



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΕΝΔΡΟΚΟΜΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Συγκριτική αξιολόγηση ποικιλιών αβοκάντο: μορφολογικά και φυσιολογικά
χαρακτηριστικά, παρακολούθηση της πορείας ανάπτυξης και ποιότητας
καρπού»**

Νικολάου Μαρία

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Περσεφόνη Μαλέτσικα

Βόλος 2025

Τίτλος πτυχιακής εργασίας: «Συγκριτική αξιολόγηση ποικιλιών αβοκάντο: μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά, παρακολούθηση της πορείας ανάπτυξης και ποιότητας καρπού»

Τίτλος πτυχιακής εργασίας στην αγγλική γλώσσα: “Comparative evaluation of avocado cultivars: morphological and physiological characteristics, fruit growth and fruit quality”

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

- ❖ Μαλέτσικα Περσεφόνη, Επίκουρος Καθηγήτρια Δενδροκομίας-Ελαιοκομίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Επιβλέπουσα)
- ❖ Νάνος Γεώργιος, Καθηγητής Δενδροκομίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Μέλος)
- ❖ Παυλή Ουρανία, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Γενετικής Βελτίωσης Φυτών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Μέλος)

Υπεύθυνη δήλωση

«Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας της παρούσας πτυχιακής εργασίας, η οποία εκπονήθηκε σύμφωνα με τον Κανονισμό Εκπόνησης Πτυχιακής Εργασίας του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος»

Ευχαριστίες

Το πρώτο ευχαριστώ το οφείλω στην επιβλέπουσα καθηγήτρια της πτυχιακής μου διατριβής κα. Μαλέτσικα Περσεφόνη, Επίκουρο Καθηγήτρια του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Από την πρώτη στιγμή με υποδέχτηκε με χαμόγελο και όρεξη να με βοηθήσει σε ό,τι χρειαζτώ. Η συνεργασία μας ήταν άψογη και την ευχαριστώ ιδιαίτερα για την ανάθεση του θέματος της πτυχιακής μου.

Ευχαριστώ τον Καθηγητή Δενδροκομίας κ. Νάνο Γεώργιο για τις πολύτιμες συμβουλές του κατά τη διάρκεια του πειράματος και για την επίσκεψή του στην καλλιέργεια μου.

Ακόμα ευχαριστώ τον κ. Τσιρόπουλο Νικόλαο, Διευθυντή του εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας και Γεωργικής Φαρμακολογίας για την παραχώρηση του εργαστηρίου του και των οργάνων που χρησιμοποιήθηκαν.

Το τελευταίο και μεγαλύτερο ευχαριστώ το κρατάω για τους γονείς μου οι οποίοι με βοήθησαν και με στήριξαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου, όπως και στον θείο μου όπου με βοήθησε με το πείραμα, μου παραχώρησε δένδρα από την καλλιέργειά του και αν δεν ήταν αυτός και οι δικοί μου δεν θα έγραφα αυτήν την πτυχιακή.

*Στους γονείς μου και στον θείο μου για την
υποστήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια*

Περιεχόμενα

Περίληψη	vi
1. Εισαγωγή	1
1.1 Σημαντικότητα και εξάπλωση της καλλιέργειας του Αβοκάντο	1
1.2 Ποικιλίες αβοκάντο και εμπορική σημασία	2
1.3 Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις	3
1.4 Φυσιολογία του αβοκάντο	4
1.5 Οι καλλιεργητικές πρακτικές της καλλιέργειας αβοκάντο	6
1.6 Φαινολογικά στάδια της καλλιέργειας αβοκάντο	10
1.7 Ποιοτικά χαρακτηριστικά και διατροφική αξία καρπών αβοκάντο	12
1.8 Εμπορική συγκομιδή καρπών	13
1.9 Μετασυλλεκτική μεταχείριση καρπών	14
1.10 Φυσιολογικές διαταραχές καρπών	15
1.11 Σκοπός της εργασίας	15
2. Υλικά και μέθοδοι	17
2.1. Περιγραφή πειραματικού αγρού	17
2.2. Καταγραφή των καλλιεργητικών πρακτικών	18
2.3. Περιγραφή των δειγματοληψιών και των μετρήσεων	18
2.4. Φωτογραφικό υλικό από τις μετρήσεις της πορείας ανάπτυξης των ποικιλιών	22
3. Αποτελέσματα	38
3.1 Φαινολογικά στάδια των διαφορετικών ποικιλιών αβοκάντο	38
3.2 Αναπτυξιακά χαρακτηριστικά βλαστών των διαφορετικών ποικιλιών αβοκάντο	38
3.3 Φυσιολογικά χαρακτηριστικά φύλλων των διαφορετικών ποικιλιών αβοκάντο	46
3.4 Πορεία ανάπτυξης καρπού των διαφορετικών ποικιλιών αβοκάντο	54
3.5 Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών αβοκάντο στην εμπορική συγκομιδή	59
3.6 Πορεία ωρίμανσης των καρπών αβοκάντο των ποικιλιών Fuerte και Zutano μέσω καταγραφής ξηράς ουσίας, ελαιοπεριεκτικότητα και ποιοτικών χαρακτηριστικών	61
3.7. Μεταβολή των χαρακτηριστικών των καρπών με την πορεία ωρίμανσης	67
4. Συζήτηση	70
5. Συμπεράσματα	75
Βιβλιογραφία	78

Περίληψη

Η παρούσα διατριβή εστιάζει στη συγκριτική αξιολόγηση διαφορετικών ποικιλιών αβοκάντο ως προς τη μορφολογία, τη βλαστική ανάπτυξη, τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά φύλλων και την πορεία ανάπτυξης και ποιότητας του καρπού. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στην περιοχή της Άρτας, σε οπωρώνα με δένδρα αβοκάντο ηλικίας ενός έως 7 ετών των ποικιλιών Zutano, Fuerte, Hass, Lamp Hass και Bacon. Οι μελετώμενες ποικιλίες διαφοροποιήθηκαν ως προς την περίοδο που παρουσίασαν την πιο έντονη βλαστική ανάπτυξη, ενώ σε όλες τις ποικιλίες το ποσοστό ξηράς ουσίας των μεσογονατίων και των γονάτων του περσινού και του φετινού βλαστού σημείωσε μία απότομη αύξηση στα μέσα Φεβρουαρίου. Τα φύλλα των ποικιλιών Lamp Hass και Bacon είχαν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις χλωροφύλλης, εκφρασμένων με τιμές SPAD, ακολούθησε η Fuerte χωρίς να διαφέρει σημαντικά από τις προαναφερθείσες ποικιλίες και έπειτα η ποικιλία Hass, ενώ τη χαμηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης σημείωσε η ποικιλία Zutano. Στις μετρήσεις ανάπτυξης καρπού διαπιστώθηκε ότι μετά από μια περίοδο ταχείας ανάπτυξης, οι ποικιλίες Bacon, Hass και Lamp Hass παρουσίασαν μία περίοδο βραδείας ανάπτυξης του καρπού η οποία για τη Hass ήταν από τις αρχές Οκτωβρίου έως τις αρχές Δεκεμβρίου, για την Bacon και τη Lamp Hass από αρχές Νοεμβρίου με μέσα Ιανουαρίου, και έπειτα ο καρπός αναπτύχθηκε περαιτέρω φτάνοντας το μέγιστο στα μέσα Φεβρουαρίου. Η Fuerte παρουσίασε ένα διαφορετικό μοτίβο ανάπτυξης του καρπού, δηλαδή ο καρπός αναπτύχθηκε ραγδαία έως τις αρχές Οκτωβρίου και έπειτα σταθεροποιήθηκε. Σε όλες τις ποικιλίες η συσσώρευση ξηράς ουσίας στο μεσοκάρπιο είχε ξεπεράσει το 20% πριν τις 8/11/2024, ενώ η μάζα του καρπού συνέχισε να αυξάνεται. Στο στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης, οι ποικιλίες Bacon και Lamp Hass παρουσίασαν τη μεγαλύτερη μάζα καρπού, έπειτα οι ποικιλίες Zutano και Fuerte, ενώ σχετικά μικρότερη μάζα εμφάνισε η ποικιλία Hass. Η παρακολούθηση της πορείας ωρίμανσης των καρπών των ποικιλιών Fuerte και Zutano έδειξε ότι στην ποικιλία Fuerte η ξηρά ουσία στο μεσοκάρπιο ξεπέρασε το όριο του 20% και η Zutano το όριο του 19% στις 31/10/2024 και η ελαιοπεριεκτικότητα έφτασε το 8% ν.β. στις 25/10/2024 για τη Fuerte και στις 10/10/2024 για τη Zutano. Τα ευρήματα αυτής της έρευνας μπορούν να αποτελέσουν ένα σημαντικό εργαλείο για τους παραγωγούς για την ορθότερη διαχείριση των εφαρμοζόμενων καλλιεργητικών πρακτικών. Επίσης, η μελέτη της πορείας ανάπτυξης των καρπών και της μετασυλλεκτικής τους συμπεριφοράς μπορούν να συμβάλλουν στη βελτιστοποίηση του χρόνου συγκομιδής επιτυγχάνοντας καλύτερη απόδοση και

ανώτερη ποιότητα των καρπών, εξασφαλίζοντας καλύτερη εμπορική αξία και ικανοποίηση των καταναλωτών.

Λέξεις κλειδιά: βλαστική ανάπτυξη, χλωροφύλλη, ποιότητα, ωρίμανση, ελαιοπεριεκτικότητα, ξηρά ουσία.

1. Εισαγωγή

1.1 Σημαντικότητα και εξάπλωση της καλλιέργειας του Αβοκάντο

Το αβοκάντο ανήκει στην οικογένεια Lauraceae, στο είδος *Persea americana* L., πρόκειται για ιθαγενές αειθαλές δένδρο το οποίο προήλθε από τις τροπικές περιοχές του Μεξικού και της Κεντρικής Αμερικής. Καλλιεργείται στις νεοτροπικές περιοχές ήδη από το 10.000 π.Χ. Πρόκειται για ένα σημαντικό τροπικό φρούτο που συναντάται σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές όπως Η.Π.Α., Χιλή, Ισραήλ, Μεξικό, Κούβα, Αυστραλία, Νότια Αφρική και Ευρώπη (Ισπανία, Πορτογαλία). (Μιλτιάδης Δ. Βασιλακάκης 2016)

Η ονομασία αβοκάντο ορισμένοι υποστηρίζουν ότι προήλθε από τη γαλλική λέξη *avocat* ή *avocatier* ενώ κάποιοι άλλοι από την ισπανική λέξη *aguasate* η οποία προέρχεται από δύο λέξεις των Αζτέκων τις *Ahuacatl* και *Ahoacaquahuitl* (Kishan Gopal Ramawat s.d.). Κατά τη διάρκεια της αποικιοκρατίας, οι Ισπανοί εκτίμησαν ιδιαίτερα το αβοκάντο και για τον λόγο αυτό το κατέγραψαν σε πολλά κείμενα (Maria Elena Calindo-Tovar 2007). Σύμφωνα με μελέτες η παγκόσμια παραγωγή αβοκάντο το 2012 εκτιμήθηκε σε 4.487.881 τόνους. Ο μεγαλύτερος παραγωγός παγκοσμίως είναι το Μεξικό, αντιπροσωπεύοντας πάνω από το ένα τέταρτο της συνολικής παραγωγής στον κόσμο (Kishan Gopal Ramawat s.d.). Στην Ελλάδα τα πρώτα σπέρματα μεταφέρθηκαν μεταξύ 1910-1920 από τις ΗΠΑ. Η καλλιέργεια αβοκάντο στη χώρα μας καταλαμβάνει περίπου 5000 στρέμματα και ξεκίνησε στην Κρήτη, στον Νομό Χανίων, ενώ έχει γίνει προσπάθεια να επεκταθεί και σε άλλες περιοχές (Βασιλακάκης 2016). Η οργανωμένη καλλιέργεια ξεκίνησε από το Ινστιτούτο Ελιάς και Υποτροπικών Φυτών Χανίων στα τέλη της δεκαετίας του '60, με την εγκατάστασή τους και τα πρώτα πειραματικά δεδομένα για την καλλιέργειά του στον ελλαδικό χώρο. Τα επόμενα χρόνια, με την εφαρμογή των Μεσογειακών Ολοκληρωμένων Προγραμμάτων η καλλιέργεια του αβοκάντο διαδόθηκε περισσότερο (Ινστιτούτο Ελιάς, Υποτροπικών Φυτών και Αμπέλου s.d.). Επίσης, στην Κύπρο καταλαμβάνει έκταση περίπου 1000 στρέμματα. Πλέον, η καλλιέργεια του αβοκάντο έχει φτάσει μέχρι την Άρτα.

1.2 Ποικιλίες αβοκάντο και εμπορική σημασία

Το αβοκάντο υποδιαιρείται σε τρεις βοτανικούς τύπους οι οποίοι παρουσιάζουν μορφολογικές διαφορές καθώς και διαφορετική προσαρμοστικότητα σε διάφορες εδαφοκλιματικές συνθήκες. Οι τρεις αυτοί τύποι θεωρούνται αντίστοιχα ως υποτροπικοί, ημιτροπικοί και τροπικοί. Ως επί τω πλείστο, οι ποικιλίες διακρίνονται σε πρώιμες, μέσης εποχής και όψιμες. (Bergh B.1986) Πρώιμες ποικιλίες είναι αυτές όπου αρχίζουν την άνθιση τον Ιανουάριο ή Φεβρουάριο, μέσης εποχής θεωρούνται οι ποικιλίες του τύπου Δυτικών Ινδιών και ως όψιμες οι τύπου Γουατεμάλας (Βασιλακάκης 2016).

Στον τύπο Μεξικού τα δέντρα είναι ψηλά, ορθόκλαδα με μεγάλη αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες (-6°C). Λόγω της αντοχής τους στο ψύχος αποτελούν τα ιδανικά για χρήση ως υποκείμενα (Τζατζάνη 2022). Ο καρπός έχει μικρό ή μεσαίο μέγεθος, με ωοειδές σχήμα και λεπτό λείο πράσινο φλοιό. Ωστόσο, το σπέρμα του συγκριτικά με τη σάρκα του καρπού είναι πολύ μεγαλύτερο και αυτό επηρεάζει αρνητικά την εμπορία του. Όσον αφορά τα φύλλα, είναι μικρά και σε περίπτωση τριβής τους παράγουν μυρωδιά γλυκάνισου. Επίσης, τα άνθη είναι πιο χνουδωτά σε σχέση με τους άλλους τύπους. (Kouam et al.2025) Απαιτείται χρονικό διάστημα περίπου 6-8 μηνών μεταξύ άνθισης και ωρίμανσης του καρπού. Ο τύπος αυτός είναι ευαίσθητος στην αλατότητα του εδάφους και ιδίως στο χλώριο. Σε αυτόν τον τύπο ανήκουν οι ποικιλίες Bacon, Duke, Mexicola, Tora-Tora, Zutano. Η Tora-Tora χαρακτηρίζεται ως το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο υποκείμενο (Βασιλακάκης 2016).

