72128, K 465 είναι πρώιμες ποικιλίες και είχαν

καλύτερη ανάπτυξη σε χαμηλότερες θερμοκρασίες από την Tainnung 2 σε πείραμα που έγινε στην Ιταλία (Angelini et al., 1998).

#### 1.4.4. Άρδευση

Έρευνες που έγιναν στην κεντρική Καλιφόρνια έδειξαν ότι όλες οι ποικιλίες του κενάφ απαιτούν 780–1200 mm νερού για να επιτύχουν δυναμικό παραγωγής (Bhangoo and Cook, 1992,1993; Bhangoo et al., 1994) σε αμμώδη έδαφος. Πείραμα που έγινε στην κεντρική Ισπανία σε τέσσερα διαφορετικά επίπεδα άρδευσης (0, 25, 50, 100 mm της εξατμισοδιαπνοής) έδειξε την μεγάλη σημαντικότητα του νερού και ιδίως μετά την 80<sup>η</sup> μέρα από την φύτευση όταν και παρατηρήθηκε μεγάλη αύξηση του ύψος φυτών και της διαμέτρου της βάσης των στελεχών (Moreno et al., 2004). Βρέθηκε επίσης ότι μείωση του αρδευόμενου νερού προκάλεσε σημαντική μείωση της παραγωγής βιομάζας. Το κενάφ έχει την ικανότητα να αντέχει σε μικρές περιόδους ξηρασίας (Webber, 1992).

Γενικά οι παραγωγικότητες του κενάφ παγκόσμιος κυμαίνονται από 8.3 έως 25.1 t ha<sup>-1</sup>, σε σχέση με την ποσότητα του νερού (βροχή + άρδευση) που δέχεται η καλλιέργεια (από 50 έως 1025 mm). Οι ποικιλίες Tainnung 2 και Everglades 41 προκειμένου να φτάσουν σε παραγωγικότητες από 23.4 έως 25.8 t ha<sup>-1</sup> χρειάζονται μεγάλες ποσότητες νερού (100–125% of ETm, Banuelos et al., 1993).

#### 1.4.5. Λίπανση

Εφαρμογή 4.5–9.0 μονάδες N ανά στρέμμα αύξησε το ύψος φυτών και την απόδοση ινών ενώ αντίθετα μειώθηκαν οι μέρες μέχρι την πρώτη άνθηση (Kuchinda et al., 2001). Το βέλτιστο προβλεπόμενο εύρος N που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι 86 kg ανά εκτάριο και βοηθάει στην αύξηση της απόδοσης ινών. Ποσότητα του P στο έδαφος είναι απαραίτητη καθώς αυξάνονται τα στοιχεία που προσλαμβάνει το φυτό ενώ παράλληλα βοηθάει στην ανάπτυξη των ριζών και επομένως διευκολύνει την πρόσληψη των διάφορων θρεπτικών στοιχείων που είναι απαραίτητα για αύξηση και ανάπτυξη του φυτού (Hari et al., 1978, Negi et al., 1982). Βρέθηκε λοιπόν ότι η εφαρμογή N προκαλεί πρόωρη άνθηση (Kuchinda et al., 2001). Εφαρμογή N είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης σε ίνες, την αύξηση του ύψους των φυτών και της διαμέτρου της βάσης. Έρευνες έδειξαν ότι η επίδραση του ανταγωνισμού των ζιζανίων είναι

εντονότερη όταν τα επίπεδα του N στο έδαφος είναι χαμηλά, γεγονός που σημαίνει ότι η εφαρμογή N βοηθάει περισσότερο το κενάφ παρά τα ζιζάνια. Οι Bhangoo et al. (1986) και Lyons et al. (1991) ανέφεραν ότι το κενάφ αντιδρά θετικά στην εφαρμογή N και παρατήρησαν αύξηση 83% στην απόδοση σε ίνες. Πείραμα που έγινε στην Ισπανία με τρία διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λίπανσης έδειξε ότι δεν επηρέασε σημαντικά την απόδοση του κενάφ αλλά καλό είναι να γίνεται προσθήκη N ώστε να διατηρείται η περιεκτικότητα του εδάφους σε N και να αναπληρώνεται το N που χρησιμοποιεί το φυτό (Moreno, 2004). Όσο περνάνε οι μέρες από τη φύτευση οι συγκεντρώσεις N και P μειώνονται στο έδαφος γεγονός όμως που επηρεάζεται από τις βροχοπτώσεις (Muir, 2001).

#### 1.4.6. Συγκομιδή

Η καλλιέργεια του κενάφ μπορεί να συγκομιστεί με διαφορά μηχανήματα, όπως κοπτικά ή ενσιρωτικά μηχανήματα. Φυσικά η επιλογή του καταλληλότερου τρόπου αλλά συνάμα και χρόνου συγκομιδής εξαρτάται κυρίως από την τελική χρήση του προϊόντος. Γενικά ο καταλληλότερος χρόνος συγκομιδής είναι λίγο πριν το 100% της ανθοφορίας όταν το κενάφ προορίζεται για ίνες (μέσα Σεπτεμβρίου έως μέσα Οκτωβρίου), ενώ όταν προορίζεται για βιομάζα 20–30 ημέρες μετά την ανθοφορία (μέσα Νοεμβρίου έως μέσα Δεκεμβρίου) προκειμένου το φυτό να συγκομισθεί με λιγότερη υγρασία (<60%).

### 1.5. Η καλλιέργεια στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα οι πληροφορίες σχετικά με την καλλιέργεια του κενάφ είναι περιορισμένες καθώς οι πρώτες έρευνες έγιναν τα τελευταία χρόνια. Πειράματα που έγιναν σε δύο περιοχές της Ελλάδας, στην Κωπαΐδα και στην Αλίαρτο (Alexoroulou et al., 2000), έδειξαν τα παρακάτω αποτελέσματα:

Ο ρυθμός αύξησης σε ύψος ήταν μεγάλο μέχρι την περίοδο της άνθησης (περί τα 4,38 cm την ημέρα), ενώ από κει και πέρα η αύξηση σε ύψος σταμάτησε. Οι πρώιμες ποικιλίες έφταναν κατά μέσο όρο τα 267 cm ύψος ενώ οι όψιμες έφταναν και ξεπέρασαν τα 330 cm (Alexoroulou et al., 1999). Η διάμετρος της βάσης του στελέχους έφτανε τα 15,36 mm για τις ώριμες ποικιλίες σε αντίθεση με τις πρώιμες που έφτανε τα 13,30 mm. Η φυλλική επιφάνεια (LAI) των παραπάνω

ποικιλιών έγινε μέγιστη σε διαφορετικές ημερομηνίες καθώς εξαρτάται από το αν είναι πρόωμη ή όχι η ποικιλία. Οι απόδοσης σε χλωρό και ξηρό βάρος εξαρτάται από το είδος της ποικιλίας και όχι τόσο από τον τόπο όπου έγινε η καλλιέργεια. Έτσι οι μέγιστες αποδόσεις στην εν λόγω περιοχή έφτασαν τους 44,39 και 73,7 τόνους ανά εκτάριο σε χλωρό βάρος για τις πρόωμες και ώριμες ποικιλίες αντίστοιχα. Η μέγιστη απόδοση σε ξηρό βάρος ήταν 10,14 και 18,99 τόνοι ανά εκτάριο για πρόωμες και ώριμες ποικιλίες αντίστοιχα. Κάθε χρόνο οι μέγιστες αποδόσεις σημειώθηκαν στα τέλη Οκτώβρη με αρχές Νοέμβρη.

Βρέθηκε επίσης ότι η μεγάλη πυκνότητα σποράς (32 φυτά ανά  $m^2$ ) έδωσε μεγαλύτερες αποδόσεις σε χλωρό και ξηρό βάρος σε αντίθεση με τη μικρή πυκνότητα σποράς (17 φυτά ανά  $m^2$ ). Παρόλο που η πυκνότητα σποράς διπλασιάστηκε η αύξηση που παρατηρήθηκε ήταν 4,5% για το χλωρό και 1,1% για το ξηρό βάρος. Όλες οι ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν έδειξαν καλή προσαρμοστικότητα όταν καλλιεργήθηκαν στην κεντρική Ελλάδα. Για τις κλιματικές συνθήκες της κεντρικής Ελλάδας και σε γόνιμα και αρδευόμενα εδάφη οι ώριμες ποικιλίες θεωρούνται οι καταλληλότερες. Η περίοδος συγκομιδής κυμαίνεται από τέλος Οκτώβρη έως αρχές Δεκέμβρη αναλόγως του πως θα χρησιμοποιηθούν τα παράγωγα του κενάφ. Στο τέλος του Οκτώβρη οι ίνες που συγκομίζονται είναι καλύτερες ποιοτικά αλλά η μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία δεν επιτρέπει την χρήση τους για ενεργειακό σκοπό. Αν η συγκομιδή γίνει αρχές Δεκέμβρη οπότε και θα έχει προηγηθεί πιθανότατα κάποιος παγετός και θα έχει γίνει αποφύλλωση του φυτού θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ενεργειακή χρήση. Αν η συγκομιδή γίνει Δεκέμβρη θα έχουμε μειωμένη παραγωγή σε ξηρό βάρος καθώς θα έχουν αφαιρεθεί φύλλα και θα υπάρχει μειωμένη υγρασία (Alexoroulou et al., 1999). Στην κεντρική Ελλάδα, η προσαρμοστικότητα και η παραγωγικότητα του κενάφ κάτω από διαφορετικές συνθήκες άρδευσης, λίπανσης και εποχής σποράς δεν έχει μελετηθεί ενδελεχώς.

## 1.6 Σκοπός της εργασίας

Λαμβάνοντας υπόψη τη σπουδαιότητα του κενάφ ως μια εναλλακτική καλλιέργεια για τη Θεσσαλία, ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να μελετήσει την επίδραση διαφόρων καλλιεργητικών παραγόντων (άρδευση, λίπανση, εποχή σποράς, ποικιλία και πυκνότητα φύτευσης) στην αύξηση, ανάπτυξη και παραγωγικότητα του κενάφ στην Καρδίτσα το καλλιεργητικό έτος 2004. Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια ενός Ευρωπαϊκού Ερευνητικού Έργου (βλέπε BIOKENAΦ) και παρουσιάζει τα αποτελέσματα της δεύτερης καλλιεργητικής περιόδου (2004). Τα δεδομένα αυτής της μελέτη θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή ενός μαθηματικού μοντέλου πρόβλεψης παραγωγικότητας του κενάφ στην Θεσσαλία και γενικότερα στη Μεσόγειο.



## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η παρούσα μελέτη έλαβε μέρος στην περιοχή του Παλαμά, Καρδίτσας σε δυο πειράματα αγρού. Το πρώτο πείραμα μελετούσε την επίδραση της εποχή σποράς, ποικιλίες και την πυκνότητα πληθυσμού φυτών (βλέπε 2.1), ενώ το δεύτερο πείραμα μελετούσε την επίδραση της άρδευσης και της λίπανση (βλέπε 2.2) στην αύξηση και παραγωγή βιομάζας του φυτού.

### 2.1. Πείραμα 1. Εποχή σποράς × ποικιλία × πυκνότητα φυτών

Το αντικείμενο της παρούσας εργασίας ήταν να προσδιοριστεί το δυναμικό αύξησης και παραγωγικότητας δύο υποσχόμενων ποικιλιών του κενάφ, Tainung 2 και Everglades 41, κάτω από δύο διαφορετικές εποχές σποράς και δύο διαφορετικών πληθυσμών στην κεντρική Ελλάδα το 2004. Το πειραματικό μέρος έγινε σε ένα βαθύ, γόνιμο, αργιλώδες έδαφος που βρίσκεται στον Παλαμά, Καρδίτσας, (δυτική Θεσσαλική πεδιάδα), με συντεταγμένες: 39°25'43.4'' N, 22°05'09.7'' E, υψόμετρο 107.5 m. Το έδαφος στην εν λόγω περιοχή χαρακτηρίζεται ως Aquic Xerofluvient, έχοντας υπόγεια στάθμη νερού στα 150–200 cm κάτω από την επιφάνεια τον Μάη (180 cm την 1<sup>η</sup> Ιουνίου) η οποία κατεβαίνει σε βαθύτερα στρώματα αργότερα το καλοκαίρι.

Το σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένα τριπαραγοντικό 2x2x2 πλήρως τυχαιοποιημένων ομάδων σε τρεις επαναλήψεις. Οι παράγοντες ήταν:

α) Ποικιλία: V1=Tainung 2 και V2=Everglades 41,

β) Εποχή σποράς: S1=1<sup>η</sup> Ιουνίου και S2=1<sup>η</sup> Ιουλίου,

γ) Πληθυσμός φυτών: D1=20 και D2=40 φυτά m<sup>-2</sup>.

Η σπορά έγινε σε γραμμές με 0.5 m μεταξύ τους και οι αποστάσεις φυτών ήταν 0.10 m και 0.05 m εντός της γραμμής για την D1 και την D2 αντίστοιχα. Ο στόχος των 40 φυτών/ m<sup>2</sup> δεν επετεύχθη λόγω δυσκολίας στην σπαρτική μηχανή, Ως εκ τούτου ο πληθυσμός D2 ανέρχεται στα 30 φυτά m<sup>-2</sup>.



Βασική λίπανση με 50 kg KP ha<sup>-1</sup> πραγματοποιήθηκε πριν την σπορά, στις 29-5-2003, ενώ όταν τα φυτά έφτασαν σε ύψος 0,5 m πραγματοποιήθηκε η επιφανειακή λίπανση με 100 kg N ha<sup>-1</sup> (νιτρική αμμωνία, 33,5–0–0).

Η άρδευση πραγματοποιήθηκε με την χρήση στάγδην άρδευση (συνολική ποσότητα 500 mm μέχρι τις 07/10/2004) με συχνές εφαρμογές αρδεύσεις (ανά 6-8 ημέρες). Η δόση άρδευσης υπολογίστηκε με βάση τη δυναμική εξατμισοδιαπνοή, (100% of ETm). Αυτή καθορίστηκε από ημερήσιες καταγραφές εξατμισμού νερού (μέθοδος class-A Pan) και συντελεστές λεκάνης (περίπου 0,7 για κεντρική Ελλάδα) και φυτικούς συντελεστές (Kc).

Η αύξηση (ύψος φυτών, διάμετρος στελεχών, αριθμός κύριων κόμβων ανά φυτό, LAI και SLA) και η (χλωρή και ξηρή) παραγωγικότητα βιομάζας (φύλλα, στελέχη) της καλλιέργειας μετρήθηκαν σε διαδοχικές κοπές κατά τη διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης και συγκεκριμένα τις παρακάτω ημερομηνίες: 4/7, 21/7, 4/8, 19/8, 8/9, 2/10, 30/10 and 19/11/2004.

## 2.2. Άρδευση × λίπανση

Για τις ανάγκες του συγκεκριμένου πειράματος χρησιμοποιήθηκε ένα 3x4 διπαραγοντικό τελείως τυχαίοποιημένων τεμαχίων πειραματικό σχέδιο (split-plot) σε τρεις επαναλήψεις. Οι παράγοντες ήταν:

α) Άρδευση (κύριος παράγοντας) με τρεις μεταχειρίσεις

I<sub>1</sub>=25% (125 mm)

I<sub>2</sub>=50% (250 mm)

I<sub>3</sub>=100% (500 mm) της δυναμικό εξατμισοδιαπνοής,

β) Αζωτούχος λίπανση (υπό-τεμάχια) με 4 μεταχειρίσεις

N<sub>0</sub>=control,

N<sub>1</sub>=50 kg N ha<sup>-1</sup>

N<sub>2</sub>=100 kg N ha<sup>-1</sup>

N<sub>3</sub>=150 kg N ha<sup>-1</sup>.

Η καλλιέργεια σπάρθηκε την 1<sup>η</sup> Ιουνίου του 2004 σε αποστάσεις 0.5 m μεταξύ των γραμμών και 0.10 m εντός των γραμμών (βλ. 20 φυτά/m<sup>2</sup>). Το 50% του φυτρώματος καταγράφηκε 5 μέρες αργότερα, και το 50% της άνθησης καταγράφηκε στα μέσα Οκτώβρη. Η άρδευση εφαρμόστηκε χρησιμοποιώντας ένα αυτόματο σύστημα στάγδην άρδευσης (βλ. 2.1). Η βασική λίπανση με φώσφορο και κάλιο εφαρμόστηκε στις 29/5/03 (δόσεις ίδιες με το πείραμα 2.1), ενώ η επιφανειακή λίπανση με άζωτο εφαρμόστηκε όταν τα φυτά έφτασαν σε ύψος 50 εκατοστών.

Όπως και στο προηγούμενο πείραμα, έτσι και σε αυτό η αύξηση (ύψος φυτών, διάμετρος στελεχών, αριθμός κόμβων ανά φυτό, LAI και SLA) και η (χλωρή και ξηρή) παραγωγικότητα βιομάζας (φύλλα, στελέχη, όργανα καρποφορίας) της καλλιέργειας μετρήθηκαν σε διαδοχικές κοπές κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου και συγκεκριμένα στις παρακάτω ημερομηνίες: 4/7, 21/7, 4/8, 19/8, 8/9, 2/10, 30/10 and 19/11/2004.

### **2.3 Χαρακτηριστικά εδάφους**

Οι εδαφολογικές αναλύσεις έγιναν στο Ινστιτούτου Εδαφικής Χαρτογράφησης και Κατάταξης, στην Λάρισα. Το υπό μελέτη έδαφος είναι ένα ελλειπώς αποστραγγιζόμενο, ασβεστούχο (PH=8-8.2), αμμοπηλώδες (άμμος 40-42%, ιλύς 40-41%, πηλός 18-19%) που αναπτύχθηκε με πρόσφατες αλουβιακές εναποθέσεις και αντιπροσωπεύει ένα μεγάλο μέρος της δυτικής Θεσσαλικής πεδιάδας (κεντρική Ελλάδα). Το έδαφος περιέχει υπόγεια στάθμη νερού που κυμαίνεται από 150 cm (τον Μάη) μέχρι 400 cm ή βαθύτερα (αργότερα το καλοκαίρι) από την επιφάνεια του εδάφους, και έχει ταξινομηθεί ως Aquic Xerofluvic σύμφωνα με το USDA (1975). Το έδαφος αποστραγγίζεται τεχνητά και έχει περιεκτικότητα σε οργανική ουσία περισσότερο από 1% σε ένα βάθος των 50 cm. Η μεγάλη του γονιμότητα και η διαθεσιμότητα σε νερό βεβαιώνουν υψηλή ανάπτυξη και παραγωγικότητα καλοκαιρινών καλλιεργειών υπό συμπληρωματική άρδευση.

## 2.4 Συλλογή και επεξεργασία δεδομένων

Καιρικά δεδομένα όπως ηλιακή ακτινοβολία, θερμοκρασία αέρος, βροχόπτωση, υγρασία αέρος, ταχύτητα ανέμου και εξάτμιση (class-A Pan evaporation rate) καταγράφηκαν ωριαία από ένα αυτόματο μετεωρολογικό σταθμό το οποίο ήταν εγκατεστημένο δίπλα στην πειραματική έκταση.

Ανά τακτά χρονικά διαστήματα συλλέγονταν δείγματα ανά πειραματικό τεμάχιο (1.5 m<sup>2</sup> έκτασης κοπής, 24 δείγματα ανά κοπή). Κάθε φορά το δείγμα συλλεγόταν και ζυγίζονταν απευθείας στον αγρό (ολικό φρέσκο βάρος), έπειτα επιλεγόταν 1-2 φυτά ως υπόδειγμα το οποίο ζυγίζόταν ξανά στον αγρό και κατόπιν μεταφερόταν στο Εργαστήριο για περαιτέρω αναλύσεις. Στο εργαστήριο το υπόδειγμα διαχωριζόταν σε φύλλα, βλαστούς και μίσχους. Στην συνέχεια τοποθετούταν σε φούρνο προς ξήρανση στους 90 °C μέχρι να χάσει όλη την υγρασία του (περίπου 2-4 ημέρες). Τα πράσινα φύλλα προ της ξήρανσης τους, μετρήθηκε η φιλική επιφάνεια των φύλλων κάνοντας χρήση της παρακάτω συσκευής (LI-COR model LI-3000A Portable area meter).

Έπειτα από την ολοκλήρωση όλων των σχετικών μετρήσεων (βλέπε ξηρά βάρη ανά φυτικό μέρος) τα ακόλουθα χαρακτηριστήκα υπολογιστήκαν και αναλύθηκαν στην παρούσα μελέτη.

