



ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Φύλ. Πρωτοκ. 451

Ημερομηνία 8-7-14

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

Αύξηση και ανάπτυξη του ενεργειακού φυτού *Panicum
virgatum* στο Βελεστίνο κατά το έτος 2012



Αυγουστάκη Δάφνη-Δέσποινα

Επιβλέπων καθηγητής: Δαναλάτος Νικόλαος

Βόλος 2014



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

Αριθ. Εισ.: 13070/1
Ημερ. Εισ.: 24/09/2014
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ-ΦΠΑΠ
2014
ΑΥΓ

Εισηγητική επιτροπή

Νικόλαος Δαναλάτος, Καθηγητής, Επιβλέπων

Ιμπραχίμ-Αβραάμ Χα, Καθηγητής, Μέλος

Αθανάσιος Σφουγγάρης, Αναπληρωτής Καθηγητής, Μέλος

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή	2
1.1 Γενικά	2
1.2 Βοτανική ταξινόμηση	3
1.3 Μορφολογικά χαρακτηριστικά του switchgrass	4
1.4 Ποικιλίες	5
1.5 Έδαφος	6
1.6 Ζιζανιοκτονία	6
1.7 Σπορά	7
1.8 Λίπανση	8
1.9 Κλίμα	9
1.10 Άρδευση	9
1.11 Συγκομιδή	10
1.12 Εχθροί και Ασθένειες	10
1.13 Αποδόσεις	10
1.14 Χρήσεις του switchgrass	11
1.15 Σκοπός του πειράματος	14
2. Υλικά και μέθοδοι	15
2.1 Πειραματικό σχέδιο	15
2.2 Εργασίες στον αγρό	15
2.3 Συλλογή πειραματικών δεδομένων	17
2.4 Εργαστηριακές μετρήσεις	17
3. Υπολογισμοί	21
3.1 Υπολογισμός SLA (Specific Leaf Area)	21
3.2 Υπολογισμός LAI (Leaf Area Index)	21
4. Αποτελέσματα και συζήτηση	23

4.1 Κλιματολογικές μετρήσεις	23
4.2 Αύξηση και ανάπτυξη της καλλιέργειας	25
4.2.1 Ύψος φυτών	25
4.2.2 Δείκτης LAI φυτών	27
4.2.3 Δείκτης SLA φυτών	29
4.2.4 Χλωρό βάρος φυτών	31
4.2.5 Ξηρό βάρος φυτών	33
Συμπεράσματα	35
Βιβλιογραφία	36
Παράρτημα	38

Ευχαριστίες

Θα ήθελα μέσα από αυτές τις λιγοστές γραμμές να εκφράσω τις ευχαριστίες μου πρωτίστως στον Καθηγητή κ. Νικόλαο Δαναλάτο για την ευκαιρία μου έδωσε για την εκπόνηση της πτυχιακής μου διατριβής στα ενεργειακά φυτά αλλά και για την πολύτιμη βοήθειά του ώστε να έρθει εις πέρας η μελέτη αυτή.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Αθανάσιο Σφουγγάρη και τον Καθηγητή κ. Ιμραχίμ-Αβραάμ Χα για τον χρόνο που διέθεσαν για τη διόρθωση και τις παρατηρήσεις στη πτυχιακή μου διατριβή.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τον διδάκτορα κ. Γιαννούλη Κυριάκο για την πολύτιμη βοήθεια καθ' όλη τη διάρκεια της διεξαγωγής του πειράματος αλλά και κατά τη συγγραφή της παρούσας πτυχιακής διατριβής, που αποτελεί μέρος από την έρευνα της εκπόνησης της διδακτορικής του διατριβής.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την αμέριστη ηθική συμπαράσταση, αλλά κυρίως για την οικονομική ενίσχυσή τους και τις θυσίες που έκαναν όλα αυτά τα χρόνια ώστε να καταφέρω να πραγματοποιήσω τις σπουδές μου.

1.Εισαγωγή

1.1. Γενικά

Ιστορική αναδρομή του switchgrass.

Το *Panicum Virgatum*, κοινώς γνωστό ως switchgrass ανήκει στην οικογένεια Poaceae. Είναι πολυετές C4 αγρωστώδες φυτό και το ύψος του όταν καλλιεργείται σε ευνοϊκές συνθήκες μπορεί να ξεπερνάει τα 2 μέτρα, είναι αρκετά φυλλώδες και έχει πολυάριθμες ρίζες που επιτρέπει στο φυτό να αδελφώνει. Η καλλιέργεια παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα αφού μπορούν να παραχθούν σημαντικές ποσότητες βιομάζας ακόμα και σε συνθήκες μειωμένων εισροών όπως άρδευσης ή λίπανσης. Είναι ποώδες φυτό και καλλιεργείται ως καρποδοτικό ή χορτοδοτικό. Το switchgrass ήταν ανάμεσα στα πρώτα φυτά που καλλιεργήθηκαν. Το switchgrass είναι ένα εαρινό φυτό ζεστής εποχής που προέρχεται από την Βόρεια Αμερική και πρώτο εμφανίστηκε από το 55° γεωγραφικό πλάτος νότια του Καναδά προς τις ΗΠΑ και το Μεξικό. Το switchgrass είναι ένα ψηλό αναπτυσσόμενη, προθέρμανσης σεζόν, πολυετές χορτάρι που είναι εγγενής σε μεγάλο μέρος των Ηνωμένων Πολιτειών συμπεριλαμβανομένης της Βιρτζίνια. Το switchgrass ήταν διαδεδομένο σε ανοιχτούς χώρους πριν οι άποικοι κατοικήσουν μια περιοχή και εξακολούθησε να καλλιεργείται χρόνο με το χρόνο. Τα ζώα τους ήταν σε ελεύθερη περιπλάνηση και βοσκούσαν τη νέα αύξηση του switchgrass την άνοιξη, έως ότου τα νέα φυτά γινόντουσαν αρκετά ψηλά, ώστε να μπορούν αντισταθούν στην φυλλόπτωση (Virginia Cooperative Extension). Η κακοδιαχείριση αποδυνάμωσε τα καλάμια του φυτού και τελικά οδήγησε στη διάλυση τους. Μεγάλο μέρος της Βόρειας Αμερικής ειδικά τα λιβάδια της περιοχής Midwestern των ΗΠΑ ήταν κάποτε τεράστιες καλλιεργητικές περιοχές που χρησιμοποιούνταν ιθαγενείς ποικιλίες όπως το switchgrass, Indiangrass, ανατολικό Gamagrass, μεγάλες Bluestem, μικρές Bluestem και άλλες. Στην Ευρώπη άρχισε να εξαπλώνεται από τη δυτική Ευρώπη προς όλη την υπόλοιπη ήπειρο. Στη συνέχεια εισήχθησαν νέες ποικιλίες χόρτων όπως το fescue, το bluegrass και το orchardgrass αντικαθιστώντας τις παλαιότερες ποικιλίες που χρησιμοποιούνταν για σανό και βοσκοτόπια για βοοειδή. Στην Ελλάδα καλλιεργείται σε πειραματικό στάδιο για την παραγωγή υγρών ή στερεών βιοκαυσίμων ή βιομηχανικές πρώτες ύλες. Το switchgrass είναι πολύ ανθεκτικό φυτό και προσαρμόζεται σε δίφορες κλιματολογικές και εδαφικές συνθήκες. Η διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου διαφέρει από περιοχή σε περιοχή. Ως εαρινό πολυετές C4 φυτό, το μεγαλύτερο μέρος της ανάπτυξης του εμφανίζεται από το τέλος της άνοιξης με αρχές φθινοπώρου και πέφτει σε αδράνεια κατά τους κρύους μήνες. Έτσι η παραγωγική σεζόν στις βόρειες περιοχές μπορεί να είναι η συντομότερη από τρεις μήνες, αλλά μπορεί και να φτάσει μέχρι και τους 8 μήνες στην ακτή του Περσικού Κόλπου (Ball D.M. et al., 2002). Από τις αρχές της δεκαετίας του '90 άρχισε να διερευνάται η χρήση του ως ενεργειακό φυτό για την παραγωγή αιθανόλης και για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με καύση της παραγόμενης βιομάζας, στις ΗΠΑ και τον Καναδά. Στην Ευρώπη, η έρευνα για την καλλιέργεια του switchgrass ως ενεργειακό φυτό άρχισε το 1998 στο πλαίσιο ενός ευρωπαϊκού δικτύου (FAIR 5 CT97 3701). Στο πλαίσιο αυτού του έργου, δημιουργήθηκαν πειραματικοί αγροί switchgrass σε πέντε

ευρωπαϊκές χώρες, δύο στα νότια (Ελλάδα και Ιταλία) και τρεις στο Βορρά (Γερμανία, Ολλανδία και Ηνωμένο Βασίλειο). (Lewandowski *et al.*,2003).

Το switchgrass αποτελεί σημαντική ενεργειακή καλλιέργεια με δυνατότητα αξιόπιστης παροχής ενέργειας σε σύγκριση με τις υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές, ενώ επίσης δεσμεύει τον άνθρακα (C) στο έδαφος (Skinner R. and Adler P.R. *et al.*, 2010). Μετά την εγκατάστασή του, το switchgrass μπορεί να επιβιώσει για δέκα χρόνια ή και περισσότερο. Το switchgrass είναι πολύ ανθεκτικό φυτό και προσαρμόζεται σε διάφορες κλιματολογικές και εδαφικές συνθήκες. Η διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου διαφέρει από περιοχή σε περιοχή.

1.2 Βοτανική ταξινόμηση

Το switchgrass ανήκει στα Αγγειόσπερμα (*Magnoliophyta*), στην κλάση των Μονοκοτυλίδων (*Liolipsida*), και στην οικογένεια των Ποωειδών και πιο συγκεκριμένα στο γένος *Panicum*. Η βοτανική ταξινόμηση του switchgrass σύμφωνα με την κατάταξη του USDA είναι ως εξής:

Βασίλειο	Φυτικό
Υποβασίλειο	<i>Tracheobionta</i>
Υποδιαίρεση	<i>Spermatophyta</i>
Διαίρεση	<i>Magnoliophyta</i>
Κλάση	<i>Liolipsida</i>
Υπόκλαση	<i>Commelinidae</i>
Τάξη	<i>Cyperales</i>
Οικογένεια	<i>Poaceae</i>
Γένος	<i>Panicum</i> L.
Είδος	<i>Panicum virgatum</i> L.

1.3. Μορφολογικά χαρακτηριστικά του switchgrass

Το switchgrass είναι μια πολυετή πόα η οποία αναπτύσσεται σε ύψος 1,5 μέτρα περίπου, αλλά μπορεί να φτάσει και τα 3 μέτρα σε ευνοικά περβάλλοντα . Το ριζικό του σύστημα είναι πλούσιο και φτάνει σε βάθος τα 3 μέτρα (Liebig *et al.*, 2005), ενώ παράγει κάθε χρόνο πολλά νέα ριζίδια, τα οποία όταν νεκρώνονται εμπλουτίζουν το έδαφος με οργανική ουσία. Η υπόγεια παραγωγή βιομάζας στην πλήρη ανάπτυξη καλλιέργειας, είναι ίση ή και μεγαλύτερη με την υπέργεια.

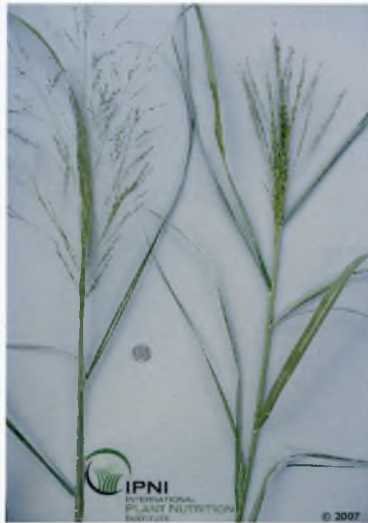


Εικόνα 1. Μορφολογία του βλαστού, του άνθους και της ρίζας του switchgrass

<http://www3.northern.edu/natsource/GRASSES/Switch1.htm>

Τα φύλλα είναι λογχοειδή, φτάνουν σε μήκος μέχρι τα 30 εκ. και πάχους 6-12 χιλ. με ευδιάκριτη νεύρωση και με παρουσία τριχιδίων στην πάνω επιφάνεια χαρακτηριστικό που βοηθάει στη μείωση της εξατμισοδιαπνοής, καθώς επίσης έχουν ένα μικρό γλωσσίδιο μήκους 1,5-3 χιλ. μεμβρανώδη και με τριχίδια, αλλά στερούνται ωτιδίων. Τα φύλλα και οι βλαστοί καλύπτονται από ένα ελαφρό χνούδι. Τα φύλλα και οι βλαστοί καταλήγουν σε ταξιανθία φόβη μήκους 10-45εκ., παρόμοια με εκείνη της βρώμης.

Η ταξιανθία καταλήγει σε σταχύδια στις άκρες των μακριών κλαδιών, τα οποία είναι ανθισμένα ανά δύο, το ένα είναι γόνιμο ενώ το άλλο στείρο, μήκους 3- 5,5 χιλ. Κάθε σταχύδιο έχει δύο ανθίδια από τα οποία μόνο το ανώτερο είναι γόνιμο. Ο συγκομιζόμενος καρπός είναι σπόρος το μεγαλύτερο ποσοστό του οποίου περιβάλλεται από τα εσωτερικά λέπυρα, τα οποία έχουν χρώμα κυρίως λευκό-κρεμ, κίτρινο ή κόκκινο αλλά μπορεί να είναι και γκρι, καφέ και μαύρο. Η καρύωση έχει χρώμα κιτρινόλευκο, σχήμα ωοειδές με μήκος περίπου 3 χιλ. και πλάτος 2 χιλ. (Δέσποινα Παπακώστα-Τασοπούλου, Θεσσαλονίκη 2008, Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία). Είναι μικρός ωοειδής και οι σπόροι είναι μικροί σε μέγεθος. Η καλλιέργεια του switchgrass για σπόρο μπορεί να παράγει 33-56 κιλά σπόρου/στρ. Επίσης χρειάζεται σταυρογονιμοποίηση αφού είναι αυτόστειρο (Frank *et al.*, 2004).



Εικόνα 2. Αποτύπωση του υπέργειου τμήματος του switchgrass

http://www.caes.uga.edu/Publications/pubDetail.cfm?pk_id=7790

1.4. Ποικιλίες

Υπάρχουν δύο γενότυποι-οικότυποι. Ο ένας οικότυπος πεδινών περιοχών (lowland) είναι τετραπλοειδής (γενότυπος) και απαντάται σε περιοχές με εύρωστα φυτά και ο δεύτερος (upland) είναι εξαπλοειδής ή οχταπλοειδής (γενότυποι) ο οποίος βρίσκεται σε μεγαλύτερα υψόμετρα (οικότυπος ορεινών περιοχών). Οι upland ποικιλίες του switchgrass σταματούν την αύξηση-ανάπτυξη το φθινόπωρο και κατά συνέπεια, η απόδοση είναι κατά κανόνα χαμηλότερη από άλλες πεδινές ποικιλίες switchgrass κάτω από ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες.

Περίπου 20 διαφορετικές ποικιλίες έχουν αξιολογηθεί για την προσαρμογή στις διάφορες περιοχές της Ευρώπης. Ο κύριος καθοριστικός παράγοντας για τον τομέα της προσαρμογής μιας ποικιλίας είναι το γεωγραφικό πλάτος προέλευσης. Τις υψηλότερες αποδόσεις τις έχουν οι νότιες ποικιλίες.



Εικόνα 3. Lowland ποικιλία

Εικόνα 4. Upland ποικιλία

1.5 Έδαφος.

Το switchgrass μπορεί να καλλιεργηθεί σε εκτάσεις που θεωρούνται ακατάλληλες για τη φυτική παραγωγική γραμμή, συμπεριλαμβανομένων των εκτάσεων που είναι πάρα πολύ διαβρωμένες από την παραγωγή καλαμποκιού, καθώς και αμμώδη και χαλικώδη εδάφη σε υγρές περιοχές που παράγουν συνήθως χαμηλές αποδόσεις σε άλλες γεωργικές καλλιέργειες. Η καλλιέργεια μπορεί να ευδοκιμήσει τόσο έδαφος που δεν έχει αροθεί όσο και σε έδαφος που έχει οργωθεί. Όταν σπέρνεται ως μέρος από ένα ποικίλο μίγμα, πρέπει να ακολουθούνται συγκεκριμένες κατευθυντήριες γραμμές σποράς κατά την εαρινή περίοδο. Αρκετοί βασικοί παράγοντες που μπορούν να αυξήσουν την πιθανότητα επιτυχίας για την καλή και αποδοτική ανάπτυξη του switchgrass περιλαμβάνουν:

- Η σπορά του switchgrass κατά τη διάρκεια της άνοιξης πρέπει να γίνεται αφού το έδαφος έχει θερμομανθεί ικανοποιητικά.
- Οι σπόροι που χρησιμοποιούνται πρέπει να έχουν μεγάλη βλαστική ικανότητα και να φυτεύονται 0,6 έως 1,2 εκατοστά βάθος, ή μέχρι 2 εκατοστά βάθος σε αμμώδη εδάφη.
- Το έδαφος πρέπει να είναι κατάλληλα επεξεργασμένο τόσο πριν όσο και μετά τη σπορά.

Η διάβρωση του εδάφους, τόσο από τον αέρα και το νερό, είναι μεγάλη ανησυχία σε περιοχές όπου το switchgrass μεγαλώνει. Λόγω του ύψους του, το switchgrass μπορεί να αποτελέσει ένα αποτελεσματικό φράγμα κατά της αιολικής διάβρωσης. Το ριζικό σύστημα του, επίσης, είναι εξαιρετικό για τη συγκράτηση του εδάφους στη θέση του, έτσι με αυτόν τον τρόπο βοηθά στην πρόληψη της διάβρωσης από τις πλημμύρες και την απορροή.

1.6. Ζιζανιοκτονία.

Για τον αποτελεσματικό έλεγχο των ζιζανίων προτείνονται κατάλληλα ζιζανιοκτόνα αλλά και κούρεμα των ζιζανίων. Η χημική καταπολέμηση των ζιζανίων μπορεί να χρησιμοποιηθεί πριν από την εγκατάσταση (προφυτευτικά), ή πριν ή μετά τη σπορά (προφυτρωτικά ή μεταφυτρωτικά). Τα ζιζάνια πρέπει να κόβονται ακριβώς πάνω από το ύψος του αυξανόμενου switchgrass. Ζιζανιοκτόνα ορμονών, όπως 2,4-D, θα πρέπει να αποφεύγονται, δεδομένου ότι είναι γνωστό ότι μειώνουν την ανάπτυξη του switchgrass όταν εφαρμόζεται στις αρχές του έτους ίδρυσής του. Τα καλάμια του Switchgrass που είναι συνήθως αρχικά χορταριασμένα εδραιώνονται καλά για την κατάλληλη διαχείριση κατά τα επόμενα έτη. Η ζιζανιοκτόνα δεν χρησιμοποιούνται

συχνά στο switchgrass μετά το χρόνο σποράς , διότι η καλλιέργεια είναι γενικά αρκετά ανταγωνιστική με τα ζιζάνια .

1.7. Σπορά.

Μετά τη σπορά του, το switchgrass μπορεί να διαρκέσει έως και τρία χρόνια για να φθάσει το πλήρες δυναμικό της παραγωγής της. Ανάλογα με την περιοχή, μπορεί να παράγει συνήθως 1/4 έως 1/3 του παραγωγικού δυναμικού του κατά το πρώτο έτος και τα 2/3 του δυναμικού του κατά το έτος μετά τη σπορά.

Α) Εποχή. Κατάλληλη θερμοκρασία εδάφους για τη σπορά του switchgrass είναι 13-18 °C. Για τη χώρα μας συνίσταται να γίνεται τέλος Απριλίου με αρχές Μαΐου, συνήθως 2-3 εβδομάδες μετά τη σπορά του καλαμποκιού.

Β) Ποσότητα σπόρου. Όσον αφορά την ποσότητα σπόρου για την σπορά συνιστώνται διάφορες ποσότητες σπόρου και ποικίλοι πληθυσμοί φυτών, ανάλογα με την χώρα που καλλιεργείται, τις εδαφοκλιματικές συνθήκες, όπως την υγρασία, την πρακτική καλλιέργειας, των αριθμό των ζιζανίων κ.α. Η ποσότητα του σπόρου καθορίζεται επίσης από το είδος της σπαρτικής μηχανής (Baltensperger 1996). Η ποσότητα του απαιτούμενου σπόρου έχει υπολογισθεί για την βόρεια Ευρώπη περίπου στα 10 kg/ha και για την νότια 20 kg/ha, ενώ η ποσότητα μπορεί να μειωθεί στο μισό εφόσον η βλαστικότητα του σπόρου είναι άριστη (Monti A. *et al.*, 2007). Η μεγαλύτερη ποσότητα συνίσταται για χορτοδοτική καλλιέργεια και σε εδάφη μη καλά προετοιμασμένα και με μεγάλο πληθυσμό ζιζανίων (Martin 1976, Oelke 1990, Colorado State University 2003). Συνήθως ταυτόχρονα με τον σπόρο αναπτύσσονται και 12-15 αδέρφια/φυτό.

Γ) Αποστάσεις σποράς. Η σπορά γίνεται γραμμικά με σπαρτικές μηχανές και μόνο όταν αυτό είναι δύσκολο να γίνει, σπέρνεται στα πεταχτά. Είναι γενικώς αποδεκτό ότι οι στενές γραμμές <30 cm, πλεονεκτούν λόγω της μείωσης του ανταγωνισμού με τα ζιζάνια και της αύξησης των αποδόσεων. Οι συνηθισμένες αποστάσεις μεταξύ των γραμμών 10, 25, 30 cm, με πληθυσμό φυτών να κυμαίνεται από 35.000-55.000 φυτά/στρ. (Colorado State University 2003).

Δ) Τρόπος σποράς. Συνήθως χρησιμοποιούνται οι σπαρτικές των σιτηρών, που διαθέτουν οι παραγωγοί. Τα μειονεκτήματά τους είναι ότι χρειάζεται μεγαλύτερη ποσότητα σπόρου και δεν μπορεί να ρυθμιστεί το βάθος σποράς. Οι σπαρτικές μικρών σπόρων και οι ειδικές σπαρτικές πλεονεκτούν (Baltensperger 1996). Επειδή ο σπόρος είναι μικρός, το βάθος σποράς ρυθμίζεται στα 2-2,5 cm και λίγο βαθύτερα, αρκεί να μην σχηματιστεί κρούστα στο έδαφος. Κατά το φύτευμα το πρώτο μεσογονάτιο μπορεί να επιμηκυνθεί ιδιαίτερα, για να βγει από την επιφάνεια του εδάφους. Ο σπόρος για να φυτρώσει πρέπει να σκεπάζεται με 1-2 cm χώματος με το οποίο πρέπει να έρχεται σε καλή επαφή. Κύλινδρος πίσω από τη σπαρτική αυξάνει την επαφή του σπόρου με το έδαφος και βοηθά στην εγκατάσταση των φυτών (Oelke 1990). Δυνατές βροχές μετά τη σπορά είναι δυνατόν να δημιουργήσουν κρούστα και να δυσκολευτεί το φύτευμα των νέων φυτών.