Εν συνεχεία, ο τύπος Γουατεμάλας χαρακτηρίζεται από δέντρα ζωνηρά, παραγωγικά με κοντούς βλαστούς. Είναι η μεγαλύτερη ομάδα ποικιλιών που συνεχίζεται να ερευνάται για νέους γενοτύπους (Τζατζάνη 2022). Έχει μέση αντοχή στο ψύχος ($4,5^{\circ}\text{C}$) και στην αλατότητα του εδάφους, παρουσιάζει όμως μεγάλη ευπάθεια στην χλώρωση που οφείλεται σε περίσσεια ανθρακικού ασβεστίου. Ο καρπός είναι μεσαίου στρογγυλού μεγέθους, με βαθύ πράσινο χρώμα και τραχύ παχύ φλοιό. (Bergh B. 1986) Οι καρποί ωριμάζουν από τον Απρίλιο μέχρι τον Αύγουστο. Οι ποικιλίες αυτού του τύπου είναι η Hass, Lamp Hass, Pinkerton, Reed, Nabal και χρησιμοποιούνται ως επικονιάστριες ποικιλίες. (Βασιλακάκης 2016).

Στον τύπο Δυτικών Ινδιών υπάρχουν δέντρα τόσο μικρόκαρπα όσο και μεγαλόκαρπα. Οι καρποί είναι διαφόρων μεγεθών και επιμήκεις. Διαθέτουν πιο λεπτό και πιο λείο

φλοιό καρπού από αυτόν της Γουατεμάλας. Η σάρκα χαρακτηρίζεται πιο γλυκιά με λιγότερο ποσοστό λιπαρών. (Bergh B. 1986) Τα φύλλα είναι μεγάλα ανοιχτού χρώματος και απαιτούνται 6-8 μήνες μεταξύ άνθισης και ωρίμανσης του καρπού. Επίσης, πρόκειται για τον πιο ευπαθή τύπο στις χαμηλές θερμοκρασίες και από τους τρεις (Βασιλακάκης 2016). Οι ποικιλίες αυτού του τύπου είναι η Pollock, Trapp και Waldin (Τζατζάνη 2022).

Επιπροσθέτως, υπάρχουν και τα υβρίδια ποικιλιών τύπου Γουατεμάλας και Μεξικού όπως είναι η Fuerte, Ettinger, Lula και Rincon. Η Fuerte είναι η σπουδαιότερη εμπορεύσιμη ποικιλία παγκοσμίως. (Kouam et al. 2025) Στην Ελλάδα καλλιεργούνται κυρίως οι ποικιλίες Hass, Bacon, Fuerte, Ettinger, Zutano, και από αυτές η Hass φαίνεται να είναι η πιο παραγωγική και να κυριαρχεί στη διεθνή αγορά.

1.3 Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις

Όπως προαναφέρθηκε, το αβοκάντο είναι υποτροπικό είδος με ευαισθησία στις χαμηλές θερμοκρασίες και για τον λόγο αυτό προτιμάται η καλλιέργεια του σε εύκρατες περιοχές με ήπιους χειμώνες και σχετική ατμοσφαιρική υγρασία 60-65%. Εντούτοις, λόγω της δημιουργίας νέων ποικιλιών, προερχόμενων από διασταυρώσεις των τριών τύπων, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, μπορεί να προσαρμοστεί και σε πιο ψυχρά κλίματα. Οι ποικιλίες τύπου Μεξικού αντέχουν μέχρι και στους -6°C , ενώ αυτές των Δυτικών Ινδιών προτιμούν πιο θερμές περιοχές αφού όταν βρίσκονται σε λήθαργο παθαίνουν σοβαρές ζημιές στους $-2,2^{\circ}\text{C}$ (Τζατζάνη 2022). Επιπλέον, οι ποικιλίες τύπου Γουατεμάλας κατατάσσονται ανάμεσα στους δύο τύπους όσον αφορά τη θερμοκρασία με αντοχή έως τους $-3,5^{\circ}\text{C}$. Μερικές ποικιλίες που θεωρούνται υβρίδια όπως η Fuerte, έχουν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στο ψύχος από αυτές του τύπου Γουατεμάλας. Κατά τους ξηρούς μήνες (Απρίλιο-Οκτώβριο), καθώς και σε περιόδους ανομβρίας, επιβάλλεται η χρήση άρδευσης διαφορετικά η ποιότητα του παραγόμενου καρπού είναι υποβαθμισμένη και το δέντρο καταπονείται. (Βασιλακάκης 2016) Μετά από παγετό είναι δυνατόν να προκληθεί νέκρωση των φύλλων, όμως μετά την πτώση τους αναπτύσσονται νέα, οι καρποί ωστόσο πέφτουν λόγω αποκοπής του ποδίσκου. Σε μικρής έντασης παγετό προκαλείται μαύρισμα των ινών του μεσοκαρπίου. Σε πιο σοβαρές περιπτώσεις ζημιώνονται τα άνθη, οι καρποί με υποβάθμιση της γεύσης, οι οφθαλμοί και το ξύλο των νέων βλαστών. (Dominguez et al. 2024) Η θερμοκρασία κατά την ανθοφορία αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα που επηρεάζει την παραγωγή.

Επομένως, όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία τόσο μεγαλύτερη και καλύτερη είναι η καρπόδεση. Η Fuerte έχει απαιτήσεις σε υψηλή σχετική υγρασία κατά την περίοδο της άνθισης για ικανοποιητική καρπόδεση. Ωστόσο, με θερμούς ανέμους και θερμοκρασίες πάνω από 37 °C προκαλείται καρπόπτωση. Όσον αφορά τις υπόλοιπες κλιματικές συνθήκες, η βροχή δεν προκαλεί ζημιές στην καλλιέργεια εκτός και αν διαρκεί για πάνω από έναν μήνα. (Dominguez et al. 2024) Επίσης, το φως δεν έχει ιδιαίτερη επίδραση στο αβοκάντο. Οι ισχυροί άνεμοι προκαλούν ζημιές στα δέντρα τραυματίζοντάς τα και ρίχνοντας τους καρπούς. Επιπροσθέτως, οι άριστες θερμοκρασίες για την ανάπτυξη και καρπόδεση κυμαίνονται μεταξύ 25 °C έως 30 °C ημέρας και 15 °C έως 20 °C νύχτας (Βασιλακάκης 2016).

Το αβοκάντο μπορεί να καλλιεργηθεί σε πολύ ελαφρά, μέσης σύστασης εδάφη κυρίως αμμώδη αργιλοπηλώδη, όπου πρέπει να έχουν βάθος 60-90 cm , να είναι γόνιμα και να έχουν καλή στράγγιση για αποφυγή ανάπτυξης μυκήτων. Το pH προτιμάται 6-7 και με χαμηλή περιεκτικότητα σε ανθρακικό ασβέστιο. Η υψηλή περιεκτικότητα ασβεστίου στο έδαφος προκαλεί τροφопενία σιδήρου, μαγνησίου και ψευδαργύρου. Οι τροφопενίες αυτές λειτουργούν ανασταλτικά στη βλάστηση και την παραγωγή. Η αλατότητα είναι ακόμη ένας σημαντικός παράγοντας για την εγκατάσταση αβοκάντο, καθώς το χλώριο και το νάτριο που συναντάται στο νερό συσσωρεύονται στα φύλλα και προκαλούν ξηράνσεις (Βασιλακάκης 2016).

1.4 Φυσιολογία του αβοκάντο

Το αβοκάντο είναι δέντρο αειθαλές, το μέγεθος του εξαρτάται από την ποικιλία και το ύψος του μπορεί να φτάσει τα 15 μέτρα.

1.4.1 Ρίζα

Διαθέτει πλούσιο ριζικό σύστημα επιφανειακό που φτάνει τα 60 cm βάθος. Χαρακτηριστικό του ριζικού συστήματος είναι ότι δεν σχηματίζει εμφανή ριζικά τριχίδια. Στα άκρα των πλάγιων ριζικών διακλαδώσεων βρίσκονται ιστοί όπου βοηθούν στην απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων και νερού (Σφακιωτάκης, 1993).

1.4.2 Βλαστός

Η βλάστηση στις περισσότερες ποικιλίες είναι πλαγιόκλαδη (Fuerte), ορθόκλαδη (Zutano, Bacon) ή ενδιάμεση και μέσης ζωηρότητας (Hass). Το αβοκάντο παρουσιάζει ζωηρότητα ως προς τη βλαστική ανάπτυξη και η κατ' έτος επιμήκυνση των κλάδων

γίνεται από την κορυφή τους και όχι από πλάγιους οφθαλμούς. Οι νεαροί βλαστοί χαρακτηρίζονται από μεγάλη διάμετρο, ωστόσο είναι υδαρείς και εύθραυστοι καθώς ο φλοιός τους είναι αρκετά σπογγώδης και οφείλεται στην ταχεία αύξηση του πάχους τους. Είναι κιτρινοπράσινοι και ελαφρώς χνουδωτοί, ενώ οι ώριμοι είναι ασημένιοι και λείοι. Επίσης, στους ώριμους βλαστούς διακρίνονται εύκολα οι ουλές των φύλλων. (Βασιλακάκης 2016) Η ετήσια βλάστηση του αβοκάντο γίνεται κατά κύματα με δύο ή περισσότερα κάθε χρόνο. (Σφακιωτάκης, 1993) Επιπλέον, ο κορμός των δέντρων έχει μεγάλη διάμετρο και σε δέντρα μεγάλης ηλικίας μπορεί να φτάσει τα 50 cm. Ο φλοιός είναι τραχύς, χρώματος καφέ-σταχτί.

1.4.3 Φύλλα

Τα φύλλα είναι μεγάλα και δερματώδη. Η επάνω επιφάνειά τους φέρει σκούρο πράσινο χρώμα γυαλιστερό, ενώ η κάτω επιφάνεια γκριζοπράσινο χρώμα με χνούδι. Βρίσκονται στους βλαστούς κατ' εναλλαγή με το σχήμα τους να ποικίλει ανάλογα με την ποικιλία. Τα ώριμα φύλλα φέρουν μήκος 10-30cm και πλάτος 3-10cm. (Βασιλακάκης 2016)

1.4.4 Οφθαλμοί

Το αβοκάντο διαθέτει μικτούς οφθαλμούς που συναντώνται στην άκρη ή στα πλάγια των βλαστών της προηγούμενης βλαστικής περιόδου. Στις μασχάλες των φύλλων βρίσκονται οι οφθαλμοί εκ των οποίων εκπτύσσεται ένας βραχύς φυλλοφόρος βλαστός που έχει στην άκρη του μια ταξιανθία. Στην ταξιανθία σχηματίζεται νέος μικτός οφθαλμός κι έτσι συνεχίζεται η βλάστηση. (Βασιλακάκης 2016)

1.4.5 Άνθη

Τα άνθη είναι μικρά και ερμαφρόδιτα, με λευκό προς κιτρινοπράσινο χρώμα και ταξιανθία βότρυ. Σχηματίζονται εκατοντάδες άνθη, ελάχιστα όμως καρποφορούν. Τα άνθη διαθέτουν περιάνθιο με δύο κύκλους πετάλων και 12 στήμονες που χωρίζονται σε 4 κύκλους. Από τους κύκλους αυτούς οι τρεις μόνο είναι γόνιμοι. Επιπλέον, ορισμένοι στήμονες εκκρίνουν μεγάλες ποσότητες νέκταρ και για τον λόγο αυτό προσελκύονται οι μέλισσες. Όσον αφορά τους ανθήρες είναι τετράχωροι και ο ύπερος φέρει μια ωοθήκη η οποία αποτελείται από σπερμοβλάστη, στύλο και δισκοειδές στίγμα. (Βασιλακάκης 2016)

1.4.6 Καρπός

Ο καρπός του αβοκάντο είναι σαρκώδης και ράγα. Το μέγεθος, το σχήμα, το χρώμα και η υφή εξαρτάται από την ποικιλία και τον τύπο. Μπορεί να έχει σχήμα απιοειδές ή σφαιρικό, μήκος 7-21 cm και διάμετρο 7-11 cm. Ο φλοιός μπορεί να είναι λείος ή τραχύς, σκούρο-πράσινος έως μαύρος ή ανοιχτό-πράσινος. (Βασιλακάκης 2016) Το μεσοκάρπιο είναι σαρκώδες και καταλαμβάνει το μεγαλύτερο χώρο του καρπού χρώματος κιτρινωπό ή πράσινο. Διαθέτει παρεγγυματικά κύτταρα που περιέχουν λάδι. Το σπέρμα αποτελεί το 15% του βάρους του καρπού και αφαιρείται εύκολα. Περιέχει το έμβρυο και δύο κοτυληδόνες με τα κελύφη τους. Η κυτταροδιαίρεση συνεχίζεται μέχρι την ωρίμανση και αυτή επηρεάζει την αύξηση του καρπού. Το έμβρυο είναι ευαίσθητο στις χαμηλές και υψηλές θερμοκρασίες, και στην έλλειψη θρεπτικών. Μπορεί να εμφανιστούν άσπερμοι καρποί από παρθενοκαρπία που έχουν κυλινδρικό σχήμα και φαίνονται σαν μικρά αγγουράκια. Οι περισσότεροι άσπερμοι πέφτουν 10 μέρες μετά την καρπόδεση, αλλά και αυτοί που μένουν ωριμάζουν και έχουν εξίσου καλή γεύση. Ο καρπός δεν ωριμάζει πάνω στο δέντρο αλλά μετά την συγκομιδή. (Βασιλακάκης 2016)

1.5 Οι καλλιεργητικές πρακτικές της καλλιέργειας αβοκάντο

1.5.1 Εγκατάσταση οπωρώνα

Τα δέντρα προτιμάται να φυτεύονται την άνοιξη για την αποφυγή χαμηλών θερμοκρασιών το χειμώνα. Φυτεύονται με μπάλα χώματος και συστήνεται μερική αποφύλλωση για να μην υπάρχει απώλεια νερού λόγω διαπνοής. Οι ποικιλίες διακρίνονται ανάλογα με τον ανθικό τύπο σε Α και Β. Για τον λόγο αυτό φυτεύονται και οι δύο τύποι με διάφορους τρόπους. Στην περίπτωση που και οι δύο ποικιλίες είναι παραγωγικές τα δέντρα τοποθετούνται κατ' εναλλαγή, ενώ όταν η ποικιλία τύπου Α είναι παραγωγική τότε η ποικιλία τύπου Β χρησιμοποιείται ως επικονιάστρια. Δηλαδή, τοποθετείται ένα δέντρο τύπου Β μεταξύ οκτώ δέντρων τύπου Α. Το έδαφος, η ποικιλία, το κλίμα, ο βοτανικός τύπος του δέντρου συμβάλουν στις αποστάσεις φύτευσης. Μπορεί να κυμαίνονται από 5 m επί της γραμμής και 5 m μεταξύ των γραμμών, καθώς και 12 m επί της γραμμής και 12 m μεταξύ των γραμμών. Στον Νομό Χανίων χρησιμοποιείται το 7 m x 7 m και όσον αφορά το σύστημα φύτευσης θα είναι είτε σε τετράγωνο, είτε παραλληλόγραμμα (Τζατζάνη 2022). Συνήθως οι ποικιλίες Hass, Reed, Zutano φυτεύονται σε μικρότερες αποστάσεις διότι είναι ορθόκλαδες, ενώ οι Bacon,

Ettinger, Fuerte φυτεύονται σε μεγαλύτερες αποστάσεις καθώς έχουν πλαγιόκλαδη ανάπτυξη και χρειάζονται περισσότερο χώρο.