- Ύψος φυτών
- Διάμετρος βάσης στελέχους
- Αριθμός κόμβων ανά φυτό
- Χλωρό βάρος καλλιέργειας
- Ξηρό βάρος ανά όργανο φυτού
- Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI)
- Ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA, m<sup>2</sup>/kg)
- Ρυθμός αύξησης καλλιέργειας σε σχέση με το χρόνο, κάνοντας χρήση του τύπου  $CGR = (W2-W1) / (T2-T1)$ ,

Όπου

CGR = ρυθμός αύξησης καλλιέργειας,

W2, W1 = ξηρό βάρος καλλιέργειας σε κάθε χρονική στιγμή

T2, T1 = ημέρες όπου λαμβάνονταν οι αντίστοιχες μετρήσεις

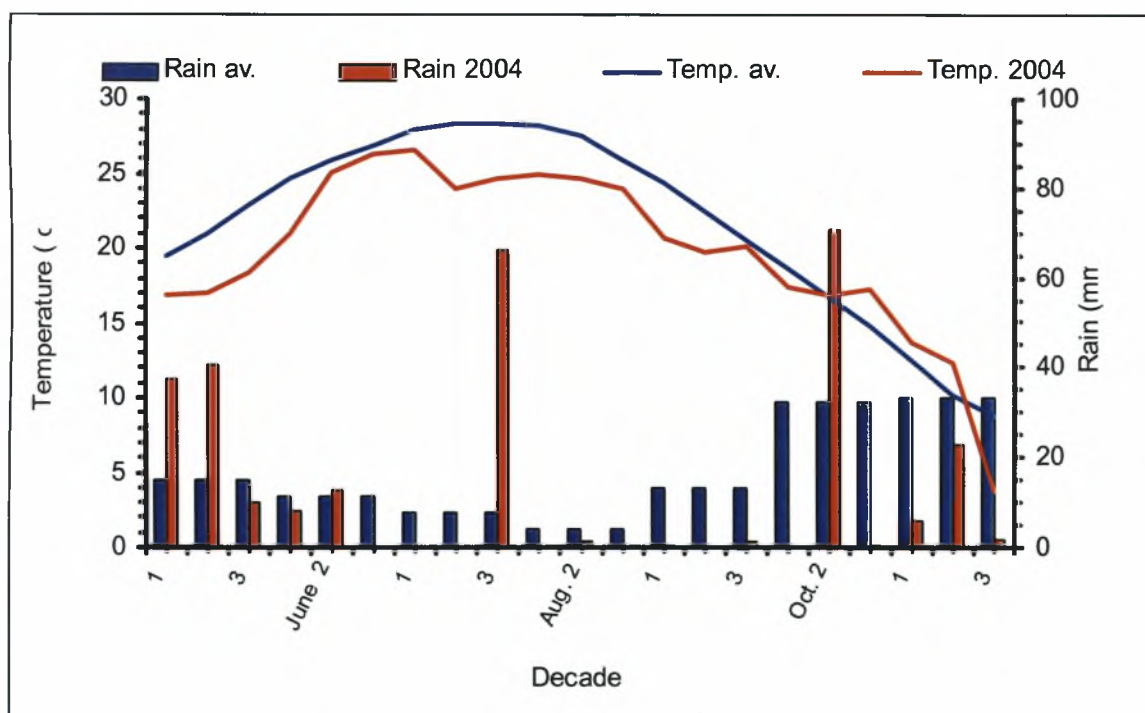
## 2.5 Στατιστική ανάλυση

Όλα τα μετρημένα και υπολογισμένα αποτελέσματα επεξεργάστηκαν με το στατικό πακέτο (GenStat) ακολουθώντας τα αντίστοιχα πειραματικά σχέδια (split-plot or RCB). Στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανιχνεύτηκαν σε επίπεδο 5% πειραματικού σφάλματος.

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

#### 3.1. Κλιματικές συνθήκες

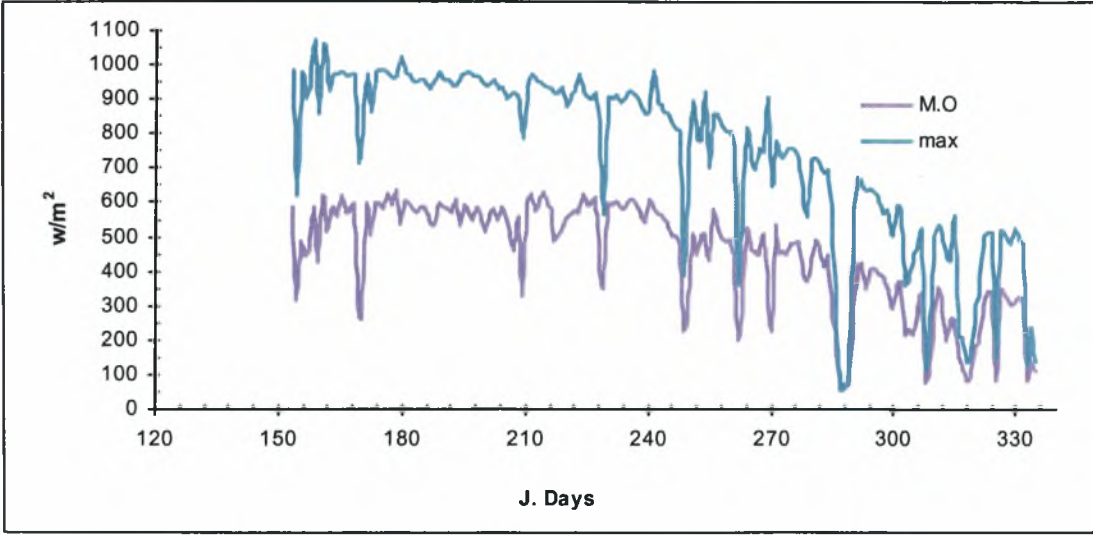
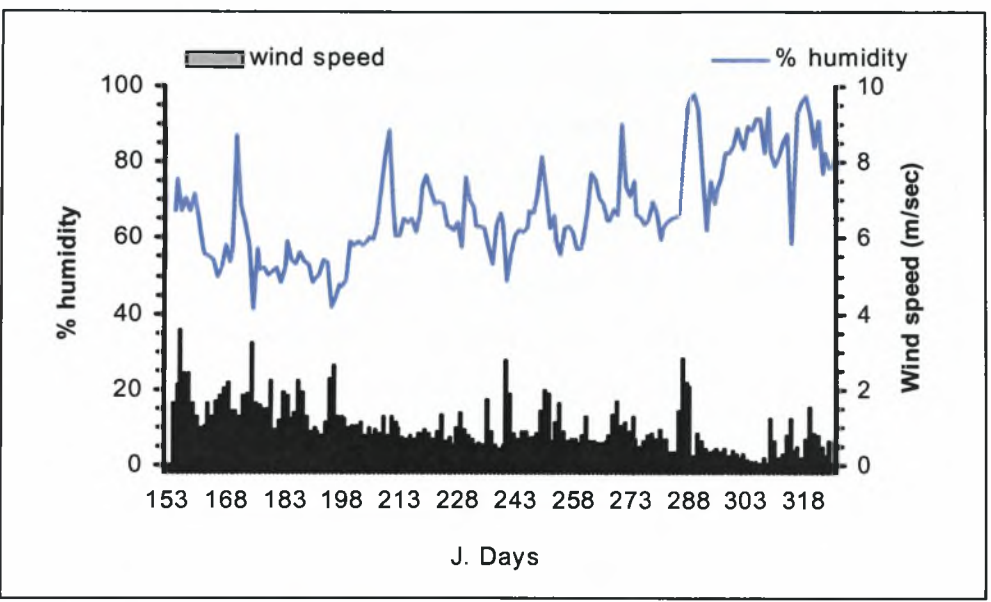
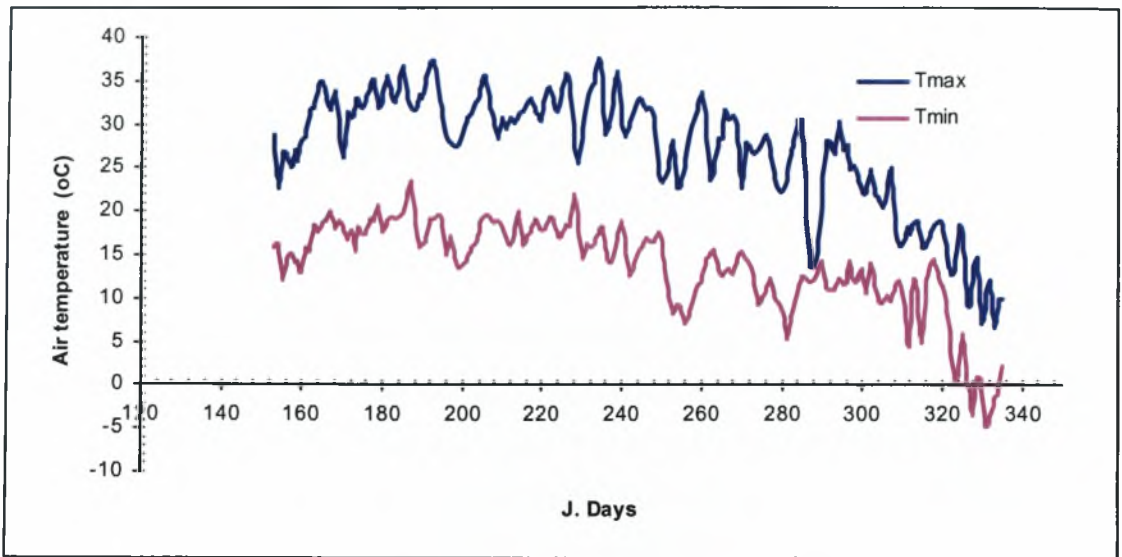
Η υπό μελέτη περιοχή χαρακτηρίζεται από τυπικό Μεσογειακό κλίμα με ζεστά, ξηρά καλοκαίρια και ψυχρούς, υγρούς χειμώνες. Όπως απεικονίζεται στο Σχήμα 1, η θερμοκρασία αέρα κυμαίνεται 1-4 °C κάτω από την κλιματική εκτίμηση για το μεγαλύτερο μέρος της περιόδου ανάπτυξης. Από μέσα Ιουνίου έως μέσα Ιουλίου του 2004 οι μέση θερμοκρασία αέρα ήταν περίπου η ίδια συμβαδίζοντας με την κλιματική εκτίμηση (0.9 °C κάτω) και στη συνέχεια μειωνόταν μέχρι το τέλος Σεπτέμβρη σε επίπεδα 2.8 °C κάτω από την κλιματική εκτίμηση. Μετά από την περίοδο αυτή και μέχρι το φυτό να ωριμάσει η θερμοκρασία αέρα αυξήθηκε και παρέμεινε 1.4 °C πάνω από τη μέση εκτίμηση (Σχ. 1). Το συνολικό ποσό βροχόπτωσης (αποτελεσματική βροχόπτωση) κατά τη διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης ήταν 190 mm, 83 mm λιγότερο από την κλιματική εκτίμηση (Σχ. 1). Το 35% της αποτελεσματικής βροχόπτωσης καταγράφηκε στο τέλος Ιουλίου. Γενικά η περίοδος 2004 χαρακτηρίστηκε από χαμηλότερες



Σχήμα 1. Μέση θερμοκρασία και αθροιστική βροχόπτωση δεκαήμερου στην περιοχή της Καρδίτσας το 2004 σε σύγκριση με τη μέση κλιματική τιμή. Rain = βροχόπτωση Temperature = θερμοκρασία.

θερμοκρασίες αέρα και λιγότερες βροχοπτώσεις από την κλιματική εκτίμηση.

Στο Σχήμα 2 παρουσιάζονται δεδομένα θερμοκρασίας (μέγιστη και ελάχιστη, ταχύτητα ανέμου, σχετική υγρασία και ηλιακή ακτινοβολία) για την περίοδο ανάπτυξης του 2004. Αυτά τα δεδομένα αφορούν μέσες ημερήσιες εκτιμήσεις υπολογισμένες από αντίστοιχες ωριαίες εκτιμήσεις και καταγράφηκαν στα δεδομένα του αυτόματου πειραματικού σταθμού, ο οποίος είχε εγκατασταθεί λίγα μέτρα από τον πειραματικό αγρό. Η μέγιστη θερμοκρασία αέρα καταγράφηκε στις 21/8 (37.59 °C) και η ελάχιστη τέλος Νοέμβρη (-4° C). Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού η θερμοκρασία αέρα την νύκτα κυμαινόταν στους 17 °C. Το καλοκαίρι επίσης η ακτινοβολία, η σχετική υγρασία και ταχύτητα ανέμου ήταν 550W m<sup>-2</sup> (μέγιστη 1072W m<sup>-2</sup> στις 6/6), 60% (μέγιστη 88% στις 27/7) , και 1.3 m s<sup>-2</sup> αντιστοίχως.



Σχήμα 1: Καθημερινά καιρικά δεδομένα (μέγιστη, ελάχιστη θερμοκρασία αέρα, ταχύτητα ανέμου, σχετική υγρασία [RH, %], γενική ακτινοβολία (μέγιστη και ημερήσιος μέσος όρος) στον πειραματικό αγρό κατά τη διάρκεια της περιόδου ανάπτυξης του κενάφ το 2004.



### 3.2. Η επίδραση της εποχής σποράς, της ποικιλίας και του πληθυσμού των φυτών

#### 3.2.1. Ύψος φυτών

Το Σχήμα 3 δείχνει την εξέλιξη του ύψους φυτών για τις δύο μελετώμενες ποικιλίες κενάφ, δύο πυκνότητες και δύο εποχές σποράς. Φαίνεται ότι και οι δύο ποικιλίες παρουσίασαν όμοιους ρυθμούς αύξησης από την αρχή μέχρι το τέλος της περιόδου αύξησης (Σχήμα 3β). Αντίθετα η εξέλιξη του ύψους φυτών ήταν σχεδόν η ίδια για τους δύο πληθυσμούς που μελετήθηκαν (Σχήμα 3γ). Όπως περιμέναμε σημαντικές διαφορές στο ύψος βρέθηκαν μεταξύ αυτών που έγινε νωρίς η σπορά και αυτών που έγινε αργά, κατά τη διάρκεια της περιόδου αύξησης ( $P=0.05$ ). Όσον αφορά τους μέσους ρυθμούς αύξησης, μπορεί να παρατηρηθεί ότι μετά από μια αρχική αύξηση με σχετικά χαμηλό ρυθμό (1.9 εκ ανά μέρα), το ύψος αυξήθηκε μέσους ρυθμούς περίπου 2.65 εκ. ανά μέρα κατά τη διάρκεια της περιόδου αύξησης (μέγιστος ρυθμός αύξησης είναι περίπου 4.5 εκ. ανά μέρα). Είναι αξιοπρόσεκτο ότι οι ρυθμοί αύξησης στις δυο εποχές σποράς ήταν σχεδόν παράλληλοι μεταξύ τους έτσι που η διαφορά στο ύψος φυτών παρέμεινε σχεδόν η ίδια, και το μεγαλύτερο τελικό ύψος της πρώιμης σποράς ήταν λόγω της μεγαλύτερης διάρκειας ανάπτυξής του (Σχήμα 3α). Τα φυτά έφτασαν το μέγιστο ύψος όταν η άνθηση ήταν στο 50%, και ήταν από 305εκ. μέχρι 330εκ., και για τις δυο εποχές σποράς, αντιστοίχως ( $P=0.05$ ).

#### 3.2.2. Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI)

Όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 4α, το LAI της πρώιμης καλλιέργειας αυξήθηκε με μικρούς ρυθμούς από το φύτευμα έως το πρώτο δεκαήμερο Ιουλίου, και με μεγάλους ρυθμούς έως το πρώτο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου για να φτάσει τη μέγιστη τιμή του 4.32 (κλειστή φυλοστοιβαδα, 100% δέσμευση ηλιοφάνειας). Μετά το LAI μειώθηκε ελαφρά (πτώση φύλλων), αλλά μέχρι αρχές Οκτώβρη παρέμεινε πάνω από 3.8, για να μειωθεί δραστικά κατόπιν, προφανώς εξαιτίας της ωρίμανσης και της πτώσης των μεγαλύτερων φύλλων σε προχωρημένα στάδια αύξησης. Το LAI των φυτών που σπάρθηκαν αργά αυξήθηκε με παρόμοιους ρυθμούς και έφτασε στα μέσα Σεπτεμβρίου τη μέγιστη τιμή 3.44 ( $P=0.05$ ). Στη συνέχεια κυμάνθηκε στο 3 μέχρι μέσα Οκτώβρη για να μειωθεί σημαντικά κατόπιν όπως και στην περίπτωση πρώιμης σποράς. Πρέπει να παρατηρηθεί ότι και οι δυο ποικιλίες παρουσίασαν όμοιο δείκτη φυλλικής

επιφάνειας, εκτός από το στάδιο μέσης αύξησης (μέσα Αυγούστου μέχρι μέσα Σεπτέμβρη) όπου παρατηρήθηκε ανωτερότητα ( $P=0.05$ ) της Tainung 2 όπως φαίνεται στο Σχήμα 4β.

### 3.2.3. *Ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA )*

Το Σχήμα 5 δείχνει ότι το SLA του κενάφ κυμάνθηκε σε υψηλά επίπεδα περί το 17.5– 20  $m^2 kg^{-1}$  για ένα μεγάλο διάστημα της περιόδου αύξησης (Ιούλιος έως Αύγουστος) ανεξαρτήτως ποικιλίας, πυκνότητας και εποχή σποράς. Οι κάπως μεγαλύτερες τιμές SLA που παρατηρήθηκαν όταν έγινε αργά η σπορά σε σχέση με την πρόιμη σπορά δεν ήταν σημαντικές, για ένα μεγάλο μέρος της περιόδου αύξησης (Σχ. 5α). Μετά τον Σεπτέμβρη το SLA μειώθηκε ελαφρά για να φτάσει μετά το τέλος Οκτώβρη τιμές 11–12  $m^2 kg^{-1}$ . Η μείωση του SLA στο τέλος καλοκαιριού συμπίπτει με τη μείωση της ηλιοφάνειας και τη πτώση των σκευαζόμενων κάτω φύλλων, τα οποία είναι λεπτά και γενικώς χαρακτηρίζονται από μεγάλες τιμές SLA.

### 3.2.4. *Αναλογία ξηρού/χλωρού (δεικτης υγρασίας φυτού)*

Το Σχήμα 6 δείχνει την αύξηση της αναλογίας ξηρού/χλωρού (ή αλλιώς υγρασία φυτού) του κενάφ κατά τη διάρκεια περιόδου αύξησης το 2004. Ένα μήνα μετά την εμφάνιση η υγρασία ήταν 85%. Η υγρασία στο κενάφ μειώθηκε ελαφρά (ανεξάρτητα από τις ποικιλίες, πληθυσμό φυτών) για να φτάσει στο 72% στο τέλος της περιόδου αύξησης (5.5 μήνες αργότερα). Γενικά η υγρασία αυτή κρίνεται υψηλή.

### 3.2.5. *Αριθμός κόμβων ανά φυτό.*

Ο αριθμός των κύριων κόμβων (από τη βάση) ανά φυτό είναι ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό που κάνει περισσότερο κατανοητά άλλα χαρακτηριστικά ανάπτυξης και βιομάζας, όπως το LAI, και το SLA. Το Σχήμα 7 δείχνει την αύξηση σε κόμβους (από καθένα βγαίνει ένα ή περισσότερα φύλλα) στο κενάφ και επίσης την πτώση των φύλλων κατά τη διάρκεια της περιόδου συγκομιδής. Όταν έγινε πρόιμη σπορά η πτώση των μεγαλύτερων φύλλων άρχισε το πρώτο δεκαήμερο του Αυγούστου ενώ όταν έγινε σπορά καθυστερημένα η πτώση έγινε τρεις εβδομάδες αργότερα. Γενικώς η πτώση των φύλλων αρχίζει όταν το φυτό

φθάσει 1,5 μέτρα σε ύψος. Ο τελικός αριθμός κύριων κόμβων ανά φυτό μετρήθηκε 78 για S1 και 68 για S2, στα τέλη Οκτώβρη (Σχήμα 7,  $P=0.05$ ). Δεν παρατηρήθηκε καμιά επίδραση στον αριθμό κόμβων λόγω ποικιλίας ή πληθυσμού φυτών.

### 3.2.6. Φυτά ανά $m^2$

Το Σχήμα 8 παρουσιάζει τις μετρήσεις τελικών φυτών (φυτά τα οποία επιβίωσαν στον αγρό) ανά τετραγωνικό μέτρο κατά τη διάρκεια της περιόδου 2004. Τα συνολικά φυτά ανά τετραγωνικό μέτρο για την D1 φύτευση ήταν περίπου 19 και για την D2 περίπου 26. Ο μικρός αριθμός φυτών της δεύτερη φύτευσης (15 λιγότερα, σύμφωνα με το πειραματικό σχέδιο) οφείλεται στην σπαρτική μηχανή που χρησιμοποιήθηκε για τις πειραματικές εργασίες (βλ. 2.1).