1.8. Λίπανση.

Οι περισσότερες έρευνες για τη λίπανση της καλλιέργειας έχουν δώσει έμφαση για τη χρήση του switchgrass ως ζωοτροφή. Η λίπανση επηρεάζει όχι μόνο την απόδοση αλλά και την ποιότητα της ζωοτροφής. Η περισσότερη αζωτούχος λίπανση μπορεί να δώσει όχι μόνο υψηλότερες αποδόσεις αλλά και ζωοτροφή καλύτερης ποιότητας. Πολλοί επιστήμονες θεωρούν ότι η ποσότητα αζωτούχος λίπανσης που προτείνεται για την καλλιέργεια είναι πολύ υψηλότερη απ' ό τι απαιτείται για την παραγωγή βιομάζας. Για την παραγωγή αιθανόλης υψηλής ποιότητας απαιτείται χαμηλή περιεκτικότητα σε N. Το N μειώνει την αποδοτικότητα μετατροπής του καυσίμου σε ενέργεια και μπορεί να μετατραπεί σε ατμοσφαιρικό ρύπο.

Η υπερβολική λίπανση μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της απόδοσης και σε δυσκολίες κατά τη συγκομιδή του φυτού. Αντίθετα η μειωμένη λίπανση ενδέχεται να αποφέρει σημαντική επίπτωση στην παραγωγή. Συνήθως 5-6 kg/στρ/έτος επαρκούν για την ανάπτυξη της καλλιέργειας. (Samson ,2007)

Το switchgrass θεωρείται πολύ αποδοτικό στη χρήση λιπασμάτων, διατηρεί συμβιωτική σχέση με μύκητες του εδάφους (όπως το mycorrhizae) οι οποίοι καθιστούν τις θρεπτικές ουσίες που βρίσκονται στο έδαφος διαθέσιμες στο ριζικό σύστημα του φυτού. Το switchgrass έχει τη δυνατότητα να εξάγει το άζωτο από τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους. Πρόσφατες έρευνες δείχνουν ότι το switchgrass μπορεί να αύξηση τη γονιμότητα του εδάφους με καθόλου ή ελάχιστη λίπανση. Τα μυκόρριζα θεωρούνται υπεύθυνα για την πρόσληψη του φωσφόρου από το έδαφος, εδάφη φτωχά σε P ίσως μειώσουν την παραγωγή βιομάζας. (Eldersen H.W., *et al.*, 2001)

Κατά τη διάρκεια δεκαετούς προγράμματος ελέγχου της καλλιέργειας αποδείχτηκε ότι οι ανάγκες σε Άζωτο ήταν 50% λιγότερες απ' ό τι αρχικά πιστεύονταν (McLaughlin S. and Kszos L. *et al.*, 2005). Ενώ οι αρχικές δοκιμές έγιναν με επίπεδα λίπανσης 10-30 κιλά/στρ, τελικά ανακαλύφτηκε ότι 5κιλά/στρ ήταν επαρκή για τα συστήματα μίας κοπής (Roger S. *et al.*, 2005).

Ο Φώσφορος και το Κάλιο πρέπει να εφαρμόζονται την πρώτη χρονιά και μόνο αν οι εδαφολογικές αναλύσεις δείξουν χαμηλή διαθεσιμότητα εδάφους. Συνήθως η λίπανση με Φώσφορο και Κάλιο πραγματοποιείται το 2⁰ και το 3⁰ έτος και μόνο εάν κριθεί απαραίτητο. Η λίπανση με Φώσφορο εξαρτάται από το pH του εδάφους , συνήθως συστήνεται λίπανση με Φώσφορο από 0-35 kg/ha ανάλογα με τις εδαφολογικές αναλύσεις. Όταν κρίνεται αναγκαίο γίνεται πριν ή κατά την σπορά ενώ δεν πρέπει να γίνει λίπανση Αζώτου στην σπορά γιατί κάτι τέτοιο θα προκαλέσει ταχύτερη ανάπτυξη των ζιζανίων. Με την συγκομιδή αργά το χειμώνα ή την άνοιξη οι απαιτήσεις σε Φώσφορο και Κάλιο ελαχιστοποιούνται (James *et al.*, 2000).

Η ανταπόκριση στην λίπανση του αζώτου εκτός των άλλων εξαρτάται και από τον οικοτύπο. Σε πείραμα που διεξήχθη μεταξύ των οικοτύπων σε συνθήκες έλλειψης νερού και αζώτου αποδείχτηκε ότι ενώ η αντίδραση στην έλλειψη νερού ήταν ίδια, η έλλειψη αζώτου επηρέασε περισσότερο τον οικοτύπο ορεινών περιοχών (lowland), η οποία αποδόθηκε στη χρονικά μεγαλύτερη βλαστική περίοδο. Αξίζει επίσης να

αναφέρουμε ότι καλύτερη όλων αποδείχτηκε η ποικιλία Alamo μια ποικιλία πεδινών περιοχών (Stroup J.A. *et al.*, 2003).

1.9. Κλίμα.

Τα διάφορα είδη κεχριού μπορούν να αναπτυχθούν σε διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες, προσαρμόζονται όμως καλύτερα από τα περισσότερα καλλιεργούμενα είδη σε θερμές και ξηρές περιοχές. Τη μεγαλύτερη σημασία παρουσιάζουν στις ημίξηρες περιοχές, είτε λόγω της αντοχής που παρουσιάζουν, είτε γιατί παρακάμπτουν αυτές τις συνθήκες λόγω του μικρού βιολογικού τους κύκλου. (Δέσποινα Παπακώστα-Τασοπούλου, Θεσσαλονίκη 2008, Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία)

1.10. Άρδευση.

Το νερό είναι σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την απόδοση μιας καλλιέργειας. Η αντοχή του switchgrass σε έλλειψη νερού είναι ικανοποιητική. Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του φυτού αυτού είναι το πλούσιο ριζικό του σύστημα το οποίο φτάνει σε βάθος 3 μέτρων στον οικότυπο των πεδινών περιοχών και το οποίο το βοηθάει να εκμεταλλεύεται την υγρασία από μεγαλύτερα βάθη του εδάφους.

Το επίπεδο και η διαθεσιμότητα των υπόλοιπων παραγόντων που επηρεάζουν την παραγωγή καθορίζει και τις ελάχιστες ανάγκες σε νερό. Στον συμπεράσμα αυτό κατέληξε έρευνα (Stroup G.A. *et al.*, 2003), κατά την οποία εξετάστηκαν 2 ποικιλίες οικότυπου πεδινών περιοχών (Alamo και Kanlow) και 2 ποικιλίες οικότυπου ορεινών περιοχών (Blackwell και Caddo) ως προς τις αντιδράσεις και το βαθμό επηρεασμού τους σε συνθήκες στρες νερού αλλά και αζώτου. Στα χαμηλά επίπεδα αζώτου η έλλειψη νερού επηρέασε την παραγωγή σε πολύ μικρότερο ποσοστό απ' ό,τι όταν υπήρχε υψηλή αζωτούχος λίπανση. Συγχρόνως και μεταξύ των ποικιλιών ίδιου οικότυπου, επηρεάστηκε περισσότερο η πιο παραγωγική (Alamo). Επίσης παρατηρήθηκε πολύ καλύτερη αντίδραση των οικότυπων πεδινών περιοχών απ' ό,τι των ορεινών, κάτι που ίσως έχει να κάνει με το γεγονός ότι ο φαινότυπος των πεδινών περιοχών εκφράζεται με βαθύτερο ριζικό σύστημα. Προκύπτει λοιπόν ότι οι ανάγκες σε νερό είναι πολύπλοκο ζήτημα διότι εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα του πόρου, την επιλογή ποικιλίας, τις εισροές σε λίπασμα και τέλος στο ύψος της μέγιστης δυνατής αναμενόμενης παραγωγής. Πειράματα που έχουν διεξαχθεί έδειξαν ότι αρδεύσεις συνολικού ύψους 400mm είναι αρκετές για ικανοποιητική παραγωγή.

Η άρδευση κατά κανόνα δεν χρησιμοποιείται στο switchgrass, όχι γιατί δεν επωφελείται από αυτήν, αλλά γιατί όταν υπάρχει διαθέσιμο νερό προτιμώνται πιο προσοδοφόρες καλλιέργειες. Σε λίγες εκτάσεις που καλλιεργούνται υψηλοαποδοτικές ποικιλίες και στενές γραμμές η απόδοση φτάνει τα 50 kg σπόρου/στρ.

1.11. Συγκομιδή.

Γενικώς συνίσταται η κοπή του χόρτου όταν το φυτό βρίσκεται στο προχωρημένο στάδιο του φουσκώματος της ταξιανθίας μέχρι την άνθιση στις χορτοδοτικές καλλιέργειες. Στο στάδιο αυτό συνδυάζεται η ικανοποιητική απόδοση και πολύ καλή ποιότητα, με περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη μέχρι και 14% (Oelke 1990). Καθώς προχωρεί η ωρίμανση μειώνεται η πρωτεΐνη και η πεπτικότητα του χόρτου. Η πρώτη κοπή γίνεται όταν το φυτό φτάσει περίπου τα 90 cm, συνήθως 60-65 ημέρες από τη σπορά, για καλή ποσότητα και περιθώρια αναβλάστησης. Η κοπή γίνεται σε ύψος 15-20 cm από το έδαφος για να διευκολύνει την αναβλάστηση. Η δεύτερη κοπή ξεκινά 30-35 ημέρες μετά την πρώτη (Banks and Steward *et al.*, 2002). Για ενσίρωση το κατάλληλο στάδιο κοπής είναι με την έκπτυξη της ταξιανθίας.

1.12. Εχθροί και ασθένειες.

Οι σπουδαιότεροι εχθροί και ασθένειες του switchgrass είναι οι αγροτίδες (κεραφατμέ), η πυραλίδα, η σεσάμια. Επίσης σοβαρές ζημιές προκαλούν τα πουλιά, οι ακρίδες και τα ποντίκια.

Οι κυριότερες ασθένειες είναι ο άνθρακας (*Sphacelotheca destruens*), ο περονόσπορος (*Sclerospora graminicola*) και η βακτηριακή προσβολή από το *Pseudomonas syringae* pv. *Panici*.

1.13. Αποδόσεις

Η εκμετάλλευση μίας εγκατεστημένης καλλιέργειας switchgrass έχει διάρκεια 10-15 χρόνια. Το ύψος της παραγωγής είναι αυξανόμενο μέχρι τον 5^ο χρόνο της καλλιέργειας, όπου και κορυφώνεται (Eldersen H. *et al.*, 2004).

Το ύψος παραγωγής του switchgrass εξαρτάται όπως είναι φυσικό από πολλούς παράγοντες που έχουν να κάνουν με την περιοχή όπου και καλλιεργείται, με τον οικότυπο και την ποικιλία, με τις εισροές κτλ. Έτσι στην παραγωγή βιοκαυσίμων από ενεργειακές καλλιέργειες οι διαχειριστικές μέθοδοι που εφαρμόζονται είναι διαφορετικές από αυτές που εφαρμόζονται όταν η παραγωγή κατευθύνεται σε άλλες χρήσεις, με αποτέλεσμα και οι αποδόσεις να είναι διαφορετικές. Παραδείγματος χάριν όταν το switchgrass καλλιεργείται για παραγωγή ζωοτροφής μπορεί να εφαρμοστούν αραιά συστήματα σποράς που φτάνουν έως και 80cm μεταξύ των γραμμών, κάτι που ευνοεί μεγαλύτερη ανάπτυξη φυλλικής επιφάνειας ανά φυτό και απαιτεί υψηλότερα ποσά λίπανσης. Όμως το συγκεκριμένο σύστημα δεν ευνοεί την μέγιστη παραγωγή ξηράς ουσίας για ενεργειακούς σκοπούς, με αποτέλεσμα να εφαρμόζεται σύστημα πυκνής σποράς με αποστάσεις 10-15 cm (Eldersen H. *et al.*, 2004).

Το εύρος των αποδόσεων της ξηράς ουσίας για ενεργειακούς σκοπούς που έχει καταγραφεί στις Η.Π.Α., είναι 11-28 t/ha στην Αλαμπάμα (McLaughlin S.B. *et al.*, 2006). Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι αποδόσεις αυτές αναφέρονται σε πειραματικά τεμάχια που αντιπροσωπεύουν εδάφη χαμηλής έως μέσης γονιμότητας (McLaughlin S.B. *et al.*, 2006). Στην Ευρώπη οι αποδόσεις από 6-25 t/ha και οι μέγιστες καταγράφηκαν σε νότιες περιοχές. Σε πειράματα που πραγματοποιήθηκαν σε μεσογειακές χώρες η απόδοση στην Ελλάδα ήταν 17,9 t/ha ενώ στην Ιταλία 12,3 t/ha (Alexoroulou *et al.*, 2008).

1.14. Χρήσεις του switchgrass

Το switchgrass είναι μια πολλά υποσχόμενη καλλιέργεια υψηλής προστιθέμενης αξίας λόγω των χρήσεων του, της υψηλής παραγωγικότητας, των χαμηλών απαιτήσεων σε γεωργικές εισροές και των θετικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Keshwani D.R and Cheng J.J. *et al.*, 2009).

Το switchgrass χρησιμοποιείται για βόσκηση από ορισμένα ζώα, για προστασία από τη διάβρωση του εδάφους, ως βιότοπος για την άγρια φύση αλλά και ως ζωοτροφή. Είναι πλούσιο σε κυτταρίνη, καθιστώντας το έτσι ελκυστικό ως πηγή για κυτταρινική αιθανόλη. (Schmer M. R *et al.*, 2008).

Όσον αφορά την προστασία του εδάφους το switchgrass είναι χρήσιμο διότι διαθέτει ένα βαθύ ινώδες ριζικό σύστημα όσο είναι και το ύψος του υπέργειου τμήματος του φυτού. Οι βαθιές ινώδες ρίζες του βοηθούν στην αύξηση της παραγωγικότητας, της διαπερατότητας και της γονιμότητας των εδαφών.(United States Department of Agriculture, 2008).

Το switchgrass είναι μια άριστη ζωοτροφή για βοοειδή, ενώ έχει παρουσιάσει τοξικότητα στα άλογα και στα πρόβατα μέσω των χημικών ενώσεων γνωστών ως saponins, οι οποίες προκαλούν φωτοευαισθησία και ζημιά στο συκώτι σε αυτά τα ζώα. (Johnson, A.L. *et al.*, 2006)

1. Ενέργεια από βιομάζα κεχριού

Η βιομάζα μπορεί να μετατραπεί σε ενέργεια με μία θερμοχημική μετατροπή (απευθείας καύση, πυρόλυση και αεριοποίηση) ή με ζύμωση των υδρογονανθράκων και την παραγωγή μεθανίου και βιοαιθανόλης (Hamelinck *et al.*, 2005). Η καταλληλότητα της συγκομιδής μιας καλλιέργειας για ενεργειακούς σκοπούς, είτε με την μετατροπή της σε κάποιο καύσιμο είτε με την απευθείας καύση, μπορεί να μετρηθεί από δείκτες που απεικονίζουν το ενεργειακό περιεχόμενο, την πυκνότητα και την ευκολία ανάκτησης της αποθηκευμένης ενέργειας. Αυτοί οι δείκτες είναι που καθορίζουν τελικά την καταλληλότητα και το είδος της χρήσης, της παραγόμενης βιομάζας.

2. Παραγωγή βιοαιθανόλης από το Switchgrass

Η βιομηχανία παραγωγής βιοαιθανόλης χρησιμοποιεί 2 ειδών πρώτες ύλες για την παραγωγή βιοαιθανόλης:

- a) Την παραγωγή από χλωρή βιομάζα πλούσια σε ζάχαρα ή άμυλα (όπως το καλαμπόκι ή το γλυκό σόργο) και
- b) Την παραγωγή από βιομάζα προερχόμενη είτε από υπολείμματα καλλιεργειών είτε από φυτά καλλιεργούμενα για αυτό το σκοπό, χρησιμοποιώντας την κυτταρίνη, την ημικυτταρίνη και την λιγνίνη.

Αναλύσεις που έχουν γίνει από το National Renewable Laboratory (NREL) των ΗΠΑ, έδειξαν ότι το switchgrass είναι κατάλληλο υπόστρωμα για παραγωγή αιθανόλης και υψηλής παραγωγικότητας που ανέρχεται στα 329 l/t (Varvel G.E. *et al.*, 2007).

Κατά τη σύγκριση του switchgrass με το καλαμπόκι (κύρια καλλιέργεια που χρησιμοποιείται αυτή τη στιγμή στις ΗΠΑ για την παραγωγή αιθανόλης) βρέθηκε ότι το switchgrass απαιτεί λιγότερη ενέργεια για την γεωργική παραγωγή, παράγει περισσότερη ενέργεια σε βιομάζα και χρησιμοποιεί λιγότερη ενέργεια για την επεξεργασία της βιομάζας σε αιθανόλη απ' ό,τι το καλαμπόκι. Το καθαρό ενεργειακό κέρδος υπό μορφή αιθανόλης προερχόμενο από καλλιέργεια switchgrass, έχει βρεθεί ότι είναι υψηλότερο από αυτή που παράγει το καλαμπόκι (McLaughlin, 1998).

3. Καύση

Εκτός από την παραγωγή αιθανόλης, ένας άλλος τρόπος ενεργειακής αξιοποίησης της καλλιέργειας του switchgrass είναι και η καύση. Το ενεργειακό περιεχόμενό του είναι συγκρίσιμο με αυτό του ξύλου, με σημαντικά χαμηλότερη περιεκτικότητα σε υγρασία. Τα βασικά χαρακτηριστικά που καθορίζουν την καταλληλότητα των ενεργειακών καλλιεργειών για καύση ή αεροποίηση είναι τα εξής:

- a) Το συνολικό περιεχόμενο της ενέργειας,
- b) Η περιεκτικότητα σε υγρασία και
- c) Η χημική σύνθεση της στάχτης που παράγεται από την καύση

Το συνολικό περιεχόμενο της ενέργειας καθορίζει τη μέγιστη ποσότητα θερμότητας που μπορεί να παραχθεί και τελικά τη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που μπορεί να δημιουργηθεί από την καύση. Για το switchgrass το περιεχόμενο ενέργειας ποικίλει από περιοχή σε περιοχή σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία. Πιο συγκεκριμένα σε μελέτες που διεξάχθηκαν στις ΗΠΑ αναφέρεται ως 16,4 GJ/t σε γεωγραφικό πλάτος όμοιο με την Ελλάδα (Lemus R. *et al.*, 2002), 17,4 GJ/t σε περιοχές του Καναδά (Madakadze I.C *et al.*, 1998) και 18,4GJ/t σε πειράματα στην Αλαμπάμα των ΗΠΑ (McLaughlin S. *et al.*, 1996).

Το περιεχόμενο υγρασίας κατά τη συγκομιδή επηρεάζει το κόστος μεταφοράς και διαχείρισης καθώς και το ανακτήσιμο επίπεδο διαχείρισης. Το switchgrass συνήθως συγκομίζεται σε μεγάλες μπάλες με περιεχόμενη υγρασία 13-15%. Αυτό το ποσοστό υγρασίας το ενεργειακό επίπεδο του switchgrass σε λιγότερο από 18 GJ/t.

Η περιεκτικότητα της βιομάζας του switchgrass όπως και βιομάζας που προέρχεται από άλλες καλλιέργειες σε νάτριο, κάλιο, ασβέστιο, χλώριο και μαγνήσιο επιδρά στη θερμική επεξεργασία, επηρεάζοντας τη θερμοκρασία καύσης, την περιεκτικότητα σε στάχτη και τη διάβρωση των χώρων καύσης (Fahmi R. *et al.*, 2007). Το κύριο χαρακτηριστικό της στάχτης που προάγει την διάβρωση είναι το αλκαλικό περιεχόμενο και η παρουσία πυριτικών αλάτων. Αυτά τα συστατικά χαμηλώνουν το σημείο τήξης της στάχτης με αποτέλεσμα να προσκολλάται στα εσωτερικά τοιχώματα του καυστήρα.

Όσον αφορά το ποσοστό της στάχτης, αυτό αναφέρεται σε 4,5% καθώς και 6% σε πειράματα 20 διαφορετικών ποικιλιών με τις πιο αποδοτικές (Alamo, Kanalow) να έχουν το μικρότερο ποσοστό 5,2% και 5,4% αντοίσιχα(Lemus R. *et al.*, 2002).

4. Η χρήση των pellet ως νέας μορφής καύσιμο

Τα συσσωματώματα ή σύμπηκτα ή πελλέτες (pellets) που παράγονται από το switchgrass είναι για βιομηχανική ή για οικιακή χρήση. Η παραγωγή των πελλετών γίνεται σε μονάδες επεξεργασίας. Οι πελλέτες είναι μικρά κυλινδρικά τεμάχια συμπιεσμένης βιομάζας (από διάφορες καλλιέργειες, δασική βιομάζα, υπολείμματα βιομηχανίας ξύλου π.χ ξύλου) διαφόρων μεγεθών διαμέτρου 6-8 mm και μήκους 15-15 mm. Με αυτόν τον τρόπο η βιομάζα μετατρέπεται σε μορφή που μπορεί να μεταφερθεί, να αποθηκευτεί και γενικά να διαχειριστεί κατά τη διαδικασία της καύσης της.

Οι πελλέτες έχουν υγρασία μέγιστο στο 8% και θερμική αξία περίπου 17-21 MJ/kg (ανάλογα με το είδος της βιομάζας), δηλαδή 2 κιλά πελλέτες ισοδυναμούν περίπου με 1 λίτρο πετρελαίου. Λόγω της ραγδαίας αύξησης της αγοράς πελλέτας για θέρμανση στη Κεντρική και Βόρεια Ευρώπη, η βιομηχανία παραγωγής καυστήρων πελλέτας έχει κάνει μεγάλα τεχνολογικά άλματα με αποτέλεσμα οι καυστήρες πελλέτας που κυκλοφορούν στο εμπόριο σήμερα να έχουν πολύ μεγάλη απόδοση, παρόμοια πλέον (ή και μεγαλύτερη) με απόδοση των καυστήρων πετρελαίου (80-85%)

Ενδεικτικά στην Αυστρία οι 8 στους 10 λέβητες που τοποθετούνται είναι λέβητες pellets. Η Γερμανία έκλεισε το 2009 με 102.000 λέβητες εν λειτουργία και με περισσότερες από 200.000 σόμπες. Στην Ιταλία που κυριαρχεί η σόμπα pellets, έχουν τεθεί σε λειτουργία περισσότερα από 1 εκατομμύριο τεμάχια. Η κατανάλωση των 13 εκατομμυρίων τόνων pellet στην Ευρώπη, σημαίνει απεξάρτηση από 6,5 εκατομμύρια τόνους πετρελαίου.