1.5.2 Άρδευση

Η συχνότητα και η δόση αρδεύσεων εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες όπως ηλικία, μέγεθος, κλιματικές συνθήκες. Για να επιλέξει ο παραγωγός το κατάλληλο σύστημα άρδευσης πρέπει να ληφθεί υπόψιν το εδαφικό προφίλ, η ποιότητα του αρδευτικού νερού και η ποσότητα που μπορεί ο κάθε παραγωγός να διαθέσει, καθώς και το κόστος εγκατάστασης. Τα ποτίσματα ξεκινούν περίπου τον Μάιο και τελειώνουν Σεπτέμβριο με Οκτώβριο. Τα νεαρά δέντρα καλό είναι να ποτίζονται μια φορά την εβδομάδα, ενώ το καλοκαίρι ανά 2-3 μέρες. Τα πιο μεγάλα δέντρα ποτίζονται κάθε 10 μέρες περίπου και το καλοκαίρι κάθε 3-4 μέρες. (Koch 1983) Για τον λόγο αυτό, ο καλύτερος τρόπος άρδευσης θεωρείται η στάγδην άρδευση. Πρόκειται για την πιο οικονομική μέθοδο όσον αφορά την κατανάλωση νερού. Επίσης, με τον τρόπο αυτό μπορεί να γίνει και η διανομή του λιπάσματος. Ωστόσο, το πότισμα μπορεί να γίνει και με τεχνητή βροχή κάτω από την κόμη με χρήση μπεκ ψεκασμού, συνήθως τεσσάρων για κάθε δέντρο. Είναι από τις καλύτερες μεθόδους άρδευσης καθώς προσαρμόζεται στις συνθήκες της κάθε περιοχής. Μπορεί, επίσης, να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος με αυλάκια όπου προτείνεται για εδάφη χωρίς κλίση και που δεν είναι αμμώδη. Τέλος, η μέθοδος με κατάκλυση συναντάται κυρίως στην Κρήτη σε επικλινή εδάφη, με αναβαθμίδες, σε μικρής όμως έκτασης καλλιέργειες. (Βασιλακάκης 2016)

1.5.3 Κλάδεμα

Το κλάδεμα επιδιώκει τη δημιουργία δέντρων με μέτρια ζωηρότητα και συνήθως χαμηλών για την διευκόλυνση των εργασιών και της συγκομιδής. Ο παραγωγός επιλέγει το επιθυμητό σχήμα ωστόσο, πρέπει να λάβει υπόψιν του τη βλάστηση της ποικιλίας, δηλαδή αν είναι ορθόκλαδη ή πλαγιόκλαδη. Όσο το δέντρο είναι ακόμα νεαρό διαμορφώνεται το σχήμα του, ενώ στη συνέχεια κάθε χρόνο πραγματοποιούνται δύο κλαδέματα, το χειμερινό και το εαρινό. Το χειμερινό γίνεται για να μειωθεί η ζωηρότητα των δέντρων και να ελεγχθεί το μέγεθος και το σχήμα τους, ενώ το εαρινό γίνεται για ισορροπία βλάστησης και καρποφορίας. Όπως έχει προαναφερθεί τα αβοκάντο είναι μεγάλα δέντρα με ύψος μέχρι 15 μέτρα. Η κάθε ποικιλία αναπτύσσεται διαφορετικά. Στα νεαρά δέντρα, τα πρώτα 4-5 χρόνια πραγματοποιούνται μέτρια ελαφρά κλαδέματα για τον έλεγχο του ύψους. Επειδή φτάνουν σε τόσο μεγάλο ύψος,

συστήνεται να κλαδεύονται σε ύψος 5-8 μέτρα για τη διευκόλυνση της συγκομιδής και την προστασία από ανέμους. Καλό είναι να αποφεύγεται το αυστηρό κλάδεμα διότι οδηγεί σε μεγάλη βλαστική ανάπτυξη, μειωμένη καρποφορία και ηλιακά εγκαύματα. Αφαιρούνται τα ασθενικά και ξερά κλαδιά έτσι ώστε να ελέγχεται η έντονη παρενιαυτοφορία (Τζατζάνη 2022) Αν πρόκειται για ηλικιωμένα δέντρα ή δέντρα που έχουν υποστεί ζημιές από παγετούς και άλλους παράγοντες ή δέντρα που έχουν καταπονηθεί από παθογόνα εφαρμόζεται κλάδεμα ανανέωσης. Περιλαμβάνει αφαίρεση μεγάλων βραχιόνων ή κορμοτομή. Κατά την κορμοτομή δίνεται ιδιαίτερη προσοχή έτσι ώστε αυτή να μην γίνει κάτω από τη ζώνη εμβολιασμού. Το ύψος πάνω από το σημείο εμβολιασμού να είναι τουλάχιστον 40 cm ώστε να μπορούν να αναπτυχθούν νέοι βλαστοί (Τζατζάνη 2022) Στις περισσότερες ποικιλίες εκτός των ορθόκλαδων εφαρμόζεται συνήθως το σχήμα κύπελο. Το κλάδεμα εφαρμόζεται τον χειμώνα ή νωρίς την άνοιξη και μετά γίνεται επάλειψη στις τομές με ειδικό σκεύασμα και απολύμανση των εργαλείων για την αποφυγή μολύνσεων από ασθένειες.

1.5.4 Λίπανση

Το αβοκάντο έχει πολλές απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία. Οι ανάγκες σε λίπανση εξαρτώνται από την γονιμότητα του εδάφους και την περιεκτικότητα του σε θρεπτικά και τη θρεπτική κατάσταση του φυλλώματος όπου μπορούν να προσδιοριστούν με εδαφολογική εξέταση και φυλλοδιαγνωστική αντίστοιχα. Το έδαφος περιέχει ικανοποιητικές ποσότητες καλίου για την κάλυψη των αναγκών των φυτών. Έτσι, και ο φώσφορος σπάνια βρίσκεται σε έλλειμα λόγω του πλούσιου ριζικού συστήματος του φυτού όπου εκμεταλλεύονται μεγάλο εδαφικό όγκο. Ωστόσο, η αζωτούχος λίπανση είναι απαραίτητη για την καλλιέργεια αβοκάντο. Η ποσότητα αζώτου καθορίζεται από την ποικιλία, το έδαφος και την ηλικία των δέντρων. Η αζωτούχος λίπανση γίνεται σε τρεις δόσεις με στόχο να βρίσκεται το λίπασμα στις ρίζες όποτε χρειάζεται και να αποφεύγονται οι απώλειες. (Koch 1983) Η πρώτη λίπανση πραγματοποιείται τέλος χειμώνα με θειική αμμωνία (21-0-0) ή μικτό λίπασμα (11-15-15). Η δεύτερη εφαρμόζεται αρχές Μαΐου με νιτρική αμμωνία (35-0-0) ή νιτρικό κάλιο. Τέλος, η τρίτη γίνεται το καλοκαίρι με λιπάσματα νιτρικής μορφής. Όσον αφορά το μαγνήσιο μπορεί να υπάρξει τροφοπενία σε όξινα, αμμώδη ή ασβεστούχα εδάφη. Η έλλειψη μαγνησίου εμφανίζεται με χλώρωση της περιφέρειας των φύλλων. Αρκετά συνηθισμένη είναι η έλλειψη ψευδαργύρου όπου εμφανίζεται σε όξινα αμμώδη ή και αλκαλικά εδάφη. Επιδεινώνεται με υπερβολική λίπανση φωσφόρου. Η έλλειψη παρατηρείται με την

εμφάνιση στιγμάτων στις νευρώσεις στους ακραίους βλαστούς. Σε προχωρημένο στάδιο οι κηλίδες μεγαλώνουν και παρατηρείται μικροφυλλία και μικροκαρπία. Αντιμετωπίζεται με εφαρμογή διαφυλλικών ψεκασμών ή με εφαρμογή θεικού ψευδαργύρου στο έδαφος. Τέλος, σε περίπτωση μεγάλης ποσότητας ασβεστίου στο έδαφος ή υπερβολικής εδαφικής υγρασίας ευνοείται η τροφοπενία σιδήρου, η οποία αντιμετωπίζεται με αποφυγή εγκατάστασης σε ασβεστούχα εδάφη και χρήση ανθεκτικών υποκειμένων. Επίσης, χρησιμοποιείται χηλικός ή θεικός σίδηρος (Βασιλακάκης 2016).

1.5.5 Χαραγή ή δακτυλίωση βραχιόνων

Χαραγή ή δακτυλίωση ονομάζεται η αφαίρεση φλοιώματος περίπου 1cm από βραχίονες. Στη συνέχεια η βάση του βραχίονα καλύπτονται με μαύρο πλαστικό. Σκοπός αυτής της διαδικασίας είναι να εμποδιστεί η μεταφορά προϊόντων φωτοσύνθεσης από τα φύλλα στη ρίζα (Τζατζάνη 2022). Έτσι αυξάνεται η παραγωγή στους κλάδους. Η χαραγή πραγματοποιείται με κοφτερό μαχαίρι σε μεγάλους υγιείς βραχίονες στις αρχές του καλοκαιριού. Τα αποτελέσματα διαρκούν 1-2 χρόνια και έπειτα επαναλαμβάνεται. Βρέθηκε ότι βελτιώνει σημαντικά την καρπόδεση, ιδίως στη Fuerte (Βασιλακάκης 2016).

1.5.6 Καταπολέμηση ζιζανίων

Η καταπολέμηση ζιζανίων είναι σημαντική όπως και σε κάθε καλλιέργεια διότι ανταγωνίζονται τα δέντρα τόσο στην υγρασία όσο και στα θρεπτικά στοιχεία. Η πιο συνηθισμένη μέθοδος καταπολέμησης είναι με μηχανικά μέσα (φρέζα, καταστροφέας κ.ά.). Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η καλλιέργεια του εδάφους δεν πρέπει να γίνεται σε βάθος μεγαλύτερο των 10 cm διότι όπως έχει αναφερθεί το ριζικό σύστημα των αβοκάντο είναι επιπόλαιο. Επίσης, μπορεί να εφαρμοστεί με πολύ καλά αποτελέσματα η χημική καταπολέμηση. (Gary S. Bender s.d.)

1.5.7 Συγκομιδή

Το στάδιο ωρίμανσης του καρπού διαφέρει από ποικιλία σε ποικιλία και δεν αναγνωρίζεται εύκολα. Οι καρποί συγκομίζονται στο στάδιο εμπορικής ωριμότητας δηλαδή όταν ολοκληρωθεί η αύξηση και η ανάπτυξη τους. Κατά τη συλλογή πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή για την αποφυγή τραυματισμού των καρπών για να μην υπάρχει έτσι υποβάθμιση της ποιότητάς τους και μείωση της εμπορικής τους αξίας.

(Βασιλακάκης 2016) Η συγκομιδή γίνεται με τα χέρια (με γάντια) ή ψαλίδι και χρησιμοποιούνται σκάλες διότι τα κλαδιά του αβοκάντο είναι εύθραυστα. Η κάθε ποικιλία συγκομίζεται διαφορετικό χρονικό διάστημα μέσα στο έτος.

1.5.8 Εχθροί και ασθένειες

Στην Ελλάδα η καλλιέργεια του αβοκάντο είναι καινούργια και γι' αυτό δεν έχουν παρατηρηθεί σοβαροί εχθροί και ασθένειες. Γενικά, οι κυριότερες ασθένειες είναι οι σπηριριζίες που προκαλούνται από τον μύκητα *Phytophthora cinnamoni* και *Armilaria mellea*. Επίσης, τα δέντρα προσβάλλονται από το *Verticillium alboatrum* που προκαλεί ανδρομυκώσεις και τη *Phytophthora spp.* που προκαλεί έλκη στον κορμό. Μπορεί να εμφανίσουν την ίωση “κηλίδα ήλιου” Sun-Blotch.(Faber et al. s.d.) Επιπροσθέτως, τα πιο επιζήμια έντομα είναι ορισμένα λεπιδόπτερα, ακάρεα, ο θρίπας *Heliothrips haemorrhoidalis* και κάποια κοκκοειδή και κολεόπτερα (Βασιλακάκης 2016)

1.6 Φαινολογικά στάδια της καλλιέργειας αβοκάντο

Ο χρόνος εμφάνισης των άνθεων όπως και ο χρόνος και η διάρκεια άνθισης ποικίλει ανάλογα με την περιοχή, το κλίμα την ποικιλία, τον βοτανικό τύπο. Η διαφοροποίηση των ανθοφόρων οφθαλμών πραγματοποιείται 5-7 εβδομάδες πριν ανθίσουν. Αρχικά διαμορφώνεται ο άξονας της ταξιανθίας, έπειτα το άνθος και στη συνέχεια ο ύπερος και οι στήμονες. Από τη διαφοροποίηση των ανθοφόρων οφθαλμών μέχρι την ανθοφορία μεσολαβεί σχετικά μικρό διάστημα. Οι ποικιλίες τύπου Μεξικού ανθίζουν Ιανουάριο ή Φεβρουάριο, ενώ αυτές τύπου Γουατεμάλας Μάρτιο ή Απρίλιο. Κατά την ανθηκή περίοδο τα δέντρα εμφανίζουν εκατομμύρια άνθη, όμως λίγα από αυτά καρπίζουν.(Bender s.d) Τα άνθη του αβοκάντο είναι ερμαφρόδιτα και έχουν μια πολύ χαρακτηριστική συμπεριφορά που λέγεται ημερήσια πρωτόγυνη διχογαμία. Το πρώτο άνοιγμα του άνθους, που ονομάζεται θηλυκό στάδιο, παραμένει ανοιχτό 2-3 ώρες. Στο θηλυκό στάδιο το στίγμα είναι υποδεχτικό, ωστόσο οι στήμονες δεν απελευθερώνουν γύρη. Την επόμενη μέρα το άνθος ανοίγει πάλι και βρίσκεται στο αρσενικό στάδιο, όπου οι στήμονες ελευθερώνουν τη γύρη αλλά το στίγμα δεν είναι υποδεχτικό. Στο αρσενικό στάδιο το στίγμα είναι σκούρο, μαραμένο και οι τρεις εσωτερικοί στήμονες βρίσκονται κοντά του, ενώ στο θηλυκό στάδιο έχουν κλίση προς τα έξω. Σε περίπτωση που η νυχτερινή θερμοκρασία είναι μικρότερη από 15 °C και η ημερήσια θερμοκρασία χαμηλότερη από 22 °C, τότε η διχογαμική συμπεριφορά δεν λειτουργεί όπως πρέπει και εμφανίζονται προβλήματα ανθοφορίας και καρπόδεσης. Υπάρχουν δύο τύποι