### 3.2.7. Διάμετρος βάσης

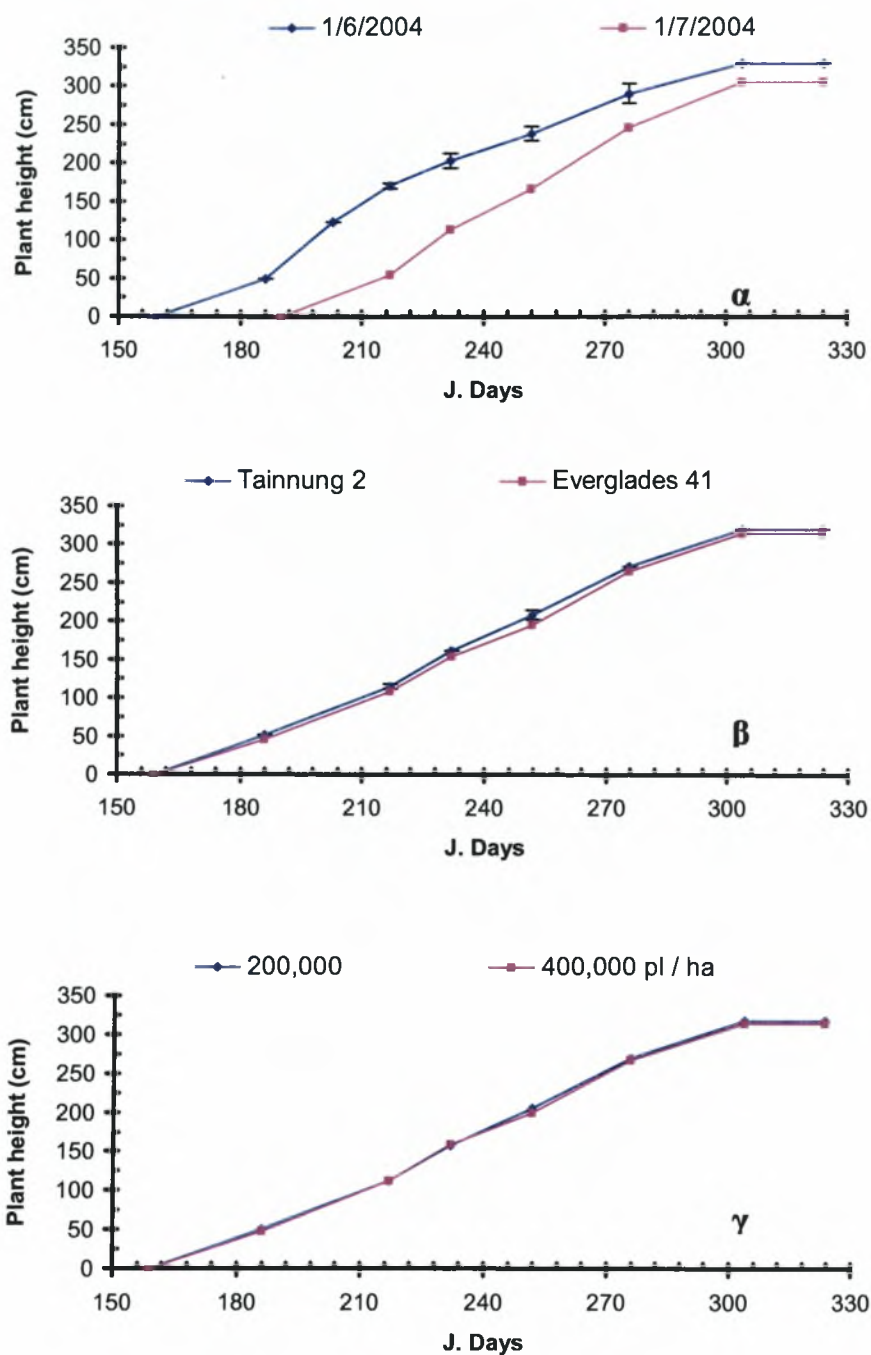
Όπως φαίνεται στο Σχήμα 9, η διάμετρος βάσης επηρεάστηκε σημαντικά ( $P=0.05$ ) μόνο από την εποχή σποράς, με τα φυτά που σπάρθηκαν αργά να χαρακτηρίζονται από μικρότερη διάμετρο κατά τη διάρκεια της περιόδου αύξησης. Η τελική διάμετρος βάσης ήταν 2.56 και 2.28 για την S1 και την S2 αντίστοιχα. Μια μικρή αλλά όχι σημαντική ανωτερότητα για την D1 φύτευση βρέθηκε στο μεγαλύτερο μέρος της περιόδου συγκομιδής.

### 3.2.8. Συνολική ξηρή βιομάζα

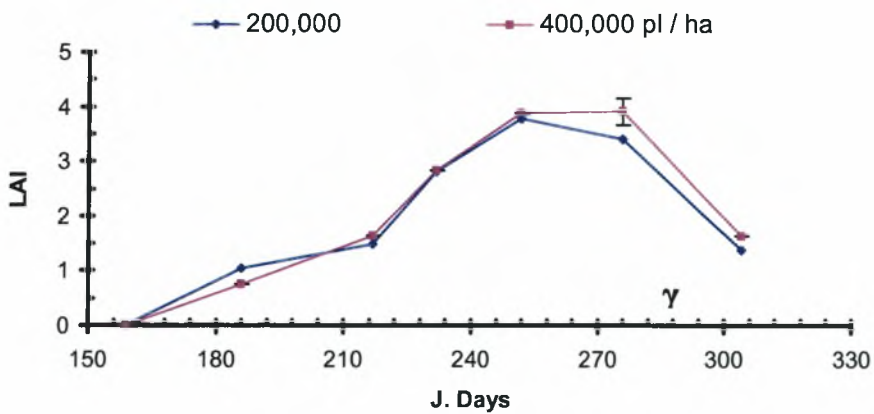
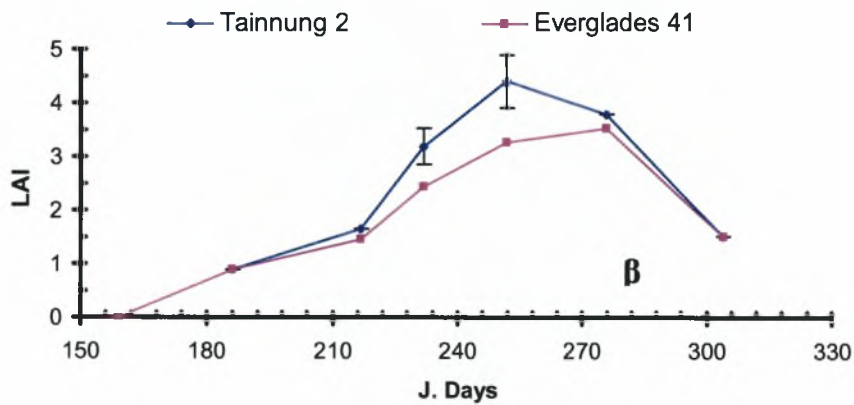
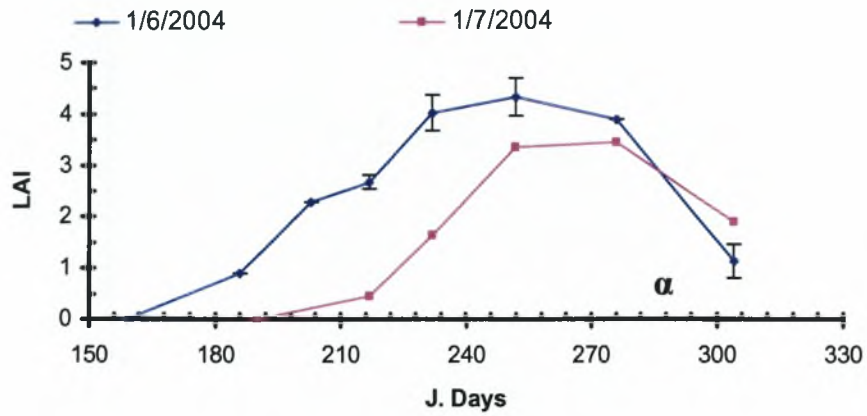
Τα διαγράμματα 10 και 11 δείχνουν την αύξηση στη συνολική ξηρή ουσία και στελέχους για τις δυο μελετώμενες ποικιλίες, εποχών σποράς και πληθυσμούς φυτών. Φαίνεται ότι ο πληθυσμός φυτών είχε ελάχιστη επίδραση στην ανάπτυξη και παραγωγικότητα και για τις δυο ποικιλίες κενάφ. Αυτό είναι σε συμφωνία με Alexoroulou et al. (1999). Τα διαγράμματα 10β και 11β δείχνουν μια μικρή υπεροχή της Tainung 2 σε σχέση με την Everglades 41, για την συνολική και ξηρή ουσία, κατά την περίοδο αύξησης.

Βρέθηκε στατιστικώς σημαντική υπεροχή της πρώιμης σποράς σε σχέση με τον όψιμη ( $P<0.05$ ), αποδίδοντας σημαντικά περισσότερη ξηρή ουσία ανά εκτάριο (Σχ. 10α και 11α), κάτι που επιβεβαιώνει ότι η τελική απόδοση κενάφ μπορεί να μειωθεί σημαντικά (>20%) εάν η σπορά καθυστερήσει για ένα μήνα. Τα διαγράμματα 10α και 11α δείχνουν ότι και οι δυο εποχές

σποράς παρουσίασαν παρόμοιους ρυθμούς αύξησης έτσι ώστε μεγαλύτερη παραγωγή βιομάζας να υπάρχει όταν έγινε νωρίς η σπορά λόγω μεγαλύτερης διαθέσιμης περιόδου ανάπτυξης. Πραγματικά μετά από την περίοδο εγκατάστασης και μια αρχική αύξηση (περίπου ένας μήνας), η φυτεία που σπάρθηκε νωρίς παρουσίασε μέσους ρυθμούς αύξησης περίπου  $195 \text{ kg ha}^{-1}\text{d}^{-1}$  σε συνολική ξηρή βιομάζα (μέγιστη  $240 \text{ kg ha}^{-1}\text{d}^{-1}$ ) και  $136 \text{ kg ha}^{-1}\text{d}^{-1}$  ξηρής βιομάζας βάσης (μέγιστη  $170 \text{ kg ha}^{-1}\text{d}^{-1}$ ) μέχρι το πρώτο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου. Με παρόμοιο τρόπο, όταν η σπορά έγινε αργά η φυτεία παρουσίασε μέσους ρυθμούς αύξησης  $147 \text{ kg ha}^{-1}\text{d}^{-1}$  σε συνολική ξηρή ουσία (μέγιστη  $157 \text{ kg ha}^{-1}\text{d}^{-1}$ ) και  $121 \text{ kg ha}^{-1}\text{d}^{-1}$  (μέγιστη  $190 \text{ kg ha}^{-1}\text{d}^{-1}$ ) σε ξηρή βιομάζα βάσης μέχρι το τέλος Οκτώβρη. Η μέγιστη παραγωγή ξηρής βιομάζας επιτεύχθηκε τέλος Οκτώβρη (5-15 μετά το 50% της άνθισης) και ήταν  $16.52$  και  $13.34 \text{ t ha}^{-1}$  για πρώιμη και αργοπορημένη σπορά αντίστοιχα, και μέγιστες αποδόσεις ξηρής ουσίας βάσης  $14.81$  και  $10.81 \text{ t ha}^{-1}$ , για πρώιμη και αργοπορημένη σπορά αντίστοιχα. Η διαδοχική μείωση συνολικής ξηρής ουσίας κατά τον Νοέμβριο (Σχ. 10α και 11α) οφείλεται στην πτώση των φύλλων αν και η απόδοση ξηρής ουσίας βάσης παρέμεινε σχεδόν ανεπηρέαστη.

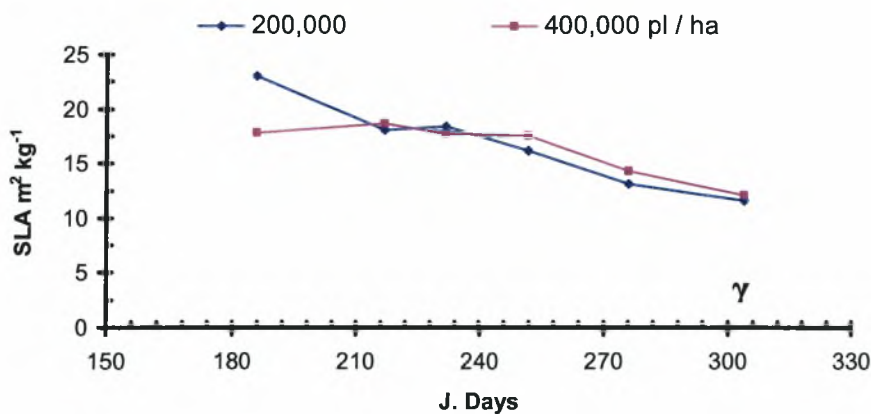
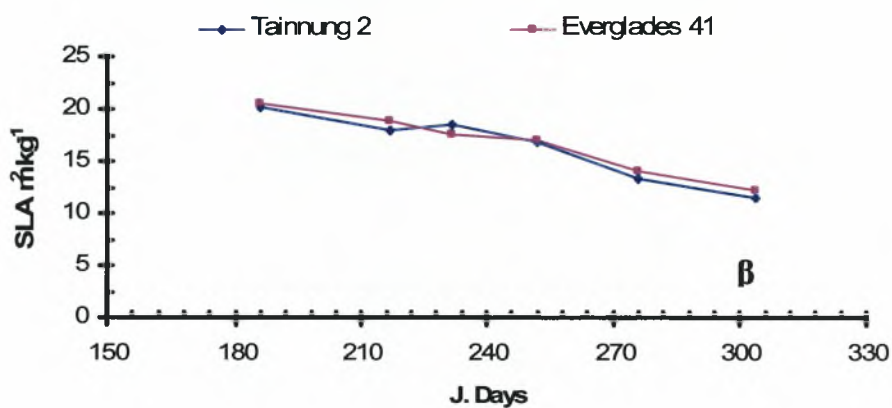
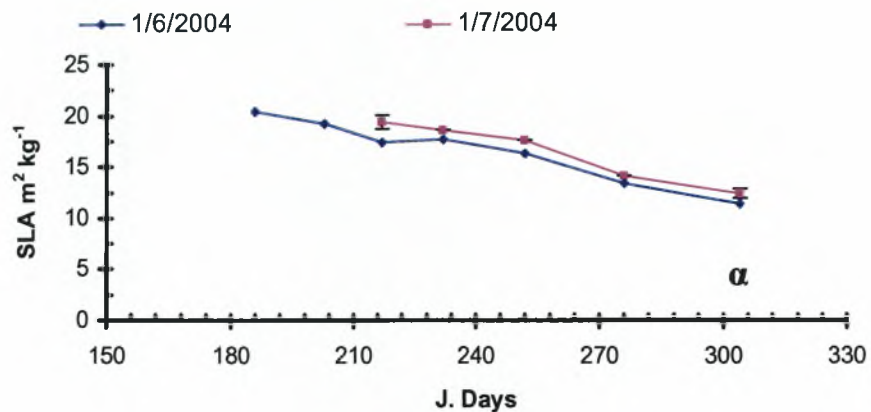


Σχήμα 3: Ύψος κενάφ σε σχέση με το χρόνο (Ιουλιανές ημέρες) στην κεντρική Ελλάδα το 2004 για δυο διαφορετικές α) εποχές σποράς, β) ποικιλίες, και γ) πυκνότητες φυτών. (Οι κάθετες γραμμές όπου υπάρχουν αντικατοπτρίζουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά για επίπεδο σημαντικότητας 0,05).



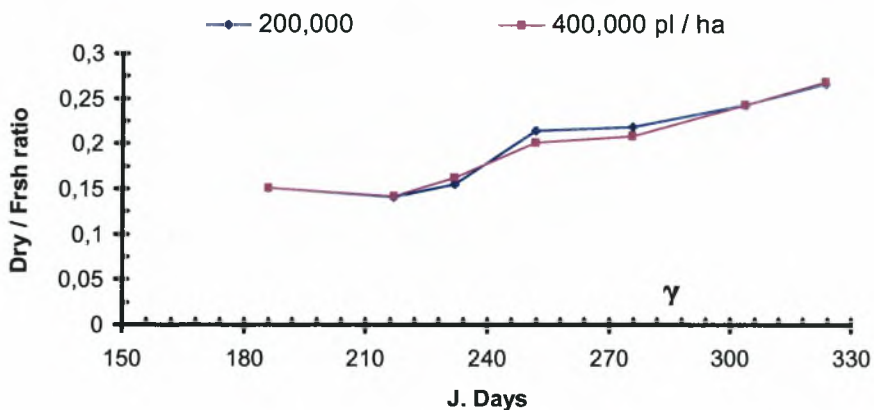
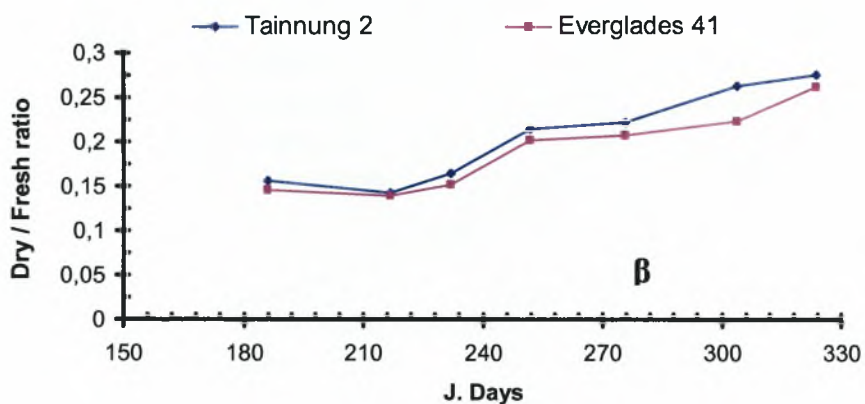
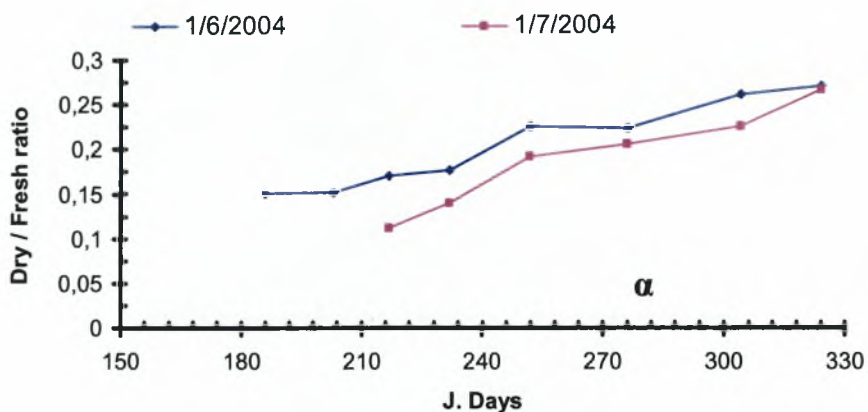
Σχήμα 4: Η εξέλιξη του LAI του κενάφ καλλιεργημένου κάτω από σταθερές-ελεύθερες συνθήκες στην κεντρική Ελλάδα το 2004 για δυο διαφορετικές α) εποχές σποράς, β) ποικιλίες, και γ) πυκνότητες φυτών. (Οι κάθετες γραμμές όπου υπάρχουν αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά για επίπεδο σημαντικότητας 0,05).



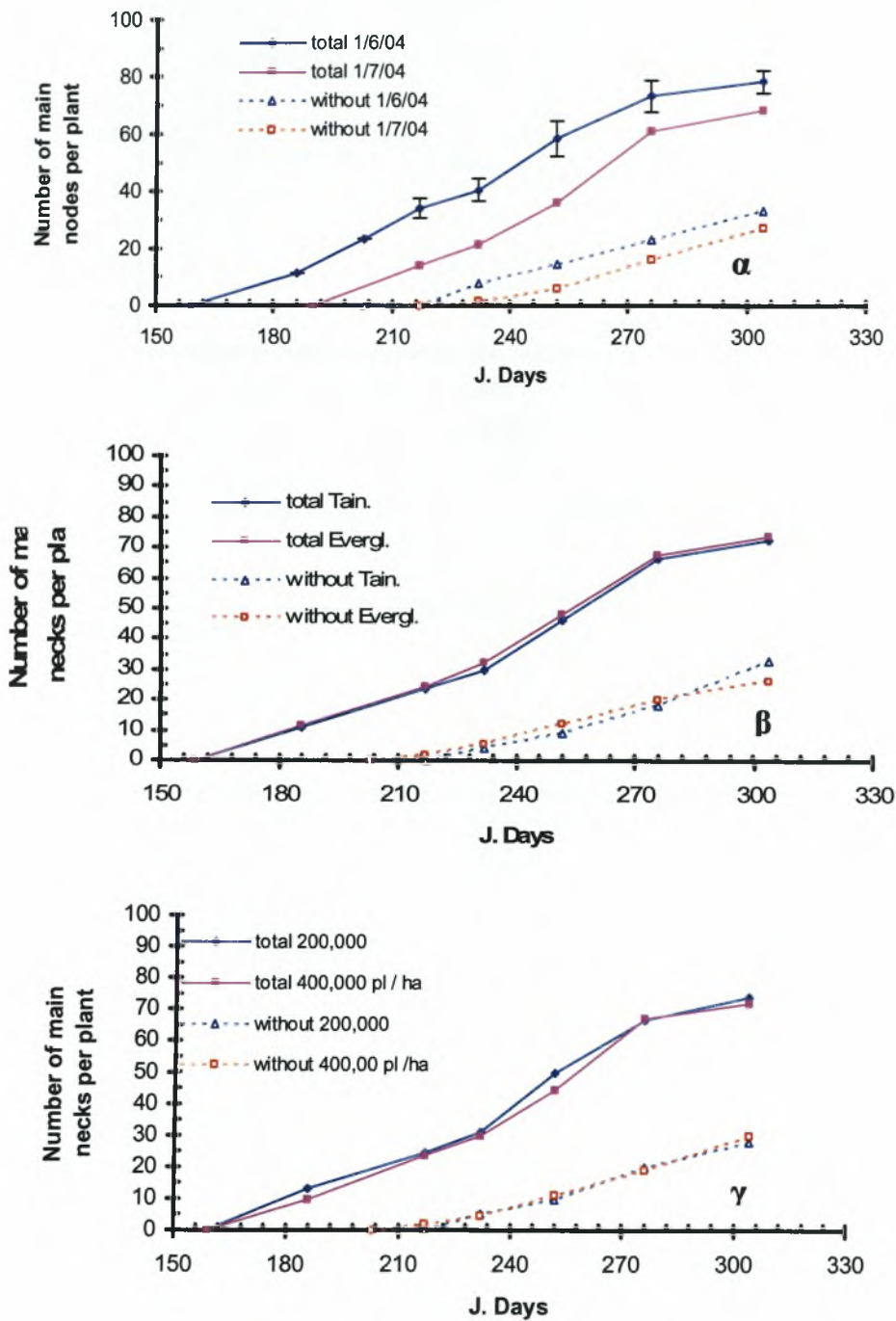


Σχήμα 5: Συγκεκριμένη φυλλική επιφάνεια του κενάφ καλλιεργημένου κάτω από σταθερές-ελεύθερες συνθήκες στην κεντρική Ελλάδα το 2004 για δυο διαφορετικές α) εποχές σποράς, β) ποικιλίες, και γ) πυκνότητες φυτών. (Οι κάθετες γραμμές όπου υπάρχουν αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά για επίπεδο σημαντικότητας 0,05).