Η νέα νομοθεσία περί εκπομπών αερίων επιβάλλει αυστηρές προδιαγραφές για την κατασκευή των pellets και των χαρακτηριστικών της καύσης τους. Επίσης η γρήγορη ανάπτυξη της αγοράς, οι διαφορετικοί τύποι εμπορίας, τα διαφορετικά συστήματα θέρμανσης και διανομής αλλά και οι ανάγκες για συντονισμό ήταν οι λόγοι οι οποίοι συνέβαλαν στην δημιουργία προτύπων ασφαλείας.

1.15. Σκοπός του πειράματος

Η καλλιέργεια του switchgrass (*Panicum virgatum*) παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον ως μια εναλλακτική καλλιέργεια η οποία στο προσεχές μέλλον θα παρουσιάζει πρωταρχικό ρόλο στην παραγωγή βιομάζας και κατ' επέκτασιν στην παραγωγή εναλλακτικής πρώτης ύλης στις μονάδες ηλεκτροπαραγωγής. Στόχος της παρούσας έρευνας είναι η μελέτη της παραγωγικότητας και της προσαρμοστικότητας του switchgrass κάτω από διαφορετικές μεταχειρίσεις αζωτούχου λίπανσης και μειωμένης άρδευσης. Θα μελετηθεί πως επηρεάζεται η αύξηση και η ανάπτυξη του φυτού υπό δύο επίπεδα άρδευσης (μειωμένη και μηδενική) και τέσσερα επίπεδα αζωτούχου λίπανσης σε ένα αργιλοπηλώδες έδαφος της κεντρικής Ελλάδας (Βελεστίνο Θεσσαλίας).

2. Υλικά και μέθοδοι

2.1. Πειραματικό σχέδιο

Για τους σκοπούς της μελέτης, διεξήχθη πείραμα στο Βελεστίνο του Νομού Μαγνησίας κατά την καλλιεργητική περίοδο 2012.

Το πειραματικό σχέδιο ήταν παραγοντικό 2x4 (split-plot), με 2 παράγοντες και 4 επαναλήψεις. Οι παράγοντες ήταν:

A) Δύο διαφορετικά επίπεδα άρδευσης και πιο συγκεκριμένα:

- Επίπεδο I₁: 00 mm άρδευσης
- Επίπεδο I₂: 250 mm άρδευσης

B) Τέσσερα διαφορετικά επίπεδα αζωτούχου λιπάνσεως:

- Επίπεδο N₁: 0 μονάδες αζώτου
- Επίπεδο N₂: 8 μονάδες αζώτου
- Επίπεδο N₃: 16 μονάδες αζώτου
- Επίπεδο N₄: 24 μονάδες αζώτου

Για τον πειραματικό αγρό στην περιοχή του Βελεστίνου η εγκατάσταση της καλλιέργειας καταλάμβανε έκταση $33 \text{ m} \times 55 \text{ m} = 1815 \text{ m}^2$ συμπεριλαμβανομένων των διαδρόμων. Κάθε επανάληψη (Block) είχε διαστάσεις $7,5 \text{ m} \times 52 \text{ m}$ (εμβαδόν 390 m^2) και αποτελούνταν από 8 πειραματικά υποτεμάχια εμβαδού $7,5 \text{ m} \times 6,5 \text{ m} = 48,75 \text{ m}^2$.

2.2. Εργασίες στον αγρό

1) Σπορά

Οι καλλιέργειες που χρησιμοποιήθηκαν για το πείραμα είχαν εγκατασταθεί στον αγρό από το έτος 2010 μετά από επανασπορά στην περιοχή του Βελεστίνου. Για την εγκατάστασή τους είχε χρησιμοποιηθεί σπόρος switchgrass (ποικιλίας Alamo). Η σπορά των τεμαχίων έγινε με σπαρτική σιτηρών. Ο απαιτούμενος σπόρος για τη σπορά ήταν 500 γραμμάρια ανά στρέμμα.

Πίνακας 1. Απεικόνιση του πειραματικού σχεδίου άρδευσης στο Βελεστίνο

N - 0	N - 8	N - 16	N - 24	ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΟ
N - 8	N - 0	N - 24	N - 16	
N - 16	N - 24	N - 0	N - 8	
N - 24	N - 16	N - 8	N - 0	
N - 24	N - 16	N - 8	N - 0	ΜΗ ΑΡΔΕΥΟΜΕΝΟ
N - 16	N - 24	N - 0	N - 8	
N - 8	N - 0	N - 24	N - 16	
N - 0	N - 8	N - 16	N - 24	
BLOCK I	BLOCK II	BLOCK III	BLOCK IV	

2) Λίπανση

Η λίπανση πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με το πειραματικό σχέδιο, όπου και προβλέπονται τέσσερα επίπεδα λίπανσης ($N_1 = 0$, $N_2 = 8$, $N_3 = 16$ και $N_4 = 24$ μονάδες N). Για την λίπανση των υποτεμαχίων χρησιμοποιήθηκε νιτρική αμμωνία (46-0-0). Η εφαρμογή της λίπανσης πραγματοποιήθηκε στις 4/6/2012.

3) Άρδευση

Κατά τη διάρκεια του πειράματος πραγματοποιήθηκαν πέντε αρδεύσεις στο αρδευόμενο τεμάχιο I_2 (250 mm), αφού σκοπός του πειράματος ήταν και η μελέτη της αύξησης και της ανάπτυξης του switchgrass σε συνθήκες ξηρικές (I_1) αλλά και αρδευόμενες με μειωμένη χρήση νερού (I_2). Έτσι τα φυτά είχαν στη διάθεσή τους το νερό των βροχοπτώσεων (I_1) και επιπλέον 250 mm για το αρδευόμενο τεμάχιο (I_2).

4) Έλεγχος ζιζανίων

Δεν έγινε καμία επέμβαση για ζιζανιοκτονία γιατί η καλλιέργεια ήταν στην πλήρη ανάπτυξή της και επομένως τα φυτά ήταν πιο ανταγωνιστικά με τα ζιζάνια με αποτέλεσμα την ελάχιστη εμφάνισή τους.

5) Έλεγχος εχθρών και ασθενειών

Κατά τη διάρκεια του πειράματος δεν παρατηρήθηκε καμία σοβαρή προσβολή των φυτών από εχθρούς ή ασθένειες και κατά συνέπεια δεν έγινε καμία εφαρμογή φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων. Κρίνεται όμως σκόπιμο να αναφερθεί η ύπαρξη μεγάλης βιοποικιλότητας στην καλλιέργεια (όπως βατράχια, είδη πουλιών κ.α.).

2.3. Συλλογή πειραματικών δεδομένων

Η αύξηση και η ανάπτυξη στην περιοχή του Βελεστίνου μελετήθηκε με έξι (6) δειγματοληψίες - κοπές κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

- Η πρώτη στις 3/7/2012
- Η δεύτερη στις 23/7/2012
- Η τρίτη στις 7/8/2012
- Η τέταρτη στις 22/8/2012
- Η πέμπτη στις 8/9/2012
- Η έκτη στις 29/9/2012

Σε κάθε κοπή επιλεγόντουσαν τυχαία όσα φυτά βρίσκονταν σε πλαίσιο 1m² από το κάθε πειραματικό υποτεμάχιο. Η επιλογή των φυτών γινόταν συνήθως από το κέντρο του υποτεμαχίου. Αυτό συνέβαινε γιατί παράγοντες όπως η λίπανση, απαιτούν μεγάλα τεμάχια και αυτό γιατί η επίδρασή τους εκτίνεται και στα άλλα τεμάχια. Σκοπός είναι μεταξύ των τεμαχίων να υπάρχουν περιθωριακές γραμμές, οι οποίες θα εξομαλύνουν την επίδραση του περιθωρίου –border effect- ενώ οι μετρήσεις θα γίνονται στο κεντρικό τμήμα του τεμαχίου δηλαδή στις πειραματικές γραμμές.

Μετά την κοπή των φυτών μετριόταν το ύψος και το βάρος τους, στη συνέχεια ένα δείγμα από 20 φυτά από κάθε πειραματικό τεμάχιο τοποθετούνταν μέσα σε πλαστική σακούλα πάνω στην οποία αναγραφόταν ο αριθμός του τεμαχίου από το οποίο λήφθηκε το δείγμα. Σε κάθε κοπή παραλαμβάναμε 32 δείγματα κάθε φορά.

2.4. Εργαστηριακές μετρήσεις

Αμέσως μετά τις κοπές τα επιλεγόμενα φυτά μεταφέρονται στο Εργαστήριο Γεωργίας. Εκεί με τη βοήθεια ηλεκτρονικού ζυγού μετρούνταν το χλωρό βάρος του δείγματος των 30 φυτών. Ακολούθως το κάθε φυτό του δείγματος τεμαχιζόταν και διαχωριζόταν σε βλαστό και φύλλα από τα οποία μετρούνταν το χλωρό βάρος και τοποθετούνταν μέσα σε χάρτινες σακούλες για ξήρανση.



Εικόνα 4. Ζυγός ακριβείας

Πρέπει να επισημάνουμε ότι στην περιοχή του Βελεστίνου από την 4^η κοπή (22/8/2012) και έπειτα εκτός από τα φύλλα και τους βλαστούς τα φυτά είχαν αναπτύξει και ανθικό στέλεχος, οπότε ακολουθήθηκε και για αυτό η ίδια διαδικασία.

Στο Εργαστήριο Γεωργίας μετρούνταν το χλωρό βάρος τόσο των φύλλων όσο και των βλαστών αλλά και της ανθοταξίας. Η μεταφορά των υποδειγμάτων από τον αγρό στο εργαστήριο γινόταν σε όσο το δυνατόν συντομότερο χρονικό διάστημα. Για το λόγο αυτό το υπόδειγμα ζυγιζόταν στο εργαστήριο. Στη συνέχεια οι βλαστοί και τα φύλλα (μετά από επεξεργασία) τοποθετούνταν μέσα σε χάρτινες σακούλες και ακολουθούσε ξήρασή τους μέσα σε κλίβανο στους 70 °C μέχρι να αποκτήσουν σταθερά βάρη. Μετά την ξήρανση που διαρκούσε 6-7 ημέρες, μετρούνταν το ξηρό τους βάρος με τη βοήθεια ηλεκτρονικού ζυγού ακριβείας.

1) Επεξεργασία φύλλων

Μετά τη ξήρανση (6-7 ημέρες) μετρούνταν το ξηρό τους βάρος.

Η επιφάνεια των χλωρών φύλλων μετρούνταν με τη βοήθεια του αυτόματου μετρητή φύλλων (leaf area meter). Το σύστημα αποτελείται από:

- Το LI-COR model LI-3000A portable area meter, που είναι ο υπολογιστής του συστήματος και αποτελείται από την οθόνη, τα πλήκτρα του υπολογιστή και τις υποδοχές για τις συνδέσεις με τα παράπλευρα όργανα.
- Την κεφαλή σάρωσης του συστήματος μέσα από την οποία περνούν τα φύλλα.
- Το εξάρτημα LI-3050A Transparent Belt Conveyer με πλαστική διάφανη ζώνη η οποία περιστρέφεται βοηθώντας τη διέλευση των φύλλων μέσα από την κεφαλή σάρωσης, για τη μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας

- Φωτός (PYRANOMETER)
- Θερμοκρασίας (THERMISTORS)
- Βροχόπτωσης (ARG 100)
- Ταχύτητας ανέμου (THIES CLIMA)

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

3.1 Υπολογισμός SLA (Specific Leaf Area)

Η ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA) αντιπροσωπεύει την συλλογική φυλλική επιφάνεια ανά μονάδα ξηρού βάρους της φυλλικής μάζας. Πρόκειται για μορφολογικό χαρακτηριστικό της καλλιέργειας που εξαρτάται από τη θερμοκρασία, την έκταση της ακτινοβολίας και το σχετικό στάδιο της ανάπτυξης (DVS). Μερικοί συγγραφείς αναφέρουν ότι η SLA μειώνεται από μία μέγιστη τιμή κατά τη περίοδο του φυτρώματος (όταν το φυτό σχηματίζει λεπτά φύλλα), μέχρι μία ελάχιστη τιμή κατά την ωρίμανση. Με βάση τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές της, η SLA μπορεί να προσδιοριστεί από τις εξισώσεις:

$$SLA = SLA_{\min} - (SLA_{\max} - SLA_{\min}) \times \ln(DVS)/2$$

Εάν $SLA > SLA_{\max}$ τότε $SLA = SLA_{\max}$

Όπου

SLA_{\max} είναι η μέγιστη ειδική φυλλική επιφάνεια (m^2/kg)

SLA_{\min} είναι η ελάχιστη ειδική επιφάνεια (m^2/kg)

DVS είναι το σχετικό στάδιο ανάπτυξης

Οι εξισώσεις που εισηγούνται είναι εμπειρικές και πρέπει να χρησιμοποιούνται με προσοχή. Συνίσταται η χρήση πραγματικών δεδομένων της SLA που έχουν προκύψει από τον πειραματισμό στον αγρό (Δαναλάτος, 1999).

Όπως προαναφέρθηκε η SLA ισούται με το πηλίκο της επιφάνειας των φύλλων προς το ξηρό τους βάρος. Κατά συνέπεια ο υπολογισμός της SLA έγινε με βάση τις μετρήσεις της φυλλικής επιφάνειας ενός αριθμού φύλλων που μετρήθηκαν και του ξηρού τους βάρους, χρησιμοποιώντας τη σχέση:

$$SLA = \text{Φυλλική Επιφάνεια} / \text{Ξηρό Βάρος Φύλλων}$$

Η SLA εκφράζεται συνήθως σε (m^2 φύλλων/kg ξηρών φύλλων)

3.2 Υπολογισμός LAI (Leaf Area Index)

Η φυλλική επιφάνεια εκφράζεται με το δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI), ο οποίος ισούται με τη συνολική επιφάνεια των φύλλων που αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη μονάδα επιφάνεια του εδάφους. Με τον δείκτη φυλλικής επιφάνειας αγνοούνται οι άλλες φωσυνθέτουσες επιφάνειες του φυτού (μίσχοι, στελέχη κα.) οι οποίες όμως σε πρακτική κλίμακα αντιπροσωπεύουν μικρό ποσοστό. Ο LAI εκφράζει και την αποτελεσματικότητα μιας καλλιέργειας ως προς τη φωτοσυνθετική ικανότητα. Ο LAI αυξάνει από το φύτεμα μέχρι ενός ορίου του ώριμου φυτού και η αύξηση αυτή συνδέεται εποχικώς με τον αριθμό αύξησης και βλαστικής ανάπτυξης των φυτών.

Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) συνδέεται με την ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA) με τη σχέση:

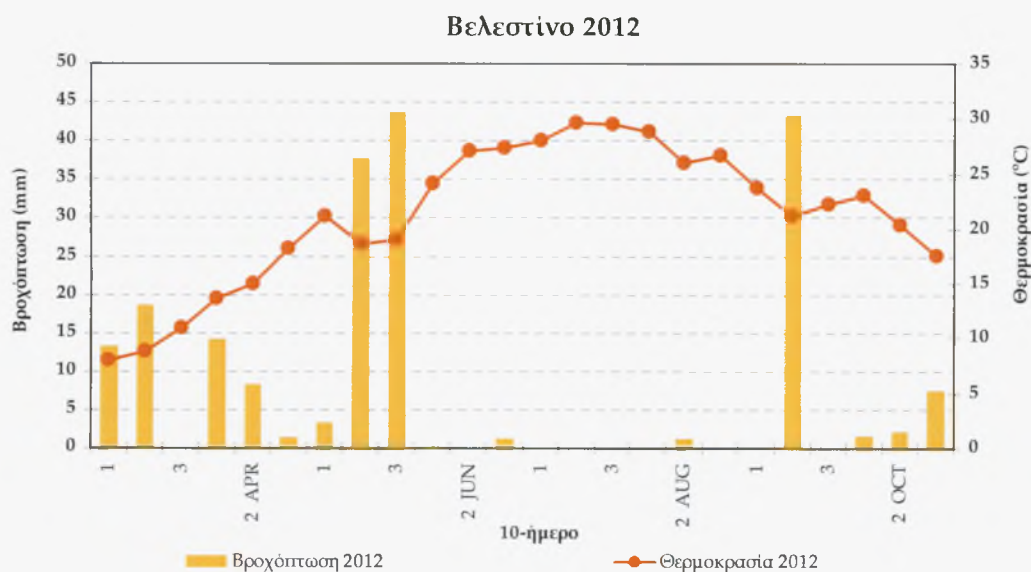
$$L.A.I = (SL \times SLA) / 1000$$

Όπου SL είναι το ξηρό βάρος των (πράσινων) φύλλων (kg/στρ) (Δαναλάτος, 1999).

Ο υπολογισμός του LAI έγινε με βάση την παραπάνω εξίσωση και η τιμή του LAI εκφράζεται σε m² επιφάνειας φύλλων/m² εδάφους επιφάνειας.

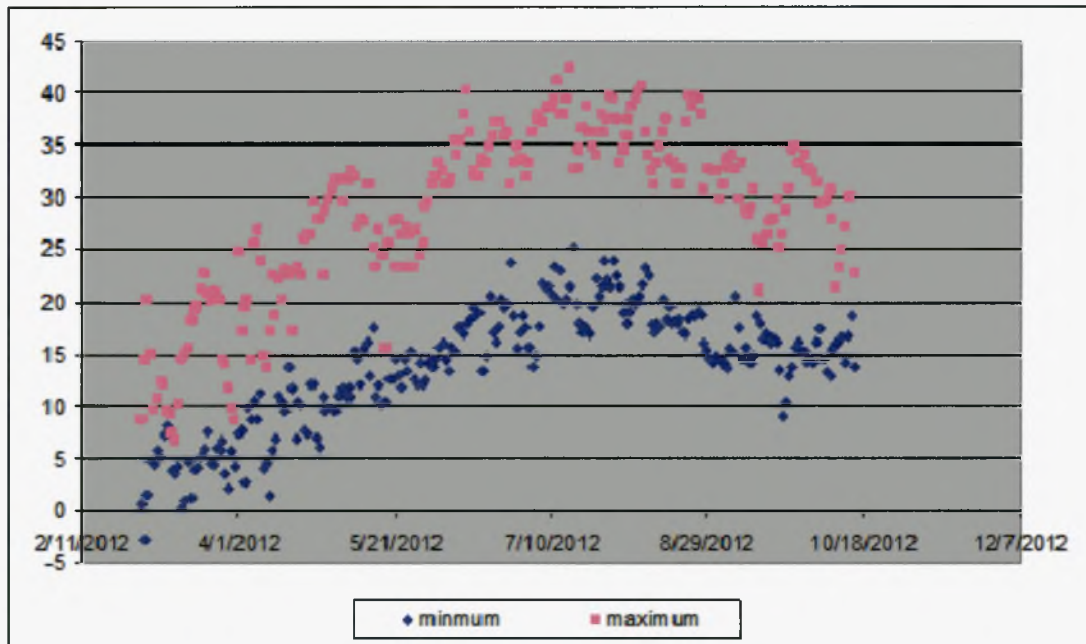
4. Αποτελέσματα και συζήτηση

4.1 Κλιματολογικές μετρήσεις



Διάγραμμα 1-α. Μέση θερμοκρασία αέρα και βροχόπτωση ανά 10ήμερο το 2012 στο Βελεστίνο.

Την περίοδο όπου καλλιεργείθηκε το switchgrass στο Βελεστίνο επικρατούσαν ξηρές κλιματολογικές συνθήκες με αραιές βροχοπτώσεις όπου δεν ξεπερνούσαν τα 45 mm. Από τα τέλη Μαρτίου παρατηρήθηκε πτώση του ύψους βροχής η οποία δεν ξεπερνούσε τα 20 mm. Στη συνέχεια, τους μήνες Απρίλη και Μάιο παρατηρήθηκε σποραδικές βροχές ενώ τους καλοκαιρινούς μήνες είχαμε μηδενικά ποσοστά βροχοπτώσεων. Τέλος τους πρώτους φθινοπωρινούς μήνες (Σεπτέμβρη-Οκτώβρη) παρατηρήθηκαν βροχοπτώσεις ύψους 43 mm.

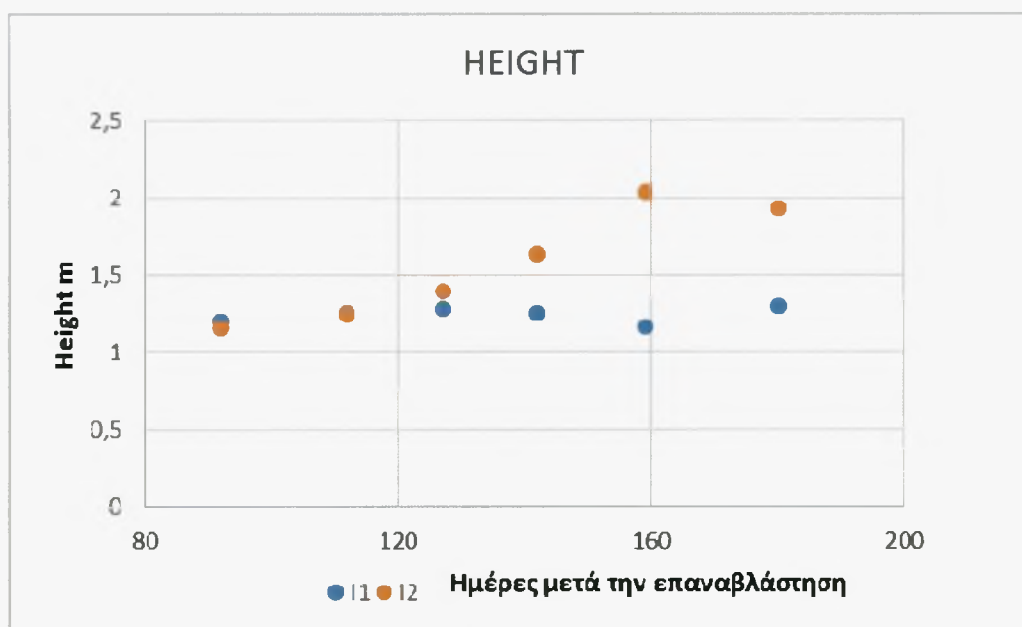


Διάγραμμα 1-β. Μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία κατά την διεκπεραίωση του πειράματός στο Βελεστίνο.