ποικιλιών ο Α και ο Β. Στην κατηγορία Α, τα άνθη συμπεριφέρονται ως θηλυκά την πρώτη μέρα και το απόγευμα της επόμενης ως αρσενικά. Στον τύπο Β τα άνθη συμπεριφέρονται ως θηλυκά το απόγευμα της πρώτης μέρας και ως αρσενικά το πρωί της επόμενης. Ποικιλίες τύπου Α είναι οι Hass, Lamp Hass, Reed, Topa-Topa και άλλες, ενώ τύπου Β οι Bacon, Ettinger, Fuerte, Zutano. Ο ρυθμός αυτής της συμπεριφοράς επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και τις καιρικές συνθήκες.(Sedgley 1980) Στις περισσότερες ποικιλίες μετά από μία χρονιά καλής καρποφορίας, τον επόμενο χρόνο ρίχνουν τα άνθη ή και τους μικρούς καρπούς, ακόμη κι όταν όλες οι άλλες συνθήκες καρποφορίας είναι ευνοϊκές. Παρατηρείται δηλαδή μια τάση παρενιαυτοφορίας. Για να αποφευχθεί αυτό μπορεί να εφαρμοστεί χαραγή ή δακτυλίωση βραχιόνων όπως έχει αναφερθεί στην υποενότητα 1.5.5. Το Αβοκάντο καρποφορεί από τους μικτούς οφθαλμούς που βρίσκονται στα πλάγια σε κλαδιά της προηγούμενης βλαστικής περιόδου, ενώ οι καρποί αναπτύσσονται στους βλαστούς της φετινής χρονιάς. Η άκρη του άξονα της ταξιανθίας καταλήγει σε βλαστικό βλαστό, ενώ ο κεντρικός άξονας καταλήγει σε ξυλοφόρο οφθαλμό.(Bender s.d.) Η επικονίαση γίνεται με μέλισσες, γεγονός που σημαίνει ότι αν οι καιρικές συνθήκες εμποδίζουν τη δραστηριότητα των μελισσών τότε μπορεί να παρατηρηθεί μειωμένη επικονίαση. Για να υπάρχει καλή καρπόδεση είναι απαραίτητο να υπάρχει στον αγρό ικανοποιητικός αριθμός επικονιαστών, πλήρης δραστηριότητα των μελισσών, υψηλή ημερήσια θερμοκρασία με χαμηλή σχετική υγρασία και η νυχτερινή θερμοκρασία να είναι μεγαλύτερη των 15 °C.(Sedgley 1980) Η απουσία δυνατών ανέμων και βροχοπτώσεων και η κάλυψη αναγκών των δέντρων σε βόριο την περίοδο άνθισης επηρεάζουν και αυτά την καρπόδεση. Η καρποφορία ξεκινά από τον τρίτο με τέταρτο χρόνο της ηλικίας του. Οι καρποί αρχικά είναι μικροί, στη συνέχεια μεγαλώνουν σε μέγεθος και πλουτίζουν με έλαια. Όσον αφορά την καρπόπτωση, πρόκειται για συνηθισμένο φαινόμενο που εντοπίζεται όταν η γονιμοποίηση δεν ολοκληρωθεί σωστά. Στην προκειμένη περίπτωση πέφτουν οι πιο αδύναμοι και κακοσχηματισμένοι καρποί. Το φαινόμενο είναι πιο έντονο όταν συμβαίνουν περιβαλλοντικές καταπονήσεις, όπως ξαφνικές χαμηλές ή υψηλές θερμοκρασίες. Τέλος, σε περιοχές με μέση ετήσια θερμοκρασία 19,5-21 °C οι καρποί χρειάζονται περίπου 12 μήνες από τη γονιμοποίηση μέχρι την ωρίμανση τους. (Sedgley 1980)



Εικόνα 1.2: Ανάπτυξη καρπών αβοκάντο.

1.7 Ποιοτικά χαρακτηριστικά και διατροφική αξία καρπών αβοκάντο

Το μέγεθος και το σχήμα των καρπών ποικίλει ανάλογα με την ποικιλία και το βάρος τους κυμαίνεται από 150-400 g. Ο φλοιός έχει χρώμα από σκούρο πράσινο, μαύρο ή ανοιχτό πράσινο και υφή λεία ή τραχιά. Η εξωτερική επιφάνεια δεν πρέπει να έχει κηλίδες, χτυπήματα ή σχισίματα. Η σάρκα είναι κρεμώδης με απόχρωση πρασινωπή ή κιτρινοπράσινη. Σημαντικό δείκτη ποιότητας αποτελεί η περιεκτικότητα σε έλαια. Ο καρπός πρέπει να έχει φτάσει στο στάδιο φυσιολογικής ωρίμανσης για να μπορέσει να μαλακώσει μετά την συγκομιδή. Τα χαρακτηριστικά αυτά επηρεάζονται από εδαφοκλιματικές συνθήκες και καλλιεργητικές πρακτικές. Η υπερβολική άρδευση αυξάνει το μέγεθος αλλά μειώνει την περιεκτικότητα σε έλαια και τη γεύση, ενώ με ελλιπή άρδευση παρατηρείται μικροκαρπία. Όσον αφορά τη λίπανση, η υπερβολική δόση αζώτου οδηγεί σε χαμηλότερη περιεκτικότητα σε έλαια. Ο ψευδάργυρος και ο σίδηρος επηρεάζουν επίσης το μέγεθος και το χρώμα του καρπού. Το κλάδεμα βελτιώνει την βλάστηση και τον αερισμό του δέντρου και κατά συνέπεια το χρώμα και την ελαιοπεριεκτικότητα. Με τη σωστή αντιμετώπιση των ασθενειών και των εντόμων αποφεύγονται οι κηλίδες και οι προσβολές των καρπών. Σε περίπτωση πρόωμης συγκομιδής η περιεκτικότητα σε έλαια είναι μικρότερη και οι καρποί είναι άγευστοι. Καθώς και η υγρασία και οι βροχοπτώσεις. Επίσης, η θερμοκρασία επηρεάζει την ανάπτυξη και την ποιότητα των καρπών. Τέλος, ο άνεμος προκαλεί ζημιές και

εγκαύματα από τριβή που οδηγούν σε υποβάθμιση του τελικού προϊόντος (Βασιλακάκης 2016).

Το αβοκάντο έχει χαρακτηριστεί και ως φρούτο του Παραδείσου. Έχει περιεκτικότητα 3-30% σε λάδι, μεγάλη ποσότητα βιταμίνης Α, όπως Β και C. Η σάρκα του αβοκάντο έχει υφή βουτύρου και γεύση απαλή. Ο καρπός καταναλώνεται νωπός σε φαγητό, σε σαλάτα ή ορεκτικό. Όταν η σάρκα είναι μαλακή και εύπλαστη τότε είναι ώριμο και έτοιμο για κατανάλωση. Το αβοκάντο περιέχει, πολλές βιταμίνες, διαλυτές και αδιάλυτες ίνες, πρωτεΐνες, μονοκόρεστα λίπη, ανόργανα στοιχεία και αντιοξειδωτικές ουσίες.

1.8 Εμπορική συγκομιδή καρπών

Γενικά οι καρποί πρέπει να είναι ακέραιοι, υγιείς, απαλλαγμένοι από ξένα σώματα και υπολείμματα φυτοφαρμάκων. Δεν πρέπει να είναι προσβεβλημένοι από έντομα και ασθένειες ούτε να φέρουν αλλοιώσεις από παγετούς. Το αβοκάντο πρέπει να βρίσκεται στο στάδιο φυσιολογικής ανάπτυξης έτσι ώστε η διαδικασία ωρίμανσης να συνεχιστεί και να φτάσει στο τέλος της. Για τον έλεγχο της καταλληλότητας των καρπών για συγκομιδή χρησιμοποιούνται διάφορα κριτήρια όπως η ελαιοπεριεκτικότητα. Σύμφωνα με τον Κανονισμό 387/2005 της Ε.Ε. αναφέρει ότι ο καρπός της ποικιλίας Hass πρέπει να έχει 21% ελάχιστη περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία όπου μετράται με ξήρανση (Βασιλακάκης 2016). Οι ποικιλίες Pinkerton, Reed, Fuerte πρέπει να έχουν ελάχιστη περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία 20% και 19% για όλες τις υπόλοιπες ποικιλίες, εκτός των Αντιλλών οι οποίες επιτρέπεται να έχουν μικρότερη ξηρά ουσία. Ακόμη, ένα άλλο κριτήριο συγκομιδής είναι το ελάχιστο βάρος των καρπών να μην είναι κάτω από 125 γραμμάρια, εκτός της ποικιλίας Hass όπου το ελάχιστο βάρος δεν δύναται να είναι μικρότερο των 80 γραμμαρίων. Τέλος, μπορεί να ληφθεί υπόψιν τον χρώμα του φλοιού καθώς ο ώριμος καρπός σκουραίνει και σχηματίζεται μια κηρώδης άχνη επιφάνεια στην κορυφή του.



Εικόνα1.1: Συγκομιδή καρπών αβοκάντο

1.9 Μετασυλλεκτική μεταχείριση καρπών

Η έντονη αναπνευστική δραστηριότητα του καρπού συνδέεται άμεσα με την ωρίμανσή του μετά την συγκομιδή. Υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που επηρεάζουν την ωρίμανση μετά τη συλλογή όπως η θερμοκρασία, όπου σε υψηλές θερμοκρασίες υπάρχει μεγαλύτερη ένταση διαπνοής με αποτέλεσμα τη συντόμευση του χρόνου ωρίμανσης. Άριστη θερμοκρασία θεωρείται οι 21°C. Από τη συγκομιδή μέχρι την κατανάλωση ο καρπός χάνει βάρος και οφείλεται στην απώλεια νερού. Για τον λόγο αυτό η σχετική υγρασία κατά την ωρίμανση προτείνεται να είναι περίπου 90%. Σε περίπτωση εφαρμογής αιθυλενίου προκλιμακτικα προκαλείται αύξηση της αναπνοής και ωρίμανσης στους κλιμακτικούς καρπούς. Ακόμη, αν η συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα είναι υψηλή μειώνεται η ένταση αναπνοής και κατά συνέπεια καθυστερεί η ωρίμανση, οπότε έτσι παρατείνεται ο χρόνος αποθήκευσης. Ο καρπός μπορεί να παραμείνει ασυγκόμιστος στο δέντρο χωρίς να επηρεαστεί και γι' αυτό δεν συντηρείται μετέπειτα για μεγάλο διάστημα. Σε περίπτωση κοπής των καρπών διατηρούνται σε ψυγείο με άριστη θερμοκρασία 7,3-7,5 °C και σχετική υγρασία 85-90% για ένα μήνα περίπου (Βασιλακάκης 2016). Ωστόσο στη Φλόριδα αποθηκεύονται σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα με 2% οξυγόνο και 10% διοξείδιο του άνθρακα. Όπως και στα υπόλοιπα φρούτα, για καλή εμπορία καρπών πρέπει να έχουν άριστη εμφάνιση και ποιότητα. Όμως, σκόμα και οι ακατάλληλοι καρποί μπορούν να οδηγηθούν στην βιομηχανία

καλλυντικών. Σε αυτή τη βιομηχανία χρησιμοποιείται για το λάδι του διότι διαπερνά γρήγορα το δέρμα και θεωρείται εξαιρετικό αντηλιακό.

1.10 Φυσιολογικές διαταραχές καρπών

Οι φυσιολογικές διαταραχές των καρπών περιλαμβάνουν την εμφάνιση καφετιάς ή μαύρης σάρκας με μορφή κηλίδων, το οποίο οφείλεται σε μετασυλλεκτικούς χειρισμούς, τραυματισμούς ή ακατάλληλη ωρίμανση. Επίσης, μπορεί να εμφανίσουν κρυοτραυματισμό (chilling injury) μετά από αποθήκευση σε χαμηλές θερμοκρασίες με επιφανειακά καστανά σημάδια ή ανομοιόμορφη ωρίμανση. Ακόμη, οι ανισορροπίες ασβεστίου και βορίου συνδέονται με μικρές υποδερμικές καστανές περιοχές. Σχηματίζονται εσωτερικές ρωγμές κοντά στον πυρήνα λόγω των εναλλαγών θερμοκρασίας ή υγρασίας. Επιπροσθέτως, μπορούν να προκληθούν επιφανειακές ατέλειες από έντονη ηλιοφάνεια, μηχανικούς τραυματισμούς και δυνατούς ανέμους. Τέλος, το φαινόμενο watery flesh δηλαδή σάρκα με υπερβολικά υδαρή υφή συνδέεται με υπερωρίμανση, χαμηλή συγκέντρωση ξηράς ουσίας ή κακή αποθήκευση.

1.11 Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας διατριβής είναι η συγκριτική αξιολόγηση διαφορετικών ποικιλιών αβοκάντο ως προς τα μορφολογικά και φυσιολογικά τους χαρακτηριστικά καθώς και την πορεία ανάπτυξης και ποιότητας καρπού. Η έρευνα εστιάζει στην διερεύνηση των διαφορών που παρουσιάζουν οι ποικιλίες σε επίπεδο φαινολογίας, σχήματος και μεγέθους καρπού, περιεκτικότητας σε έλαια και άλλων ποιοτικών παραμέτρων που καθορίζουν την εμπορική τους αξία. Είναι σημαντικό να αποδειχθεί πώς η ποικιλία σε συνδυασμό με τις καλλιεργητικές πρακτικές και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες επηρεάζει τη φυσιολογική συμπεριφορά και τη μετασυλλεκτική ποιότητα των καρπών. Επιδιώκεται η ανάδειξη των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων της κάθε ποικιλίας με σκοπό να προκύψουν χρήσιμα συμπεράσματα για τους παραγωγούς. Η μελέτη στοχεύει επίσης, να συμβάλει στην βελτιστοποίηση της καλλιέργειας του αβοκάντο στην Ελλάδα, όπου η καλλιέργεια έχει αναπτυχθεί έντονα τα τελευταία χρόνια. Η κατανόηση των διαφορετικών ποικιλιών μπορεί να οδηγήσει την επιλογή του κατάλληλου φυτικού υλικού ανάλογα με τις συνθήκες της κάθε περιοχής και τις απαιτήσεις της αγοράς, ενισχύοντας τη βιωσιμότητα και την ανταγωνιστικότητα του προϊόντος σε εθνικό και διεθνές επίπεδο.



Εικόνα 1.3: Καλλιέργεια αβοκάντο στην Άρτα.

2. Υλικά και μέθοδοι

2.1. Περιγραφή πειραματικού αγρού

Ο πειραματικός αγρός βρίσκεται στην περιοχή Γλυκόρριζο, χωριό του κάμπου της Άρτας δίπλα στον ποταμό Άραχθο. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στην περιοχή αυτή από τον Ιούνιο του 2024 μέχρι τον Μάρτιο του 2025.

Το Γλυκόρριζο χαρακτηρίζεται, όπως και η ευρύτερη περιοχή, από μεσογειακό κλίμα με ήπιους χειμώνες και ζεστά ξηρά καλοκαίρια. Τα τελευταία χρόνια όπως και στην υπόλοιπη Ελλάδα έχει παρατηρηθεί αύξηση της θερμοκρασίας και μείωση βροχοπτώσεων. Οι θερμοκρασίες τον χειμώνα κυμαίνονται γύρω στους $-2-0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ενώ το Καλοκαίρι κυμαίνονται γύρω στους $38-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, με πολλές περιόδους καύσωνα. Επίσης, οι επικρατέστεροι άνεμοι είναι οι νοτιάδες και οι βοριάδες. Να σημειωθεί ότι το μικροκλίμα της περιοχής ευνοεί την καρπώδεση ιδίως στις όψιμες ποικιλίες, όπως η Hass και η Lamp Hass. Πρόκειται για αμμώδη εδάφη τα οποία στραγγίζουν πολύ εύκολα και έτσι αποφεύγεται η φυτόφθορα.