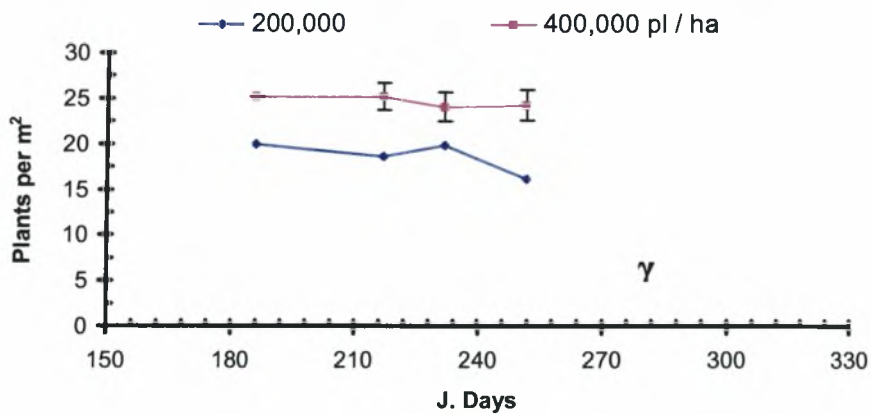
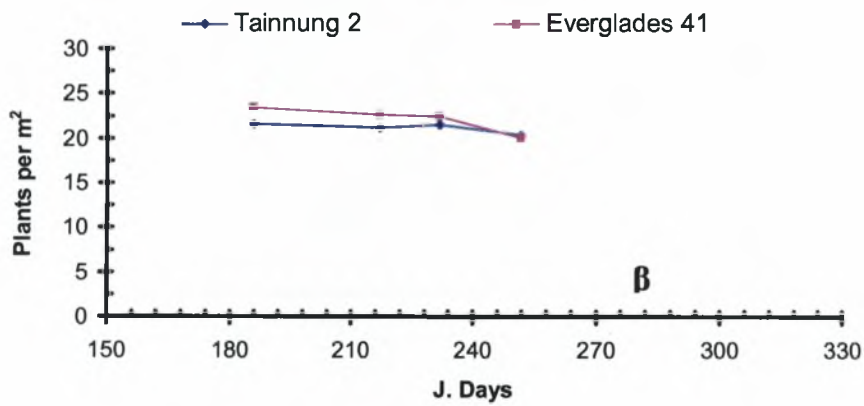
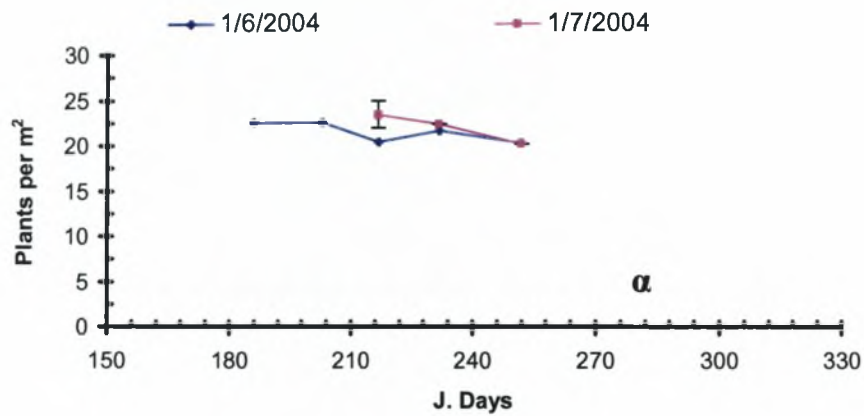




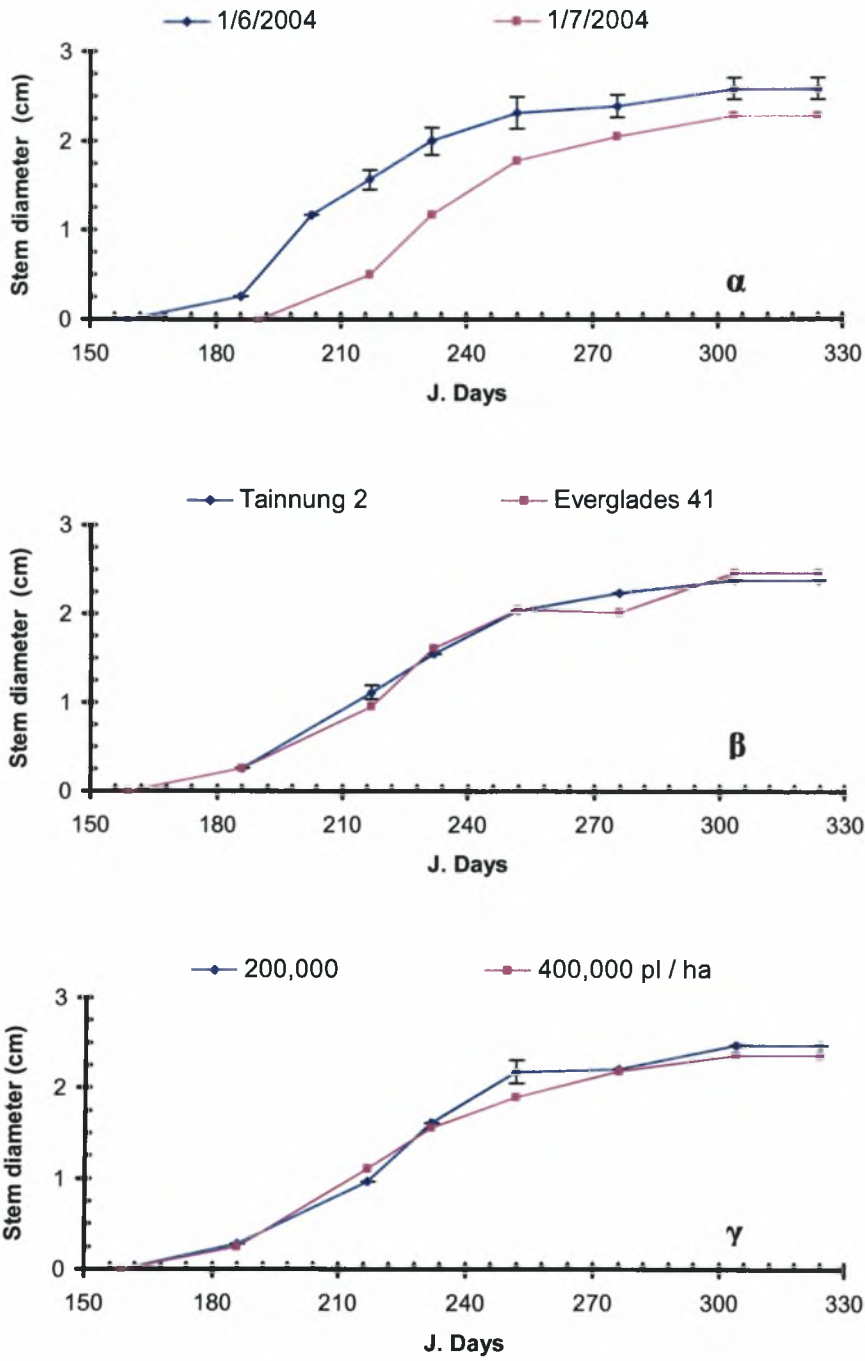
Σχήμα 6: Αναλογία ξηρού προς χλωρού του κενάφ καλλιεργημένου κάτω από σταθερές-ελεύθερες συνθήκες στην κεντρική Ελλάδα το 2004 για δυο διαφορετικές α) εποχές σποράς, β) ποικιλίες, και γ) πυκνότητες φυτών. (Οι κάθετες γραμμές όπου υπάρχουν αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά για επίπεδο σημαντικότητας 0,05).



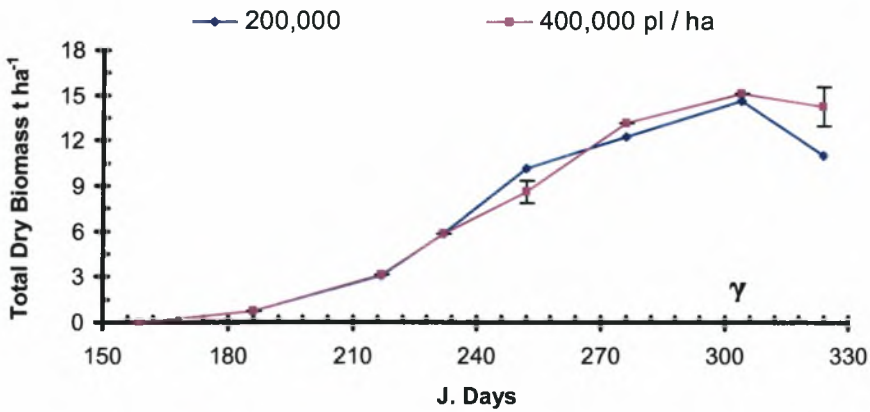
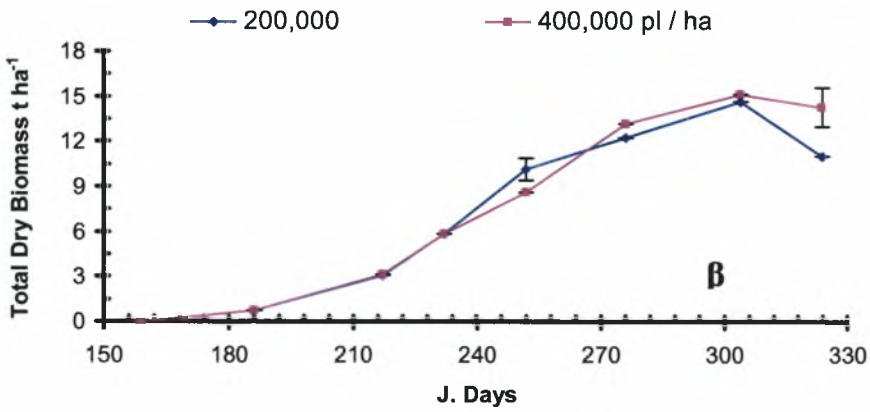
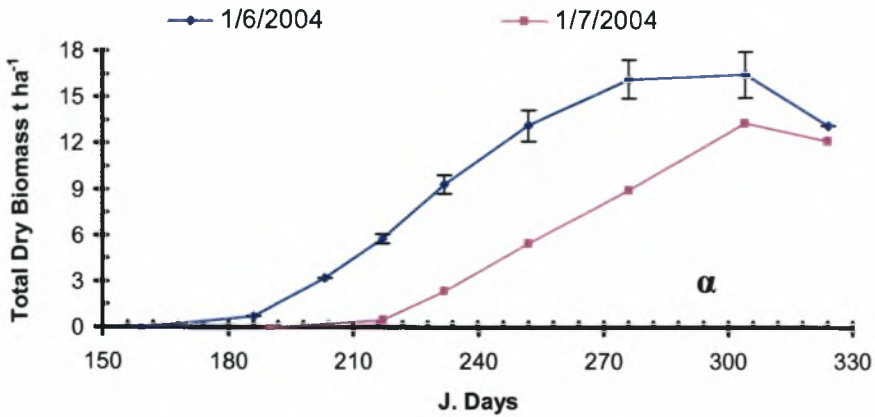
Σχήμα 7: Αριθμός κύριων κόμβων ανά φυτό (συνολικοί και χωρίς φύλλα) του κενάφ καλλιεργημένου κάτω από σταθερές-ελεύθερες συνθήκες στην κεντρική Ελλάδα το 2004 για δυο διαφορετικές α) εποχές σποράς, β) ποικιλίες, και γ) πυκνότητες φυτών. (Οι κάθετες γραμμές όπου υπάρχουν αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά για επίπεδο σημαντικότητας 0,05).



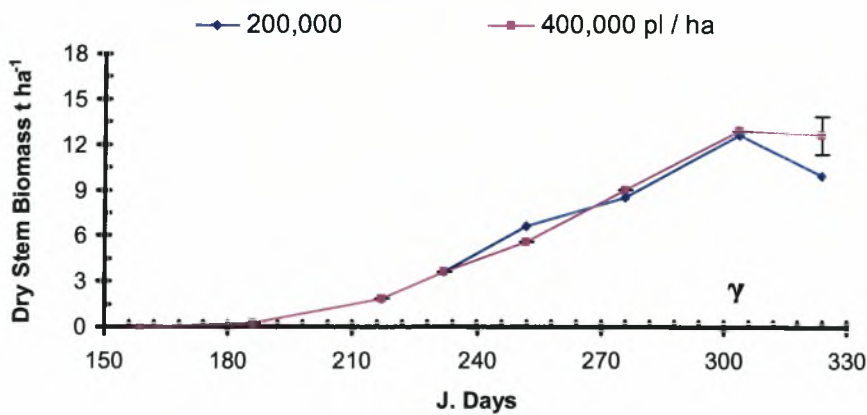
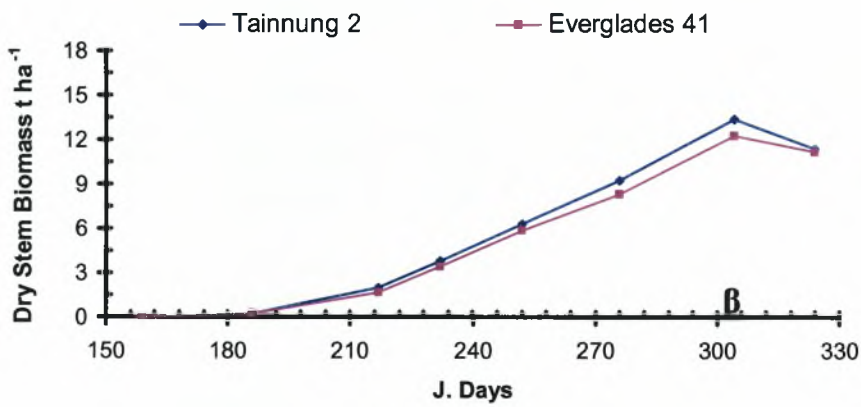
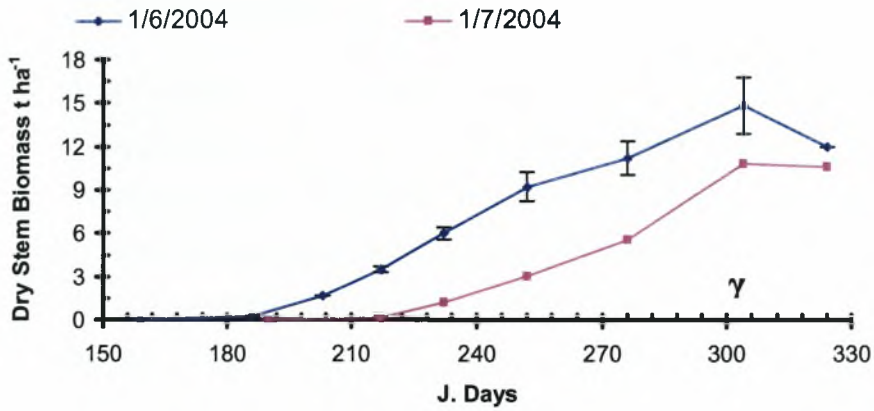
Σχήμα 8: Διαστάσεις φυτών ανά τετραγωνικό μέτρο του κενάφ κάτω από σταθερές-ελεύθερες συνθήκες στην κεντρική Ελλάδα το 2004 για δυο διαφορετικές α) εποχές σποράς, β) ποικιλίες, και γ) πυκνότητες φυτών. (Οι κάθετες γραμμές όπου υπάρχουν αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά για επίπεδο σημαντικότητας 0,05).



Σχήμα 9: Διάμετρος βάσης του κενάφ κάτω από σταθερές-ελεύθερες συνθήκες στην κεντρική Ελλάδα το 2004 για δυο διαφορετικές α) εποχές σποράς, β) ποικιλίες, και γ) πυκνότητες φυτών. (Οι κάθετες γραμμές όπου υπάρχουν αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά για επίπεδο σημαντικότητας 0,05).



Σχήμα 10: Εξέλιξη της συνολικής (πάνω από το έδαφος) ξηρής βιομάζας του κενάφ κάτω από σταθερές-ελεύθερες συνθήκες στην κεντρική Ελλάδα το 2004 για δυο διαφορετικές α) εποχές σποράς, β) ποικιλίες, και γ) πυκνότητες φυτών. (Οι κάθετες γραμμές όπου υπάρχουν αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά για επίπεδο σημαντικότητας 0,05).



Σχήμα 11: Εξέλιξη του ξηρού βάρους βάσης του κενάφ κάτω από σταθερές-ελεύθερες συνθήκες στην κεντρική Ελλάδα το 2004 για δυο διαφορετικές α) εποχές σποράς, β) ποικιλίες, και γ) πυκνότητες φυτών. (Οι κάθετες γραμμές όπου υπάρχουν αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά για επίπεδο σημαντικότητας 0,05).



### 3.2.9. Περίοδος ανθοφορίας

Όπως φαίνεται στον πίνακα 1, η ποικιλία Tainnung 2 (πρώιμη σπορά, S1), άρχισε να ανθίζει στις 26/9, ενώ η Everglades 41 στις 8/10. Το 50% της άνθισης καταγράφηκε στις 16/10 και 23/10 για την Tainnung 2 και την Everglades 41, αντίστοιχα. Όταν έγινε σπορά αργά (S2), η έναρξη της άνθισης καταγράφηκε στις 14/10 για την Tainnung 2 και στις 17/10 για την Everglades 41. Το 50% της άνθισης καταγράφηκε στις 29/10 και 3/11 για την Tainnung 2 και Everglades 41, αντίστοιχα.

Πίνακας 1: Εξέλιξη της ανθοφορίας του κενάφ κάτω από διαφορετικές μεταχειρίσεις σποράς και ποικιλίας στην Καρδίτσα το 2004.

Ανθηση		0%	10%	50%
<b>S<sub>1</sub>:</b>	<b>Tainnung 2</b>	270	282	290
	<b>Everglades 41</b>	282	289	297
<b>S<sub>2</sub>:</b>	<b>Tainnung 2</b>	288	296	303
	<b>Everglades 41</b>	291	298	308

\* Ιουλιανές ημέρες

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι συνολικές ώρες ηλιοφάνειας (πάνω από 50 m<sup>-2</sup>), κατά τη διάρκεια των δυο τελευταίων μηνών της καλλιεργητικής περιόδου 2004. Σύμφωνα με το χρόνο άνθησης των ποικιλιών (πίνακας 1), το κενάφ άρχισε να ανθίζει όταν η συνολική ηλιοφάνεια ανά μέρα ήταν κάτω από 11 ώρες.

Πίνακας 2: Ώρες ηλιοφάνειας

Δεκαήμερο	ώρες ηλιοφάνειας	
	1	
Σεπ.	2	11,3
	3	10,7
	1	10,4
Οκτ.	2	7,5
	3	9
	1	8
Νοεμ.	2	7,6
	3	8,4



### 3.3. Η επίδραση της άρδευσης και αζωτούχου λίπανσης

#### 3.3.1. Ύψος φυτών

Βρέθηκε σημαντική ( $P=0.05$ ) επίδραση της άρδευσης στο ύψος φυτών, με τα Ι3-αρδευόμενα να πλησιάζουν ρυθμούς αύξησης σχεδόν  $3.5 \text{ cm day}^{-1}$  από την εμφάνιση μέχρι τα μέσα Αυγούστου (μέγιστο  $5 \text{ cm day}^{-1}$ ) και μέσο όρο  $1.3 \text{ cm day}^{-1}$  μέχρι το τέλος περιόδου αύξησης, φτάνοντας τελικό ύψος 337εκ. (Σχ.12), όταν τα Ι1 φυτά δεν κατάφεραν να φτάσουν τα 275 εκ. σε ύψος στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου. Σε κάθε περίπτωση, τα εύρη αύξησης μειώθηκαν σταδιακά μετά την άνθιση. Αντίθετα με την άρδευση, δεν παρατηρήθηκε καμία επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στο ύψος φυτών, με μόνη εξαίρεση στα τελευταία στάδια αύξησης, όπου παρατηρήθηκε ανωτερότητα ( $P=0.05$ ) του ελέγχου και  $100 \text{ cm day}^{-1}$  (Σχ. 12).

#### 3.3.2. Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI)

Όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 13, παρατηρήθηκε ανωτερότητα στο LAI των πλήρως αρδευόμενων φυτών ( $P=0.05$ ) όταν η καλλιέργεια ήταν έτοιμη για συγκομιδή. Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας αυξήθηκε με μεγάλους ρυθμούς μέχρι το πρώτο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου, φτάνοντας μέγιστες τιμές 4.3, 4, 3.5 για τις περιπτώσεις των Ι3, Ι2, Ι1 αρδευόμενων φυτών. Αργότερα, εξαιτίας της ωρίμανσης και της πτώσης των μεγαλύτερων φύλλων, το LAI μειώθηκε σταδιακά αλλά μέχρι το τέλος Σεπτεμβρίου παρέμεινε σε σχετικά ικανοποιητικά επίπεδα στην περίπτωση της άρδευσης Ι3, αντίθετα με την ξηρική αντιμετώπιση (Ι1), που παρουσίασε αξιοσημείωτες μικρότερες τιμές LAI. Αντίθετα με την επίδραση της άρδευσης, καμία σημαντική επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στο LAI δεν βρέθηκε (Σχήμα 13).