Η περιοχή του Βελεστίνου στην οποία έλαβε χώρα το πείραμά αποτελεί μια μεσογειακή περιοχή όπου επικρατούν ήπιοι και υγροί χειμώνες ενώ το καλοκαίρι το κλίμα είναι ζεστό και ξηρό. Καθ' όλη τη διάρκεια όπου πραγματοποιούνταν το πείραμα παρατηρήθηκαν σύμφωνα με μετρήσεις ότι η υψηλότερη θερμοκρασία κυμάνθηκε μεταξύ 30-43 °C τους θερινούς μήνες, όπως παρατηρούμε και από το διάγραμμα, ενώ η μικρότερη θερμοκρασία για τους ίδιους μήνες μεταβλήθηκε μεταξύ 13-25 °C.

4.2 Αύξηση και Ανάπτυξη της καλλιέργειας

4.2.1 Ύψος φυτών



Διάγραμμα 2-α. Ύψος φυτών για τα δύο επίπεδα άρδευσης (●I1, ●I2) στο Βελεστίνο.

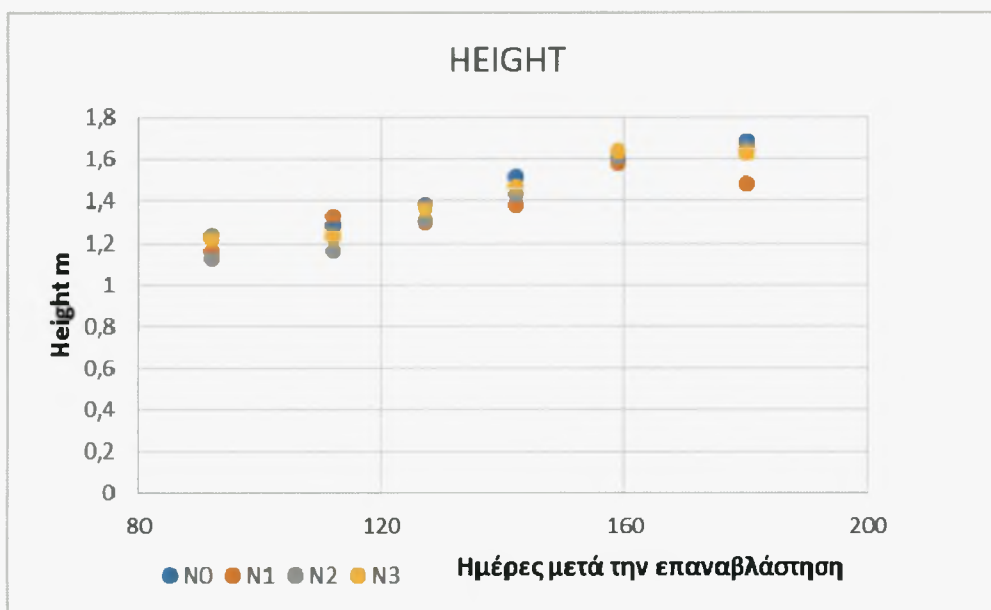
Όπως φαίνεται από το διάγραμμα 2-α, η διαφορά άρδευσης έπαιξε καταλυτικό ρόλο αρχικά για την ανάπτυξη του ύψους των φυτών. Το μεγαλύτερο ύψος στην καλλιέργεια (2,1 m) σημειώθηκε στις 8 Σεπτεμβρίου στο αρδευόμενο τμήμα της καλλιέργειας. Αξιολογώντας τις μετρήσεις του διαγράμματός φαίνεται ότι οι μεγαλύτερες μετρήσεις ύψους σημειώθηκαν στην αρδευόμενη καλλιέργεια του switchgrass λόγω πιθανής έλλειψης εδαφικής υγρασίας, οπότε η ανάπτυξη του ύψους των φυτών εξαρτάται άμεσα από τα ποσοστά άρδευσης που χορηγούνται στην καλλιέργεια. Όσον αφορά τους ρυθμούς αύξησης του φυτού στην αρδευόμενη καλλιέργεια παρατηρήθηκε ότι από την αρχή της βλάστησης του φυτού μέχρι και την 112 ημέρα μετά την επαναβλάστηση ο ρυθμός αύξησης έφτασε στα 1,25 cm την ημέρα ενώ στην κορύφωσή του (από την 142 έως την 159 ημέρα μετά την επαναβλάστηση) έφτασε στα 1,7 cm την ημέρα. Αντίθετα στην ξηρική καλλιέργεια αρχικά είχε ρυθμό αύξησης 1,25 cm την ημέρα ωστόσο παρέμεινε σταθερός αυτός ο ρυθμός μέχρι το τέλος του πειράματος.

Πίνακας 2. Ύψος φυτών (m) για τα 2 επίπεδα άρδευσης και τα 4 επίπεδα αζωτούχου λίπανσης στο Βελεστίνο το έτος 2012

	1 ^η κοπή	2 ^η κοπή	3 ^η κοπή	4 ^η κοπή	5 ^η κοπή	6 ^η κοπή
I1	1,206	1,254	1,282 a	1,261 a	1,171 a	1,306 a
I2	1,159	1,249	1,245 a	1,638 a	2,045 a	1,934 a
LSD _{0,05}	ns	ns	0,1105	0,2994	0,2849	0,1588
N0	1,232 a	1,282 bc	1,381	1,512	1,599	1,683

N1	1,161 a	1,327 c	1,310	1,382	1,581	1,527
N2	1,125 a	1,163 a	1,307	1,431	1,615	1,640
N3	1,212 a	1,235 ab	1,373	1,471	1,637	1,630
LSD _{0,05}	0,1516	0,08	Ns	ns	Ns	ns
I1N0	1,265	1,265 a	1,330	1,327	1,163	1,437
I1N1	1,160	1,410 b	1,265	1,215	1,197	1,213
I1N2	1,157	1,143 a	1,285	1,267	1,147	1,303
I1N3	1,242	1,200 a	1,250	1,232	1,177	1,270
I2N0	1,200	1,300 a	1,432	1,697	2,035	1,930
I2N1	1,162	1,243 a	1,355	1,550	1,965	1,840
I2N2	1,092	1,183 a	1,330	1,595	2,083	1,978
I2N3	1,182	1,270 a	1,497	1,710	2,097	1,990
LSD _{0,05}	ns	0,107	Ns	ns	Ns	ns
CV	12,2	6,1	8,8	7,1	6,7	8,7

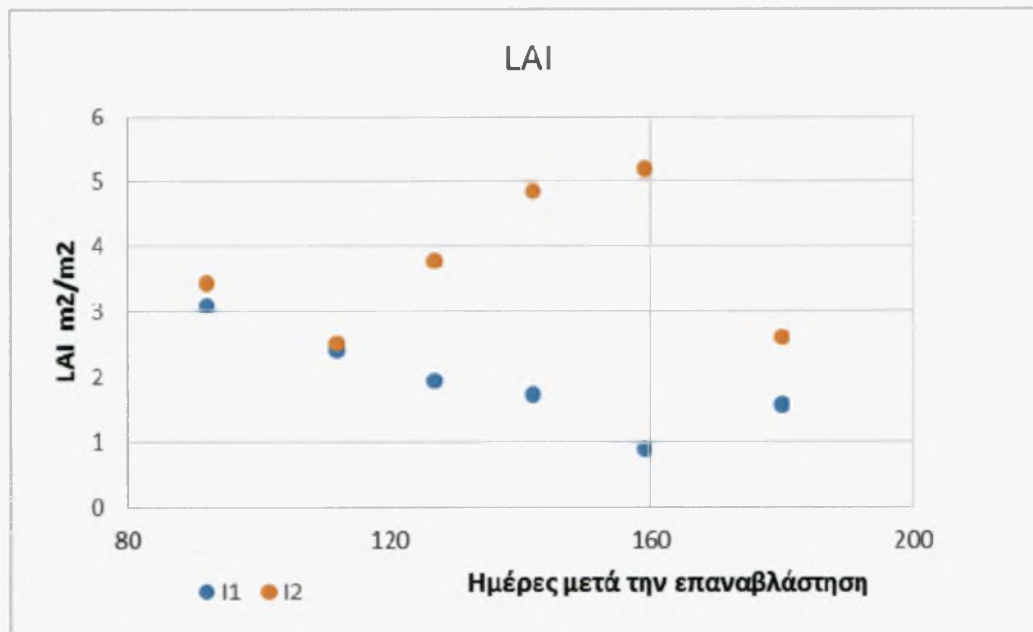
* Duncan criterion: a, b, c



Διάγραμμα 2-β. Ύψος φυτών για τα τέσσερα επίπεδα αζωτούχου λίπανσης (●N0, ●N1, ●N2, ●N3) στο Βελεστίνο

Η μέγιστη τιμή ύψους παρατηρήθηκε στο τμήμα με το μικρότερο ποσοστό αζωτούχου λιπάνσεως και κατά την τελευταία κοπή μας. Η μέγιστη τιμή ύψους φυτών σημειώθηκε στην έκτη κοπή με μηδενική αζωτούχο λίπανση και με τιμή 1,68 cm. Ωστόσο από το διάγραμμά μας παρατηρείται ότι οι διαφορές ύψους μεταξύ των διαφόρων λιπάνσεων που χορηγήθηκαν στην καλλιέργεια δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικές.

4.2.2. Δείκτης LAI φυτών



Διάγραμμα 3-α. Δείκτης LAI για τα δύο επίπεδα άρδευσης (●I1, ●I2) στο Βελεστίνο

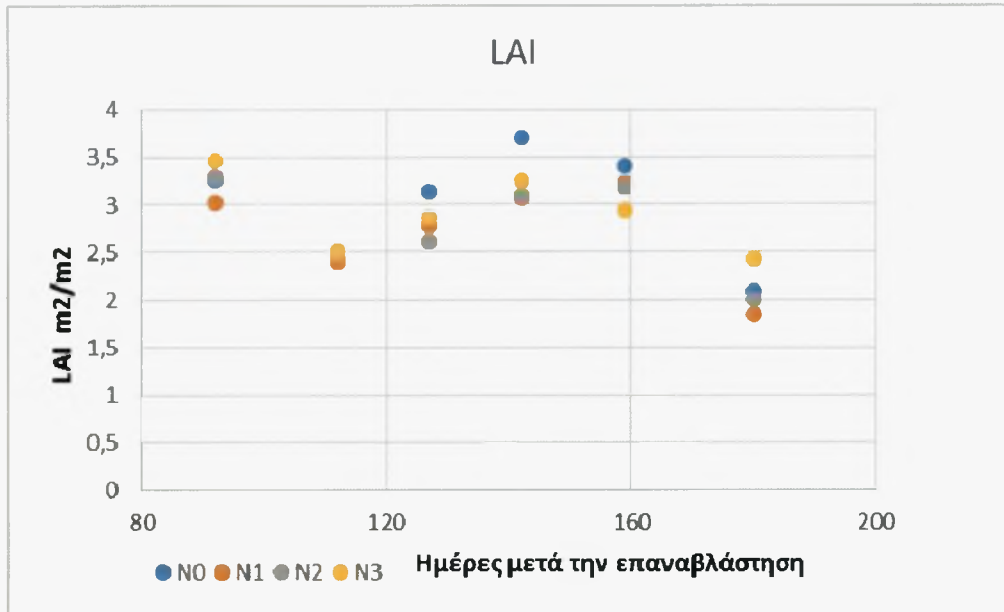
Σύμφωνα με το διάγραμμα παρατηρείται σημαντική διαφορά στον δείκτη του LAI του switchgrass σε συνάρτηση με τον παράγοντα της άρδευσης. Όπως φαίνεται ξεκάθαρα το ξηρικό τμήμα της καλλιέργειας είχε μια φθίνουσα πορεία εν αντιθέση με της αρδευόμενη καλλιέργεια η οποία άρχισε να αυξάνει τον δείκτη LAI από τον Αύγουστο και μετά φτάνοντας περίπου στο 5,5. Η ταχεία αυτή αύξηση της φυλλοστοιβάδας οφείλεται στις αυξημένες θερμοκρασίες αέρα καθ' όλη τη διάρκεια ανάπτυξης της καλλιέργειας.

Πίνακας 2. Ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) των φυτών ($m^2 m^{-2}$) για τα 2 επίπεδα άρδευσης και τα 4 επίπεδα αζωτούχου λιπάνσεως στο Βελεστίνο το έτος 2012

	1 ^η κοπή	2 ^η κοπή	3 ^η κοπή	4 ^η κοπή	5 ^η κοπή	6 ^η κοπή
I1	3,09	2,405	1,93 a	1,72 a	0,77 a	1,58 a
I2	3,44	2,507	3,78 a	4,84 a	5,19 a	2,60 a
LSD _{0,05}	ns	ns	1,458	1,267	1,583	0,547
N0	3,27	2,413	3,14	3,72	2,98	2,09
N1	3,02	2,393	2,79	3,06	2,83	1,84
N2	3,29	2,512	2,61	3,09	3,18	2,01
N3	3,48	2,506	2,87	3,25	2,94	2,42
LSD _{0,05}	ns	ns	ns	ns	Ns	ns
I1N0	3,13	2,400	1,80	1,81	0,39	1,80
I1N1	2,89	2,409	1,91	1,66	0,87	1,29
I1N2	3,25	2,416	1,88	1,66	0,88	1,88
I1N3	3,11	2,395	2,11	1,76	0,95	1,36
I2N0	3,40	2,427	4,48	5,62	5,58	2,38
I2N1	3,16	2,377	3,67	4,47	4,79	2,39
I2N2	3,34	2,609	3,33	4,53	5,48	2,13

I2N3	3,84	2,616	3,63	4,74	4,93	3,49
LSD _{0,05}	ns	ns	ns	ns	Ns	ns
CV	19,1	14,4	20,7	27,2	36,0	32,6

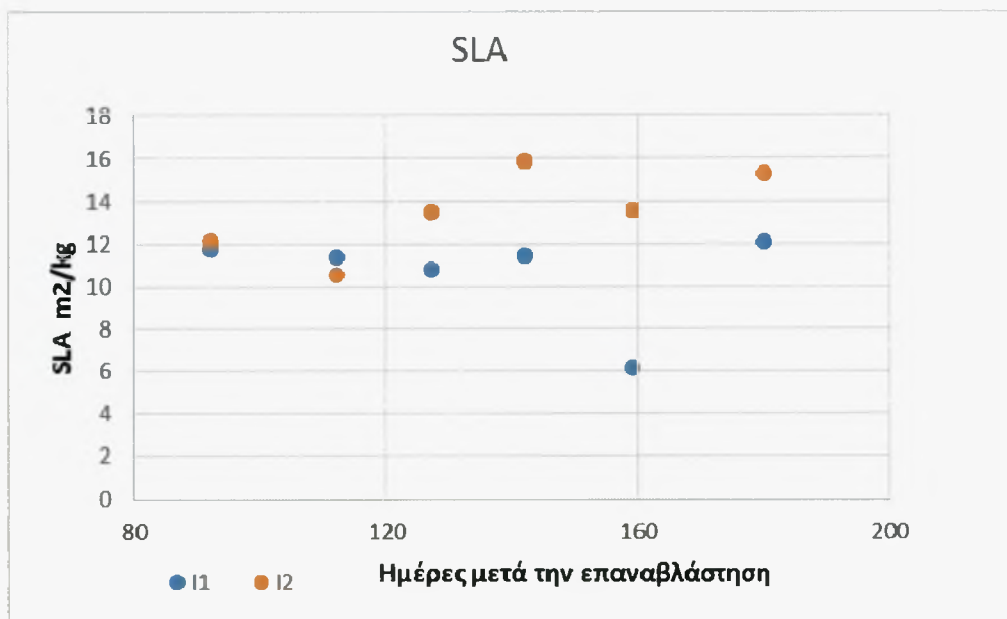
* Duncan criterion: a, b, c



Διάγραμμα 3-β. Δείκτης LAI για τα τέσσερα επίπεδα αζωτούχας λιπάνσεως (●N0, ●N1, ●N2, ●N3) στο Βελεστίνο

Σύμφωνα με τον πίνακα (3-β) φαίνεται ότι η υψηλότερη τιμή ($3,7 \text{ m}^2/\text{m}^2$) παρουσιάστηκε στην τέταρτη κοπή στο τμήμα με μηδενική αζωτούχο λίπανση ενώ η χαμηλότερη τιμή του LAI μετρήθηκε στην τελευταία κοπή για το τμήμα που είχε 8 μονάδες αζωτούχου λίπανσης με τιμή $1,8 \text{ m}^2/\text{m}^2$. Κατά τη διάρκεια ωρίμανσης της καλλιέργειας ο LAI κυμάνθηκε σε τιμές 1-3 λόγω της ξήρανσης και κατά συνέπεια της πτώσης των φύλλων. Αυτή η τιμή οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η καλλιέργεια κατά την τελευταία κοπή δεν βρισκόταν στην πλήρη ωρίμανσή της. Παρόλα αυτά οι διαβαθμίσεις μεταξύ των τεσσάρων τομέων αζωτούχου λίπανσης δεν παρουσίασαν μεγάλες αποκλίσεις μεταξύ τους δείχνοντας ότι η φυλλική επιφάνεια των φυτών δεν επηρεάστηκε ιδιαίτερα από την ποσότητα του λιπάσματος που του χορηγήθηκε.

4.2.3. Δείκτης SLA φυτών



Διάγραμμα 4-α. Δείκτης SLA για τα δύο επίπεδα άρδευσης (●I1, ●I2) των φυτών στην περιοχή του Βελεστίνου

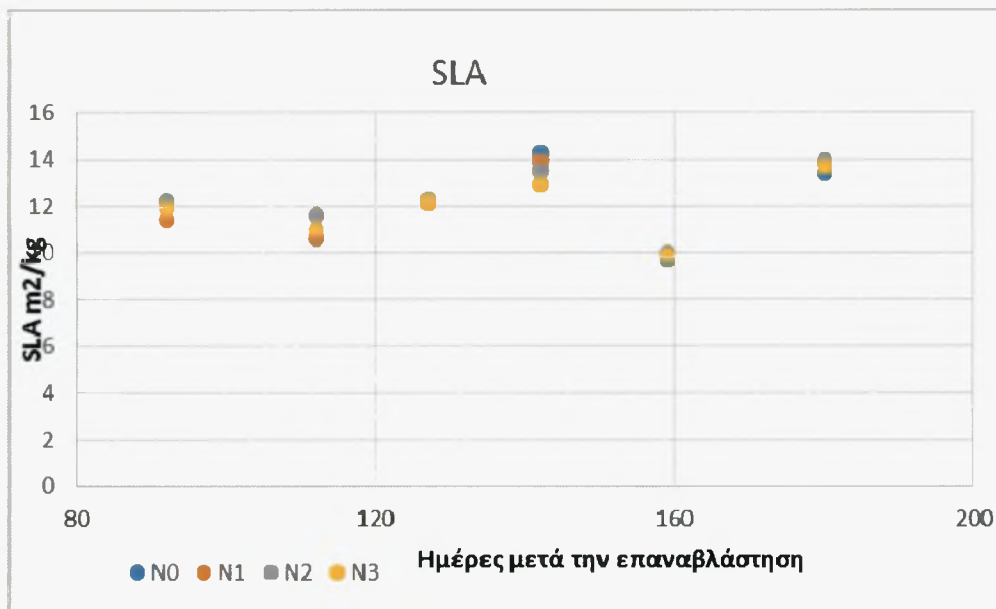
Στις αρδευόμενες μεταχειρίσεις παρατηρήθηκε αύξηση των τιμών με την άνοδο της θερμοκρασίας και η SLA έφτασε ή και ξεπέρασε τα 15 m²/kg την περίοδο που ο δείκτης ειδικής φυλλικής επιφάνειας είχε φτάσει στη μέγιστη τιμή του. Όσον αφορά την μη-αρδευόμενη μεταχείριση οι τιμές της SLA παρέμειναν σχετικά σταθερές μέχρι και τη συγκομιδή της καλλιέργειας. Η διαφοροποίηση του παράγοντα της άρδευσης στον δείκτη ειδικής φυλλικής επιφάνειας (SLA) παρατηρήθηκε πιο έντονα μετά την τρίτη κοπή όπου η αρδευόμενη καλλιέργεια σημείωσε αρκετά μεγάλη αύξηση. Η πιο έντονη διαφορά μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων παρατηρήθηκε στην πέμπτη κοπή όπου η διαφορά τους έφτασε τις 7 μονάδες.

Πίνακας 3. Ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA) των φυτών (m²/kg) για τα 2 επίπεδα άρδευσης και τα 4 επίπεδα αζωτούχου λιπάνσεως (●N0, ●N1, ●N2, ●N3) στο Βελεστίνο το έτος 2012

	1 ^η κοπή	2 ^η κοπή	3 ^η κοπή	4 ^η κοπή	5 ^η κοπή	6 ^η κοπή
I1	11,73	11,40 a	10,79 a	11,46 a	6,17 a	12,10 a
I2	12,13	10,56 a	13,48 a	15,87 a	13,59 a	15,31 a
LSD _{0,05}	Ns	0,486	2,402	2,009	3,635	0,636
N0	12,21	10,63	11,95	14,25	9,70	13,38
N1	11,42	10,69	12,12	13,94	9,97	13,78
N2	12,23	11,59	12,30	13,53	9,98	13,95
N3	11,87	11,02	12,17	12,95	9,87	13,71
LSD _{0,05}	Ns	ns	ns	ns	Ns	Ns
I1N0	12,32	11,05	9,68 a	11,85	4,84	10,81
I1N1	10,72	11,13	10,80 a	11,49	5,86	11,63
I1N2	12,64	11,96	10,85 a	11,64	6,79	13,90
I1N3	11,24	11,44	11,82 ab	10,84	7,19	12,05

I2N0	12,11	10,21	14,22 c	16,64	14,56	15,95
I2N1	12,11	10,24	13,43 b	16,38	14,07	15,92
I2N2	11,81	11,21	13,76 b	15,41	13,18	14,00
I2N3	12,50	10,60	12,53 bc	15,06	12,54	15,37
LSD _{0,05}	Ns	ns	2,301	ns	Ns	Ns
CV	15,8	10,02	9,1	13,1	21,6	14,0

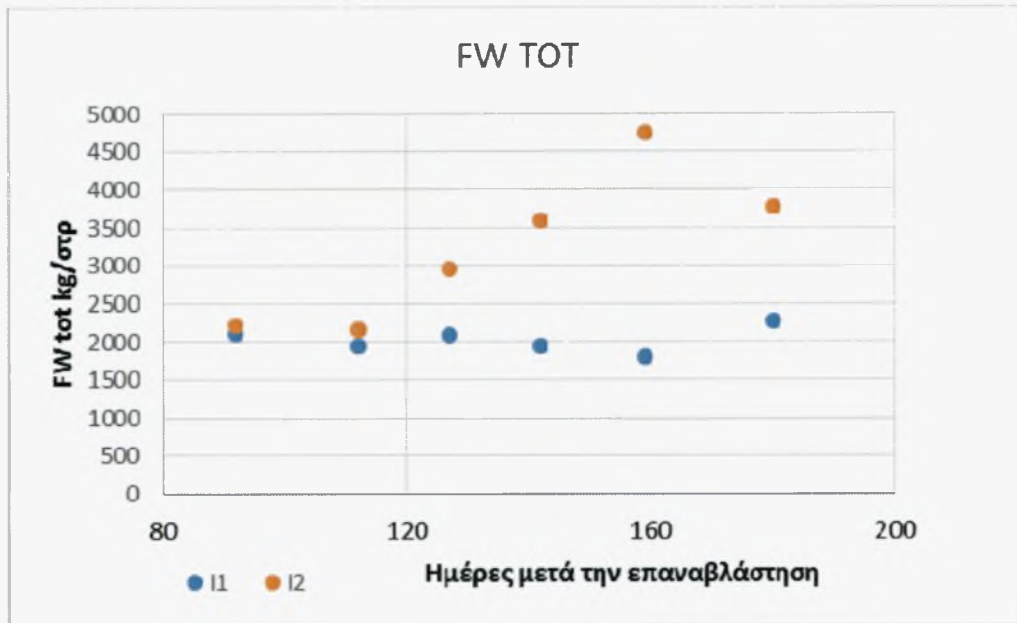
* Duncan criterion: a, b, c



Διάγραμμα 4-β. Δείκτης SLA για τα τέσσερα επίπεδα αζωτούχας λίπανσης (●N0, ●N1, ●N2, ●N3) στην περιοχή του Βελεστίου

Η διαφοροποίηση του παράγοντα της αζωτούχου λίπανσης δεν επέφερε σημαντική διαφορά στην ειδική φυλλική επιφάνεια της καλλιέργειας του switchgrass. Οι τιμές του δείκτη ειδικής φυλλικής επιφάνειας κυμάνθηκαν για όλες τις διαχειρίσεις μεταξύ 10 και 14 m²/kg και η υψηλότερη τιμή που καταμετρήθηκε ήταν στο τμήμα με την λιγότερη αζωτούχο λίπανση, στην τέταρτη κοπή, με τιμή 14,25.