Η καλλιέργεια καταλαμβάνει 60 στρέμματα όπου υπάρχουν δένδρα ηλικίας από ενός μέχρι 7 ετών. Καλλιεργούνται οι ποικιλίες Zutano, Fuerte, Hass, Lamp Hass, Bacon, Ettinger, Pinkerton και Reed με υποκείμενα Zutano Bacon.

Για την εκπόνηση του πειράματος χρησιμοποιήθηκε ένα μέρος του αγρού με δύο δένδρα Zutano, δύο Fuerte, δύο Hass, δύο Lamp Hass και δύο Bacon ηλικίας 6 ετών. Οι αποστάσεις φύτευσης των δέντρων είναι 3 m επί της γραμμής και 5 m μεταξύ των γραμμών, με διαμόρφωση κυρίως κύπελο με 3-4 βραχίονες, εκτός από την Bacon και την Reed που διαθέτουν έναν κεντρικό άξονα.



Εικόνα 2.1: Πειραματικός αγρός.

2.2. Καταγραφή των καλλιεργητικών πρακτικών

Το σύστημα άρδευσης για όλη την έκταση είναι με εκτοξευτήρες. Ο οπωρώνας διαθέτει ιδιόκτητη πομόνα, βάθους 40 m και πίεση δικτύου 2-3 atm. Η καλλιέργεια ποτίζεται από τον Μάιο μέχρι τον Οκτώβριο για 1 με 3 ώρες ανά τρεις περίπου μέρες.

Τους μήνες Απρίλιο και Αύγουστο διεκπεραιώνεται χημική καταπολέμηση με Glyphosate, ωστόσο γίνονται και κοπές των ζιζανίων τον Φεβρουάριο και τον Νοέμβριο με χορτοκοπτικό.

Όσον αφορά το κλάδεμα, γίνεται χειμερινό τον Σεπτέμβριο και τον Μάρτιο, και θερινό τον Απρίλιο, ενώ πραγματοποιείται και αραίωμα τον Σεπτέμβριο. Ο παραγωγός για αυτές τις εργασίες χρησιμοποιεί ψαλίδι και πριόνι.

Επιπροσθέτως, για τη φυτοπροστασία γίνονται ψεκασμοί μόνο με σκεύασμα καολίνη τους θερινούς μήνες, το οποίο συμβάλλει και στην προστασία των φυτών από τον καύσωνα.

Επιπλέον, η βασική λίπανση περιλαμβάνει αρχικά κάλιο και μαγνήσιο και ύστερα 14-8-18. Πραγματοποιείται επίσης υδρολίπανση με τα λιπάσματα 15-5-30, 20-20-20 και νιτρικό κάλιο, ανάλογα πάντα με τις ανάγκες των φυτών. Να σημειωθεί επίσης ότι υπάρχει υπερεπάρκεια φωσφόρου λόγω παλαιών λιπάνσεων που εμποδίζει την αφομοίωση του σιδήρου και του ψευδαργύρου.

Τέλος, η συγκομιδή γίνεται για πολλούς μήνες λόγω των πολλών ποικιλιών. Συγκεκριμένα, η συγκομιδή ξεκινάει τον Ιανουάριο για τη Hass, τον Μάρτιο για την Lamp Hass, τον Οκτώβριο για τις Zutano και Bacon, και τον Νοέμβριο για τη Fuerte.

2.3. Περιγραφή των δειγματοληψιών και των μετρήσεων

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, για το παρόν πείραμα χρησιμοποιήθηκαν δύο δένδρα από κάθε ποικιλία. Για την πορεία ανάπτυξης των αβοκάντο πραγματοποιούνταν μία φορά τον μήνα μετρήσεις εντός του εργαστηρίου Δενδροκομίας. Για τις μετρήσεις, αυτές, λαμβάνονταν από κάθε δένδρο δύο με τέσσερις βλαστοί, με φύλλα και καρπίδια. Η συλλογή τους γινόταν μια μέρα πριν την μέτρηση και αφού είχαν τοποθετηθεί σε σακούλες ερμητικά κλειστές, σε ψυχρό περιβάλλον και ταξίδευαν από Άρτα. Στο Εργαστήριο γινόταν αρχικά αφαίρεση των φύλλων και των καρπών από το βλαστό και έπειτα, ακολουθούσαν συγκεκριμένες μετρήσεις όπως αναφέρονται αναλυτικά πιο κάτω:

Βάρος καρπού

Το βάρος καρπού προσδιορίστηκε με ζύγιση σε ηλεκτρονική ζυγαριά Kern με δύο δεκαδικά ψηφία (model EW 600-ZM, Balingen, Germany). Μετά τη λήψη του συνολικού βάρους καρπού, ακολουθούσε η εξαγωγή και ζύγιση του σπέρματος.

Διαστάσεις καρπού

Σε κάθε καρπό υπολογίστηκε το μήκος και το πλάτος αρχικά του συνολικού καρπού και έπειτα του σπέρματος, με τη χρήση ψηφιακού παχύμετρου.

Διαστάσεις βλαστού και ποσοστό % ξηράς ουσίας

Από κάθε βλαστό λαμβάνονταν δύο δείγματα με γόνατο και δύο μεσογονάτια, από βλαστούς της τρέχουσας βλάστησης και περσινών, των οποίων αρχικά γινόταν μέτρηση του μήκους και του πλάτους με τη χρήση ψηφιακού παχύμετρου. Έπειτα, γινόταν ζύγιση του νωπού βάρους σε ηλεκτρονική ζυγαριά Kern με δύο δεκαδικά ψηφία (model EW 600-ZM, Balingen, Germany), ακολουθούσε ξήρανση στους 80 °C μέχρι απόκτησης σταθερού βάρους και στη συνέχεια ζύγιση του ξηρού βάρους. Τέλος υπολογιζόταν το ποσοστό % ξηράς των τμημάτων των βλαστών με γόνατο και των μεσογονατίων.

Χρώμα φλοιού

Το χρώμα του φλοιού του καρπού μετρήθηκε με το χρωματόμετρο Minolta (Model CR-400, Minolta Ltd, Osaka, Ιαπωνία). Οι μετρήσεις χρώματος έγιναν σύμφωνα με το σύστημα μέτρησης CIELAB (CIE 1976, L^* , a^* , b^*). Λαμβάνονταν δύο μετρήσεις ανά καρπό και καταγραφόταν ο μέσος όρος των δύο τιμών. Η μέτρηση του χρώματος αφορούσε το δείκτη φωτεινότητας L^* και τις παραμέτρους a^* και b^* (McGuire 1992).

Ποσοστό % ξηράς ουσίας

Για τον υπολογισμό του ποσοστού % της ξηράς ουσίας του καρπού, γινόταν ζύγιση τμήματος νωπού βάρους καρπού. Στη συνέχεια το δείγμα τοποθετούνταν στο φούρνο στους 80 °C και μετά την ξήρανσή του μέχρι σταθερού βάρους ζυγίζόταν το ξηρό βάρος. Έπειτα υπολογιζόταν το ποσοστό % της ξηράς ουσίας του καρπού.

Μέτρηση της συγκέντρωσης της ολικής γλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου με το γλωροφυλλόμετρο SPAD

Η συγκέντρωση της ολικής χλωροφύλλης ανά μονάδα επιφάνειας του φύλλου έγινε με το χλωροφυλλόμετρο SPAD (SPAD 502 Plus, Konica Minolta, Inc., IL, USA). Τοποθετούνταν η άκρη έξι φύλλων ανά ποικιλία στον υποδοχέα του οργάνου και βγάζοντας μία μέση τιμή από τις έξι τιμές σημειωνόταν η συγκέντρωση χλωροφύλλης για την κάθε ποικιλία.

Χαρακτηριστικά φύλλου

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις του ποσοστού % της ξηράς ουσίας του φύλλου (% ΞΟ) και του ειδικού βάρους φύλλου (ΕΒΦ). Για τη μέτρηση του ποσοστού % της ξηράς ουσίας του φύλλου (% ΞΟ), από τα έξι φύλλα της κάθε επανάληψης λαμβάνονταν δώδεκα δίσκοι ελάσματος φύλλου με διακορευτή διαμέτρου 9,3 mm, ζυγίζονταν σε ζυγό ακριβείας 4 δεκαδικών, και λαμβανόταν το νωπό τους βάρος (NB), στη συνέχεια ξηραίνονταν σε φούρνο στους 80 °C μέχρι οι δίσκοι με απλή πίεση να θρυμματίζονται. Οι ξηροί δίσκοι ζυγίζονταν και λαμβανόταν το ξηρό βάρος (ΞΒ). Έπειτα γινόταν υπολογισμός του ποσοστού % ΞΟ του φύλλου με τον τύπο $\% \text{ ΞΟ} = [(\text{ΞΒ})/(\text{NB})] \times 100$. Το ΕΒΦ φύλλου υπολογίστηκε από τον τύπο $\text{ΕΒΦ} = (\text{ΞΒ})/(\text{επιφάνεια } 12 \text{ δίσκων})$ και εκφράστηκε σε g m^{-2} .

Προσδιορισμός της ωρίμανσης του αβοκάντο

Ο προσδιορισμός της ωρίμανσης του αβοκάντο καθορίζει τον χρόνο συγκομιδής. Για τη μελέτη της πορείας ωρίμανσης των αβοκάντο, πραγματοποιούνταν εβδομαδιαίες δειγματοληψίες που διήρκεσαν 7 εβδομάδες (26/9-7/11/2024). Κάθε εβδομάδα γινόταν συλλογή έξι καρπών μεσαίου μεγέθους (σε σχέση με το σύνολο του δένδρου), από τη βορινή πλευρά των δένδρων, στη συνέχεια τοποθετούνταν σε νάilon σακούλα και γινόταν άμεση μεταφορά σε ψυχόμενο χώρο του Εργαστηρίου Δενδροκομίας. Από το δείγμα των έξι καρπών, οι πέντε χρησιμοποιούνταν για τις εργαστηριακές αναλύσεις ξηράς ουσίας (Ξ.Ο.) και ελαιοπεριεκτικότητας, ενώ ένας από αυτούς παρέμενε σε θερμοκρασία δωματίου ως μάρτυρας φυσικής ωρίμανσης, για τον οργανοληπτικό έλεγχο.

Για τον προσδιορισμό της Ξ.Ο. της σάρκας λαμβάνονταν τμήματα μεσοκαρπίου και ακολουθούσε ομογενοποίηση σε μπλέντερ. Το νωπό δείγμα τοποθετούνταν σε τρία προ ζυγισμένα αλουμινένια δοχεία και λαμβανόταν το αρχικό βάρος του νωπού δείγματος. Στη συνέχεια, τα δείγματα τοποθετούνταν στον φούρνο στους 103,5 °C για

24 h μέχρι την ξήρανσή τους. Στη συνέχεια γινόταν ζύγιση του τελικού βάρους του ξηρού δείγματος και η ξηρά ουσία υπολογιζόταν σύμφωνα με την ακόλουθη εξίσωση:

$$\Xi. O. (\%) = \left(1 - \frac{N. B. - \Xi. B.}{N. B.}\right) \times 100$$

όπου: $\Xi.O.$: ξηρά ουσία εκφρασμένη %, $N.B.$: νωπό βάρος και $\Xi.B.$: Ξηρό βάρος

Ανάλυση ελαιοπεριεκτικότητας

Ο προσδιορισμός της ελαιοπεριεκτικότητας πραγματοποιούνταν με εκχύλιση κατά Soxhlet. Για τον προσδιορισμό της ελαιοπεριεκτικότητας λαμβανόταν ξηρό δείγμα, που προερχόταν από περίπου 15 g νωπού βάρους, και για την εκχύλιση χρησιμοποιούνταν 200 mL εξάνιου. Η εκχύλιση διαρκούσε περίπου 4 ώρες και έπειτα το έλαιο με το εξάνιο μεταφερόταν σε περιστροφικό εξατμιστήρα για απομάκρυνση του διαλύτη και για μία νύχτα σε φούρνο στους 103,5 °C για ολική απομάκρυνση του εξάνιου από το δείγμα. Το έλαιο που απέμενε στη φιάλη, ζυγιζόταν και υπολογιζόταν το τελικό ποσοστό ελαιοπεριεκτικότητας, ως ποσοστό % ελαίου επί του ξηρού βάρους του μεσοκαρπίου.



Εικόνα 2.3. Εκχύλιση κατά Soxhlet



Εικόνα 2.4. Μέτρηση ελαίου στις 8/10/2024.

Οργανοληπτική εξέταση των αβοκάντο

Η οργανοληπτική εξέταση των αβοκάντο περιλάμβανε τη σκληρότητα του καρπού, την ομοιομορφία της σκληρότητας σε βάση και ποδίσκο, τη γεύση και την υφή του καρπού.

2.4. Φωτογραφικό υλικό από τις μετρήσεις της πορείας ανάπτυξης των ποικιλιών



α)



β)



γ)



δ)



ε)

Εικόνα 2.5. Η πρώτη μέτρηση φύλλων που πραγματοποιήθηκε στις 24-6-2024 για τις πέντε ποικιλίες.



α) Bacon



β) Bacon



γ) Bacon



δ) Fuerte



ε) Fuerte



στ) Fuerte



ζ) Zutano



η) Zutano



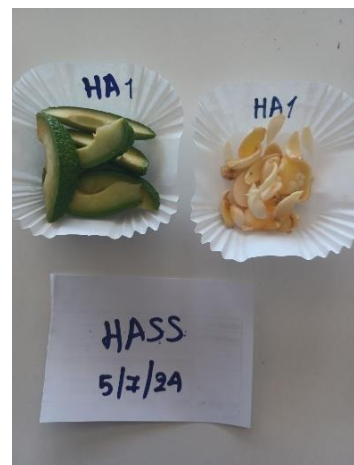
θ) Zutano



ι) Hass



κ) Hass



λ) Hass



μ) Lamp Hass



ν) Lamp Hass



ξ) Lamp Hass

Εικόνα 2.6: Δεύτερη μέτρηση φύλλων, καρπών και βλαστών που πραγματοποιήθηκε στις 5-7-2024.



α) Lamp Hass



β) Lamp Hass



γ) Lamp Hass



δ) Bacon



ε) Bacon



στ) Bacon



ζ) Zutano



η) Zutano



θ) Zutano



ι) Fuerte



κ) Fuerte



λ) Fuerte



μ) Hass



ν) Hass



ξ) Hass

Εικόνα 2.7. Τρίτη μέτρηση φύλλων, βλαστών και καρπών που πραγματοποιήθηκε στις 2-9-2024. Στις φωτογραφίες φαίνονται ενδεικτικά 2 καρποί από κάθε ποικιλία.



α) Hass



β) Hass



γ) Lamp Hass



δ) Lamp Hass



ε) Fuerte



στ) Fuerte



ζ) Bacon



η) Bacon



θ) Zutano



ι) Zutano

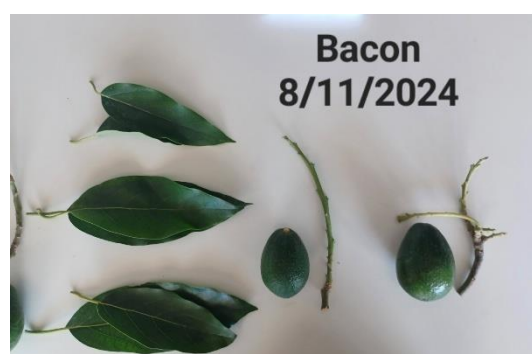
Εικόνα 2.8. Τέταρτη μέτρηση στις 5-10-2024



α) Zutano



β) Zutano



γ) Bacon



δ) Bacon



ε) Fuerte



σ) Fuerte



ζ) Lamp Hass



η) Lamp Hass



θ) Hass



ι) Hass

Εικόνα 2.9. Πέμπτη μέτρηση στις 8-11-2024.