#### 3.3.3. Ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA)

Το Σχήμα 14 δείχνει ότι το συνολικό SLA του κενάφ, πέραν από μια αρχική μέγιστη τιμή, μειώνεται προοδευτικά κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Το SLA πήρε αρχικά υψηλές τιμές κοντά στα  $21 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$  μορφολογικών θεμάτων της καλλιέργειας στα πρώτα στάδια αύξησης (νεαρά φύλλα) και παρέμεινε σε σχετικά υψηλές τιμές περίπου στο 17 μέχρι μέσα Σεπτεμβρίου, για να μειωθεί κατόπιν σε τιμές κοντά στο 12-13 στα τέλη Οκτώβρη (Σχ. 13). Το

SLA κατά τη διάρκεια της περιόδου αύξησης δεν επηρεάστηκε από διαφορετικές μεταχειρίσεις άρδευσης και αζώτου.

#### 3.3.4. *Αριθμός κύριων κόμβων ανά φυτό*

Όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 15, ο συνολικός αριθμός κόμβων και ο αριθμός κόμβων χωρίς φύλλα αυξανόταν σε συμφωνία με το ύψος φυτών. Καμία επίδραση δε βρέθηκε στον αριθμό κόμβων από διάφορες μεταχειρίσεις λίπανσης και άρδευσης. Η πτώση των φύλλων άρχισε τις πρώτες μέρες του Αυγούστου (πρώτο φύλλο στο φυτό 15-20 εκ. πάνω από την επιφάνεια). Ένα μήνα αργότερα τα πρώτα φύλλα εμφανίστηκαν 55-70 εκ πάνω από την επιφάνεια του εδάφους. Στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου ο συνολικός αριθμός φύλλων ήταν περίπου 70 ανά φυτό, και το 45% αυτών ήταν χωρίς φύλλα (Σχ. 15).

#### 3.3.5. *Φυτά ανά m<sup>2</sup>*

Το Σχήμα 16 παρουσιάζει τις μετρήσεις τελικών φυτών ανά m<sup>2</sup> στο χωράφι κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου 2004. Τα συνολικά φυτά ανά m<sup>2</sup> ήταν περίπου 19-20 ανεξάρτητα από τις μεταχειρίσεις του πειραματικού σχεδίου.

#### 3.3.6. *Αναλογία ξηρού/χλωρού*

Το Σχήμα 17 παρουσιάζει την αύξηση της αναλογίας ξηρού/χλωρού του κενάφ κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου 2004. Ένα μήνα μετά την εμφάνιση η υγρασία του φυτού ήταν 84%. Η υγρασία του κενάφ μειώθηκε ελαφρά κατά την περίοδο ανάπτυξης για να φτάσει το 74% στο τέλος της περιόδου αυτής (5.5 μήνες αργότερα).

#### 3.3.7. *Διάμετρος βάσης*

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 18, η διάμετρος της βάσης της ποικιλίας Tainnung 2 δεν επηρεάστηκε από τις διαφορετικές εφαρμογές αζώτου. Βρέθηκε μια όχι σημαντική ανωτερότητα των I3 αρδευόμενων φυτών για το μεγαλύτερο μέρος της περιόδου συγκομιδής. Η μέγιστη αύξηση της διαμέτρου βάσης παρατηρήθηκε κατά την περίοδο αρχές Ιουνίου μέχρι αρχές

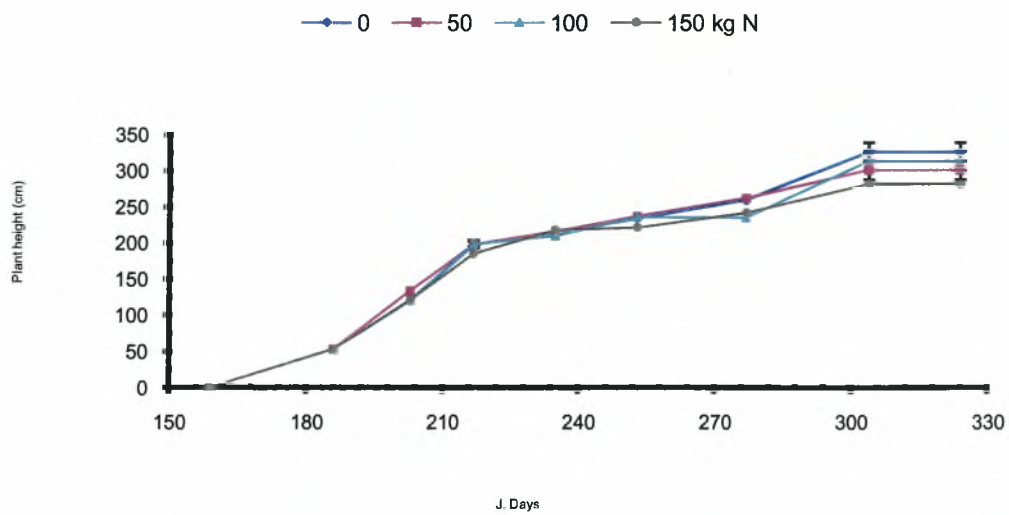
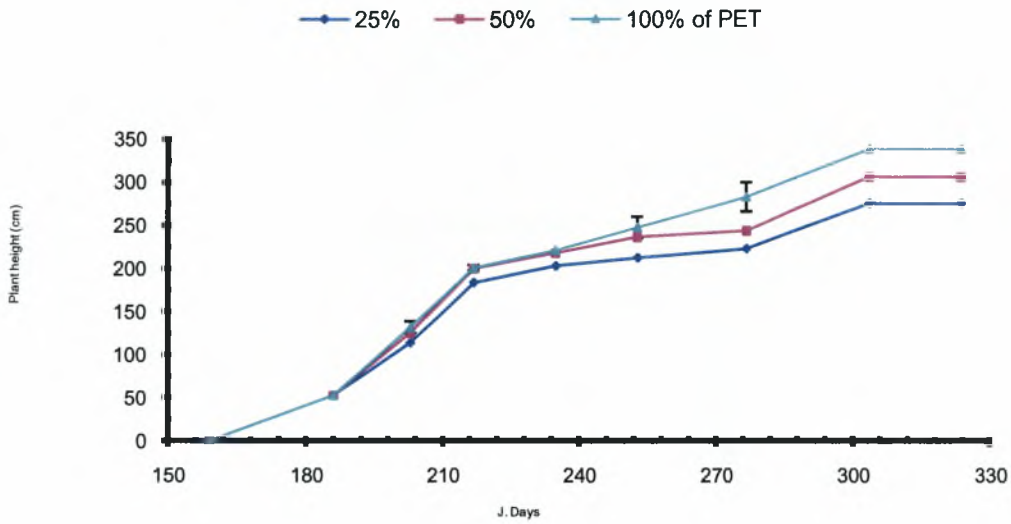
Αυγούστου με ρυθμό  $0.05 \text{ cm d}^{-1}$ , φτάνοντας μια μέση τιμή  $1.91 \text{ εκ}$  περίπου. Η τελική διάμετρος βάσης σε προχωρημένα στάδια αύξησης ήταν  $2.24$ ,  $2.42$  και  $2.5 \text{ εκ}$  για τα I1, I2 και I3 αρδευόμενα φυτά αντίστοιχα (Σχ. 18).

### 3.3.8. Συνολική ξηρή βιομάζα

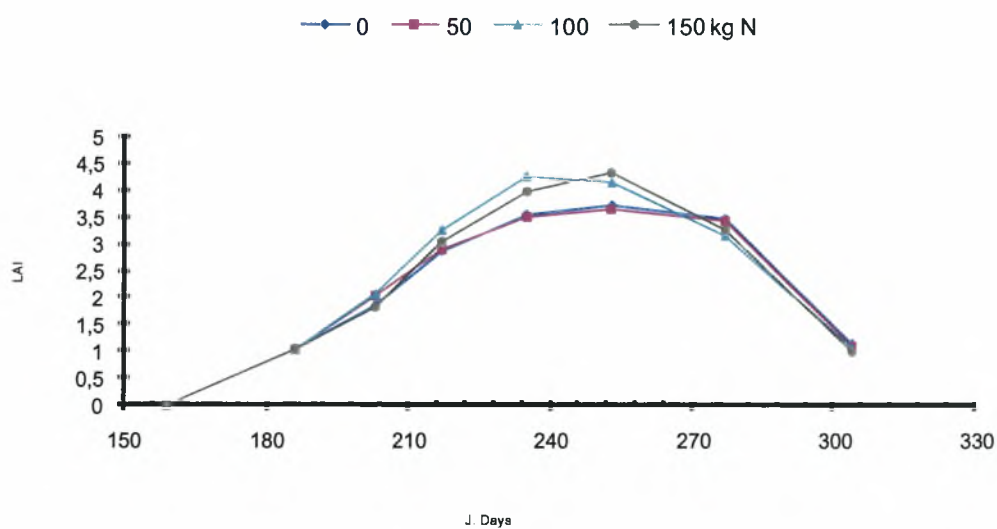
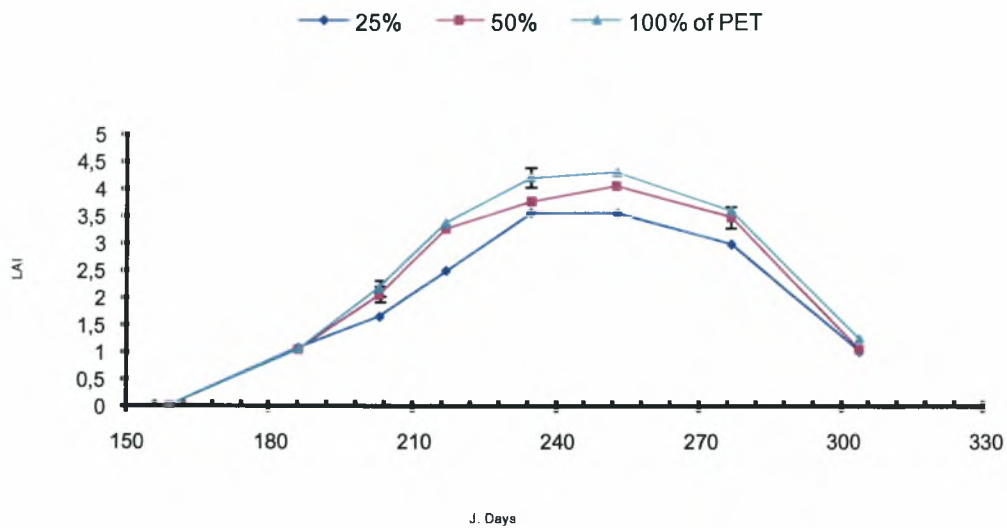
Όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 19, η αύξηση και παραγωγικότητα της ποικιλίας κενάφ Tainnung 2 δεν επηρεάστηκε από την αζωτούχο λίπανση στο εύρος  $0-150 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Αυτό συνέβη προφανώς εξαιτίας των χαμηλών απαιτήσεων σε άζωτο της καλλιέργειας και της υψηλής περιεκτικότητας αζώτου του εδάφους. Αντίθετα με την λίπανση, σημαντική επίδραση ( $P=0.05$ ) της άρδευσης παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια της περιόδου συγκομιδής με την I3 μεταχείριση να φτάνει μέγιστους ρυθμούς αύξησης από τις 22/8 μέχρι 4/8/2004 περί τα  $273 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$  και μέσο όρο  $120 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$  στο τέλος Οκτώβρη, φτάνοντας μέγιστη παραγωγή βιομάζας  $17.54 \text{ t ha}^{-1}$  για την μεταχείριση I3,  $15.97 \text{ t ha}^{-1}$  για την I2 και  $13.86 \text{ t ha}^{-1}$  για την I1 (Σχ. 19). Όπως και την πρώτη πειραματική χρονιά (2003), έτσι και τώρα (2004) τα I2 αρδευόμενα φυτά (50% λιγότερο νερό από την I3) κατέγραψαν υψηλή παραγωγή βιομάζας, περίπου το 90% της μέγιστης συνολικής ξηρής βιομάζας, που σημαίνει κάτω από υπάρχουσες συνθήκες (κλίματος και εδάφους) που επικρατούν στην μελετώμενη περιοχή της δυτικής Θεσσαλίας, το κενάφ χαρακτηρίζεται ως μια πολύ υποσχόμενη εναλλακτική καλλιέργεια για το κοντινό μέλλον.

### 3.3.9. Ξηρή βιομάζα βάσης

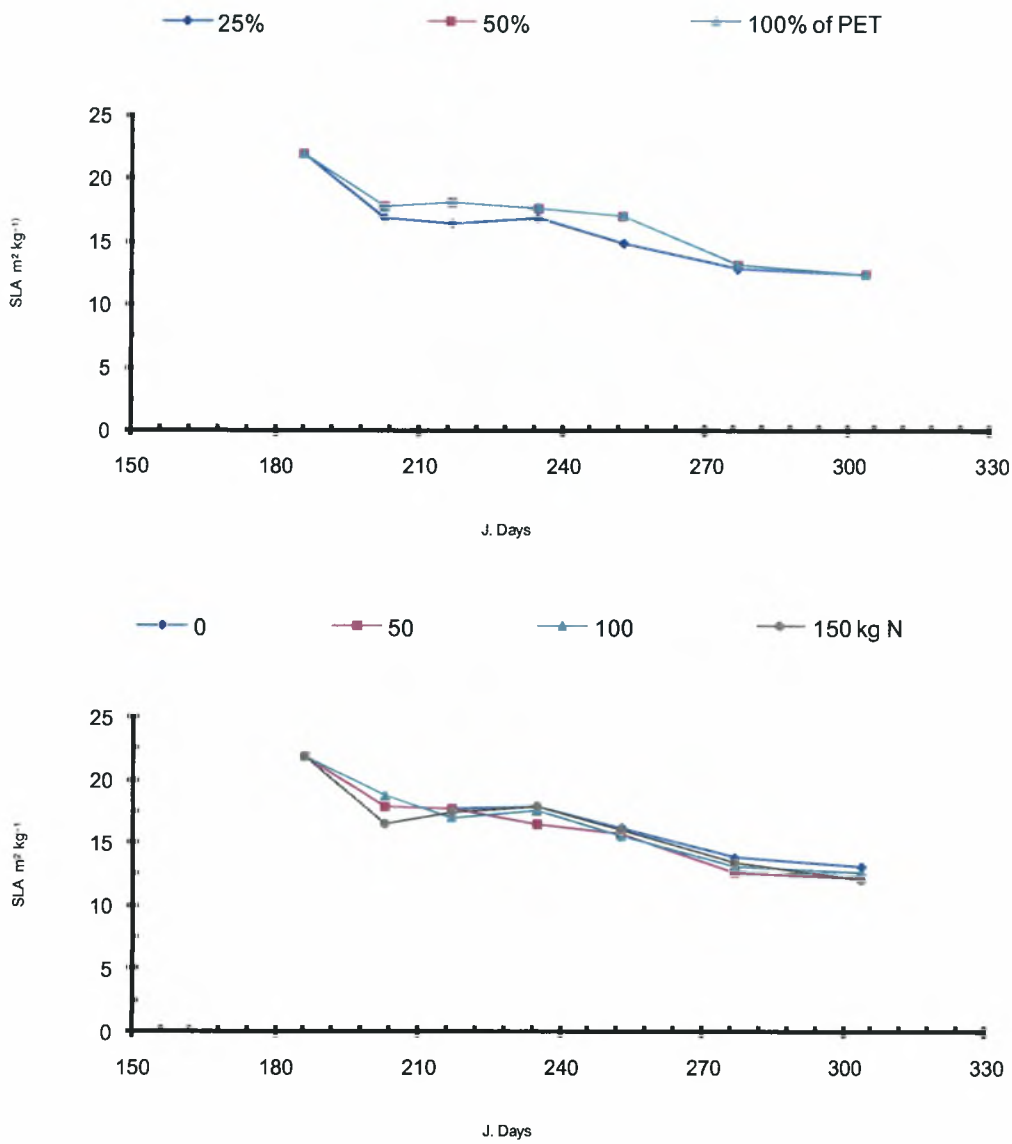
Το Σχήμα 20 παρουσιάζει την εξέλιξη της ξηρής βιομάζας βάσης. Παρόμοια με τη συνολική ξηρή βιομάζα, η ανάπτυξη της βάσης δεν επηρεάστηκε από την αζωτούχο λίπανση στο μελετώμενο εύρος. Σημαντική επίδραση της άρδευσης ( $P=0.05$ ) παρατηρήθηκε για το μεγαλύτερο μέρος της περιόδου αύξησης, με τα I3 αρδευόμενα φυτά να φτάνουν μέγιστους ρυθμούς αύξησης κατά την περίοδο τέλος Ιουλίου μέχρι μέσα Αυγούστου περί τα  $181 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ . Μέσοι ρυθμοί αύξησης της βάσης (κατά την περίοδο αύξησης) ήταν  $118 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ , και η μέγιστη ξηρή βιομάζα βάσης ήταν  $93$ ,  $14.36$  και  $12.37 \text{ t ha}^{-1}$  για τις I3, I2 και I1 μεταχειρίσεις αντίστοιχα. Στα πρώτα στάδια αύξησης η ξηρή βιομάζα βάσης αποτελούσε μόνο το 1/3 της συνολικής ξηρής βιομάζας ενώ αργότερα το ποσοστό αυξήθηκε στο 67% στα μέσα Αυγούστου και έφτασε το 90% (σύμφωνα με τη μεταχείριση) στο τέλος Νοέμβρη (Σχ. 20).



Σχήμα 12: Ύψος φυτών κενάφ καλλιεργημένου στην κεντρική Ελλάδα όπως επηρεάζεται από τρεις μεταχειρίσεις άρδευσης (πάνω) και τέσσερις αζωτούχους λιπάνσεις (κάτω). (Οι κάθετες γραμμές όπου υπάρχουν αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά για επίπεδο σημαντικότητας 0,05).

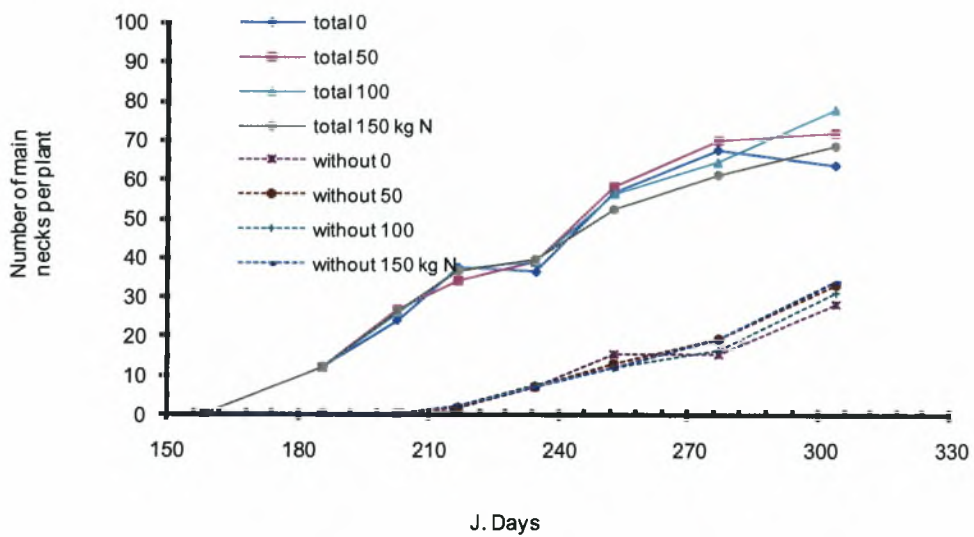
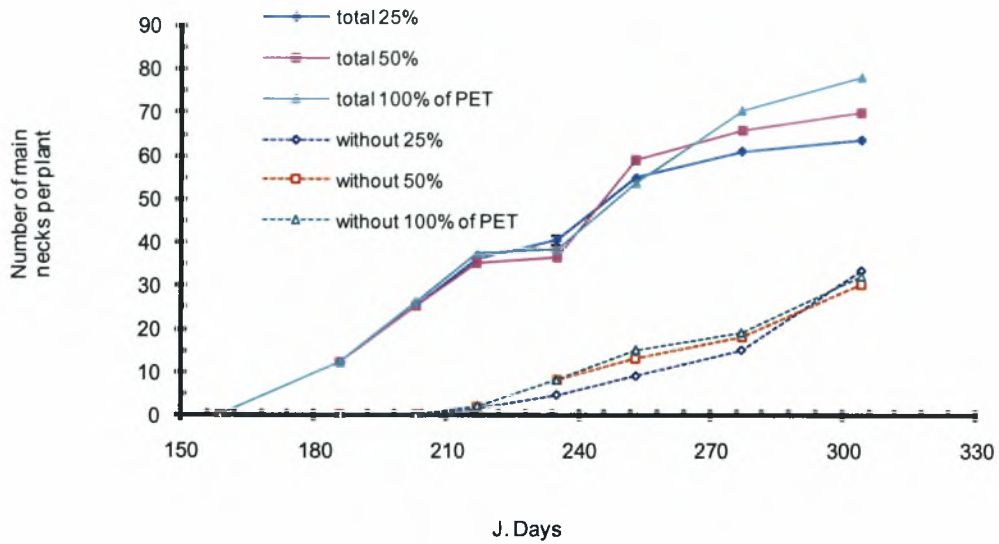


Σχήμα 13: Αύξηση του LAI του κενάφ καλλιεργημένου στην κεντρική Ελλάδα όπως επηρεάζεται από τρεις μεταχειρίσεις άρδευσης (πάνω) και τέσσερις αζωτούχους λιπάνσεις (κάτω). (Οι κάθετες γραμμές όπου υπάρχουν αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά για επίπεδο σημαντικότητας 0,05).