4.2.4. Χλωρό βάρος φυτών



Διάγραμμα 5-α. Χλωρό βάρος για τα δύο επίπεδα άρδευσης (●I1, ●I2) στην περιοχή του Βελεστίνου

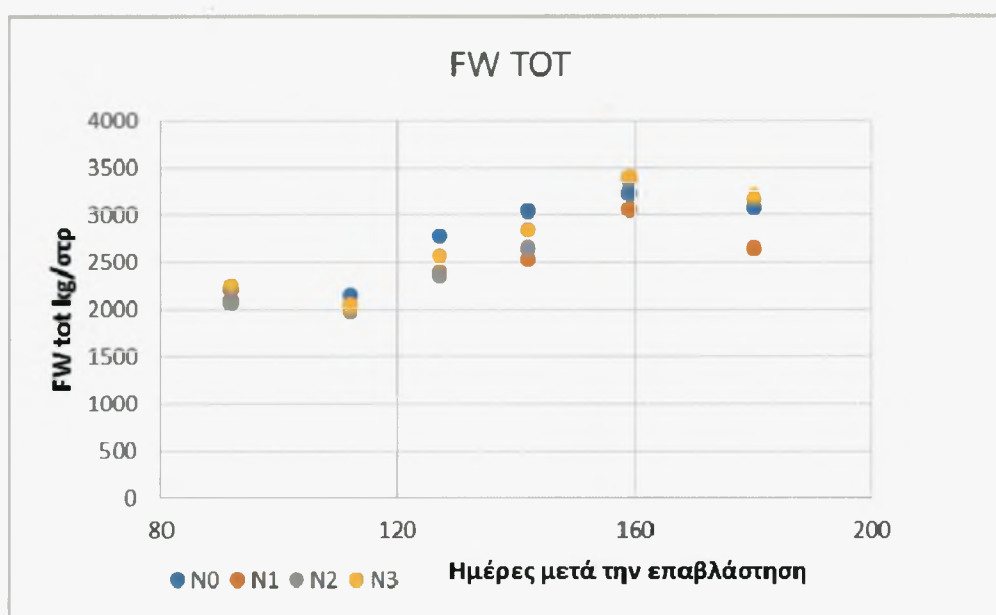
Η εναλλαγή της άρδευσης επέφερε σημαντικές διαφορές στη χλωρή βιομάζα της καλλιέργειας του switchgrass. Η μικρότερη τιμή για τη χλωρή βιομάζα σημειώθηκε στη μη αρδευόμενη μεταχείριση που παρέμεινε σε σταθερά επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. Φαίνεται ότι τα φυτά της ξηρικής μεταχείρισης δεν έφτασαν σε στάδιο ανθοφορίας. Η υψηλότερη τιμή της αρδευόμενης μεταχείρισης καταμετρήθηκε στην πέμπτη κοπή με τιμή 4,09 t/στρ. Στην περιοχή του Βελεστίνου που πραγματοποιήθηκε το πείραμά μας ίσως λόγω χαμηλής υγρασίας του εδάφους είναι φανερή η επίδραση της άρδευσης. Όσον αφορά τον ρυθμό αύξησης του χλωρού βάρους του φυτού για την αρδευόμενη καλλιέργεια παρατηρήθηκε αρχικά μια μικρή πτώση 2,83 κιλά ανά ημέρα ενώ στην συνέχεια αυξήθηκε ο ρυθμός αύξησης του χλωρού βάρους και έφτασε τα 67,53 κιλά ανά ημέρα. Στην ξηρική επιφάνεια παρατηρήθηκε αρχική αύξηση του χλωρού βάρους και μετά έμεινε σε σταθερό επίπεδο καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος.

Πίνακας 4. Ξηρό βάρος των φυτών (kg/στρ) για τα 2 επίπεδα άρδευσης και τα 4 επίπεδα αζωτούχου λίπανσης στο Βελεστίνο το έτος 2012.

	1 ^η κοπή	2 ^η κοπή	3 ^η κοπή	4 ^η κοπή	5 ^η κοπή	6 ^η κοπή
I1	2101	1941	2094 a	1936 a	1797 a	2266 a
I2	2214	2158	2956 b	3592 b	4741 b	3779 b
LSD _{0,05}	Ns	ns	836,3	1140,4	1713,7	847,3
N0	2214	2146	2771	3040	3232	3068
N1	2082	2046	2392	2535	3063	2645
N2	2076	1972	2358	2640	3379	3170
N3	2258	2033	2578	2842	3402	3206

LSD _{0,05}	Ns	ns	ns	ns	Ns	ns
I1N0	2160	2057	2135	1895	1733	2627
I1N1	2035	2034	2050	1940	1807	2190
I1N2	1972	1862	2130	1890	1813	2280
I1N3	2235	1810	2060	2020	1833	1967
I2N0	2268	2235	2408	4185	4730	3510
I2N1	2130	2058	2735	3130	4320	3100
I2N2	2180	2082	2587	3390	4945	4060
I2N3	2280	2256	3097	3665	4970	4445
LSD _{0,05}	Ns	ns	ns	ns	Ns	ns
CV	17,5	10,4	20,9	24,6	24,4	21,3

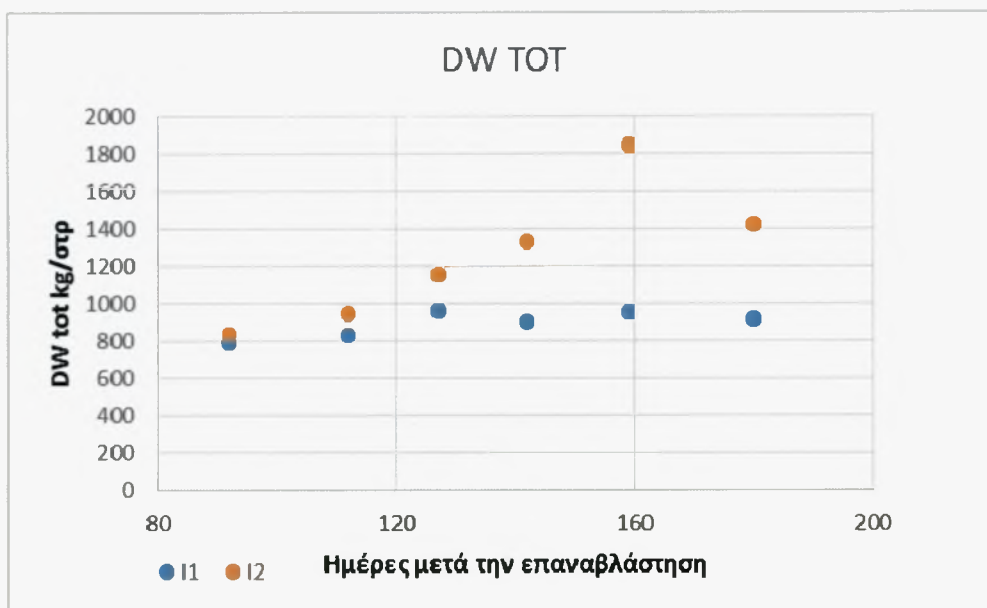
* Duncan criterion: a, b, c



Διάγραμμα 5-β. Χλωρό βάρος για τα τέσσερα επίπεδα αζωτούχου λιπάσεως (●N0, ●N1, ●N2, ●N3) στην περιοχή του Βελεστίου

Εν αντιθέσει με τις μεγάλες διαφοροποιήσεις στην αρδευτική και την ξηρική μεταχείριση, στην μεταχείριση σύμφωνα με την αζωτούχο λίπανση δεν παρατηρήθηκαν μεγάλες αντιθέσεις. Η χαμηλότερη τιμή που καταγράφηκε είναι για τον τομέα που χρησιμοποιήσαμε 16 μονάδες αζώτου (με τιμή 1972 kg χλωρής βιομάζας/στρ), ενώ η υψηλότερη μέτρηση έγινε για τη μεταχείριση που ρίξαμε 24 μονάδες αζωτούχου λιπάσματος (με τιμή 3402 kg χλωρής βιομάζας/στρ). Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 5-β ο ρυθμός μεταβολής του χλωρού βάρους δεν επηρεάστηκε ιδιαίτερα από τη μεταβολή της ποσότητας του αζωτούχου λιπάσματος που ρίξαμε.

4.2.5. Ξηρό βάρος φυτών



Διάγραμμα 6-α. Ξηρό βάρος για τα δύο επίπεδα άρδευσης (●I1, ●I2) στην περιοχή του Βελεστίνου

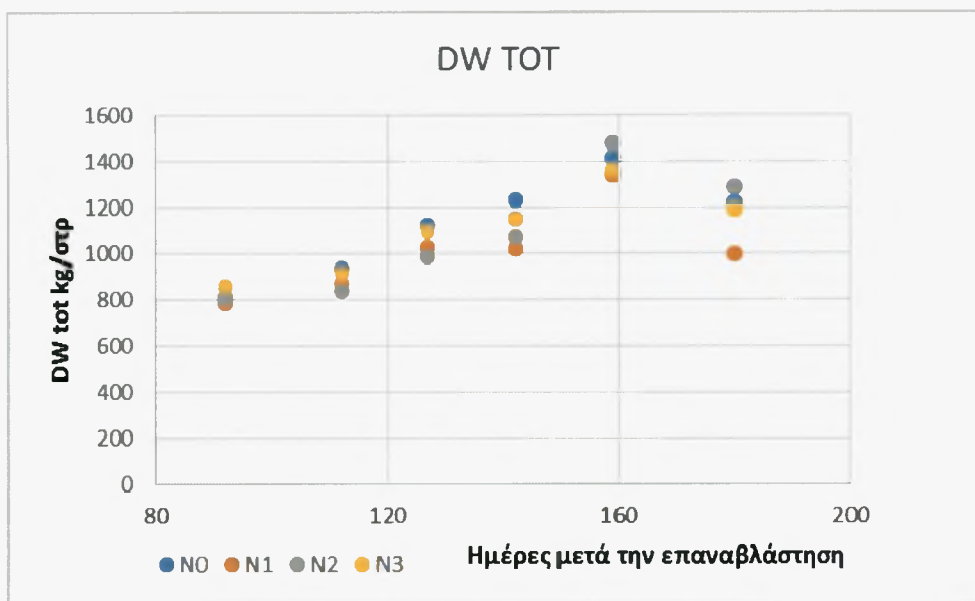
Η ξηρή βιομάζα επηρεάστηκε σημαντικά από την άρδευση όπως φαίνεται και από το Διάγραμμα 6-α. Οι διαφορές άρχισαν να γίνονται ιδιαίτερα έντονες μετά την τρίτη κοπή, ενώ η μεγαλύτερη διαφορά που καταμετρήθηκε ήταν στην πέμπτη κοπή όπου άγγιξε τους 892 kg ξηρής βιομάζας/στρ. Ωστόσο στην τελευταία κοπή παρατηρήθηκε ότι αμβλύθηκε αυτή η διαφορά. Στη ξηρική μεταχείριση φαίνεται ότι τα φυτά παρέμειναν σε νεαρό στάδιο ανάπτυξης. Αυτό ίσως να οφείλεται σε πιθανή έλλειψη της εδαφικής υγρασίας του εδάφους. Επιπλέον ο ρυθμός αύξησης του ξηρού βάρους του φυτού στο αρδευόμενο επίπεδο αυξήθηκε αρχικά κατά 5,38 κιλά ανά ημέρα όμως στη συνέχεια μεγάλωσε ο ρυθμός αύξησής του κατά 29,97 κιλά την ημέρα.

Πίνακας 5. Ξηρό βάρος των φυτών (kg/στρ) για τα 2 επίπεδα άρδευσης και τα 4 επίπεδα αζωτούχου λιπάνσεως στο Βελεστίνο το έτος 2012.

	1 ^η κοπή	2 ^η κοπή	3 ^η κοπή	4 ^η κοπή	5 ^η κοπή	6 ^η κοπή
I1	788	832	959	903 a	952 a	919 a
I2	837	944	1154	1335 b	1845 b	1426 b
LSD _{0,05}	ns	ns	ns	387,5	656,6	283,3
N0	810	935	1121	1232	1415	1220
N1	782	870	1027	1021	1339	996
N2	799	839	986	1073	1477	1285
N3	859	90	1092	1151	1362	1189
LSD _{0,05}	ns	ns	ns	ns	Ns	ns
I1N0	789	891	988	871	953	1075 ab
I1N1	791	827	932	896	961	858 a
I1N2	747	795	978	914	951	937 a
I1N3	827	816	938	930	943	806 a

I2N0	831	979	1255	1592	1878	1364 bc
I2N1	774	913	1122	1145	1718	1134 b
I2N2	851	882	993	1232	2002	1633 c
I2N3	591	1002	1246	1371	1781	1572 c
LSD _{0,05}	ns	ns	ns	ns	Ns	320,6
CV	17,7	11,2	17,2	22,8	26,1	17,0

* Duncan criterion: a, b, c



Διάγραμμα 6-β. Ξηρό βάρος για τα τέσσερα επίπεδα αζωτούχου λιπάνσεως στην περιοχή του Βελεστίνου

Η αζωτούχος λίπανση δεν επέφερε σημαντικές διαφορές στην περιοχή του Βελεστίνου. Ωστόσο παρατηρείται από το Διάγραμμα 6-β ότι υπάρχει μια σταδιακή αύξηση του ξηρού βάρους για όλα τα επίπεδα αζωτούχου λίπανσης μέχρι και την πέμπτη κοπή. Η υψηλότερη τιμή καταγράφηκε για το τρίτο επίπεδο λίπανσης με 16 μονάδες αζώτου και τιμή 1,477 t/στρ, ενώ τη χαμηλότερη τιμή στην δεύτερη κοπή για το ίδιο τέταρτο επίπεδο λίπανσης (32 μονάδες αζώτου) και με τιμή 0,9 t/στρ.

Συμπεράσματα

Η καλλιέργεια του switchgrass (*Panicum Virgatum*) μπορεί να καλλιεργηθεί στην κεντρική Ελλάδα παράγοντας ικανοποιητικές ποσότητες ξηρής βιομάζας μόνο όταν η καλλιέργεια αρδεύεται έστω και με μειωμένη άρδευση (250 mm).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματά φαίνεται ότι ο κύριος-μόνος παράγοντας που επηρεάζει την ανάπτυξη του switchgrass είναι η άρδευση και όχι η αζωτούχος λίπανση πράγμα που συγκλίνει στη διεξαγωγή της σκέψης ότι η καλλιέργεια πιθανόν να έχει χαμηλές απαιτήσεις σε άζωτο και ότι οι ποσότητες που χρειάζεται ίσως να μπορούν να προσληφθούν από το εδαφικό ολικό άζωτο.

Επιπλέον παρατηρήθηκε ότι η μη-αρδευόμενη καλλιέργεια δεν κατάφερε να μπει στο στάδιο της ανθοφορίας και να ολοκληρώσει το βιολογικό της κύκλο.

Ο LAI σημείωσε από νωρίς υψηλές τιμές διατηρώντας κλειστή τη φυλλοστοιβάδα του ($LAI > 3$) καθ' όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού για την αρδευόμενη καλλιέργεια.

Η μέγιστη τιμή της ξηρής βιομάζας που σημειώθηκε για την αρδευόμενη καλλιέργεια ήταν ίση με 2,1 τόνοι/στρ, παραγωγή ικανοποιητική αν αναλογισθεί κανείς ότι αντιστοιχεί σε 1,05 ΤΙΠ (τόνος ισοδύναμου πετρελαίου).

Ωστόσο δεν πρέπει να αποκλείσουμε το γεγονός ότι χρειάζεσαι επιπλέον έρευνα έτσι ώστε να μελετηθούν εξ ολοκλήρου όλοι οι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την απόδοση και την ποιότητα του switchgrass καθώς επίσης και τα οικονομικά κριτήρια έτσι ώστε να δοθεί μία ολοκληρωμένη εικόνα της καλλιέργειας.

Βιβλιογραφία

Ίντερνετ

- <http://pubs.ext.vt.edu/418/418-013/418-013.html>
- [http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/1140/1/Nimertis_Theodorakopoulou\(b\).pdf](http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/1140/1/Nimertis_Theodorakopoulou(b).pdf)
- <https://bioenergy.ornl.gov/papers/misc/switgrs.html>
- <http://www.uky.edu/Ag/CCD/introsheets/switchgrass.pdf>
- http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/7655/1/angelakisd_syngas.pdf
- http://en.wikipedia.org/wiki/Panicum_virgatum

Βιβλία

- Lemus R., Bnnmer E.C, Moore K. J., Molstad N. E., Burras C.L., and Barker M. F. (2002) "Biomass yield and quality of 20 switchgrass populations in southern Iowa, USA", Biomass and Bioenergy, Volume 23, Pages 433-442.
- Madakadze I.C., Stewart K., Peterson P.R., Coulman B.E., Samson R. and Smith D.L., (1998), "Light interception, use-efficiency and energy yield of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) grown in a, short season area". Biomass and Bioenergy.
- McLaughlin S. B. and Walsh M. E., (1998), "Evaluating environmental consequences of producing herbaceous crops for bioenergy", Biomass and Bioenergy.
- Fahmi R., Bridgwater A.V., Darvell L.I., Jones J.M., Yates N., Thain S. and Donnison I.S., (2007), «The effect of alkali metals on combustion and pyrolysis of *Lolium* and *Festuca* grasses, switchgrass and willow».
- Schmer M. R., Vogel K. P., Mitchell R. B., and Perrin R. K. (2008). "Net energy of cellulosic ethanol from switchgrass".
- USDA, United States Department of Agriculture, (2008), "Plant Fact Sheet, *Panicum virgatum*", Natural Resources Conservation Service, Plant Materials Program.
- James P. Muir*,a, Matt A. Sandersonb, William R. Ocumpaughc (2000). Biomass Production of 'Alamo' Switchgrass in Response to Nitrogen, Phosphorus, and Row Spacing.
- Eldersen H., Cristian D., Bassam N., Sauerbeck G., Alexopoulou E., Sharma N., Fahmi R., Bridgwater A.V., Darvell L.I., Jones J.M., Yates N., Thain S. and Donnison I.S., (2007), «The effect of alkali metals on combustion and pyrolysis of *Lolium* and *Festuca* grasses, switchgrass and willow».
- McLaughlin S. B., Kszos L. A., (2005), "Development of switchgrass (*Panicum virgatum*) as a bioenergy feedstock in the United States", Biomass and Bioenergy.

- Παπακώστα-Τασοπούλου Δέσποινα (2008), Σιτηρά χειμερινά εαρινά, ειδική γεωργία Ι-τεύχος Α.