α) Zutano



β) Bacon



γ) Bacon



δ) Hass



ε) Hass



στ) Fuerte



ζ) Fuerte



η) Lamp Hass

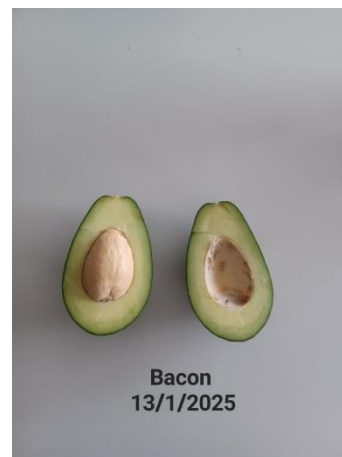


θ) Lamp Hass

Εικόνα 2.10. Έκτη μέτρηση στις 6-12-2024 και η Zutano δεν έχει πλέον καρπούς.



α) Bacon



β) Bacon



γ) Hass



δ) Hass



ε) Zutano



στ) Fuerte



ζ) Fuerte

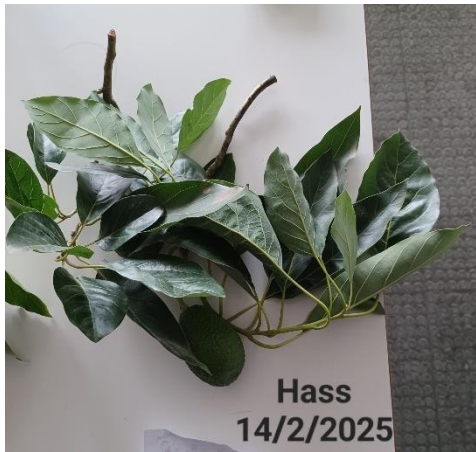


η) Lamp Hass



θ) Lamp Hass

Εικόνα 2.11. Έβδομη μέτρηση στις 13/1/2025.



α) Hass



β) Hass



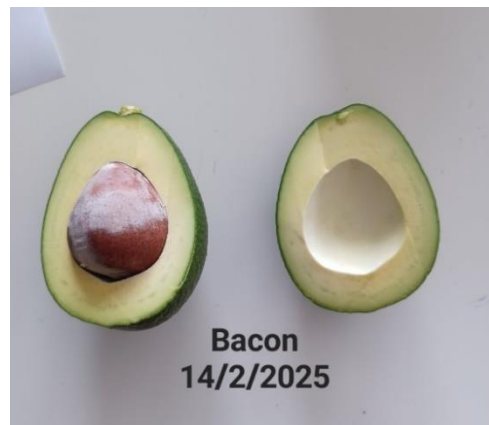
γ) Lamp Hass



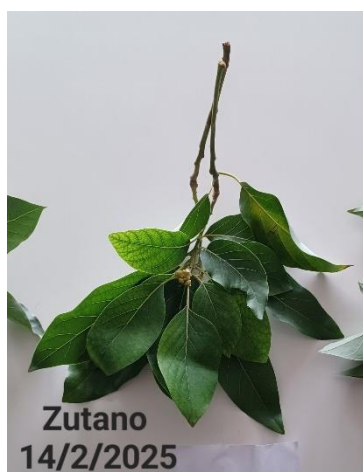
δ) Lamp Hass



ε) Bacon



στ) Bacon



ζ) Zutano



η) Fuerte

Εικόνα 2.12. Όγδοη και τελική μέτρηση στις 14/2/2025.



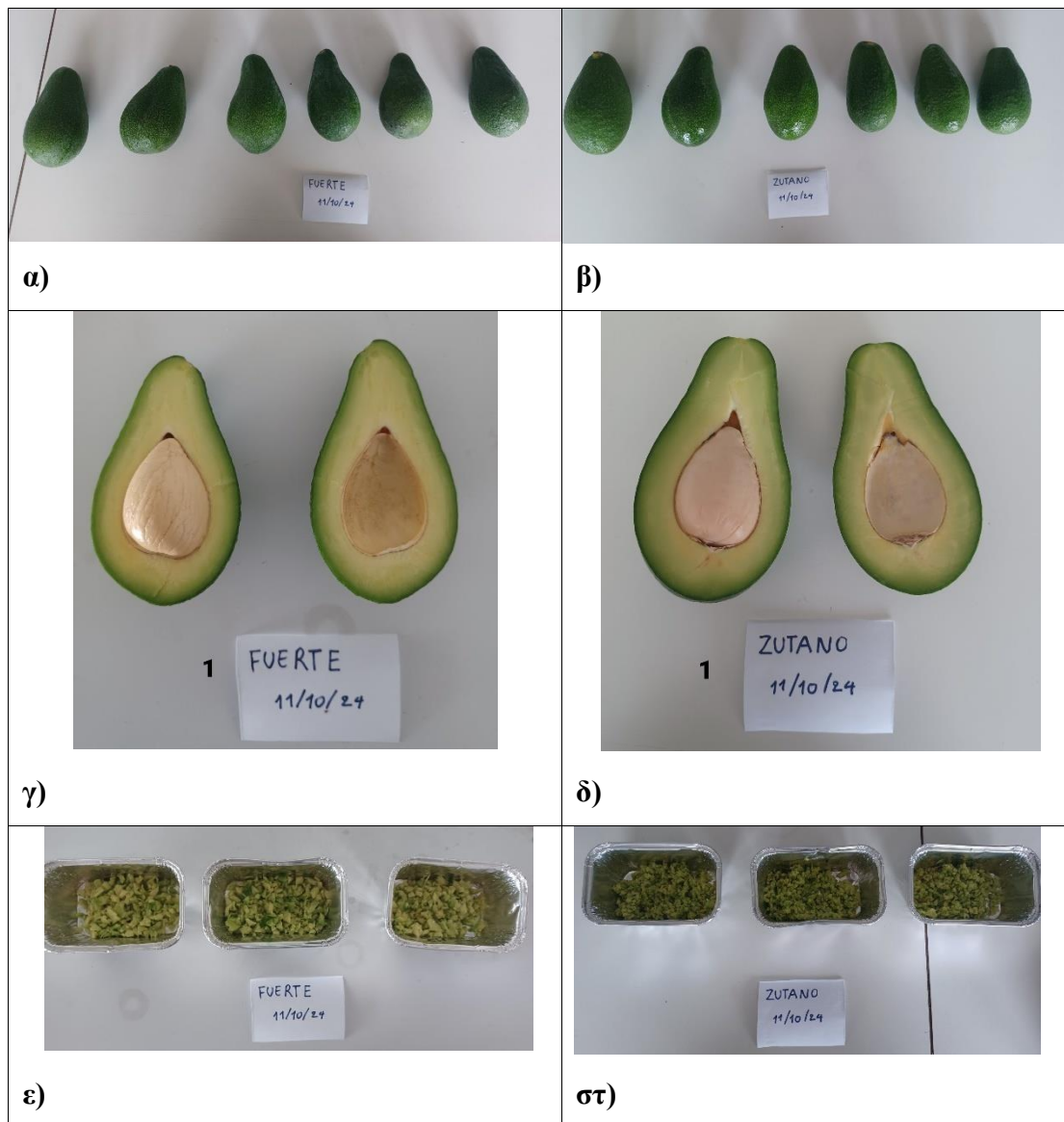
α) Zutano



β) Lamp Hass

Εικόνα 2.13. Στην τελική μέτρηση παρατηρήθηκε ανθοφορία στη Zutano και στη Lamp Hass, όπως φαίνεται στις πάνω φωτογραφίες.

2.5. Φωτογραφικό υλικό από τον προσδιορισμό της ωρίμανσης των αβοκάντο και της ανάλυσης της ελαιοπεριεκτικότητας



Εικόνα 2.14. Στο α,γ,ε παρατηρούμε την Fuerte και στο β,δ,στ την Zutano. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 11-10-2024.



α) Fuerte



β) Zutano



γ) Fuerte



δ) Zutano

Εικόνα 2.15. Μέτρηση στις 18-10-2024.



α) Fuerte



β) Zutano



γ) Fuerte



δ) Zutano

Εικόνα 2.16. Μέτρηση στις 26-10-2024.



α) Fuerte



β) Zutano



γ) Fuerte



δ) Zutano

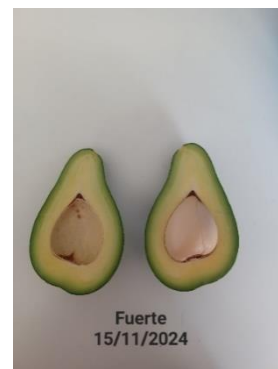
Εικόνα 2.17. Μέτρηση στη 1-11-2024.



Εικόνα 2.18. Μέτρηση στις 8-11-2024. Αυτή ήταν και η τελευταία μέτρηση για τη Zutano.



α) Fuerte



β)

Fuerte

Εικόνα 2.19. Τελική μέτρηση στις 15-11-2024 για τη Fuerte.

3. Αποτελέσματα

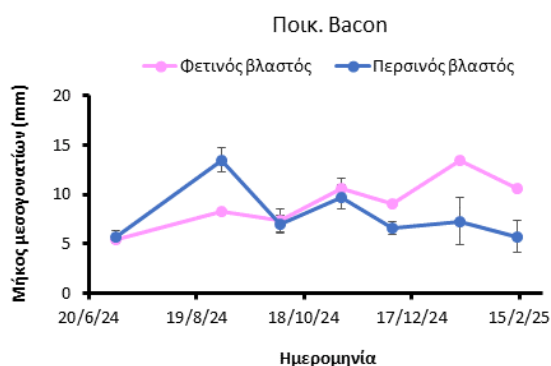
3.1 Φαινολογικά στάδια των διαφορετικών ποικιλιών αβοκάντο

Τα αβοκάντο ανεξαρτήτως ποικιλίας, ακολουθούν παρόμοια φαινολογικά στάδια. Η εκβλάστηση των οφθαλμών παρατηρείται στα τέλη χειμώνα με αρχές της άνοιξης. Η άνθιση πραγματοποιείται την άνοιξη και η καρπόδεση κυρίως στα τέλη της άνοιξης. Το καλοκαίρι και το φθινόπωρο ο καρπός αναπτύσσεται, ενώ η συγκομιδή διαφοροποιείται σημαντικά χρονικά ανάλογα με την ποικιλία, το μικροκλίμα και τις καλλιεργητικές συνθήκες. Πιο συγκεκριμένα, η ποικιλία Hass ανθίζει Απρίλιο με Μάιο και η συγκομιδή της ξεκινά από τον Ιανουάριο μέχρι τέλη Απριλίου. Ο καρπός αναγνωρίζεται από τη σκούρα τραχιά φλούδα όπου σχεδόν μαυρίζει όταν ωριμάσει. Η Lamp Hass παρουσιάζει αντίστοιχα χαρακτηριστικά αλλά είναι πιο όψιμη, διαθέτει μεγαλύτερους καρπούς και η συγκομιδή ξεκινά τον Μάρτιο μέχρι Ιούνιο. Έπειτα, η Zutano συγκομίζεται Οκτώβριο με Δεκέμβριο όπως και η Bacon. Τέλος, η Fuerte συγκομίζεται Νοέμβριο μέχρι τέλη Φεβρουαρίου.

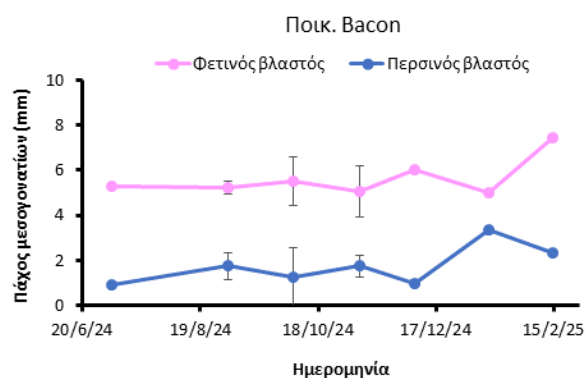
3.2 Αναπτυξιακά χαρακτηριστικά βλαστών των διαφορετικών ποικιλιών αβοκάντο

Στην εικόνα 3.1 παρουσιάζονται τα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά των βλαστών της ποικιλίας Bacon. Το μήκος των μεσογονατίων του περσινού βλαστού δεν παρουσίασε κάποια αυξητική τάση κατά την πειραματική περίοδο (Διάγραμμα 3.1.α). Το μήκος των μεσογονατίων του φετινού βλαστού σημείωσε μία σταδιακή αύξηση από τις αρχές Ιουλίου έως τα μέσα Φεβρουαρίου (Διάγραμμα 3.1.α). Το πάχος των μεσογονατίων δεν μεταβλήθηκε έως τις αρχές Νοεμβρίου για τον φετινό βλαστό ή έως τα μέσα Δεκεμβρίου για τον περσινό βλαστό και έπειτα αυξήθηκαν σημαντικά έως το τέλος (Διάγραμμα 3.1.β). Το μήκος των γονάτων του περσινού βλαστού δεν παρουσίασε κάποια μεταβολή κατά την πειραματική περίοδο, ενώ στον φετινό βλαστό δεν παρουσίασε αξιόλογες μεταβολές από τις αρχές Ιουλίου έως τις αρχές Οκτωβρίου και έπειτα παρουσίασε μία αυξητική πορεία έως τις αρχές Ιανουαρίου χωρίς να μεταβληθεί περεταίρω (Διάγραμμα 3.1.γ). Το πάχος των γονάτων τόσο του φετινού όσο και του περσινού βλαστού δεν μεταβλήθηκε σημαντικά από τις αρχές Ιουλίου έως τις αρχές Νοεμβρίου, παρουσίασε μία έντονη αύξηση στις αρχές Δεκεμβρίου, ενώ στη συνέχεια δεν αυξήθηκε σημαντικά περισσότερο (Διάγραμμα 3.1.δ). Το ποσοστό ξηράς ουσίας των μεσογονατίων και των γονάτων του φετινού και του περσινού βλαστού

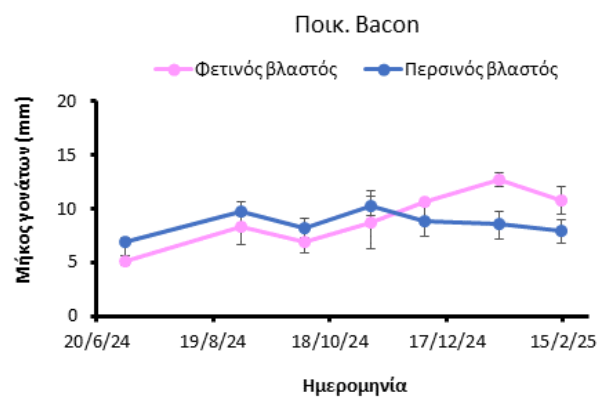
παρουσίασε μία σταθερή πορεία έως τις αρχές Ιανουαρίου και κορυφώθηκε στα μέσα Φεβρουαρίου (Διαγράμματα 3.1.ε, 3.1.στ).