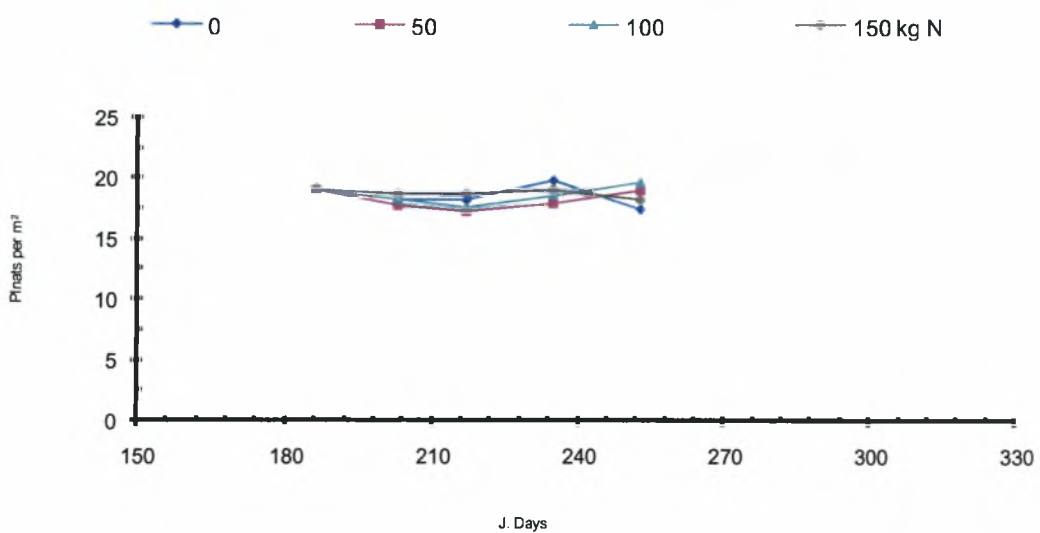
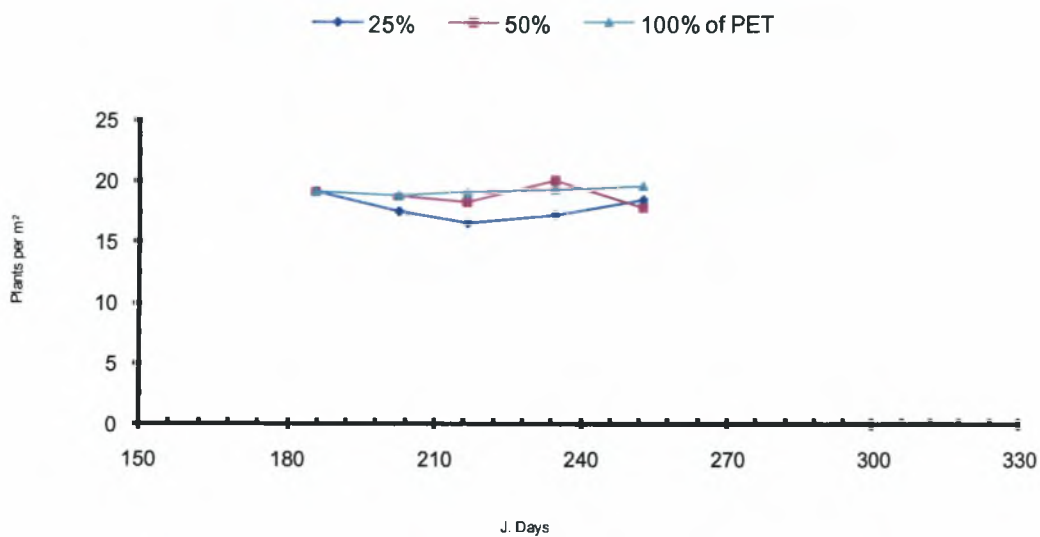


Σχήμα 14: SLA (ειδική φυλλική επιφάνεια) του κενάφ καλλιεργημένου στην κεντρική Ελλάδα όπως επηρεάζεται από τρεις μεταχειρίσεις άρδευσης (πάνω) και τέσσερις αζωτούχους λιπάνσεις (κάτω). (Οι κάθετες γραμμές όπου υπάρχουν αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά για επίπεδο σημαντικότητας 0,05).

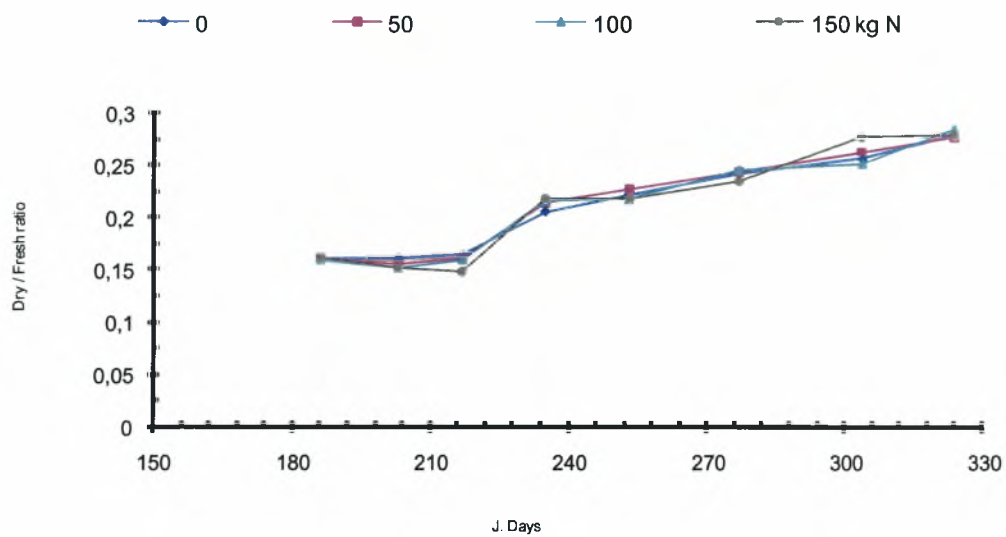
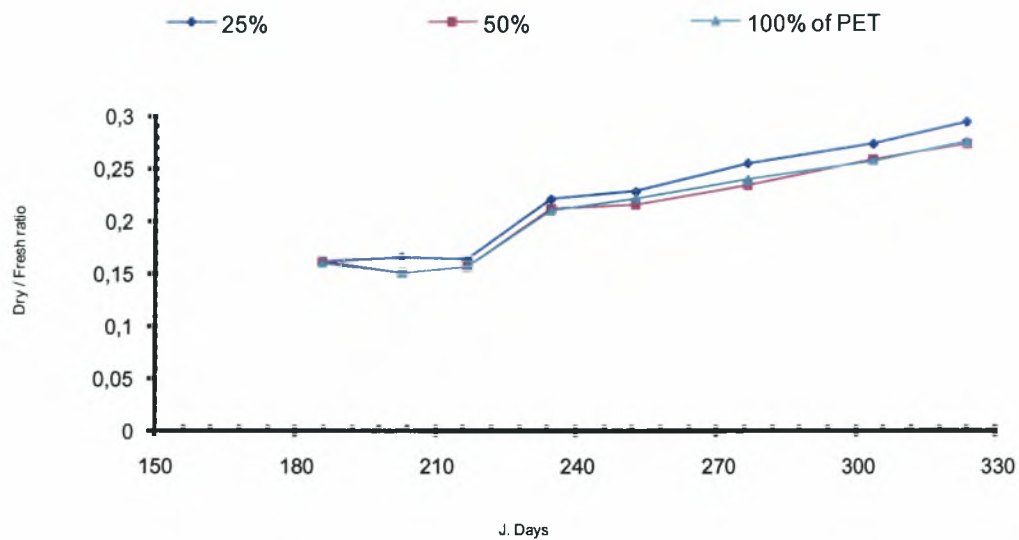




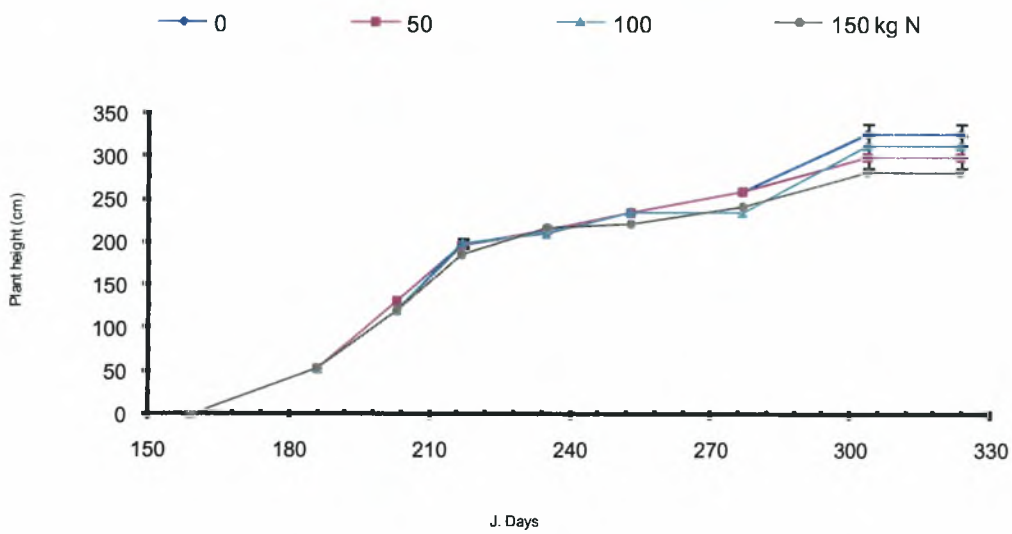
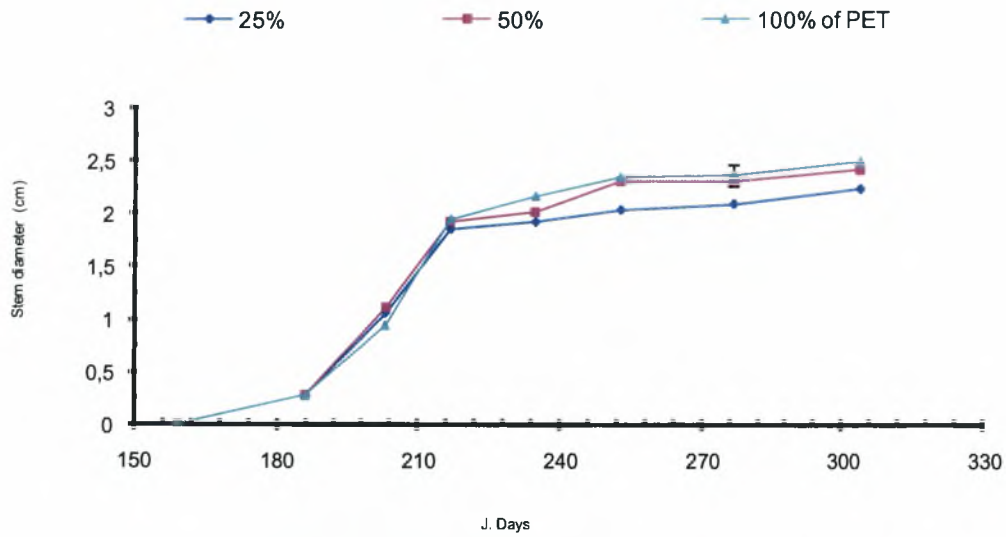
Σχήμα 15: Αριθμός κύριων κόμβων ανά φυτό (συνολικός και χωρίς φύλλα) του κενάφ καλλιεργημένου στην κεντρική Ελλάδα όπως επηρεάζεται από τρεις μεταχειρίσεις άρδευσης (πάνω) και τέσσερις αζωτούχους λιπάνσεις (κάτω). (Οι κάθετες γραμμές όπου υπάρχουν αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά για επίπεδο σημαντικότητας 0,05).



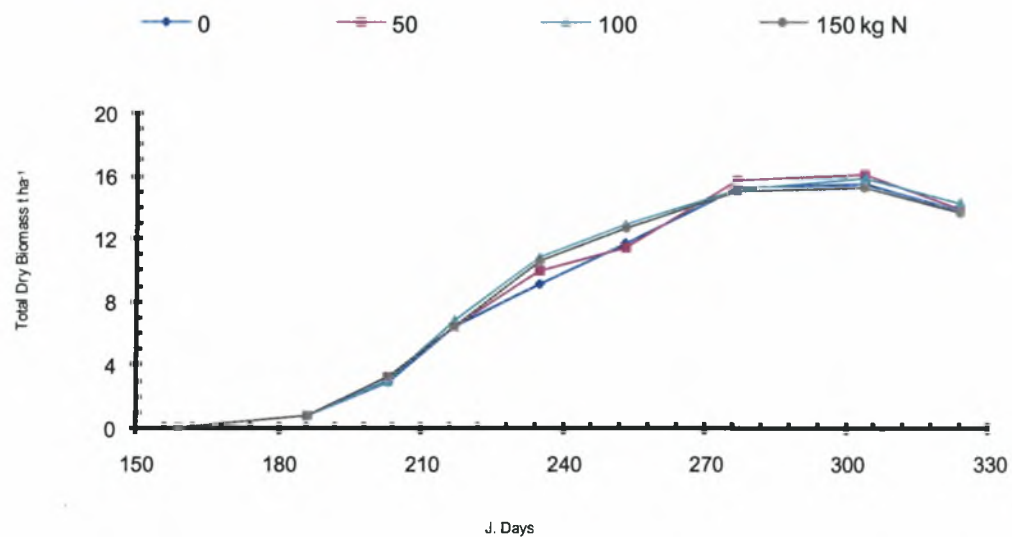
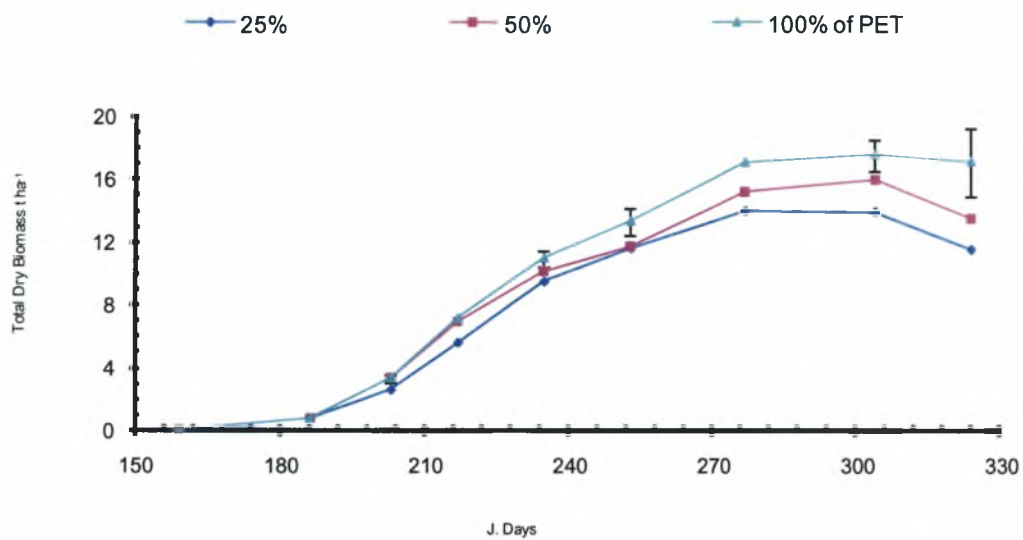
Σχήμα 16: Διαστάσεις φυτών ανά  $m^2$  του κενάφ καλλιεργημένου στην κεντρική Ελλάδα όπως επηρεάζεται από τρεις μεταχειρίσεις άρδευσης (πάνω) και τέσσερις αζωτούχους λιπάνσεις (κάτω). (Οι κάθετες γραμμές όπου υπάρχουν αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά για επίπεδο σημαντικότητας 0,05).



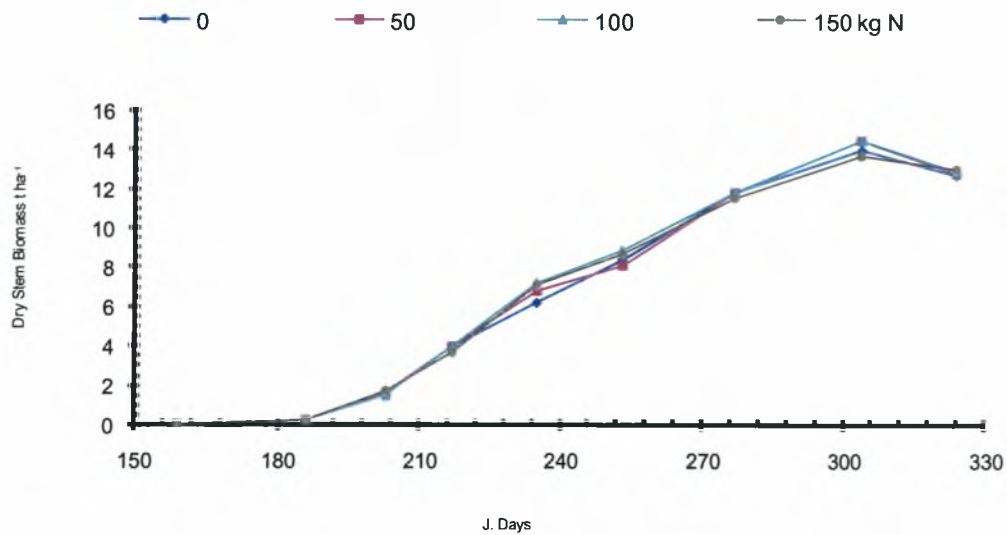
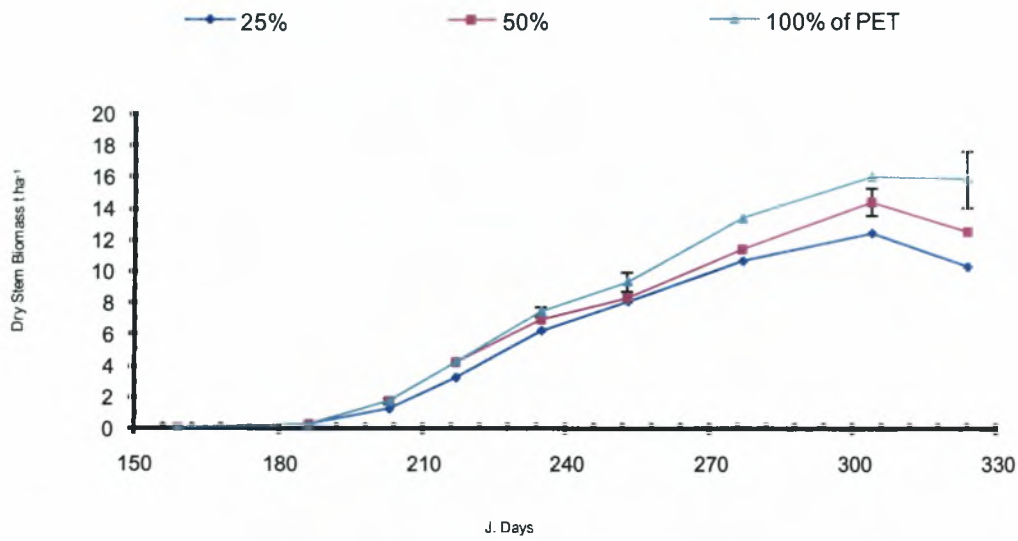
Σχήμα17: Αναλογία ξηρού/χλωρού του κενάφ καλλιεργημένου στην κεντρική Ελλάδα όπως επηρεάζεται από τρεις μεταχειρίσεις άρδευσης (πάνω) και τέσσερις αζωτούχους λιπάνσεις (κάτω). (Οι κάθετες γραμμές όπου υπάρχουν αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά για επίπεδο σημαντικότητας 0,05).



Σχήμα 18: Διάμετρος βάσης (εκ) του κενάφ καλλιεργημένου στην κεντρική Ελλάδα όπως επηρεάζεται από τρεις μεταχειρίσεις άρδευσης (πάνω) και τέσσερις αζωτούχους λιπάνσεις (κάτω). (Οι κάθετες γραμμές όπου υπάρχουν αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά για επίπεδο σημαντικότητας 0,05).



Σχήμα 19: Συνολική ξηρή βιομάζα του κενάφ καλλιεργημένου στην κεντρική Ελλάδα όπως επηρεάζεται από τρεις μεταχειρίσεις άρδευσης (πάνω) και τέσσερις αζωτούχους λιπάνσεις (κάτω). (Οι κάθετες γραμμές όπου υπάρχουν αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά για επίπεδο σημαντικότητας 0,05).



Σχήμα 20: Ξηρή βιομάζα βάσης του κενάφ καλλιεργημένου στην κεντρική Ελλάδα όπως επηρεάζεται από τρεις μεταχειρίσεις άρδευσης (πάνω) και τέσσερις αζωτούχους λιπάνσεις (κάτω). (Οι κάθετες γραμμές όπου υπάρχουν αντιπροσωπεύουν την ελάχιστη σημαντική διαφορά για επίπεδο σημαντικότητας 0,05).