Παράρτημα

GenStat Release 7.1 (PC/Windows XP)

22 May 2014

22:33:04

Copyright 2003, Lawes Agricultural Trust (Rothamsted Experimental Station)

GenStat Seventh Edition
GenStat Procedure Library Release PL15

```
1 %CD 'C:/Documents and Settings/Kyriakos G/My Documents'  
2 "Data taken from File: \  
-3 C:/Documents and Settings/Kyriakos G/Desktop/Thesis Responsible  
2/Dafni aygoustaki/ptuxiaki 22-5/th2esis (1).xls\  
-4 "  
5 DELETE [Redefine=yes] _stitle_: TEXT _stitle_  
6 READ [print=*;SETNVALUES=yes] _stitle_  
10 PRINT [IPrint=*] _stitle_; Just=Left
```

Data imported from Excel file: C:\Documents and Settings\Kyriakos
G\Desktop\The
sis Responsible 2\Dafni aygoustaki\ptuxiaki 22-5\th2esis (1).xls
on: 22-May-2014 22:33:42

taken from sheet ""Sheet6"", cells A2:AB33

```
11 DELETE [redefine=yes]  
Blocks, IRRIGATION, FERTILIZATION, DW_TOT_1, DW_TOT_2, \  
12  
DW_TOT_3, DW_TOT_4, DW_TOT_5, DW_TOT_6, FW_TOT_1, FW_TOT_2, FW_TOT_3, FW_TOT  
_4, \  
13  
FW_TOT_5, FW_TOT_6, LAI_1, LAI_2, LAI_3, LAI_4, LAI_5, LAI_6, SLA_1, SLA_2, SLA  
_3, \  
14 SLA_4, SLA_5, SLA_6, height  
15 UNITS [NVALUES=*]  
16 FACTOR [modify=yes;nvalues=32;levels=4;reference=1] Blocks  
17 READ Blocks; frepresentation=ordinal
```

Identifier	Values	Missing	Levels
Blocks	32	0	4

```
-19 FACTOR [modify=yes;nvalues=32;levels=2;reference=1] IRRIGATION  
20 READ IRRIGATION; frepresentation=ordinal
```

Identifier	Values	Missing	Levels
IRRIGATION	32	0	2

```
22 FACTOR [modify=yes;nvalues=32;levels=4;reference=1]  
FERTILIZATION  
23 READ FERTILIZATION; frepresentation=ordinal
```

Identifier	Values	Missing	Levels
FERTILIZATION	32	0	4

25 VARIATE [nvalues=32] DW_TOT_1
 26 READ DW_TOT_1

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
DW_TOT_1	547.4	812.5	1070	32	0

34 VARIATE [nvalues=32] DW_TOT_2
 35 READ DW_TOT_2

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
DW_TOT_2	622.2	888.1	1219	32	0

44 VARIATE [nvalues=32] DW_TOT_3
 45 READ DW_TOT_3

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
DW_TOT_3	755.4	1056	1693	32	0

54 VARIATE [nvalues=32] DW_TOT_4
 55 READ DW_TOT_4

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
DW_TOT_4	719.4	1119	2540	32	0

Skew

64 VARIATE [nvalues=32] DW_TOT_5
 65 READ DW_TOT_5

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
DW_TOT_5	701.5	1398	2914	32	0

74 VARIATE [nvalues=32] DW_TOT_6
 75 READ DW_TOT_6

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
DW_TOT_6	665.0	1173	2210	32	0

84 VARIATE [nvalues=32] FW_TOT_1
 85 READ FW_TOT_1

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
FW_TOT_1	1540	2158	2900	32	0

89 VARIATE [nvalues=32] FW_TOT_2
 90 READ FW_TOT_2

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
FW_TOT_2	1640	2049	2700	32	0

94 VARIATE [nvalues=32] FW_TOT_3
 95 READ FW_TOT_3

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
FW_TOT_3	1720	2525	5000	32	0

Skew

99 VARIATE [nvalues=32] FW_TOT_4
 100 READ FW_TOT_4

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing

FW_TOT_4 1520 2764 6580 32 0
 Skew

104 VARIATE [nvalues=32] FW_TOT_5
 105 READ FW_TOT_5

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
FW_TOT_5	1240	3269	7300	32	0

109 VARIATE [nvalues=32] FW_TOT_6
 110 READ FW_TOT_6

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
FW_TOT_6	1580	3022	5920	32	0

114 VARIATE [nvalues=32] LAI_1
 115 READ LAI_1

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
LAI_1	2.361	3.265	5.372	32	0

124 VARIATE [nvalues=32] LAI_2
 125 READ LAI_2

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
LAI_2	2.043	2.456	3.460	32	0

134 VARIATE [nvalues=32] LAI_3
 135 READ LAI_3

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
LAI_3	1.503	2.852	6.449	32	0

144 VARIATE [nvalues=32] LAI_4
 145 READ LAI_4

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
LAI_4	0.8846	3.282	7.359	32	0

154 VARIATE [nvalues=32] LAI_5
 155 READ LAI_5

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
LAI_5	0.0000	2.982	7.835	32	0

164 VARIATE [nvalues=32] LAI_6
 165 READ LAI_6

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
LAI_6	0.7893	2.090	4.264	32	0

174 VARIATE [nvalues=32] SLA_1
 175 READ SLA_1

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
SLA_1	8.486	11.93	17.37	32	0

182 VARIATE [nvalues=32] SLA_2
 183 READ SLA_2

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
------------	---------	------	---------	--------	---------

```

          SLA_2      7.740      10.98      13.59      32      0
191  VARIATE [nvalues=32] SLA_3
192  READ SLA_3

  Identifier  Minimum      Mean      Maximum  Values  Missing
      SLA_3      8.597      12.14      16.04     32      0

201  VARIATE [nvalues=32] SLA_4
202  READ SLA_4

  Identifier  Minimum      Mean      Maximum  Values  Missing
      SLA_4      7.338      13.66      17.71     32      0

211  VARIATE [nvalues=32] SLA_5
212  READ SLA_5

  Identifier  Minimum      Mean      Maximum  Values  Missing
      SLA_5      5.566      10.33      16.35     32      0

220  VARIATE [nvalues=32] SLA_6
221  READ SLA_6

  Identifier  Minimum      Mean      Maximum  Values  Missing
      SLA_6      7.826      13.70      18.10     32      0

230  VARIATE [nvalues=32] height
231  READ height

  Identifier  Minimum      Mean      Maximum  Values  Missing
      height    0.9800      1.183      1.570     32      0

234
235  "Split-Plot Design."
236  BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
237  TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
238  COVARIATE "No Covariate"
239  ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;
FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\
240  LSDLEVEL=5] height

```

240.....

***** Analysis of variance *****

Variate: height

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	0.00253	0.00084	0.03	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	0.01758	0.01758	0.54	0.516
Residual	3	0.09806	0.03269	1.57	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.05726	0.01909	0.92	0.453
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	0.00653	0.00218	0.10	0.956
Residual	18	0.37508	0.02084		
Total	31	0.55705			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 4	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 1	0.219	s.e.
0.108				
Blocks 4	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 4	-0.219	s.e.
0.108				

***** Tables of means *****

Variate: height

Grand mean 1.183

IRRIGATION	1	2				
	1.206	1.159				
FERTILIZATION	1	2	3	4		
	1.232	1.161	1.125	1.212		
IRRIGATION FERTILIZATION		1	2	3	4	
1		1.265	1.160	1.157	1.242	
2		1.200	1.162	1.092	1.182	

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.0452	0.0510	0.0771
d.f.	3	18	15.81
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0722
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.0639	0.0722	0.1091
d.f.	3	18	15.81
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.1021
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.2034	0.1516	0.2315
d.f.	3	18	15.81
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.2144
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: height

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	0.0103	0.9
Blocks.IRRIGATION	3	0.0904	7.6
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.1444	12.2

241 "Split-Plot Design."
 242 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
 243 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
 244 COVARIATE "No Covariate"
 245 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;
 FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\n
 246 LSDLEVEL=5] SLA_1

246.....

***** Analysis of variance *****

Variate: SLA_1

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	42.761	14.254	3.11	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	1.281	1.281	0.28	0.634
Residual	3	13.764	4.588	1.29	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	3.455	1.152	0.32	0.808
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	7.254	2.418	0.68	0.576
Residual	18	63.995	3.555		
Total	31	132.510			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 1	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 3	-3.31	s.e.
1.41				
Blocks 2	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 3	2.93	s.e.
1.41				
Blocks 3	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 3	3.16	s.e.
1.41				

***** Tables of means *****

Variate: SLA_1

Grand mean 11.93

IRRIGATION	1	2
	11.73	12.13

FERTILIZATION	1	2	3	4
	12.21	11.42	12.23	11.87

IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1	12.32	10.72	12.64	11.24
2	12.11	12.11	11.81	12.50

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.535	0.667	0.976
d.f.	3	18	17.45
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.943

d.f. 18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.757	0.943	1.381
d.f.	3	18	17.45

Except when comparing means with the same level(s) of
IRRIGATION 1.333
d.f. 18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	2.410	1.981	2.908
d.f.	3	18	17.45

Except when comparing means with the same level(s) of
IRRIGATION 2.801
d.f. 18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: SLA_1

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	1.335	11.2
Blocks.IRRIGATION	3	1.071	9.0
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	1.886	15.8

247 "Split-Plot Design."
248 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
249 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
250 COVARIATE "No Covariate"
251 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;
FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\
252 LSDLEVEL=5] SLA_2

252.....

***** Analysis of variance *****

Variate: SLA_2

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	7.439	2.480	13.30	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	5.554	5.554	29.78	0.012
Residual	3	0.560	0.187	0.15	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	4.628	1.543	1.24	0.326
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	0.019	0.006	0.01	0.999
Residual	18	22.471	1.248		
Total	31	40.672			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 1	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 3	-2.35	s.e.
0.84				
Blocks 4	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 3	2.54	s.e.
0.84				
Blocks 4	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	-2.14	s.e.
0.84				

***** Tables of means *****

Variate: SLA_2

Grand mean 10.98

IRRIGATION	1	2
	11.40	10.56

FERTILIZATION	1	2	3	4
	10.63	10.69	11.59	11.02

IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1		11.05	11.13	11.96
2		10.21	10.24	11.21
				11.44
				10.60

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.108	0.395	0.496
d.f.	3	18	19.55
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.559

d.f. 18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.153	0.559	0.701
d.f.	3	18	19.55
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.790
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.486	1.174	1.465
d.f.	3	18	19.55
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			1.660
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: SLA_2

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	0.557	5.1
Blocks.IRRIGATION	3	0.216	2.0
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	1.117	10.2

253 "Split-Plot Design."
254 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
255 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
256 COVARIATE "No Covariate"
257 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;
FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\
258 LSDLEVEL=5] SLA_3

258.....

***** Analysis of variance *****

Variate: SLA_3

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	7.069	2.356	0.52	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	58.264	58.264	12.78	0.037
Residual	3	13.673	4.558	3.73	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.522	0.174	0.14	0.933
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	14.784	4.928	4.04	0.023
Residual	18	21.967	1.220		
Total	31	116.279			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 1	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 2	-1.76	s.e.
0.83				
Blocks 1	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 4	1.83	s.e.
0.83				
Blocks 3	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 4	-1.80	s.e.
0.83				

***** Tables of means *****

Variate: SLA_3

Grand mean 12.14

IRRIGATION	1	2
	10.79	13.48

FERTILIZATION	1	2	3	4
	11.95	12.12	12.30	12.17

IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1		9.68	10.80	10.85
2		14.22	13.43	13.76
				11.82
				12.53

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.534	0.391	0.717
d.f.	3	18	8.81
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.552

d.f. 18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.755	0.552	1.014
d.f.	3	18	8.81

Except when comparing means with the same level(s) of
IRRIGATION 0.781
d.f. 18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	2.402	1.160	2.301
d.f.	3	18	8.81

Except when comparing means with the same level(s) of
IRRIGATION 1.641
d.f. 18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: SLA_3

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	0.543	4.5
Blocks.IRRIGATION	3	1.067	8.8
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	1.105	9.1

```
259 "Split-Plot Design."  
260 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION  
261 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION  
262 COVARIATE "No Covariate"  
263 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;  
FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\br/>264 LSDLEVEL=5] SLA_4
```

264.....

***** Analysis of variance *****

Variate: SLA_4

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	19.046	6.349	1.99	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	155.797	155.797	48.88	0.006
Residual	3	9.562	3.187	0.99	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	7.561	2.520	0.79	0.517
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	1.636	0.545	0.17	0.915
Residual	18	57.743	3.208		
Total	31	251.345			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 2	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 3	-3.27	s.e.
1.34				
Blocks 4	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 3	3.36	s.e.
1.34				

***** Tables of means *****

Variate: SLA_4

Grand mean 13.66

IRRIGATION	1	2				
	11.46	15.87				
FERTILIZATION	1	2	3	4		
	14.25	13.94	13.53	12.95		
IRRIGATION FERTILIZATION		1	2	3	4	
1		11.85	11.49	11.64	10.84	
2		16.64	16.38	15.41	15.06	

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.446	0.633	0.895
d.f.	3	18	19.24
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.896
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.631	0.896	1.265
d.f.	3	18	19.24
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			1.266
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	2.009	1.881	2.646
d.f.	3	18	19.24
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			2.661
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: SLA_4

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	0.891	6.5
Blocks.IRRIGATION	3	0.893	6.5
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	1.791	13.1

```

265 "Split-Plot Design."
266 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
267 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
268 COVARIATE "No Covariate"
269 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;
FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\
270 LSDLEVEL=5] SLA_5

```


270.....

***** Analysis of variance *****

Variate: SLA_5

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	12.778	4.259	1.36	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	339.562	339.562	108.68	0.002
Residual	3	9.373	3.124	1.16	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	5.362	1.787	0.66	0.585
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	5.869	1.956	0.73	0.549
Residual	18	48.467	2.693		
Total	31	421.412			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 3	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	3.02	s.e.
1.23				
Blocks 4	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 2	3.35	s.e.
1.23				

***** Tables of means *****

Variate: SLA_5

Grand mean 10.33

IRRIGATION	1	2
	7.07	13.59

FERTILIZATION	1	2	3	4
	10.68	10.79	9.98	9.87

IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1		6.80	7.50	6.79
2		14.56	14.07	13.18
				7.19
				12.54

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.442	0.580	0.837
d.f.	3	18	18.24
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.820
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.625	0.820	1.183
d.f.	3	18	18.24
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			1.160
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	1.989	1.724	2.484
d.f.	3	18	18.24
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			2.438
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: SLA_5

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	0.730	7.1
Blocks.IRRIGATION	3	0.884	8.6
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	1.641	15.9

271 "Split-Plot Design."
 272 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
 273 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
 274 COVARIATE "No Covariate"
 275 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;
 FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\n
 276 LSDLEVEL=5] SLA_6

276.....

***** Analysis of variance *****

Variate: SLA_6

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	5.479	1.826	5.71	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	82.717	82.717	258.50	<.001
Residual	3	0.960	0.320	0.09	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	1.356	0.452	0.12	0.945
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	29.144	9.715	2.64	0.081
Residual	18	66.272	3.682		
Total	31	185.929			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 1	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 2	3.72	s.e.
1.44				
Blocks 2	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 2	-3.24	s.e.
1.44				
Blocks 2	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 3	3.33	s.e.
1.44				

***** Tables of means *****

Variate: SLA_6

Grand mean 13.70

IRRIGATION	1	2
	12.10	15.31

FERTILIZATION	1	2	3	4
	13.38	13.78	13.95	13.71

IRRIGATION	FERTILIZATION	1	2	3	4
1		10.81	11.63	13.90	12.05
2		15.95	15.92	14.00	15.37

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.141	0.678	0.843
d.f.	3	18	18.96
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.959

d.f. 18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.200	0.959	1.192
d.f.	3	18	18.96

Except when comparing means with the same level(s) of
IRRIGATION 1.357
d.f. 18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.636	2.016	2.495
d.f.	3	18	18.96

Except when comparing means with the same level(s) of
IRRIGATION 2.851
d.f. 18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: SLA_6

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	0.478	3.5
Blocks.IRRIGATION	3	0.283	2.1
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	1.919	14.0

GenStat Release 7.1 (PC/Windows XP) 28 March 2014
12:11:44
Copyright 2003, Lawes Agricultural Trust (Rothamsted Experimental Station)

GenStat Seventh Edition
GenStat Procedure Library Release PL15

```
1 %CD 'C:/Documents and Settings/Kyriakos G/My Documents'  
2 "Data taken from File: \  
-3 C:/Documents and Settings/Kyriakos G/Desktop/Dafni  
aygoustaki/th2esis.xls"  
4 DELETE [Redefine=yes] _stitle_: TEXT _stitle_  
5 READ [print=*;SETNVALUES=yes] _stitle_  
9 PRINT [IPrint=*] _stitle_; Just=Left
```

Data imported from Excel file: C:\Documents and Settings\Kyriakos
G\Desktop\Daf
ni aygoustaki\th2esis.xls
on: 28-Mar-2014 12:12:09

taken from sheet "Sheet1", cells A2:H33

10 DELETE [redefine=yes]
 Blocks, IRRIGATION, FERTILIZATION, height, sla, lai, fw_tot, \
 11 dw_tot
 12 UNITS [NVALUES=*]
 13 FACTOR [modify=yes;nvalues=32;levels=4;reference=1] Blocks
 14 READ Blocks; frepresentation=ordinal

Identifier	Values	Missing	Levels
Blocks	32	0	4

16 FACTOR [modify=yes;nvalues=32;levels=2;reference=1] IRRIGATION
 17 READ IRRIGATION; frepresentation=ordinal

Identifier	Values	Missing	Levels
IRRIGATION	32	0	2

19 FACTOR [modify=yes;nvalues=32;levels=4;reference=1]
 FERTILIZATION

20 READ FERTILIZATION; frepresentation=ordinal

Identifier	Values	Missing	Levels
FERTILIZATION	32	0	4

22 VARIATE [nvalues=32] height
 23 READ height

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
height	1.000	1.252	1.510	32	0

27 VARIATE [nvalues=32] sla
 28 READ sla

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
sla	7.740	10.98	13.59	32	0

36 VARIATE [nvalues=32] lai
 37 READ lai

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
lai	1.636	1.918	2.458	32	0

46 VARIATE [nvalues=32] fw_tot
 47 READ fw_tot

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
fw_tot	63.00	106.1	208.0	32	0

51 VARIATE [nvalues=32] dw_tot
 52 READ dw_tot

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
dw_tot	23.90	46.05	89.20	32	0

56
 57 "Split-Plot Design."
 58 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
 59 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
 60 COVARIATE "No Covariate"
 61 ANOVA [PRINT=aovtable, information, means, %cv; FACT=32;
 FPROB=yes; PSE=diff, lsd, means; \

62 LSDLEVEL=5] height

62.....

***** Analysis of variance *****

Variate: height

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	0.175701	0.058567	15.57	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	0.000217	0.000217	0.06	0.826
Residual	3	0.011284	0.003761	0.65	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.117840	0.039280	6.78	0.003
IRRIGATION.FERTILIZATION					
	3	0.070923	0.023641	4.08	0.023
Residual	18	0.104323	0.005796		
Total	31	0.480289			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 1	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 2	-0.116	s.e.
0.057				
Blocks 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	0.132	s.e.
0.057				
Blocks 4	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 3	-0.131	s.e.
0.057				

***** Tables of means *****

Variate: height

Grand mean 1.252

IRRIGATION	1	2
	1.254	1.249

FERTILIZATION	1	2	3	4
	1.282	1.327	1.163	1.235

IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1		1.265	1.410	1.143
2		1.300	1.243	1.183
				1.200
				1.270

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.0153	0.0269	0.0364
d.f.	3	18	20.79

Except when comparing means with the same level(s) of
 IRRIGATION 0.0381
 d.f. 18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.0217	0.0381	0.0514
d.f.	3	18	20.79

Except when comparing means with the same level(s) of
 IRRIGATION 0.0538
 d.f. 18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.0690	0.0800	0.1070
d.f.	3	18	20.79

Except when comparing means with the same level(s) of
 IRRIGATION 0.1131
 d.f. 18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: height

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	0.0856	6.8
Blocks.IRRIGATION	3	0.0307	2.4
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.0761	6.1

GenStat Release 7.1 (PC/Windows) 01 April 2014
 11:51:06
 Copyright 2003, Lawes Agricultural Trust (Rothamsted Experimental
 Station)

GenStat Seventh Edition
 GenStat Procedure Library Release PL15

```

1 %CD 'C:/Users/Δαφνη/Documents'
2 "Data taken from File: F:/ΑΥΓΟΥΣΤΑΚΗ ΔΑΦΝΗ/th2esis.xls"
3 DELETE [Redefine=yes] _stitle_: TEXT _stitle_
4 READ [print=*;SETNVALUES=yes] _stitle_
8 PRINT [IPrint=*_] _stitle_; Just=Left
  
```

Data imported from Excel file: F:\ \th2esis.xls
 on: 1-Apr-2014 11:53:35
 taken from sheet "Sheet2", cells A2:H33

```

9 DELETE [redefine=yes]
Blocks, IRRIGATION, FERTILIZATION, height, Lai, sla, fw_tot, \
10 dw_tot
11 UNITS [NVALUES=*]
12 FACTOR [modify=yes;nvalues=32;levels=4;reference=1] Blocks
13 READ Blocks; frepresentation=ordinal

Identifier      Values      Missing      Levels
Blocks          32          0            4

15 FACTOR [modify=yes;nvalues=32;levels=2;reference=1] IRRIGATION
16 READ IRRIGATION; frepresentation=ordinal

Identifier      Values      Missing      Levels
IRRIGATION      32          0            2

18 FACTOR [modify=yes;nvalues=32;levels=4;reference=1]
FERTILIZATION
19 READ FERTILIZATION; frepresentation=ordinal

Identifier      Values      Missing      Levels
FERTILIZATION   32          0            4

21 VARIATE [nvalues=32] height
22 READ height

Identifier      Minimum      Mean      Maximum      Values      Missing
height          1.080        1.343      1.670        32          0

26 VARIATE [nvalues=32] Lai
27 READ Lai

Identifier      Minimum      Mean      Maximum      Values      Missing
Lai             1.757        2.075      2.805        32          0

36 VARIATE [nvalues=32] sla
37 READ sla

Identifier      Minimum      Mean      Maximum      Values      Missing
sla             8.597        12.14      16.04        32          0

46 VARIATE [nvalues=32] fw_tot
47 READ fw_tot

Identifier      Minimum      Mean      Maximum      Values      Missing
fw_tot         100.1        176.3      354.3        32          0

51 VARIATE [nvalues=32] dw_tot
52 READ dw_tot

Identifier      Minimum      Mean      Maximum      Values      Missing
dw_tot         43.70        73.49      127.6        32          0

56
57 "Split-Plot Design."
58 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
59 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
60 COVARIATE "No Covariate"
61 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;
FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\
62 LSDLEVEL=5] height

```


62.....

***** Analysis of variance *****

Variate: height

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	0.08108	0.02703	2.80	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	0.11721	0.11721	12.16	0.040
Residual	3	0.02893	0.00964	0.69	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.03786	0.01262	0.90	0.458
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	0.04574	0.01525	1.09	0.377
Residual	18	0.25104	0.01395		
Total	31	0.56185			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 1	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	-0.266	s.e.
0.089				

***** Tables of means *****

Variate: height

Grand mean 1.343

IRRIGATION	1	2
	1.282	1.404

FERTILIZATION	1	2	3	4
	1.381	1.310	1.307	1.373

IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1	1.330	1.265	1.285	1.250
2	1.432	1.355	1.330	1.497

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.0245	0.0418	0.0567
d.f.	3	18	20.67
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0590
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.0347	0.0590	0.0802
d.f.	3	18	20.67
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0835
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.1105	0.1241	0.1670
d.f.	3	18	20.67
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.1754
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: height

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	0.0581	4.3
Blocks.IRRIGATION	3	0.0491	3.7
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.1181	8.8
GenStat Release 7.1 (PC/Windows)			01 April 2014
12:00:45			
Copyright 2003, Lawes Agricultural Trust (Rothamsted Experimental Station)			

GenStat Seventh Edition
GenStat Procedure Library Release PL15

```

1 %CD 'C:/Users/Δαφνη/Documents'
2 "Data taken from File: F:/ΑΥΓΟΥΣΤΑΚΗ ΔΑΦΝΗ/th2esis.xls"
3 DELETE [Redefine=yes] _stitle_: TEXT _stitle_
4 READ [print=*;SETNVALUES=yes] _stitle_
8 PRINT [IPrint=*_stitle_]; Just=Left

```

Data imported from Excel file: F:\ \th2esis.xls
on: 1-Apr-2014 12:01:06
taken from sheet "Sheet3", cells A2:H33

```

9 DELETE [redefine=yes]
Blocks, IRRIGATION, FERTILIZATION, height, Lai, sla, fw_tot, \
10 dw_tot
11 UNITS [NVALUES=*_]
12 FACTOR [modify=yes;nvalues=32;levels=4;reference=1] Blocks
13 READ Blocks; frepresentation=ordinal

```

Identifier	Values	Missing	Levels
Blocks	32	0	4

15 FACTOR [modify=yes;nvalues=32;levels=2;reference=1] IRRIGATION
 16 READ IRRIGATION; frepresentation=ordinal

Identifier	Values	Missing	Levels
IRRIGATION	32	0	2

18 FACTOR [modify=yes;nvalues=32;levels=4;reference=1]
 FERTILIZATION
 19 READ FERTILIZATION; frepresentation=ordinal

Identifier	Values	Missing	Levels
FERTILIZATION	32	0	4

21 VARIATE [nvalues=32] height
 22 READ height

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
height	1.090	1.449	2.000	32	0

25 VARIATE [nvalues=32] Lai
 26 READ Lai

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
Lai	1.704	2.226	3.123	32	0

35 VARIATE [nvalues=32] sla
 36 READ sla

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
sla	7.338	13.66	17.71	32	0

45 VARIATE [nvalues=32] fw_tot
 46 READ fw_tot

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
fw_tot	85.80	211.6	479.0	32	0

50 VARIATE [nvalues=32] dw_tot
 51 READ dw_tot

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
dw_tot	41.00	84.48	181.3	32	0

55
 56 "Split-Plot Design."
 57 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
 58 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
 59 COVARIATE "No Covariate"
 60 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;
 FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\n
 61 LSDLEVEL=5] height

61.....