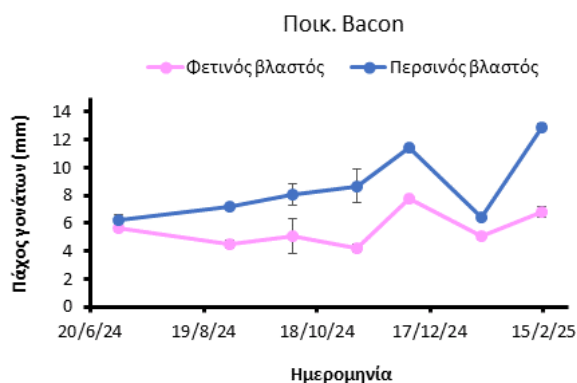
α)



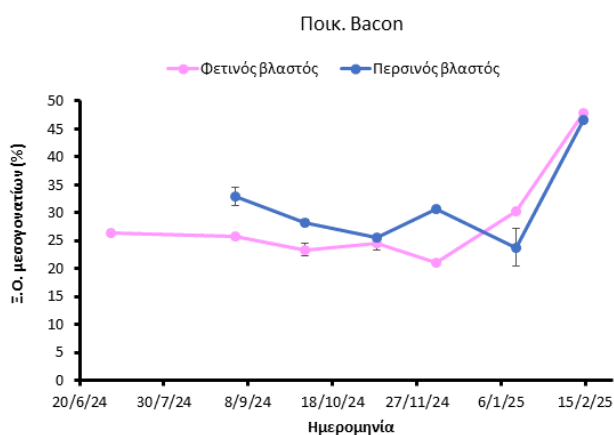
β)



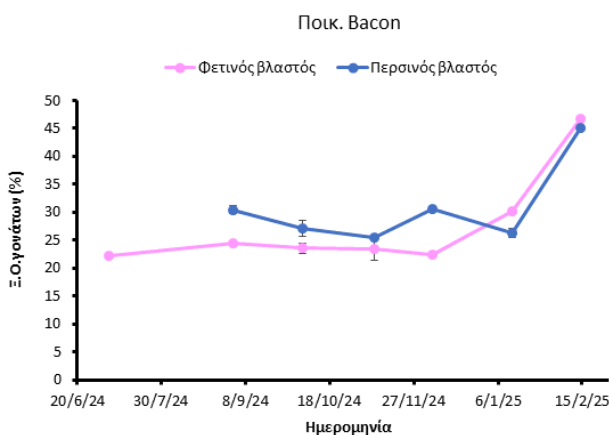
γ)



δ)



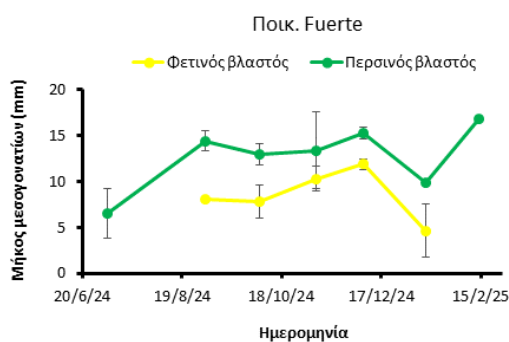
ε)



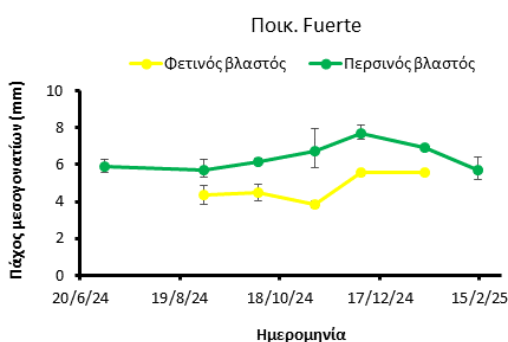
στ)

Εικόνα 3.1. Μήκος (α), πάχος (β), ποσοστό % ξηράς ουσίας (γ) μεσογονατίων και μήκος (δ), πάχος (ε), ποσοστό % ξηράς ουσίας (στ) γονάτων φετινού και περσινού βλαστού της ποικιλίας Bacon (Μέσος όρος $\pm$ standard error, n=2).

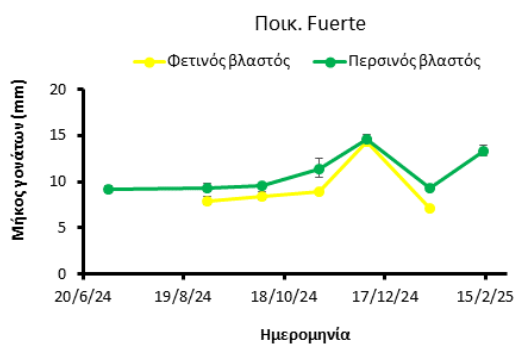
Στην εικόνα 3.2 παρουσιάζονται τα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά των βλαστών της ποικιλίας Fuerte. Το μήκος των μεσογονατίων του περσινού βλαστού παρουσίασε μία έντονη αύξηση στις αρχές Σεπτεμβρίου και στη συνέχεια δεν αναπτύχθηκε περαιτέρω έως τα μέσα Φεβρουαρίου (Διάγραμμα 3.2.α). Το μήκος των μεσογονατίων του φετινού βλαστού δεν παρουσίασε αξιόλογες μεταβολές από τις αρχές Ιουλίου έως τα μέσα Φεβρουαρίου (Διάγραμμα 3.2.α). Το πάχος των μεσογονατίων τόσο του φετινού βλαστού όσο και του περσινού δεν μεταβλήθηκε έως τις αρχές Νοεμβρίου, αυξήθηκε σημαντικά στις αρχές Δεκεμβρίου χωρίς επιπλέον σημαντικές μεταβολές έως το τέλος της πειραματικής περιόδου (Διάγραμμα 3.2.β). Το μήκος των γονάτων του περσινού βλαστού και του φετινού βλαστού παρουσίασε μία αύξηση στις αρχές Δεκεμβρίου (Διάγραμμα 3.2.γ). Το πάχος των γονάτων του περσινού και του φετινού βλαστού δεν μεταβλήθηκε σημαντικά έως τις αρχές Σεπτεμβρίου για τον περσινό ή έως τις αρχές Οκτωβρίου για τον φετινό, έπειτα παρουσίασε μία αύξηση έως τις αρχές Δεκεμβρίου για τον περσινό ή έως το τέλος της πειραματικής περιόδου για τον φετινό (Διάγραμμα 3.2.δ). Το ποσοστό ξηράς ουσίας των μεσογονατίων και των γονάτων του φετινού βλαστού παρουσίασε μία σταθερή πορεία έως τις αρχές Δεκεμβρίου και έπειτα μειώθηκε στα μέσα Ιανουαρίου (Διαγράμματα 3.2.ε, 3.2.στ). Το ποσοστό ξηράς ουσίας των μεσογονατίων και των γονάτων του περσινού βλαστού παρουσίασε μία σταθερή πορεία έως τις αρχές Ιανουαρίου και έπειτα αυξήθηκε σημαντικά στα μέσα Φεβρουαρίου (Διαγράμματα 3.2.ε, 3.2.στ).



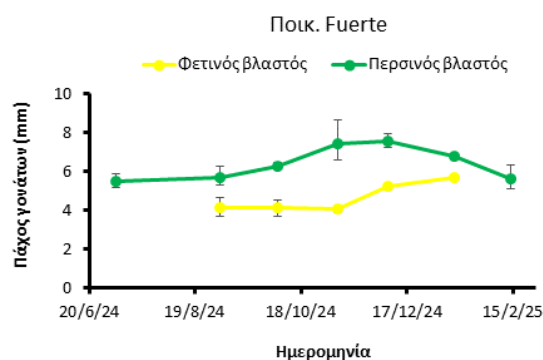
α)



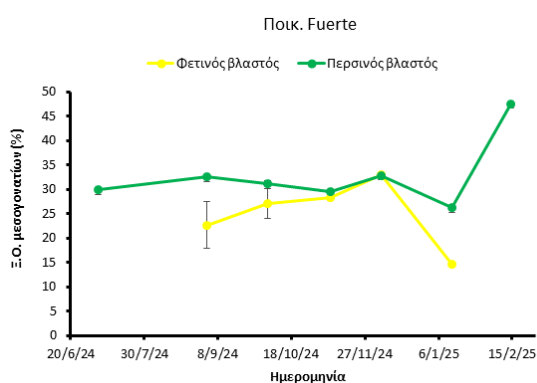
β)



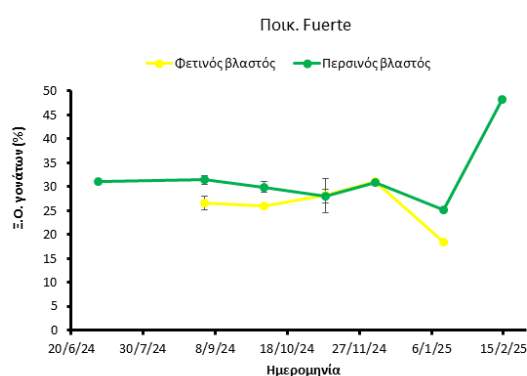
γ)



δ)



ε)

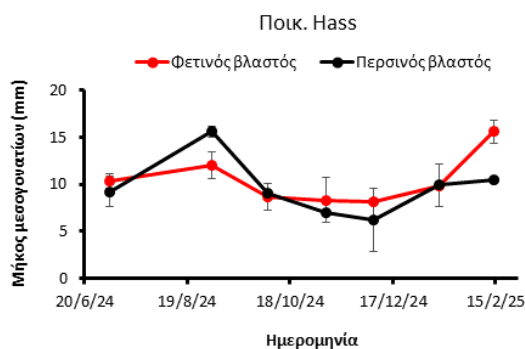


στ)

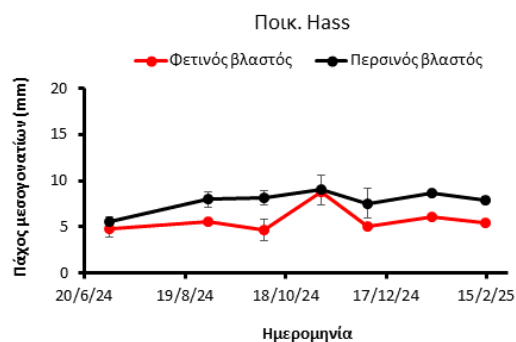
Εικόνα 3.2. Μήκος (α), πάχος (β), ποσοστό % ξηράς ουσίας (γ) μεσογονατίων και μήκος (δ), πάχος (ε), ποσοστό % ξηράς ουσίας (στ) γονάτων φετινού και περσινού βλαστού της ποικιλίας Fuerte (Μέσος όρος $\pm$ standard error, n=2).

Στην εικόνα 3.3 παρουσιάζονται τα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά των βλαστών της ποικιλίας Hass. Το μήκος των μεσογονατίων του περσινού βλαστού παρουσίασε μία έντονη αύξηση στις αρχές Σεπτεμβρίου και στη συνέχεια δεν αναπτύχθηκε περαιτέρω έως τα μέσα Φεβρουαρίου (Διάγραμμα 3.3.α). Το μήκος των μεσογονατίων του φετινού βλαστού δεν παρουσίασε αξιόλογες μεταβολές από τις αρχές Ιουλίου έως τις αρχές Ιανουαρίου και αυξήθηκε σημαντικά στα μέσα Φεβρουαρίου (Διάγραμμα 3.3.α). Το πάχος των μεσογονατίων και των γονάτων του φετινού βλαστού δεν μεταβλήθηκε έως τις αρχές Οκτωβρίου, αυξήθηκε σημαντικά στις αρχές Νοεμβρίου χωρίς επιπλέον σημαντικές μεταβολές έως το τέλος της πειραματικής περιόδου (Διαγράμματα 3.3.β, 3.3.δ). Το πάχος των μεσογονατίων και των γονάτων του περσινού βλαστού παρέμεινε σταθερό κατά την πειραματική περίοδο (Διαγράμματα 3.3.β, 3.3.δ). Το μήκος των γονάτων του φετινού βλαστού παρουσίασε μία σταδιακή αύξηση από τις αρχές Δεκεμβρίου έως το τέλος της πειραματικής περιόδου, ενώ του περσινού παρουσίασε δύο

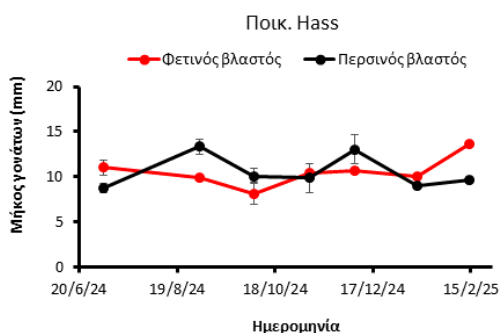
κορυφές αύξησης στις αρχές Σεπτεμβρίου και τις αρχές Δεκεμβρίου (Διάγραμμα 3.3.γ). Το ποσοστό ξηράς ουσίας των μεσογονατίων και των γονάτων του φετινού και του περσινού βλαστού παρουσίασε μία σταθερή πορεία έως τις αρχές Ιανουαρίου και κορυφώθηκε στα μέσα Φεβρουαρίου (Διαγράμματα 3.3.ε, 3.3.στ).



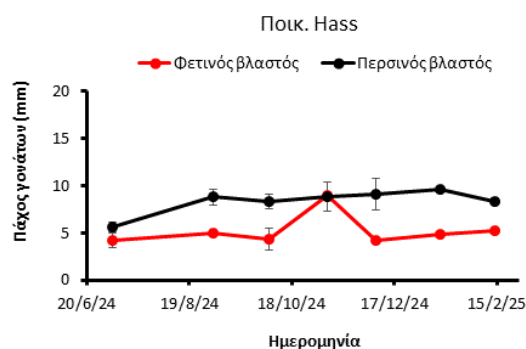
α)



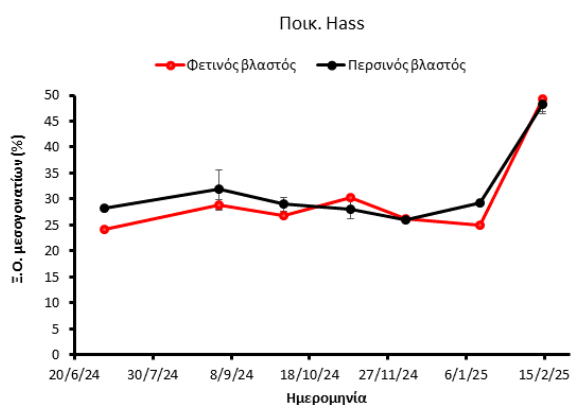
β)



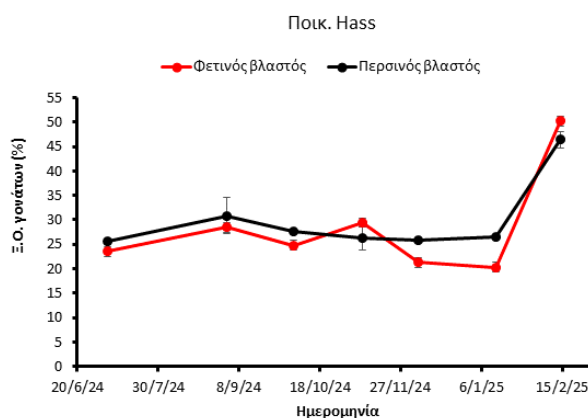
γ)



δ)



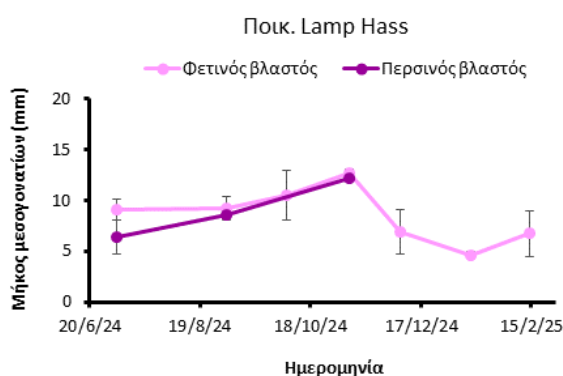
ε)



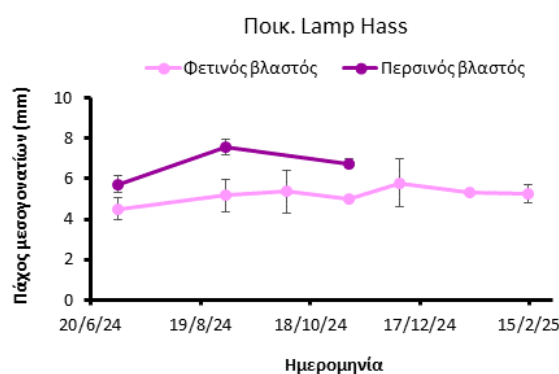
στ)

Εικόνα 3.3. Μήκος (α), πάχος (β), ποσοστό % ξηράς ουσίας (γ) μεσογονατίων και μήκος (δ), πάχος (ε), ποσοστό % ξηράς ουσίας (στ) γονάτων φετινού και περσινού βλαστού της ποικιλίας Hass (Μέσος όρος $\pm$ standard error, n=2).