#### 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα μελέτη παρουσιάζει μια ευρεία βάση αγρονομικών δεδομένων (ρυθμούς αύξησης σε ύψος και βιομάζα, δείκτη φαλλικής επιφάνειας, κοκ) για δύο όψιμες ποικιλίες κενάφ στην Θεσσαλία κάτω από διάφορες μεταχειρίσεις, όπως άρδευση, λίπανση, εποχή σποράς. Επιγραμματικά τα κυριότερα συμπεράσματα από την παρούσα μελέτη είναι:

- Η προσαρμοστικότητα και η αποδοτικότητα του κενάφ κάτω από τις δεδομένες πειραματικές συνθήκες (pH=8-8.2, πηλώδες έδαφος με υπόγεια στάθμη νερού, περιεκτικότητα σε οργανική ουσία >1%) κρίνεται πολύ ιδιαίτερος ικανοποιητική.
- Το εύρος παραγωγικότητας του κενάφ στην Καρδίτσα για την καλλιεργητική περίοδο του 2004 κυμάνθηκε από 11 έως 18 τόνους ανά εκτάριο σε ξηρό βάρος.
- Ο παράγοντας εποχή σποράς (1/6 σε σχέση με 1/7 σπορά) είχε την μεγαλύτερη επίδραση στην παραγωγή βιομάζας, με τη πρόιμη σπορά να υπερέχει κατά 40% της όψιμης. Μπορεί λοιπόν να ειπωθεί ότι μια ακόμα πιο πρόιμη σπορά (τέλη Απρίλη έως μέσα Μάη) ίσως αυξήσει περαιτέρω της απόδοση του κενάφ σε βιομάζα. Αυτό χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση.
- Η άρδευση αύξησε την απόδοση του κενάφ ( $I_1$  έναντι  $I_3$ ), αλλά το σημαντικό από την παρούσα μελέτη είναι ότι άρδευση με το 50% της εξατμισοδιαπνοής ( $I_2$ ) έδωσε τις ίδιες αποδόσεις με τα πλήρως ποτισμένα τεμάχια ( $I_3$ ). Αυτό δείχνει πρώτον ότι δυναμικό παραγωγής επιτεύχθηκε το 2004 (18 τόνους ξ.ο./εκτάριο) και δεύτερον το κενάφ στην Καρδίτσα, και ιδιαίτερος σε εδάφη με υπόγεια στάθμη, μπορεί να καλλιεργηθεί εξοικονομώντας αρδευτικό νερό (4-5 ποτίσματα με συνολική ποσότητα 250 χιλιοστά νερού).
- Ο παράγοντας λίπανση στο μελετώμενο εύρος 0 έως 120 κιλά N/εκτάριο δεν επηρέασε σημαντικά την απόδοση. Αυτό ίσως να οφείλεται στο ότι το κενάφ δεν παράγει σπόρους (όπως π.χ. ηλιάνθος, καλαμπόκι, σιτάρι), οι οποίοι σπόροι είναι πολύ απαιτητικοί σε άζωτο. Σε παρόμοια πειράματα εκτός Θεσσαλίας, η επίδραση της λίπανσης δεν κρίθηκε σημαντική.
- Η πυκνότητα σποράς στο μελετώμενο εύρος 20 έως 30 φυτά/μ<sup>2</sup> δεν επηρέασε σημαντικά την απόδοση, και φαίνεται ότι η καλλιέργεια του κενάφ έχει ένα μεγάλο εύρος πυκνοτήτων

όπου μέγιστη βιομάζα επιτυγχάνεται. Τέλος στις αραιές φυτείες παρατηρήθηκε μεγαλύτερη αύξηση βραχιόνων.

- Τέλος και οι δύο ποικιλίες έδωσαν παρόμοιες παραγωγές. Αυτό είναι σε απόλυτη συμφωνία και με ευρήματα από τη διεθνή βιβλιογραφία. Παρόλα αυτά περισσότερες ποικιλίες θα πρέπει να αξιολογηθούν στην κεντρική Ελλάδα.

## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alexopoulou, E., M. Christou, M. Mardikis and A. Chatziathanassiou. 1999. Growth and Yields of kenaf in central Greece. Sixth Symposium on Renewable Resources and Fourth European Symposium on Industrial Crops and Products, Bonn, Germany
- Alexopoulou, E., M. Christou, M. Mardikis, and A. Chatziathanassiou. 2000. Growth and yields of kenaf varieties in central Greece. *Industrial Crops and Products* 11:163-172.
- Angelini, L.G., M. Macchia, L. Ceccarini, and E. Bonari. 1998. Screening of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) genotypes for low temperature requirements during germination and evaluation of feasibility of seed Production in Italy. *Field Crops Research* 59:73-79.
- Archontoulis, S.V., N.G. Danalatos, and P.C. Struik 2007. Irrigation effects on the growth and biomass Productivity of two kenaf genotypes on aquatic soils of central Greece. 15th European Biomass Conference and Exhibition: Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Berlin, German.
- Banuelos, G.S., G. Cardon, B. Mackey, J. Benasher, L. Wu, P. Beuselinck, S. Akohoue, and S. Zambrzuski. 1993. Boron and Selenium Removal in Boron-Laden Soils by 4 Sprinkler Irrigated Plant-Species. *Journal of Environmental Quality* 22:786-792.
- Bhangoo, M.S., and C.G. Cook. 1992. Regional Uniform Kenaf Variety Trial in the San Joaquin Valley, California. Fourth Annual International Kenaf Association Conference, Biloxi, MS.
- Bhangoo, M.S., and C.G. Cook. 1993. Regional Uniform Kenaf Variety Trial in the San Joaquin Valley, California. Fifth Annual International Kenaf Association Conference, Fresno, CA.
- Bhangoo, M.S., C.G. Cook, and A. Gaberhiwit. 1994. Regional Uniform Kenaf Variety Trial in the San Joaquin Valley, California. Sixth Annual International Kenaf Association Conference, New Orleans, LA.
- Bhangoo, M.S., Tehrani, H.S. and Henderson, J., 1986. Effects of Planting date, nitrogen levels, row spacing and Plant Population on kenaf Performance in San Joaquin Valley. *Agronomy Journal*. 78(4): 600–604.

- Carberry, P.S., and D.G. Abrecht. 1990. Germination and Elongation of the Hypocotyl and Radicle of Kenaf (*Hibiscus-Cannabinus*) in Response to Temperature. *Field Crops Research* 24:227-240.
- Carberry, P.S., R.C. Muchow, R. Williams, J.D. Sturtz, and R.L. Mccown. 1992. A Simulation-Model of Kenaf for Assisting Fiber Industry Planning in Northern Australia .1. General Introduction and Phenological Model. *Australian Journal of Agricultural Research* 43:1501-1513.
- Clark, T.F., R.L. Cunningh., and I.A. Wolff. 1971. Search for New Fiber Crops .14. Bond Paper Containing Continuously Pulped Kenaf. *Tappi* 54:63-67
- Danalatos, N.G., and S.V. Archontoulis. 2004. Potential growth and biomass productivity of kenaf under central Greek conditions: I. the influence of fertilization and irrigation. In: Van Swaalj, W.P.M., Fjalistrom, T., Helm, P., Grassi, A. (Ed.), *Biomass for Energy, Industry and Climate Protection. Proceedings of the 2nd World Biomass Conference, Roma, Italy*, PP 323-326
- Danalatos, N.G., II. Gintsioudis, E. Skoufogianni, K. Giannoulis, M. ChatzidimoPoulos, G. Gournezakis, E. AlexoPoulou, and S. Archontoulis. 2006. Three Years Kenaf Cultivation In Central Greece: Assessment And Future Perspectives. *International Conference, on Information Systems, Sustainable Agriculture, Agro-environment and Food technology, Volos, Greece.*
- Hari, O.M., R.R. Srivastava, and O.N. Tiwar. 1978. Effect of nitrogen, Phosphorus and Potash fertilization on the growth and yield of garlic. *Indian Journal of Horticulture* 35(4):364-369.
- Higgins, J.J., and G.A. White. 1970. Effects of Plant Population and Harvest Date on Stem Yield and Growth Components of Kenaf in Maryland. *Agronomy Journal* 62:667-673.
- Kuchinda, N.C., W.B. Ndahi, S. T. O. Lagoke and M. K. Ahmed. 2001. The effects of nitrogen and Period of weed interference on the fibre yield of kenaf (*Hisbiscus cannabinus* L.) in the northern Guinea Savanna of Nigeria. *Crop Protection*. 20(3):229-235.
- Lewy, M. 1947. Kenaf seed oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 24:3-5.

- Lyons, D.J., R.L. Williams, and L.E., McCallum. 1991. Sap analysis for the Production of stem and need for extra nitrogen fertilization for kenaf. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 22(7-8):659-666.
- McGovern, J.N., M.O. Bagby, T.F. Clark, J.E. Atchison, J. Collins, F.P. Niedermaier, U. Lowgren, J.R. Stillinger, I. Wentworth, A.B. Bush, J. Smith, and P. Vajda. 1976. Non-Wood Plant fiber Pulping. Progress report no.7. Tappi. CA Rep.
- Moreno A., E.F. de Andres, I. Walter and J. L. Tenorio. 2004. Kenaf responses to irrigation and nitrogen fertilization in central region of Spain. In Proc. of the 2nd World Conference on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection Rome, Italy.
- Muir, J.P. 2001. Dairy compost, variety and stand age effects on kenaf forage yield, nitrogen and Phosphorus concentration and uptake. *Agronomy Journal*. 93:1169-1173
- Negi, A.S., J.S. Brown, and H.C. Sherma. 1982. Potato response to nitrogen with and without Phosphorus and Potassium in acid Hill Soils. *Horticulture Science*. 3-4:248-254.
- Nielsen, D.C. 2004. Kenaf Forage Yield and Quality under Varying Water Availability. *Agronomy Journal*. 96:204-213.
- Overman, A.R., and A. Nguy. 1975. Growth response and nutrient uptake by forage crops under effluent irrigation. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 6:81-93.
- Touzinsky, G.F., R.L. Cunningham, and M.O .Bagby. 1980. Papermaking Properties of kenaf thermomechanical Pulp. *Tappi*. 63:53-55.
- Webber, C.L. 1992. Varietal Differences in Kenaf Yield Components. *Tappi*. 75:153-155.
- Webber, C.L., and V.K. Bledsoe. 2002. Plant maturity and kenaf yield components. *Industrial Crops and Products*. 16:81-88.
- Webber, C.L., J. Whitworth, and J. Dole. 1999. Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) core as a containerized growth medium component. *Industrial Crops and Products*. 10:97-105.
- White, G.A., B.C. Willingham, W.H. Skrdla, J.H. Massey, J.J. Higgins, W. Calhoun, A.M. Davis, D.D. Dolan, and F.R. Earle. 1971. Agronomic evaluation of Prospective new crop species. *Economic Botany*. 25:22-43.

Wilson, F.D., and M.Y .Menzel. 1964. Kenaf (*Hibiscus cannabinus*), roselle (*Hibiscus sabdariffa*). *Economic Botany*. 18:80-91.



## 6. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### 6.1. Μετεωρολογικά δεδομένα

Ημέρα	Ιουλιανές ημέρες	βροχή (mm)	ταχύτητα ανέμου (m/sec)	σχετική υγρασία (%)	ηλιακή ακτινοβολία W/m <sup>2</sup>	μέγιστη θερμοκρ. (°C)	ελάχιστη θερμοκρ. (°C)
01/01/2004	1	0.2	0.42	94.98	101.39	9.4	6.9
02/01/2004	2	0.4	0.53	89.04	187.93	12.3	6.9
03/01/2004	3	11.6	1.92	94.71	80.63	9.0	5.6
04/01/2004	4	3.6	1.74	87.18	128.46	8.6	5.1
05/01/2004	5	0.0	0.90	86.60	298.01	9.9	3.2
06/01/2004	6	0.0	2.50	80.03	110.64	4.9	-0.4
07/01/2004	7	0.0	0.72	63.84	144.78	1.4	-4.3
08/01/2004	8	0.0	0.54	75.87	306.98	6.0	-4.4
09/01/2004	9	0.0	0.34	82.71	304.58	6.4	-2.2
10/01/2004	10	18.2	0.69	94.97	25.90	2.2	0.1
11/01/2004	11	24.4	1.04	94.32	127.37	4.0	-0.6
12/01/2004	12	0.0	0.80	87.09	273.14	3.7	-4.0
13/01/2004	13	1.6	0.69	88.23	240.33	6.2	-2.2
14/01/2004	14	0.0	0.61	92.11	143.32	6.2	-0.3
15/01/2004	15	0.0	1.04	85.18	282.40	15.0	0.0
16/01/2004	16	0.0	2.63	54.20	347.76	13.1	4.0
17/01/2004	17	0.0	0.61	80.05	334.88	11.2	-1.5
18/01/2004	18	0.0	0.69	82.32	257.28	11.8	0.2
19/01/2004	19	0.0	0.52	88.05	196.50	13.1	3.7
20/01/2004	20	1.8	1.28	85.30	229.16	15.6	3.0
21/01/2004	21	10.2	2.45	90.14	125.14	10.8	4.9
22/01/2004	22	9.2	4.11	80.87	157.31	3.6	-1.6
23/01/2004	23	2.6	2.35	56.72	365.50	0.2	-7.6
24/01/2004	24	0.2	1.40	74.55	318.74	-2.2	-10.9
25/01/2004	25	1.2	0.83	78.18	344.02	-0.3	-10.6
26/01/2004	26	0.2	0.61	80.01	329.31	2.5	-7.5
27/01/2004	27	0.0	0.47	86.73	266.88	3.1	-3.2
28/01/2004	28	1.4	1.33	89.38	180.06	14.4	-0.4
29/01/2004	29	21.4	2.20	78.20	294.77	13.8	5.6
30/01/2004	30	6.8	1.79	85.93	122.98	5.2	0.7
31/01/2004	31	4.8	2.09	69.68	333.46	9.7	1.3
01/02/2004	32	0.0	0.40	81.63	355.51	9.3	-1.3
02/02/2004	33	0.0	0.70	79.18	366.88	15.0	-0.4
03/02/2004	34	0.0	2.10	74.90	226.10	15.1	1.1
04/02/2004	35	0.0	0.72	71.92	364.94	13.9	-0.1
05/02/2004	36	0.0	0.65	80.00	347.89	16.9	0.9
06/02/2004	37	0.0	0.55	77.70	382.73	22.0	3.0
07/02/2004	38	0.0	0.53	71.79	400.51	22.2	2.5
08/02/2004	39	0.0	3.75	53.35	389.92	19.2	9.8
09/02/2004	40	0.0	0.90	72.16	264.87	15.9	2.5
10/02/2004	41	0.0	1.57	61.78	326.78	10.6	1.6
11/02/2004	42	0.0	0.48	61.23	360.28	7.6	-2.4

12/02/2004	43	2.2	2.60	83.02	57.65	4.2	-4.8
13/02/2004	44	0.0	3.90	46.92	439.27	-1.1	-6.1
14/02/2004	45	0.0	1.08	64.92	358.07	3.1	-9.7
15/02/2004	46	0.0	0.97	69.85	420.61	12.2	-5.5
16/02/2004	47	2.2	1.83	72.43	354.87	8.8	-1.3
17/02/2004	48	20.4	1.49	92.34	185.55	2.8	0.0
18/02/2004	49	1.0	0.57	84.89	422.01	6.9	-3.4
19/02/2004	50	0.0	0.43	81.58	412.24	10.5	-1.8
20/02/2004	51	0.0	0.39	85.00	283.91	11.6	3.1
21/02/2004	52	0.0	3.34	85.09	82.97	6.8	3.2
22/02/2004	53	0.4	1.55	83.29	149.43	5.4	2.3
23/02/2004	54	0.8	0.75	87.92	183.17	7.5	2.3
24/02/2004	55	0.4	0.75	90.45	263.06	12.3	2.7
25/02/2004	56	0.0	2.60	73.45	318.36	18.3	7.4
26/02/2004	57	0.0	2.29	76.24	337.14	20.2	8.3
27/02/2004	58	0.2	3.08	73.09	212.39	20.8	11.0
28/02/2004	59	0.0	2.45	55.78	425.20	19.6	7.8
01/03/2004	60	0.0	1.21	64.39	444.17	16.6	0.8
02/03/2004	61	0.0	1.23	66.05	357.73	16.8	5.7
03/03/2004	62	11.2	0.76	84.84	90.99	9.0	6.0
04/03/2004	63	13.8	1.41	90.10	93.13	6.0	4.2
05/03/2004	64	0.0	1.43	78.60	197.54	4.9	2.9
06/03/2004	65	0.0	1.04	73.63	421.95	7.4	0.2
07/03/2004	66	0.0	1.50	69.40	416.88	9.2	-0.1
08/03/2004	67	2.2	1.79	86.62	80.03	6.3	3.6
09/03/2004	68	6.2	1.35	88.71	185.10	9.8	3.3
10/03/2004	69	0.0	2.67	65.13	476.89	14.2	1.5
11/03/2004	70	1.0	2.16	75.94	368.90	12.2	-0.4
12/03/2004	71	10.0	2.62	90.16	83.26	8.1	6.5
13/03/2004	72	0.0	0.72	87.01	231.07	10.6	5.7
14/03/2004	73	0.0	0.73	82.55	221.27	11.2	4.8
15/03/2004	74	0.0	0.53	79.39	480.89	14.9	1.3
16/03/2004	75	0.0	0.83	80.73	444.10	18.7	4.9
17/03/2004	76	0.0	0.83	73.41	497.09	19.4	4.0
18/03/2004	77	0.0	1.33	67.95	555.88	22.2	4.9
19/03/2004	78	0.0	0.93	70.75	505.03	21.5	6.9
20/03/2004	79	0.0	0.91	67.22	455.23	24.2	6.6
21/03/2004	80	0.0	1.19	56.81	498.08	24.3	6.1
22/03/2004	81	0.0	2.70	53.66	509.74	21.6	7.0
23/03/2004	82	0.0	1.58	65.68	343.57	19.1	6.7
24/03/2004	83	6.4	4.76	70.72	459.13	14.5	8.9
25/03/2004	84	0.0	4.19	61.55	482.75	18.3	5.2
26/03/2004	85	0.2	2.02	63.42	255.89	18.3	9.7
27/03/2004	86	0.0	1.92	71.17	394.31	23.7	7.2
28/03/2004	87	7.4	1.06	84.99	113.82	13.5	5.8
29/03/2004	88	0.0	1.55	87.48	385.34	16.2	5.8
30/03/2004	89	0.0	2.93	79.43	168.91	13.3	9.1
31/03/2004	90	0.0	1.47	72.52	310.36	14.0	5.7
01/04/2004	91	14.6	1.15	88.03	131.34	8.3	6.6
02/04/2004	92	0.0	1.56	77.37	509.75	15.8	3.6

03/04/2004	93	0.0	1.33	71.10	429.25	14.9	5.7
04/04/2004	94	0.0	1.51	75.77	488.20	15.1	4.0
05/04/2004	95	0.0	0.76	74.60	509.01	19.6	4.2
06/04/2004	96	0.0	2.25	62.46	573.80	21.7	4.7
07/04/2004	97	0.0	2.26	58.06	452.70	21.7	7.9
08/04/2004	98	0.0	3.62	51.88	480.43	23.8	13.8
09/04/2004	99	0.0	2.04	45.95	496.04	27.0	10.6
10/04/2004	100	0.0	2.95	45.27	339.75	25.5	14.6
11/04/2004	101	0.0	2.07	57.23	424.46	26.5	11.3
12/04/2004	102	0.0	2.52	54.50	227.68	24.3	14.8
13/04/2004	103	0.4	3.65	58.94	509.56	25.5	13.0
14/04/2004	104	0.0	4.07	42.77	623.73	21.8	10.3
15/04/2004	105	0.0	3.94	55.88	499.31	18.1	8.2
16/04/2004	106	0.0	2.51	53.96	362.73	16.4	8.5
17/04/2004	107	0.4	1.63	67.56	320.47	15.6	7.6
18/04/2004	108	11.2	1.05	87.02	226.12	14.8	9.6
19/04/2004	109	10.6	2.01	86.86	364.97	19.5	10.4
20/04/2004	110	2.4	2.54	81.97	265.09	18.5	11.7
21/04/2004	111	8.0	1.52	88.67	148.94	12.6	6.4
22/04/2004	112	0.8	1.31	76.76	526.48	20.2	9.3
23/04/2004	113	0.0	0.87	66.10	614.21	22.4	8.9
24/04/2004	114	0.0	0.94	69.74	380.43	23.1	8.5
25/04/2004	115	21.4	1.45	90.20	111.31	15.3	11.5
26/04/2004	116	8.8	2.09	90.17	167.91	15.3	11.7
27/04/2004	117	0.4	1.71	87.24	245.67	16.5	12.1
28/04/2004	118	0.0	1.36	77.77	504.92	19.4	11.8
29/04/2004	119	0.0	1.56	74.72	611.41	22.2	9.2
30/04/2004	120	0.0	1.79	73.46	370.85	20.1	11.7
01/05/2004	121	1.8	0.95	78.74	365.00	20.0	12.8
02/05/2004	122	0.0	0.94	74.49	464.59	23.0	9.4
03/05/2004	123	0.0	1.64	65.84	585.99	26.5	9.9
04/05/2004	124	1.4	1.42	80.67	186.27	18.8	12.5
05/05/2004	125	33.6	1.83	94.66	218.23	19.3	11.3
06/05/2004	126	0.2	1.75	76.63	503.33	23.4	11.5
07/05/2004	127	0.0	5.11	49.69	565.33	22.8	14.4
08/05/2004	128	0.0	3.26	48.27	578.16	24.5	8.6
09/05/2004	129	0.4	0.91	75.52	342.15	21.7	10.8
10/05/2004	130	0.2	2.36	67.92	599.76	25.9	10.2
11/05/2004	131	0.0	3.00	43.26	569.14	24.5	11.4
12/05/2004	132	0.0	2.16	53.77	574.08	26.3	10.1
13/05/2004	133	0.0	2.80	1991.43	557.04	27.1	10.2
14/05/2004	134	2.6	3.29	55.42	448.51	24.5	11.8
15/05/2004	135	0.0	2.05	57.60	448.95	22.2	14.8
16/05/2004	136	8.6	1.86	74.07	381.49	20.3	12.3
17/05/2004	137	28.0	1.58	92.12	117.42	14.4	11.9
18/05/2004	138	1.6	1.95	85.92	345.42	18.0	11.7
19/05/2004	139	0.0	0.77	73.36	547.43	22.2	10.1
20/05/2004	140	0.0	0.95	69.35	474.05	25.3	10.8
21/05/2004	141	0.0	1.35	65.66	573.64	27.4	13.6
22/05/2004	142	0.0	1.63	56.04	592.46	28.5	13.5