***** Analysis of variance *****

Variate: height

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	0.33366	0.11122	1.57	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	1.14005	1.14005	16.10	0.028
Residual	3	0.21243	0.07081	6.76	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.07411	0.02470	2.36	0.106
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	0.02872	0.00957	0.91	0.454
Residual	18	0.18841	0.01047		
Total	31	1.97739			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 2	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 3	0.156	s.e.
0.077				

***** Tables of means *****

Variate: height

Grand mean 1.449

IRRIGATION	1	2
	1.261	1.638

FERTILIZATION	1	2	3	4
	1.512	1.382	1.431	1.471

IRRIGATION	FERTILIZATION	1	2	3	4
1		1.327	1.215	1.267	1.232
2		1.697	1.550	1.595	1.710

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.0665	0.0362	0.0799
d.f.	3	18	6.05
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0512
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.0941	0.0512	0.1130
d.f.	3	18	6.05
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0723
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.2994	0.1075	0.2760
d.f.	3	18	6.05
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.1520
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: height

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	0.1179	8.1
Blocks.IRRIGATION	3	0.1330	9.2
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.1023	7.1

GenStat Release 7.1 (PC/Windows) 13 April 2014
 13:40:13
 Copyright 2003, Lawes Agricultural Trust (Rothamsted Experimental Station)

GenStat Seventh Edition
 GenStat Procedure Library Release PL15

```

1 %CD 'C:/Users/Δαφνη/Documents'
2 "Data taken from File: F:/AYTOYETAKH ΔΑΦNH/th2esis.xls"
3 DELETE [Redefine=yes] _stitle_: TEXT _stitle_
4 READ [print=*;SETNVALUES=yes] _stitle_
8 PRINT [IPrint=*_] _stitle_; Just=Left

```

Data imported from Excel file: F:\ \th2esis.xls
 on: 13-Apr-2014 13:41:05
 taken from sheet "Sheet4", cells A2:H33

```

9 DELETE [redefine=yes]
Blocks, IRRIGATION, FERTILIZATION, height, Lai, sla, fw_tot, \
10 dw_tot
11 UNITS [NVALUES=*_]
12 FACTOR [modify=yes;nvalues=32;levels=4;reference=1] Blocks
13 READ Blocks; frepresentation=ordinal

```

Identifier Values Missing Levels

```

        Blocks          32          0          4

15  FACTOR [modify=yes;nvalues=32;levels=2;reference=1] IRRIGATION
16  READ IRRIGATION; frepresentation=ordinal

    Identifier    Values    Missing    Levels
    IRRIGATION      32         0         2

18  FACTOR [modify=yes;nvalues=32;levels=4;reference=1]
FERTILIZATION
19  READ FERTILIZATION; frepresentation=ordinal

    Identifier    Values    Missing    Levels
    FERTILIZATION  32         0         4

21  VARIATE [nvalues=32] height
22  READ height

    Identifier    Minimum    Mean    Maximum    Values    Missing
    height        1.040     1.608    2.420     32         0

26  VARIATE [nvalues=32] Lai
27  READ Lai

    Identifier    Minimum    Mean    Maximum    Values    Missing
    Lai           0.0000    1.946    3.343     32         0

36  VARIATE [nvalues=32] sla
37  READ sla

    Identifier    Minimum    Mean    Maximum    Values    Missing
    sla           0.0000    9.879    16.35     32         0

45  VARIATE [nvalues=32] fw_tot
46  READ fw_tot

    Identifier    Minimum    Mean    Maximum    Values    Missing
    fw_tot        64.10     262.8    654.1     32         0

51  VARIATE [nvalues=32] dw_tot
52  READ dw_tot

    Identifier    Minimum    Mean    Maximum    Values    Missing
    dw_tot        35.80     109.9    261.1     32         0

56
57  "Split-Plot Design."
58  BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
59  TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
60  COVARIATE "No Covariate"
61  ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;
FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;
62  LSDLEVEL=5] height

```

62.....

***** Analysis of variance *****

Variate: height

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	0.03968	0.01323	0.21	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	6.11334	6.11334	95.33	0.002
Residual	3	0.19239	0.06413	5.56	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.01364	0.00455	0.39	0.759
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	0.03437	0.01146	0.99	0.418
Residual	18	0.20755	0.01153		
Total	31	6.60097			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 4	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	0.267	s.e.
0.081				

***** Tables of means *****

Variate: height

Grand mean 1.608

IRRIGATION	1	2
	1.171	2.045

FERTILIZATION	1	2	3	4
	1.599	1.581	1.615	1.637

IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1		1.163	1.197	1.147
2		2.035	1.965	2.083
				1.177
				2.097

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.0633	0.0380	0.0786
d.f.	3	18	6.78
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0537
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.0895	0.0537	0.1111
d.f.	3	18	6.78
Except when comparing means with the same level(s) of IRRIGATION			0.0759
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.2849	0.1128	0.2644
d.f.	3	18	6.78
Except when comparing means with the same level(s) of IRRIGATION			0.1595
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: height

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	0.0407	2.5
Blocks.IRRIGATION	3	0.1266	7.9
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.1074	6.7

GenStat Release 7.1 (PC/Windows) 01 April 2014
12:13:23
Copyright 2003, Lawes Agricultural Trust (Rothamsted Experimental Station)

GenStat Seventh Edition
GenStat Procedure Library Release PL15

```

1 %CD 'C:/Users/Δαφνη/Documents'
2 "Data taken from File: F://ΑΥΓΟΥΣΤΑΚΗ ΔΑΦΝΗ/th2esis.xls"
3 DELETE [Redefine=yes] _stitle_: TEXT _stitle_
4 READ [print=*;SETNVALUES=yes] _stitle_
8 PRINT [IPrint=*_stitle_]; Just=Left

```

Data imported from Excel file: F:\ \th2esis.xls
on: 1-Apr-2014 12:15:35
taken from sheet "Sheet5", cells A2:H33

```

9 DELETE [redefine=yes]
Blocks, IRRIGATION, FERTILIZATION, height, Lai, sla, fw_tot, \
10 dw_tot
11 UNITS [NVALUES=*_]
12 FACTOR [modify=yes;nvalues=32;levels=4;reference=1] Blocks
13 READ Blocks; frepresentation=ordinal

```

Identifier	Values	Missing	Levels
Blocks	32	0	4

15 FACTOR [modify=yes;nvalues=32;levels=2;reference=1] IRRIGATION
 16 READ IRRIGATION; frepresentation=ordinal

Identifier	Values	Missing	Levels
IRRIGATION	32	0	2

18 FACTOR [modify=yes;nvalues=32;levels=4;reference=1]
 FERTILIZATION

19 READ FERTILIZATION; frepresentation=ordinal

Identifier	Values	Missing	Levels
FERTILIZATION	32	0	4

21 VARIATE [nvalues=32] height
 22 READ height

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
height	1.080	1.620	2.200	32	0

26 VARIATE [nvalues=32] Lai
 27 READ Lai

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
Lai	1.166	1.794	2.319	32	0

36 VARIATE [nvalues=32] sla
 37 READ sla

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
sla	7.826	13.70	18.10	32	0

46 VARIATE [nvalues=32] fw_tot
 47 READ fw_tot

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
fw_tot	108.1	217.7	413.2	32	0

52 VARIATE [nvalues=32] dw_tot
 53 READ dw_tot

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
dw_tot	43.90	84.68	147.3	32	0

58
 59 "Split-Plot Design."
 60 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
 61 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
 62 COVARIATE "No Covariate"
 63 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;
 FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\n
 64 LSDLEVEL=5] height

64.....

***** Analysis of variance *****

Variate: height

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	0.20961	0.06987	3.51	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	3.16052	3.16052	158.62	0.001
Residual	3	0.05978	0.01993	1.00	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.10591	0.03530	1.77	0.190
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	0.05746	0.01915	0.96	0.434
Residual	18	0.35969	0.01998		
Total	31	3.95297			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 2	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 1	0.309	s.e.
0.106				
Blocks 2	IRRIGATION 1	FERTILIZATION 2	-0.217	s.e.
0.106				

***** Tables of means *****

Variate: height

Grand mean 1.620

IRRIGATION	1	2			
	1.306	1.934			
FERTILIZATION	1	2	3	4	
	1.683	1.527	1.640	1.630	
IRRIGATION FERTILIZATION		1	2	3	4
1		1.437	1.213	1.303	1.270
2		1.930	1.840	1.978	1.990

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.0353	0.0500	0.0707
d.f.	3	18	19.22
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.0707
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.0499	0.0707	0.0999
d.f.	3	18	19.22
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.1000
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.1588	0.1485	0.2090
d.f.	3	18	19.22
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.2100
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: height

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	0.0935	5.8
Blocks.IRRIGATION	3	0.0706	4.4
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.1414	8.7

```

65 "Split-Plot Design."
66 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
67 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
68 COVARIATE "No Covariate"
69 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;
FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\
70 LSDLEVEL=5] Lai

```

GenStat Seventh Edition
GenStat Procedure Library Release PL15

```
1 %CD 'C:/Documents and Settings/Kyriakos G/My Documents'  
2 "Data taken from File: \  
-3 C:/Documents and Settings/Kyriakos G/Desktop/Thesis Responsible  
2/Dafni aygoustaki/th2esis (1).xls\  
-4 "  
5 DELETE [Redefine=yes] _stitle_: TEXT _stitle_  
6 READ [print=*;SETNVALUES=yes] _stitle_  
10 PRINT [IPrint=*_] _stitle_; Just=Left
```

Data imported from Excel file: C:\Documents and Settings\Kyriakos G\Desktop\Thesis Responsible 2\Dafni aygoustaki\th2esis (1).xls
on: 22-May-2014 21:42:28

taken from sheet "Sheet6", cells A2:U33

```
11 DELETE [redefine=yes]  
Blocks, IRRIGATION, FERTILIZATION, DW_TOT_1, DW_TOT_2, \  
12  
DW_TOT_3, DW_TOT_4, DW_TOT_5, DW_TOT_6, FW_TOT_1, FW_TOT_2, FW_TOT_3, FW_TOT  
_4, \  
13 FW_TOT_5, FW_TOT_6, LAI_1, LAI_2, LAI_3, LAI_4, LAI_5, LAI_6  
14 UNITS [NVALUES=*]  
15 FACTOR [modify=yes;nvalues=32;levels=4;reference=1] Blocks  
16 READ Blocks; frepresentation=ordinal
```

Identifier	Values	Missing	Levels
Blocks	32	0	4

```
18 FACTOR [modify=yes;nvalues=32;levels=2;reference=1] IRRIGATION  
19 READ IRRIGATION; frepresentation=ordinal
```

Identifier	Values	Missing	Levels
IRRIGATION	32	0	2

```
21 FACTOR [modify=yes;nvalues=32;levels=4;reference=1]  
FERTILIZATION  
22 READ FERTILIZATION; frepresentation=ordinal
```

Identifier	Values	Missing	Levels
FERTILIZATION	32	0	4

```
24 VARIATE [nvalues=32] DW_TOT_1  
25 READ DW_TOT_1
```

Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
DW_TOT_1	547.4	812.5	1070	32	0
33 VARIATE [nvalues=32]					
34 READ DW_TOT_2					
Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
DW_TOT_2	622.2	888.1	1219	32	0
43 VARIATE [nvalues=32]					
44 READ DW_TOT_3					
Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
DW_TOT_3	755.4	1056	1693	32	0
53 VARIATE [nvalues=32]					
54 READ DW_TOT_4					
Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
DW_TOT_4	719.4	1119	2540	32	0
Skew					
63 VARIATE [nvalues=32]					
64 READ DW_TOT_5					
Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
DW_TOT_5	701.5	1398	2914	32	0
73 VARIATE [nvalues=32]					
74 READ DW_TOT_6					
Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
DW_TOT_6	665.0	1173	2210	32	0
83 VARIATE [nvalues=32]					
84 READ FW_TOT_1					
Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
FW_TOT_1	1540	2158	2900	32	0
88 VARIATE [nvalues=32]					
89 READ FW_TOT_2					
Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
FW_TOT_2	1640	2049	2700	32	0
93 VARIATE [nvalues=32]					
94 READ FW_TOT_3					
Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
FW_TOT_3	1720	2525	5000	32	0
Skew					
98 VARIATE [nvalues=32]					
99 READ FW_TOT_4					
Identifier	Minimum	Mean	Maximum	Values	Missing
FW_TOT_4	1520	2764	6580	32	0
Skew					
103 VARIATE [nvalues=32]					
FW_TOT_5					

```

104 READ FW_TOT_5

  Identifier   Minimum   Mean   Maximum   Values   Missing
  FW_TOT_5    1240    3269   7300     32       0

108 VARIATE [nvalues=32] FW_TOT_6
109 READ FW_TOT_6

  Identifier   Minimum   Mean   Maximum   Values   Missing
  FW_TOT_6    1580    3022   5920     32       0

113 VARIATE [nvalues=32] LAI_1
114 READ LAI_1

  Identifier   Minimum   Mean   Maximum   Values   Missing
  LAI_1       2.361    3.265   5.372     32       0

123 VARIATE [nvalues=32] LAI_2
124 READ LAI_2

  Identifier   Minimum   Mean   Maximum   Values   Missing
  LAI_2       2.043    2.456   3.460     32       0

133 VARIATE [nvalues=32] LAI_3
134 READ LAI_3

  Identifier   Minimum   Mean   Maximum   Values   Missing
  LAI_3       1.503    2.852   6.449     32       0

143 VARIATE [nvalues=32] LAI_4
144 READ LAI_4

  Identifier   Minimum   Mean   Maximum   Values   Missing
  LAI_4       0.8846   3.282   7.359     32       0

153 VARIATE [nvalues=32] LAI_5
154 READ LAI_5

  Identifier   Minimum   Mean   Maximum   Values   Missing
  LAI_5       0.0000   2.982   7.835     32       0

163 VARIATE [nvalues=32] LAI_6
164 READ LAI_6

  Identifier   Minimum   Mean   Maximum   Values   Missing
  LAI_6       0.7893   2.090   4.264     32       0

173
174 "Split-Plot Design."
175 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
176 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
177 COVARIATE "No Covariate"
178 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;
FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\
179 LSDLEVEL=5] DW_TOT_1

```

179.....

***** Analysis of variance *****

Variate: DW_TOT_1

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	58388.	19463.	1.08	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	18524.	18524.	1.02	0.386
Residual	3	54305.	18102.	0.87	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	25787.	8596.	0.41	0.744
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	15425.	5142.	0.25	0.862
Residual	18	372959.	20720.		
Total	31	545389.			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 1	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 2	250.	s.e.
108.				
Blocks 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 2	-228.	s.e.
108.				

***** Tables of means *****

Variate: DW_TOT_1

Grand mean 813.

IRRIGATION	1	2			
	788.	837.			
FERTILIZATION	1	2	3	4	
	810.	782.	799.	859.	
IRRIGATION FERTILIZATION		1	2	3	4
	1	789.	791.	747.	827.
	2	831.	774.	851.	891.

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	33.6	50.9	70.8
d.f.	3	18	19.89
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			72.0
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	47.6	72.0	100.2
d.f.	3	18	19.89
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			101.8
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	151.4	151.2	209.0
d.f.	3	18	19.89
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			213.8
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: DW_TOT_1

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	49.3	6.1
Blocks.IRRIGATION	3	67.3	8.3
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	143.9	17.7

```

180 "Split-Plot Design."
181 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
182 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
183 COVARIATE "No Covariate"
184 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;
FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\
185 LSDLEVEL=5] DW_TOT_2

```


185.....

***** Analysis of variance *****

Variate: DW_TOT_2

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	126324.	42108.	2.33	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	100396.	100396.	5.56	0.100
Residual	3	54165.	18055.	1.81	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	43139.	14380.	1.44	0.264
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	14823.	4941.	0.50	0.690
Residual	18	179628.	9979.		
Total	31	518475.			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 1	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	-256.	s.e.
75.				
Blocks 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	153.	s.e.
75.				

***** Tables of means *****

Variate: DW_TOT_2

Grand mean 888.

IRRIGATION	1	2			
	832.	944.			
FERTILIZATION	1	2	3	4	
	935.	870.	839.	909.	
IRRIGATION FERTILIZATION		1	2	3	4
1		891.	827.	795.	816.
2		979.	913.	882.	1002.

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	33.6	35.3	54.8
d.f.	3	18	14.54
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			49.9
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	47.5	49.9	77.5
d.f.	3	18	14.54
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			70.6
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	151.2	104.9	165.5
d.f.	3	18	14.54
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			148.4
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: DW_TOT_2

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	72.5	8.2
Blocks.IRRIGATION	3	67.2	7.6
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	99.9	11.2

```

186 "Split-Plot Design."
187 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
188 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
189 COVARIATE "No Covariate"
190 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;
FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\
191 LSDLEVEL=5] DW_TOT_3

```

191.....

***** Analysis of variance *****

Variate: DW_TOT_3

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	289689.	96563.	2.31	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	304835.	304835.	7.29	0.074
Residual	3	125428.	41809.	1.27	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	90548.	30183.	0.92	0.452
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	100672.	33557.	1.02	0.406
Residual	18	591425.	32857.		
Total	31	1502597.			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 4 IRRIGATION 2 FERTILIZATION 1 323. s.e.
 136.

***** Tables of means *****

Variate: DW_TOT_3

Grand mean 1056.

IRRIGATION	1	2			
	959.	1154.			
FERTILIZATION	1	2	3	4	
	1121.	1027.	986.	1092.	
IRRIGATION FERTILIZATION		1	2	3	4
1		988.	932.	978.	938.
2		1255.	1122.	993.	1246.

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	51.1	64.1	93.7
d.f.	3	18	17.56
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			90.6
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	72.3	90.6	132.5
d.f.	3	18	17.56
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			128.2
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	230.1	190.4	278.8
d.f.	3	18	17.56
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			269.3
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: DW_TOT_3

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	109.9	10.4
Blocks.IRRIGATION	3	102.2	9.7
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	181.3	17.2

```

192 "Split-Plot Design."
193 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
194 TREATMENT'S IRRIGATION*FERTILIZATION
195 COVARIATE "No Covariate"
196 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;
FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\
197 LSDLEVEL=5] DW_TOT_4

```

197.....

***** Analysis of variance *****

Variate: DW_TOT_4

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	779084.	259695.	2.19	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	1493795.	1493795.	12.59	0.038
Residual	3	355903.	118634.	1.83	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	203415.	67805.	1.05	0.397
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	259464.	86488.	1.33	0.295
Residual	18	1167701.	64872.		
Total	31	4259362.			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	-412.	s.e.
191.				
Blocks 4	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	694.	s.e.
191.				

***** Tables of means *****

Variate: DW_TOT_4

Grand mean 1119.

IRRIGATION	1	2			
	903.	1335.			
FERTILIZATION	1	2	3	4	
	1232.	1021.	1073.	1151.	
IRRIGATION FERTILIZATION		1	2	3	4
	1	871.	896.	914.	930.
	2	1592.	1145.	1232.	1371.

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	86.1	90.1	139.9
d.f.	3	18	14.44
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			127.4
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	121.8	127.4	197.9
d.f.	3	18	14.44
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			180.1
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	387.5	267.6	423.2
d.f.	3	18	14.44
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			378.4
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: DW_TOT_4

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	180.2	16.1
Blocks.IRRIGATION	3	172.2	15.4
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	254.7	22.8

```

198 "Split-Plot Design."
199 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
200 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
201 COVARIATE "No Covariate"
202 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;
FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\
203 LSDLEVEL=5] DW_TOT_5

```

203.....

***** Analysis of variance *****

Variate: DW_TOT_5

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	240070.	80023.	0.24	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	6373910.	6373910.	18.72	0.023
Residual	3	1021570.	340523.	2.55	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	89525.	29842.	0.22	0.879
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	95438.	31813.	0.24	0.869
Residual	18	2405461.	133637.		
Total	31	10225975.			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 4	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	960.	s.e.
274.				
Blocks 4	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	-575.	s.e.
274.				

***** Tables of means *****

Variate: DW_TOT_5

Grand mean 1398.

IRRIGATION	1	2			
	952.	1845.			
FERTILIZATION	1	2	3	4	
	1415.	1339.	1477.	1362.	
IRRIGATION FERTILIZATION		1	2	3	4
1		953.	961.	951.	943.
2		1878.	1718.	2002.	1781.

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	145.9	129.2	215.3
d.f.	3	18	11.55
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			182.8
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	206.3	182.8	304.4
d.f.	3	18	11.55
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			258.5
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	656.6	384.0	666.2
d.f.	3	18	11.55
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			543.1
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: DW_TOT_5

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	100.0	7.2
Blocks.IRRIGATION	3	291.8	20.9
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	365.6	26.1

```

204 "Split-Plot Design."
205 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
206 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
207 COVARIATE "No Covariate"
208 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;
FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\
209 LSDLEVEL=5] DW_TOT_6

```


209.....

***** Analysis of variance *****

Variate: DW_TOT_6

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	293027.	97676.	1.54	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	2055610.	2055610.	32.41	0.011
Residual	3	190250.	63417.	1.60	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	370493.	123498.	3.12	0.052
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	407304.	135768.	3.43	0.039
Residual	18	712850.	39603.		
Total	31	4029535.			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	-340.	s.e.
149.				
Blocks 3	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 3	384.	s.e.
149.				

***** Tables of means *****

Variate: DW_TOT_6

Grand mean 1173.

IRRIGATION	1	2				
	919.	1426.				
FERTILIZATION	1	2	3	4		
	1220.	996.	1285.	1189.		
IRRIGATION FERTILIZATION		1	2	3	4	
	1	1075.	858.	937.	806.	
	2	1364.	1134.	1633.	1572.	

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	63.0	70.4	106.7
d.f.	3	18	15.63
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			99.5
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	89.0	99.5	150.9
d.f.	3	18	15.63
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			140.7
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	283.3	209.0	320.6
d.f.	3	18	15.63
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			295.6
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: DW_TOT_6

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	110.5	9.4
Blocks.IRRIGATION	3	125.9	10.7
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	199.0	17.0

210 "Split-Plot Design."
 211 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
 212 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
 213 COVARIATE "No Covariate"
 214 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;
 FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\
 215 LSDLEVEL=5] FW_TOT_1

215.....

***** Analysis of variance *****

Variate: FW_TOT_1

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	525825.	175275.	0.72	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	103512.	103512.	0.42	0.561
Residual	3	732612.	244204.	1.71	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	203125.	67708.	0.47	0.704
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	27812.	9271.	0.06	0.978
Residual	18	2568712.	142706.		
Total	31	4161600.			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 1	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 2	627.	s.e.
283.				
Blocks 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 2	-701.	s.e.
283.				

***** Tables of means *****

Variate: FW_TOT_1

Grand mean 2158.

IRRIGATION	1	2			
	2101.	2214.			
FERTILIZATION	1	2	3	4	
	2214.	2082.	2076.	2258.	
IRRIGATION FERTILIZATION		1	2	3	4
	1	2160.	2035.	1972.	2235.
	2	2268.	2130.	2180.	2280.

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	123.5	133.6	205.0
d.f.	3	18	15.04
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			188.9
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	174.7	188.9	289.9
d.f.	3	18	15.04
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			267.1
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	556.0	396.8	617.8
d.f.	3	18	15.04
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			561.2
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: FW_TOT_1

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	148.0	6.9
Blocks.IRRIGATION	3	247.1	11.5
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	377.8	17.5

```

216 "Split-Plot Design."
217 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
218 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
219 COVARIATE "No Covariate"
220 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;
FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\
221 LSDLEVEL=5] FW_TOT_2

```

221.....

***** Analysis of variance *****

Variate: FW_TOT_2

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	218401.	72800.	1.29	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	376278.	376278.	6.65	0.082
Residual	3	169834.	56611.	1.25	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	123979.	41326.	0.91	0.453
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	182751.	60917.	1.35	0.290
Residual	18	813040.	45169.		
Total	31	1884283.			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 1	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	-418.	s.e.
159.				
Blocks 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	464.	s.e.
159.				

***** Tables of means *****

Variate: FW_TOT_2

Grand mean 2049.

IRRIGATION	1	2				
	1941.	2158.				
FERTILIZATION	1	2	3	4		
	2146.	2046.	1972.	2033.		
IRRIGATION FERTILIZATION		1	2	3	4	
	1	2057.	2034.	1862.	1810.	
	2	2235.	2058.	2082.	2256.	

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	59.5	75.1	109.6
d.f.	3	18	17.67
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			106.3
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	84.1	106.3	155.0
d.f.	3	18	17.67
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			150.3
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	267.7	223.3	326.0
d.f.	3	18	17.67
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			315.7
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: FW_TOT_2

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	95.4	4.7
Blocks.IRRIGATION	3	119.0	5.8
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	212.5	10.4

```

222 "Split-Plot Design."
223 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
224 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
225 COVARIATE "No Covariate"
226 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;
FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\
227 LSDLEVEL=5] FW_TOT_3

```

227.....

***** Analysis of variance *****

Variate: FW_TOT_3

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	1864826.	621609.	1.13	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	5954125.	5954125.	10.78	0.046
Residual	3	1657468.	552489.	1.98	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	870540.	290180.	1.04	0.400
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	789282.	263094.	0.94	0.441
Residual	18	5032915.	279606.		
Total	31	16169155.			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 3	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	-839.	s.e.
397.				
Blocks 4	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	1164.	s.e.
397.				

***** Tables of means *****

Variate: FW_TOT_3

Grand mean 2525.

IRRIGATION	1	2				
	2094.	2956.				
FERTILIZATION	1	2	3	4		
	2771.	2392.	2358.	2578.		
IRRIGATION FERTILIZATION		1	2	3	4	
	1	2135.	2050.	2130.	2060.	
	2	3408.	2735.	2587.	3097.	

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	185.8	187.0	294.9
d.f.	3	18	13.74
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			264.4
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	262.8	264.4	417.0
d.f.	3	18	13.74
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			373.9
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	836.3	555.5	896.0
d.f.	3	18	13.74
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			785.5
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: FW_TOT_3

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	278.7	11.0
Blocks.IRRIGATION	3	371.6	14.7
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	528.8	20.9

228 "Split-Plot Design."
 229 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
 230 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
 231 COVARIATE "No Covariate"
 232 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;
 FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\n
 233 LSDLEVEL=5] FW_TOT_4

233.....

***** Analysis of variance *****

Variate: FW_TOT_4

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	5072738.	1690912.	1.65	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	21945312.	21945312.	21.36	0.019
Residual	3	3081638.	1027212.	2.21	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	1201238.	400412.	0.86	0.478
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	1287138.	429046.	0.92	0.449
Residual	18	8350925.	463940.		
Total	31	40938988.			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	-1192.	s.e.
511.				
Blocks 4	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	1718.	s.e.
511.				
Blocks 4	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	-1042.	s.e.
511.				

***** Tables of means *****

Variate: FW_TOT_4

Grand mean 2764.

IRRIGATION	1	2				
	1936.	3592.				
FERTILIZATION	1	2	3	4		
	3040.	2535.	2640.	2842.		
IRRIGATION FERTILIZATION		1	2	3	4	
	1	1895.	1940.	1890.	2020.	
	2	4185.	3130.	3390.	3665.	

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	253.4	240.8	388.8
d.f.	3	18	12.74
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			340.6

d.f. 18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	358.3	340.6	549.9
d.f.	3	18	12.74

Except when comparing means with the same level(s) of
IRRIGATION 481.6
d.f. 18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	1140.4	715.5	1190.4
d.f.	3	18	12.74

Except when comparing means with the same level(s) of
IRRIGATION 1011.9
d.f. 18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: FW_TOT_4

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	459.7	16.6
Blocks.IRRIGATION	3	506.8	18.3
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	681.1	24.6

234 "Split-Plot Design."
235 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
236 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
237 COVARIATE "No Covariate"
238 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;
FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\n
239 LSDLEVEL=5] FW_TOT_5

239.....

***** Analysis of variance *****

Variate: FW_TOT_5

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	2560404.	853468.	0.37	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	69364568.	69364568.	29.90	0.012
Residual	3	6958938.	2319646.	3.64	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	587437.	195812.	0.31	0.820
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	521171.	173724.	0.27	0.844
Residual	18	11458825.	636601.		
Total	31	91451343.			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 4 IRRIGATION 2 FERTILIZATION 1 2216. s.e.
 598.

***** Tables of means *****

Variate: FW_TOT_5

Grand mean 3269.

IRRIGATION	1	2				
	1797.	4741.				
FERTILIZATION	1	2	3	4		
	3232.	3063.	3379.	3402.		
IRRIGATION FERTILIZATION		1	2	3	4	
	1	1733.	1807.	1813.	1833.	
	2	4730.	4320.	4945.	4970.	

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	380.8	282.1	514.1
d.f.	3	18	8.96
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			398.9
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	538.5	398.9	727.1
d.f.	3	18	8.96
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			564.2
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	1713.7	838.1	1645.9
d.f.	3	18	8.96
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			1185.3
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: FW_TOT_5

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	326.6	10.0
Blocks.IRRIGATION	3	761.5	23.3
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	797.9	24.4

```

240 "Split-Plot Design."
241 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
242 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
243 COVARIATE "No Covariate"
244 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;
FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\
245 LSDLEVEL=5] FW_TOT_6

```

245.....

***** Analysis of variance *****

Variate: FW_TOT_6

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	1910338.	636779.	1.12	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	18311335.	18311335.	32.29	0.011
Residual	3	1701304.	567101.	1.37	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	1599793.	533264.	1.29	0.309
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	3526493.	1175498.	2.84	0.067
Residual	18	7458392.	414355.		
Total	31	34507654.			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 1	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	994.	s.e.
483.				
Blocks 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	-1216.	s.e.
483.				
Blocks 3	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 3	1251.	s.e.
483.				

***** Tables of means *****

Variate: FW_TOT_6

Grand mean 3022.

IRRIGATION	1	2		
	2266.	3779.		
FERTILIZATION	1	2	3	4
	3068.	2645.	3170.	3206.
IRRIGATION FERTILIZATION	1	2	3	4
1		2627.	2190.	2280.
2		3510.	3100.	4060.
				1967.
				4445.

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	188.3	227.6	336.4
d.f.	3	18	16.97
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			321.9

d.f. 18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	266.2	321.9	475.7
d.f.	3	18	16.97

Except when comparing means with the same level(s) of
IRRIGATION 455.2
d.f. 18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	847.3	676.2	1003.7
d.f.	3	18	16.97

Except when comparing means with the same level(s) of
IRRIGATION 956.3
d.f. 18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: FW_TOT_6

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	282.1	9.3
Blocks.IRRIGATION	3	376.5	12.5
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	643.7	21.3

246 "Split-Plot Design."
247 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
248 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
249 COVARIATE "No Covariate"
250 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;
FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\n
251 LSDLEVEL=5] LAI_1

251.....

***** Analysis of variance *****

Variate: LAI_1

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	6.4973	2.1658	20.88	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	0.9359	0.9359	9.02	0.057
Residual	3	0.3111	0.1037	0.27	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.8290	0.2763	0.71	0.560
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	0.4461	0.1487	0.38	0.768
Residual	18	7.0245	0.3902		
Total	31	16.0439			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 1	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 2	0.94	s.e.
0.47				
Blocks 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	1.02	s.e.
0.47				

***** Tables of means *****

Variate: LAI_1

Grand mean 3.26

IRRIGATION	1	2
	3.09	3.44

FERTILIZATION	1	2	3	4
	3.27	3.02	3.29	3.48

IRRIGATION	FERTILIZATION	1	2	3	4
1		3.13	2.89	3.25	3.11
2		3.40	3.16	3.34	3.84

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.081	0.221	0.282
d.f.	3	18	20.37
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.312
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.114	0.312	0.399
d.f.	3	18	20.37
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.442
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.362	0.656	0.832
d.f.	3	18	20.37
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.928
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: LAI_1

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	0.520	15.9
Blocks.IRRIGATION	3	0.161	4.9
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.625	19.1

252 "Split-Plot Design."
 253 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
 254 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
 255 COVARIATE "No Covariate"
 256 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;
 FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\n
 257 LSDLEVEL=5] LAI_2

257.....

***** Analysis of variance *****

Variate: LAI_2

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	0.3384	0.1128	0.80	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	0.0838	0.0838	0.60	0.496
Residual	3	0.4216	0.1405	1.12	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.0912	0.0304	0.24	0.866
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	0.0919	0.0306	0.24	0.865
Residual	18	2.2620	0.1257		
Total	31	3.2890			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	0.674	s.e.
0.266				
Blocks 4	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 3	0.668	s.e.
0.266				

***** Tables of means *****

Variate: LAI_2

Grand mean 2.456

IRRIGATION	1	2				
	2.405	2.507				
FERTILIZATION	1	2	3	4		
	2.413	2.393	2.512	2.506		
IRRIGATION FERTILIZATION		1	2	3	4	
1		2.400	2.409	2.416	2.395	
2		2.427	2.377	2.609	2.616	

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.0937	0.1253	0.1798
d.f.	3	18	18.50
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.1772
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.1325	0.1772	0.2543
d.f.	3	18	18.50
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.2507
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.4218	0.3724	0.5333
d.f.	3	18	18.50
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.5266
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: LAI_2

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	0.1187	4.8
Blocks.IRRIGATION	3	0.1874	7.6
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.3545	14.4

```

258 "Split-Plot Design."
259 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
260 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
261 COVARIATE "No Covariate"
262 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;
FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\
263 LSDLEVEL=5] LAI_3

```

263.....

***** Analysis of variance *****

Variate: LAI_3

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	4.2437	1.4146	0.84	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	27.4650	27.4650	16.35	0.027
Residual	3	5.0391	1.6797	4.84	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	1.1845	0.3948	1.14	0.360
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	1.9323	0.6441	1.86	0.173
Residual	18	6.2450	0.3469		
Total	31	46.1096			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	0.90	s.e.
0.44				
Blocks 3	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	-1.18	s.e.
0.44				
Blocks 4	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	1.00	s.e.
0.44				

***** Tables of means *****

Variate: LAI_3

Grand mean 2.85

IRRIGATION	1	2			
	1.93	3.78			
FERTILIZATION	1	2	3	4	
	3.14	2.79	2.61	2.87	
IRRIGATION FERTILIZATION		1	2	3	4
	1	1.80	1.91	1.88	2.11
	2	4.48	3.67	3.33	3.63

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.324	0.208	0.412
d.f.	3	18	7.40
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.295

d.f. 18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.458	0.295	0.583
d.f.	3	18	7.40

Except when comparing means with the same level(s) of
IRRIGATION 0.416
d.f. 18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	1.458	0.619	1.364
d.f.	3	18	7.40

Except when comparing means with the same level(s) of
IRRIGATION 0.875
d.f. 18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: LAI_3

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	0.420	14.7
Blocks.IRRIGATION	3	0.648	22.7
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.589	20.7

```
264 "Split-Plot Design."  
265 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION  
266 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION  
267 COVARIATE "No Covariate"  
268 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;  
FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\br/>269 LSDLEVEL=5] LAI_4
```

269.....

***** Analysis of variance *****

Variate: LAI_4

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	2.9873	0.9958	0.79	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	77.7945	77.7945	61.35	0.004
Residual	3	3.8043	1.2681	1.59	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	2.1858	0.7286	0.91	0.455
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	1.2892	0.4297	0.54	0.662
Residual	18	14.3708	0.7984		
Total	31	102.4318			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	-1.40	s.e.
0.67				
Blocks 4	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	1.49	s.e.
0.67				

***** Tables of means *****

Variate: LAI_4

Grand mean 3.28

IRRIGATION	1	2				
	1.72	4.84				
FERTILIZATION	1	2	3	4		
	3.72	3.06	3.09	3.25		
IRRIGATION FERTILIZATION		1	2	3	4	
	1	1.81	1.66	1.66	1.76	
	2	5.62	4.47	4.53	4.74	

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.282	0.316	0.478
d.f.	3	18	15.70
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.447
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.398	0.447	0.677
d.f.	3	18	15.70
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.632
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	1.267	0.939	1.437
d.f.	3	18	15.70
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			1.327
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: LAI_4

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	0.353	10.8
Blocks.IRRIGATION	3	0.563	17.2
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.894	27.2

270 "Split-Plot Design."
 271 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
 272 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
 273 COVARIATE "No Covariate"
 274 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;
 FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\n
 275 LSDLEVEL=5] LAI_5

275.....

***** Analysis of variance *****

Variate: LAI_5

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	2.325	0.775	0.39	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	156.695	156.695	79.14	0.003
Residual	3	5.940	1.980	1.71	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	0.514	0.171	0.15	0.929
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	2.147	0.716	0.62	0.611
Residual	18	20.792	1.155		
Total	31	188.412			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 3	2.08	s.e.
0.81				
Blocks 4	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 1	2.51	s.e.
0.81				

***** Tables of means *****

Variate: LAI_5

Grand mean 2.98

IRRIGATION	1	2			
	0.77	5.19			
FERTILIZATION	1	2	3	4	
	2.98	2.83	3.18	2.94	
IRRIGATION FERTILIZATION		1	2	3	4
	1	0.39	0.87	0.88	0.95
	2	5.58	4.79	5.48	4.93

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.352	0.380	0.583
d.f.	3	18	15.02
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.537
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.497	0.537	0.825
d.f.	3	18	15.02
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.760
d.f.			18

*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	1.583	1.129	1.758
d.f.	3	18	15.02
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			1.597
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: LAI_5

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	0.311	10.4
Blocks.IRRIGATION	3	0.704	23.6
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	1.075	36.0

276 "Split-Plot Design."
 277 BLOCK Blocks/IRRIGATION/FERTILIZATION
 278 TREATMENTS IRRIGATION*FERTILIZATION
 279 COVARIATE "No Covariate"
 280 ANOVA [PRINT=aovtable,information,means,%cv; FACT=32;
 FPROB=yes; PSE=diff,lsd,means;\
 281 LSDLEVEL=5] LAI_6

281.....

***** Analysis of variance *****

Variate: LAI_6

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F pr.
Blocks stratum	3	1.2594	0.4198	1.77	
Blocks.IRRIGATION stratum					
IRRIGATION	1	8.2438	8.2438	34.85	0.010
Residual	3	0.7097	0.2366	0.51	
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION stratum					
FERTILIZATION	3	1.4414	0.4805	1.04	0.401
IRRIGATION.FERTILIZATION	3	4.0421	1.3474	2.90	0.063
Residual	18	8.3558	0.4642		
Total	31	24.0523			

* MESSAGE: the following units have large residuals.

Blocks 1	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	1.36	s.e.
0.51				
Blocks 2	IRRIGATION 2	FERTILIZATION 4	-1.55	s.e.
0.51				

***** Tables of means *****

Variate: LAI_6

Grand mean 2.09

IRRIGATION	1	2			
	1.58	2.60			
FERTILIZATION	1	2	3	4	
	2.09	1.84	2.01	2.42	
IRRIGATION FERTILIZATION		1	2	3	4
1		1.80	1.29	1.88	1.36
2		2.38	2.39	2.13	3.49

*** Standard errors of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
e.s.e.	0.122	0.241	0.319
d.f.	3	18	21
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.341
d.f.			18

*** Standard errors of differences of means ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
s.e.d.	0.172	0.341	0.451
d.f.	3	18	21
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			0.482
d.f.			18

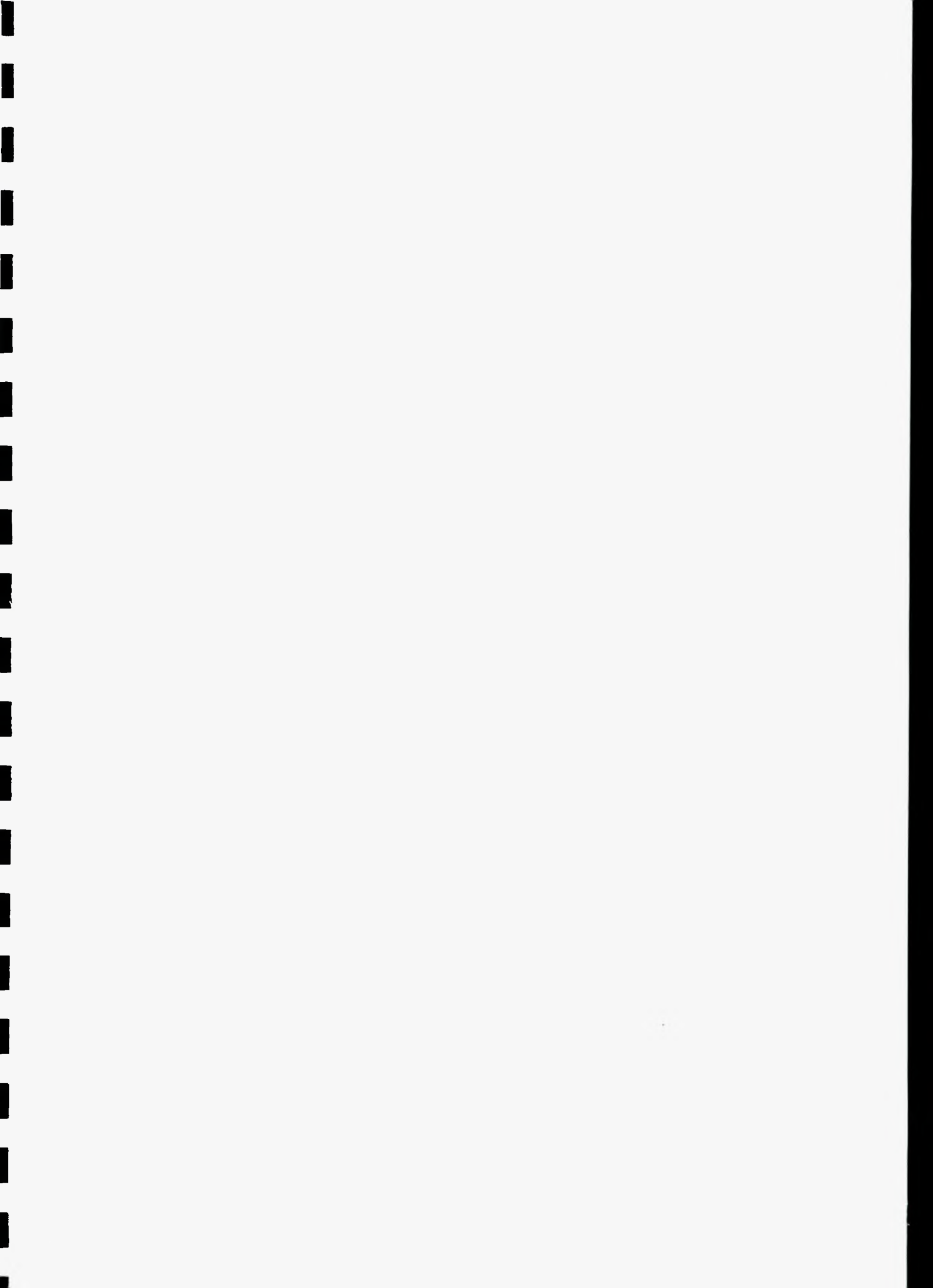
*** Least significant differences of means (5% level) ***

Table	IRRIGATION	FERTILIZATION	IRRIGATION FERTILIZATION
rep.	16	8	4
l.s.d.	0.547	0.716	0.938
d.f.	3	18	21
Except when comparing means with the same level(s) of			
IRRIGATION			1.012
d.f.			18

***** Stratum standard errors and coefficients of variation *****

Variate: LAI_6

Stratum	d.f.	s.e.	cv%
Blocks	3	0.229	11.0
Blocks.IRRIGATION	3	0.243	11.6
Blocks.IRRIGATION.FERTILIZATION	18	0.681	32.6



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
BIBΛΙΟΘΗΚΗ
004000122945