23/05/2004	143	0.0	2.31	46.89	534.32	29.2	12.6
24/05/2004	144	0.0	3.21	51.97	449.30	26.5	15.0
25/05/2004	145	0.0	2.16	45.86	574.01	20.2	11.6
26/05/2004	146	0.0	1.46	54.80	628.96	22.4	7.9
27/05/2004	147	0.0	1.61	54.40	591.21	24.4	9.3
28/05/2004	148	0.0	1.83	55.35	530.29	24.7	10.4
29/05/2004	149	0.6	1.69	59.93	577.41	24.7	9.8
30/05/2004	150	9.4	2.00	83.55	260.38	18.5	14.2
31/05/2004	151	0.0	1.38	64.56	593.04	27.7	10.7
01/06/2004	152	0.0	1.96	51.18	584.95	28.8	15.9
02/06/2004	153	0.0	1.65	67.05	314.58	22.6	16.4
03/06/2004	154	0.6	2.12	75.40	480.64	26.8	12.2
04/06/2004	155	0.0	3.57	67.29	444.49	26.7	14.5
05/06/2004	156	4.6	2.46	70.50	456.59	25.0	15.2
06/06/2004	157	0.0	2.43	67.24	586.46	27.1	14.1
07/06/2004	158	2.2	1.63	71.88	424.61	25.7	14.4
08/06/2004	159	0.0	1.30	65.23	616.61	28.1	13.0
09/06/2004	160	1.0	1.00	57.89	513.74	28.7	15.9
10/06/2004	161	0.0	1.04	55.82	530.58	31.8	15.4
11/06/2004	162	0.0	1.66	55.21	586.48	32.0	18.4
12/06/2004	163	0.0	1.28	54.30	559.05	34.6	17.7
13/06/2004	164	0.0	1.68	49.91	617.54	35.0	18.8
14/06/2004	165	0.0	1.83	52.08	570.32	33.1	19.0
15/06/2004	166	0.0	2.06	58.04	573.10	31.7	20.1
16/06/2004	167	0.0	2.20	53.91	598.46	33.9	18.1
17/06/2004	168	1.0	1.44	56.64	319.80	29.5	19.0
18/06/2004	169	11.6	1.44	87.21	263.02	26.3	18.4
19/06/2004	170	0.0	1.31	68.42	591.78	31.4	16.7
20/06/2004	171	0.0	1.86	64.37	505.56	30.9	17.9
21/06/2004	172	0.0	1.89	58.23	599.59	32.6	15.4
22/06/2004	173	0.0	3.25	41.51	594.24	32.9	18.3
23/06/2004	174	0.0	1.66	57.11	578.46	31.8	17.5
24/06/2004	175	0.0	1.61	51.78	624.75	32.7	17.4
25/06/2004	176	0.0	1.50	52.11	593.55	34.6	19.3
26/06/2004	177	0.0	1.50	50.14	636.47	35.2	19.0
27/06/2004	178	0.0	2.25	51.22	536.34	31.8	20.8
28/06/2004	179	0.0	0.93	52.11	601.71	32.9	17.6
29/06/2004	180	0.0	1.18	48.34	596.94	35.7	18.9
30/06/2004	181	0.0	1.92	52.31	577.69	33.5	19.3
01/07/2004	182	0.0	1.85	59.18	569.22	32.5	19.2
02/07/2004	183	0.0	1.24	54.39	583.28	34.7	19.4
03/07/2004	184	0.0	1.37	53.10	584.30	36.6	19.9
04/07/2004	185	0.0	2.25	56.23	545.49	33.1	21.5
05/07/2004	186	0.0	1.96	53.94	527.98	31.9	23.5
06/07/2004	187	0.0	1.30	53.45	565.59	31.7	18.8
07/07/2004	188	0.0	0.91	48.18	598.89	33.5	15.8
08/07/2004	189	0.0	0.97	49.38	588.20	33.0	16.2
09/07/2004	190	0.0	0.88	50.02	582.49	34.6	16.6
10/07/2004	191	0.0	0.82	54.28	567.08	37.2	19.2
11/07/2004	192	0.0	1.15	53.62	607.48	37.4	19.3

12/07/2004	193	0.0	2.29	41.59	530.98	34.6	19.6
13/07/2004	194	0.0	2.65	44.22	590.10	31.0	19.2
14/07/2004	195	0.0	1.32	47.83	577.06	28.7	14.9
15/07/2004	196	0.0	1.29	47.35	545.61	27.9	17.1
16/07/2004	197	0.0	1.24	48.71	583.81	27.6	14.9
17/07/2004	198	0.0	0.98	59.16	559.88	27.8	13.5
18/07/2004	199	0.0	1.02	58.29	514.69	29.1	14.0
19/07/2004	200	0.0	1.03	59.15	561.44	30.8	14.3
20/07/2004	201	0.0	1.13	58.42	580.22	31.2	15.9
21/07/2004	202	0.0	0.79	59.04	547.26	32.6	16.3
22/07/2004	203	0.0	0.97	59.98	584.68	33.2	18.1
23/07/2004	204	0.0	0.82	59.69	556.92	35.0	19.2
24/07/2004	205	0.0	0.97	63.77	512.07	35.6	19.7
25/07/2004	206	1.0	0.85	73.38	457.48	32.4	19.4
26/07/2004	207	58.0	1.30	82.13	560.37	30.5	18.8
27/07/2004	208	7.2	0.81	88.43	328.73	28.5	19.0
28/07/2004	209	0.0	1.30	67.49	581.04	30.8	18.3
29/07/2004	210	0.0	1.13	60.59	623.21	29.5	17.0
30/07/2004	211	0.0	0.98	60.59	574.32	30.9	16.0
31/07/2004	212	0.0	0.74	64.99	595.25	30.2	17.4
01/08/2004	213	0.0	0.70	64.03	629.69	31.1	20.0
02/08/2004	214	0.0	0.81	64.98	589.24	31.5	16.1
03/08/2004	215	0.0	0.71	61.65	579.24	32.4	17.3
04/08/2004	216	0.0	0.84	66.43	488.70	33.0	17.7
05/08/2004	217	0.0	0.86	73.51	502.48	31.5	19.3
06/08/2004	218	0.0	0.95	76.52	520.26	31.0	18.1
07/08/2004	219	0.0	0.83	72.84	553.40	30.4	17.8
08/08/2004	220	0.0	0.71	68.92	562.64	33.2	18.2
09/08/2004	221	0.0	0.90	69.88	574.36	34.3	19.4
10/08/2004	222	0.0	1.32	69.06	567.70	32.6	19.1
11/08/2004	223	0.0	0.67	62.97	623.56	31.5	17.1
12/08/2004	224	0.0	0.75	63.06	593.52	33.4	17.2
13/08/2004	225	0.0	0.53	62.34	599.38	35.8	18.5
14/08/2004	226	0.0	1.00	63.95	610.95	34.8	18.4
15/08/2004	227	0.0	1.39	57.66	434.42	28.4	22.0
16/08/2004	228	1.2	0.93	76.33	352.73	25.6	18.7
17/08/2004	229	0.0	0.79	70.13	595.05	29.5	14.6
18/08/2004	230	0.0	0.72	68.11	591.29	32.4	16.3
19/08/2004	231	0.0	0.55	62.97	604.15	34.2	16.0
20/08/2004	232	0.0	0.62	63.33	585.48	35.1	16.2
21/08/2004	233	0.0	0.55	62.60	578.85	37.6	17.9
22/08/2004	234	0.0	1.73	57.67	604.07	34.3	18.3
23/08/2004	235	0.0	0.90	53.10	605.91	29.1	16.6
24/08/2004	236	0.0	0.57	63.57	593.86	30.2	14.1
25/08/2004	237	0.0	0.47	66.68	571.63	32.4	14.7
26/08/2004	238	0.0	0.56	64.06	544.02	36.1	16.8
27/08/2004	239	0.0	2.79	48.80	609.40	30.9	19.0
28/08/2004	240	0.0	1.88	55.75	583.43	28.5	16.0
29/08/2004	241	0.0	0.86	60.49	569.15	30.2	12.5
30/08/2004	242	0.0	0.71	62.20	566.09	31.5	13.9

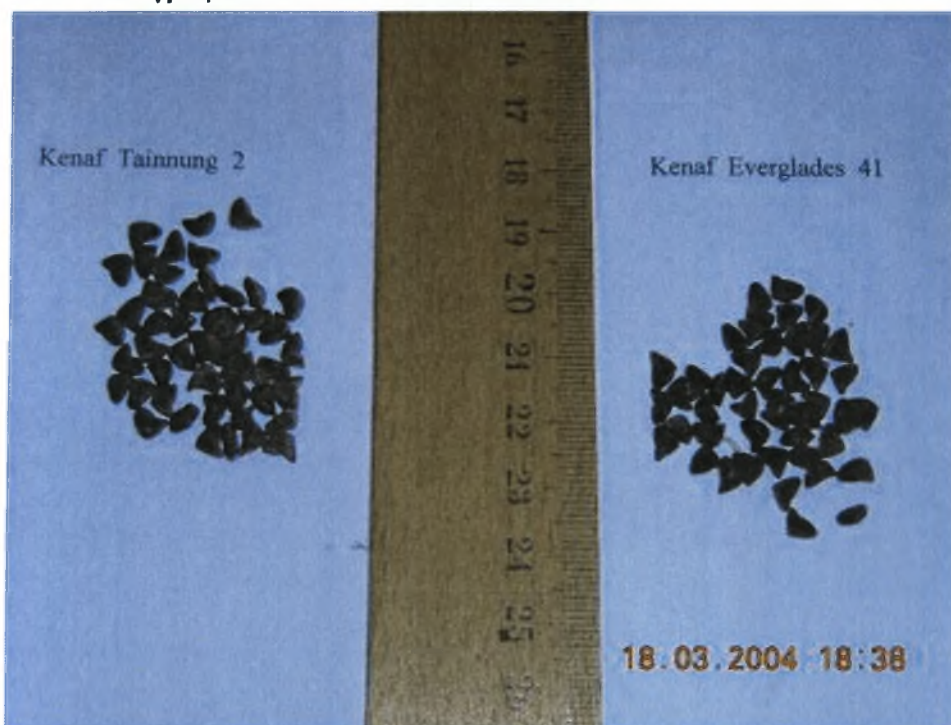
31/08/2004	243	0.0	0.88	61.79	551.67	32.8	15.3
01/09/2004	244	0.0	0.91	62.80	540.50	32.8	15.9
02/09/2004	245	0.0	0.75	67.00	504.97	31.7	16.9
03/09/2004	246	0.0	0.77	66.42	502.18	31.8	16.4
04/09/2004	247	0.0	0.83	71.51	473.75	30.7	16.6
05/09/2004	248	0.0	1.47	81.35	233.25	24.2	17.7
06/09/2004	249	0.6	1.99	72.64	274.14	23.4	16.6
07/09/2004	250	0.0	1.87	62.70	504.28	23.7	13.5
08/09/2004	251	0.0	0.67	66.13	445.67	24.9	11.0
09/09/2004	252	0.0	1.17	59.01	502.81	28.2	8.1
10/09/2004	253	0.0	1.63	55.78	506.38	22.7	9.3
11/09/2004	254	0.0	0.91	62.70	429.00	23.0	9.2
12/09/2004	255	0.0	0.66	63.30	575.25	26.0	7.1
13/09/2004	256	0.0	0.71	61.77	532.10	28.9	8.4
14/09/2004	257	0.0	0.67	57.33	495.60	30.3	10.0
15/09/2004	258	0.0	0.59	57.15	486.54	31.7	11.6
16/09/2004	259	0.0	0.77	59.88	489.56	33.6	11.9
17/09/2004	260	0.0	1.30	66.63	417.55	29.9	14.6
18/09/2004	261	0.0	0.65	77.24	198.62	23.9	15.1
19/09/2004	262	0.0	0.65	75.54	318.40	25.1	15.7
20/09/2004	263	0.0	0.59	70.84	518.38	28.1	13.4
21/09/2004	264	0.0	0.58	69.28	466.86	28.6	12.7
22/09/2004	265	0.0	0.67	64.73	460.35	31.7	13.0
23/09/2004	266	0.0	0.78	64.52	447.49	30.6	13.4
24/09/2004	267	0.0	1.33	67.87	510.68	31.1	12.9
25/09/2004	268	0.0	1.70	66.00	353.64	30.0	14.5
26/09/2004	269	12.0	1.03	90.22	230.92	22.6	15.4
27/09/2004	270	3.4	1.13	73.57	530.55	27.9	14.5
28/09/2004	271	0.0	0.89	71.06	451.90	27.4	13.9
29/09/2004	272	0.4	1.29	74.90	461.44	26.6	12.6
30/09/2004	273	0.0	0.67	66.26	448.73	27.0	9.4
01/10/2004	274	0.0	0.50	65.58	478.47	28.0	10.2
02/10/2004	275	0.0	0.63	63.61	478.55	28.8	10.9
03/10/2004	276	0.0	0.82	64.87	488.66	27.0	12.3
04/10/2004	277	0.0	0.83	69.77	395.07	23.8	10.1
05/10/2004	278	0.0	0.69	66.67	371.58	22.5	9.6
06/10/2004	279	0.0	0.93	59.87	418.06	22.4	8.3
07/10/2004	280	0.0	0.71	62.83	494.26	23.6	5.4
08/10/2004	281	0.0	0.67	64.01	471.28	25.8	6.0
09/10/2004	282	0.0	0.34	65.02	413.71	27.6	8.7
10/10/2004	283	0.0	0.34	65.51	440.88	30.6	10.6
11/10/2004	284	0.0	1.44	66.13	287.62	30.6	12.6
12/10/2004	285	20.0	2.82	81.66	202.33	21.3	12.4
13/10/2004	286	22.8	2.20	94.34	53.78	13.8	12.0
14/10/2004	287	16.2	2.08	96.52	61.75	13.8	12.0
15/10/2004	288	8.8	0.26	98.16	77.24	15.3	13.0
16/10/2004	289	2.4	0.83	93.89	258.43	22.3	14.3
17/10/2004	290	0.4	0.64	77.33	401.43	28.2	11.2
18/10/2004	291	0.0	0.47	62.41	423.22	28.0	11.1
19/10/2004	292	0.0	0.33	74.93	347.59	26.6	11.2

20/10/2004	293	0.0	0.41	68.99	404.11	30.4	12.4
21/10/2004	294	0.0	0.46	72.93	407.41	27.2	11.7
22/10/2004	295	0.0	0.35	75.98	393.74	27.6	11.9
23/10/2004	296	0.0	0.43	82.76	387.58	24.9	14.4
24/10/2004	297	0.0	0.25	82.54	352.36	25.4	12.2
25/10/2004	298	0.0	0.42	84.63	345.71	23.9	12.2
26/10/2004	299	0.2	0.30	89.25	295.01	22.2	13.5
27/10/2004	300	0.2	0.20	84.95	351.18	22.2	10.5
28/10/2004	301	0.0	0.30	83.54	371.60	24.8	14.2
29/10/2004	302	0.0	0.16	89.60	218.21	22.1	12.2
30/10/2004	303	0.0	0.12	88.40	234.86	21.6	9.8
31/10/2004	304	0.2	0.09	91.76	215.90	20.4	9.6
01/11/2004	305	0.2	0.07	91.44	272.76	22.4	10.4
02/11/2004	306	0.0	0.20	82.77	331.90	24.9	9.8
03/11/2004	307	0.2	0.05	94.49	81.04	18.0	11.6
04/11/2004	308	1.2	1.22	82.61	111.02	16.1	12.2
05/11/2004	309	0.0	0.65	79.00	244.56	16.5	10.2
06/11/2004	310	0.0	0.19	81.36	355.16	18.3	5.9
07/11/2004	311	0.4	0.30	85.78	309.02	17.5	4.7
08/11/2004	312	1.8	0.80	87.66	197.78	18.7	12.1
09/11/2004	313	0.0	1.23	58.90	261.94	19.1	9.7
10/11/2004	314	2.2	0.41	81.71	261.05	15.9	4.9
11/11/2004	315	5.4	0.51	92.89	153.24	16.2	11.2
12/11/2004	316	2.6	0.19	96.04	126.09	17.7	13.9
13/11/2004	317	0.2	0.68	97.45	82.36	18.5	14.6
14/11/2004	318	9.0	1.54	92.71	93.13	18.9	12.7
15/11/2004	319	0.4	0.82	84.27	182.84	18.4	11.6
16/11/2004	320	5.0	0.81	91.06	193.46	15.3	9.7
17/11/2004	321	0.0	0.52	77.06	299.68	12.9	5.0
18/11/2004	322	0.2	0.25	82.42	341.73	13.4	0.8
19/11/2004	323	0.0	0.66	78.64	330.97	18.5	1.2
20/11/2004	324	0.2	2.49	61.31	84.58	17.5	5.9
21/11/2004	325	0.0	0.73	50.40	345.80	9.4	0.8
22/11/2004	326	0.0	1.25	54.20	347.10	9.2	-0.7
23/11/2004	327	0.0	0.39	66.95	328.47	13.0	-3.5
24/11/2004	328	0.2	1.75	72.20	302.46	14.6	1.0
25/11/2004	329	0.0	3.00	43.42	308.79	7.2	0.8
26/11/2004	330	0.0	0.39	61.96	325.06	9.7	-4.8
27/11/2004	331	0.0	0.27	68.28	312.59	12.2	-4.1
28/11/2004	332	1.2	0.48	84.11	90.67	6.6	-1.9
29/11/2004	333	0.2	0.21	97.11	138.33	9.9	-0.5
30/11/2004	334	0.2	0.38	98.41	112.08	10.0	2.3
01/12/2004	335	0.0	0.54	92.95	137.63	13.5	5.9
02/12/2004	336	0.2	0.53	97.07	97.97	12.0	3.7
03/12/2004	337	0.2	0.44	93.20	123.84	16.9	2.3
04/12/2004	338	0.0	0.71	83.54	104.28	17.3	5.3
05/12/2004	339	0.0	0.71	90.08	63.25	15.0	9.8
06/12/2004	340	0.4	0.35	94.56	96.84	14.8	8.9
07/12/2004	341	0.2	1.21	89.43	89.27	15.4	5.9
08/12/2004	342	0.0	1.17	73.42	49.60	11.6	8.6



09/12/2004	343	0.0	0.20	89.57	98.00	11.8	4.4
10/12/2004	344	0.4	0.63	91.03	12.55	8.7	5.1
11/12/2004	345	0.8	0.52	90.38	81.18	10.6	4.0
12/12/2004	346	0.2	0.44	88.44	153.91	10.4	-1.8
13/12/2004	347	0.0	0.29	84.49	131.51	12.1	-3.6
14/12/2004	348	0.0	0.98	82.70	167.63	11.5	-2.8
15/12/2004	349	0.0	0.82	85.13	48.20	9.0	6.3
16/12/2004	350	0.0	0.43	87.46	124.90	10.9	0.2
17/12/2004	351	0.0	0.24	89.68	65.20	6.9	-2.6
18/12/2004	352	0.0	0.30	89.44	88.58	9.8	3.6
19/12/2004	353	1.6	0.65	90.96	92.58	12.0	6.8
20/12/2004	354	0.0	0.52	78.84	172.86	12.7	0.1
21/12/2004	355	21.4	2.28	91.73	32.27	7.9	3.9
22/12/2004	356	4.8	0.55	95.15	80.83	5.3	3.9
23/12/2004	357	1.2	0.68	94.54	69.52	6.3	2.5
24/12/2004	358	0.0	0.67	85.89	278.38	10.4	0.1
25/12/2004	359	0.2	0.29	86.53	278.61	10.3	-1.1
26/12/2004	360	0.0	0.30	94.69	94.69	6.1	-0.8
27/12/2004	361	0.0	1.00	88.48	195.78	19.0	3.2
28/12/2004	362	9.2	1.16	95.14	184.43	17.2	4.8
29/12/2004	363	9.6	1.47	91.84	141.93	10.6	4.8
30/12/2004	364	4.2	0.92	94.54	74.38	7.5	1.7
31/12/2004	365	17.6	2.80	95.42	72.05	5.4	4.2

## 6.2. Φωτογραφικό υλικό



Εικόνα 1. Σπόροι δυο ποικιλιών του κενάφ.



Εικόνα 2. Σπαρτική μηχανή τύπου GASPARTO.





Εικόνα 3. Φρεζοσκαλιστήρι (καταστροφή ζιζανίων ανάμεσα στις σειρές του κενάφ).



Εικόνα 4. πειραματικό σχέδιο 2.1 (εποχή σποράς \* ποικιλία \* πυκνότητα σποράς) στην περιοχή του Παλαμά Καρδίτσας το 2004.





Εικόνα 5. Διαφορά μεταξύ εποχών σποράς και μεταξύ ποικιλιών (αριστερά απεικονίζεται η ποικιλία Tainnung 2 σπαρμένο στις 1/6/04 δεξιά απεικονίζεται η ποικιλία Everglades 41 σπαρμένο στις 1/7/04).



Εικόνα 6. Απεικονίζεται η ποικιλία Tainnung 2 το πρώτο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου, λίγο πριν το στάδιο της ανθοφορίας.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000073776