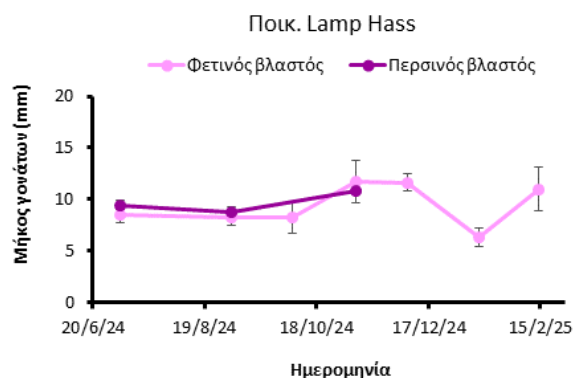
Στην εικόνα 3.4 παρουσιάζονται τα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά των βλαστών της ποικιλίας Lamp Hass. Το μήκος των μεσογονατίων του περσινού και του φετινού βλαστού παρουσίασε μία σταδιακή αύξηση έως τις αρχές Νοεμβρίου και στη συνέχεια δεν αναπτύχθηκε περεταίρω έως τα μέσα Φεβρουαρίου (για τον περσινό δεν μετρήθηκε μετά τον Νοέμβριο) (Διάγραμμα 3.4.α). Το πάχος των μεσογονατίων και των γονάτων του περσινού βλαστού δεν μεταβλήθηκε κατά την περίοδο μέτρησης (Διαγράμματα 3.4.β, 3.4.δ). Το πάχος των μεσογονατίων του φετινού βλαστού δεν μεταβλήθηκε κατά την πειραματική περίοδο, ενώ το πάχος των γονάτων αυξήθηκε σημαντικά στις αρχές Δεκεμβρίου χωρίς επιπλέον σημαντικές μεταβολές έως το τέλος της πειραματικής περιόδου (Διαγράμματα 3.4.β, 3.4.δ). Το μήκος των γονάτων του φετινού βλαστού παρουσίασε μία αύξηση από τις αρχές Νοεμβρίου με αρχές Δεκεμβρίου χωρίς επιπλέον αξιοσημείωτες μεταβολές έως το τέλος της πειραματική περιόδου, ενώ του περσινού παρέμεινε σχετικά σταθερό κατά την περίοδο μέτρησης, δηλαδή από τις αρχές Ιουλίου έως τις αρχές Νοεμβρίου (Διάγραμμα 3.4.γ). Το ποσοστό ξηράς ουσίας των μεσογονατίων και των γονάτων του φετινού και του περσινού βλαστού παρουσίασε μία σταθερή πορεία έως τις αρχές Ιανουαρίου και έπειτα έφτασε στο μέγιστο στα μέσα Φεβρουαρίου για τον φετινό (δεν καταγράφηκε για τον περσινό) (Διαγράμματα 3.4.ε, 3.4.στ).



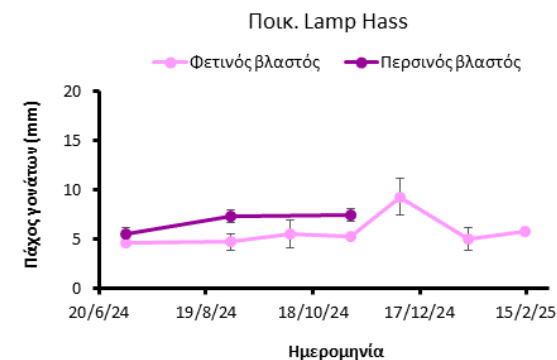
α)



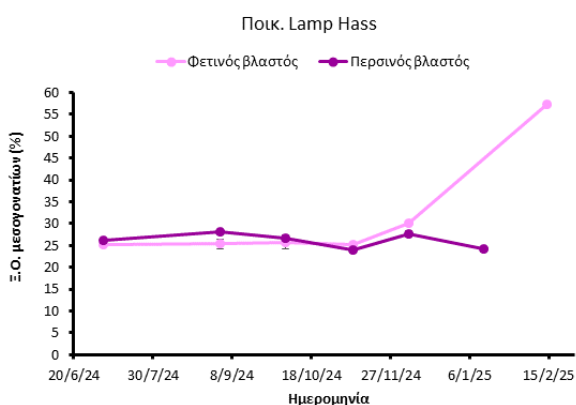
β)



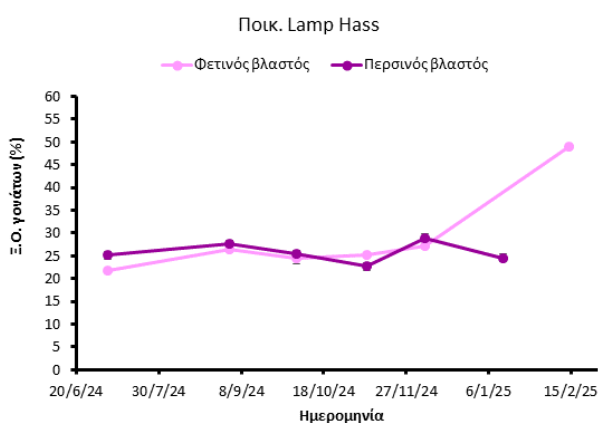
γ)



δ)



ε)

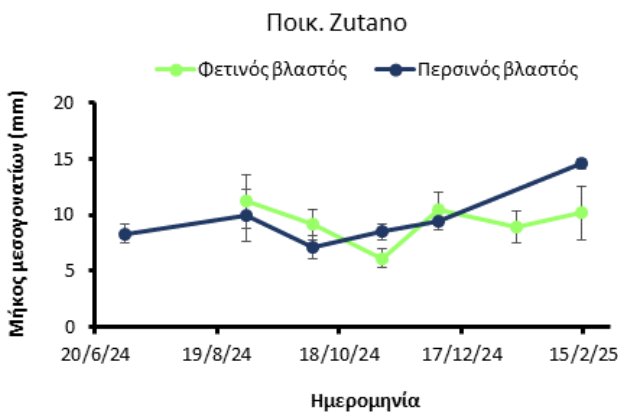


στ)

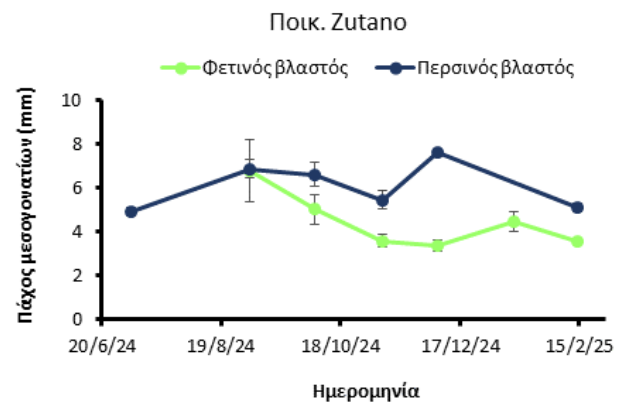
Εικόνα 3.4. Μήκος (α), πάχος (β), ποσοστό % ξηράς ουσίας (γ) μεσογονατίων και μήκος (δ), πάχος (ε), ποσοστό % ξηράς ουσίας (στ) γονάτων φετινού και περσινού βλαστού της ποικιλίας Lamp Hass (Μέσος όρος $\pm$ standard error, $n=2$).

Στην εικόνα 3.5 παρουσιάζονται τα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά των βλαστών της ποικιλίας Zutano. Το μήκος των μεσογονατίων του φετινού βλαστού δεν εμφάνισε αξιόλογες μεταβολές κατά την πειραματική περίοδο, ενώ του περσινού βλαστού παρουσίασε μία σταδιακή αύξηση από τις αρχές Νοεμβρίου έως τα μέσα Φεβρουαρίου (Διάγραμμα 3.5.α). Το πάχος των μεσογονατίων και των γονάτων του φετινού βλαστού δεν μεταβλήθηκε κατά την περίοδο μέτρησης (Διαγράμματα 3.5.β, 3.5.δ). Το πάχος των μεσογονατίων και των γονάτων του περσινού βλαστού αυξήθηκε σημαντικά στις αρχές Δεκεμβρίου χωρίς επιπλέον σημαντικές μεταβολές έως το τέλος της πειραματικής περιόδου (Διαγράμματα 3.5.β, 3.5.δ). Το μήκος των γονάτων του φετινού βλαστού παρουσίασε μία αύξηση στις αρχές Δεκεμβρίου χωρίς επιπλέον αξιοσημείωτες μεταβολές έως το τέλος της πειραματική περιόδου, ενώ του περσινού

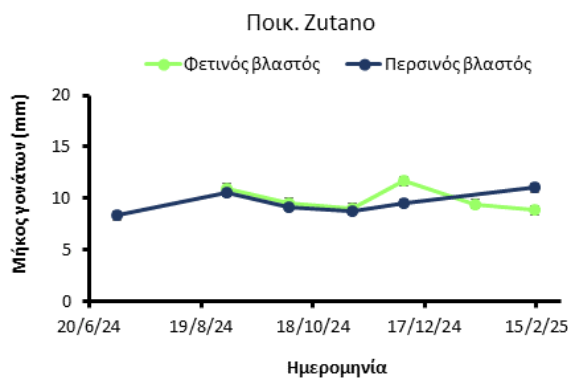
παρέμεινε σχετικά σταθερό κατά την πειραματική περίοδο (Διάγραμμα 3.5.γ). Το ποσοστό ξηράς ουσίας των μεσογονατίων και των γονάτων του φετινού και του περσινού βλαστού παρουσίασε μία σταθερή πορεία έως τις αρχές Ιανουαρίου και έπειτα έφτασε στο μέγιστο στα μέσα Φεβρουαρίου (Διαγράμματα 3.5.ε, 3.5.στ).



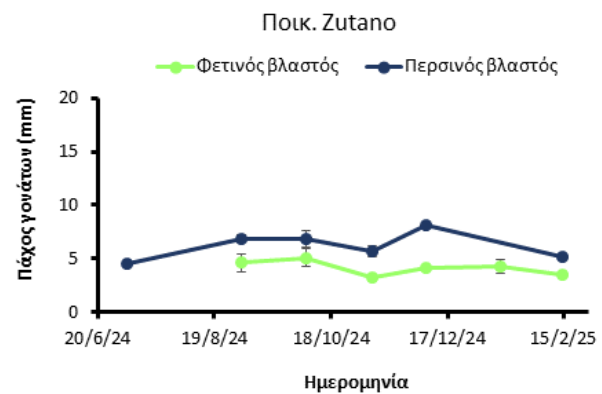
α)



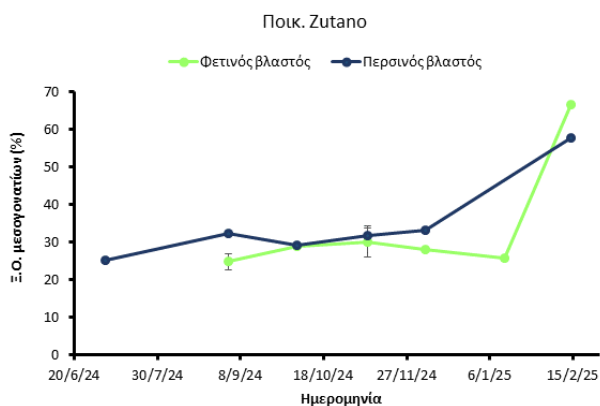
δ)



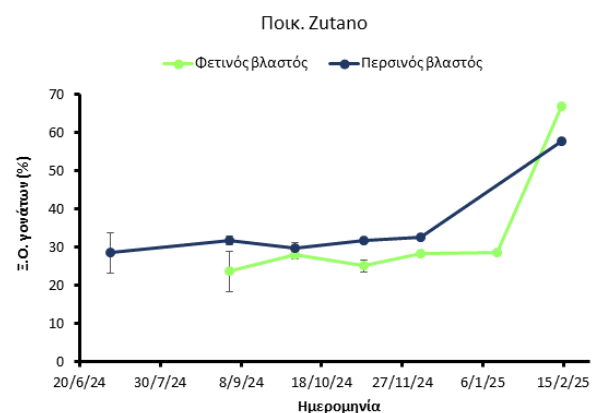
β)



ε)



γ)

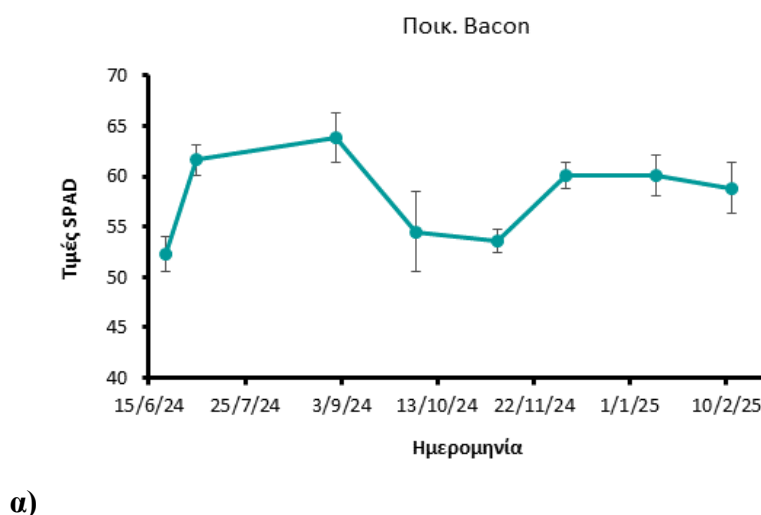


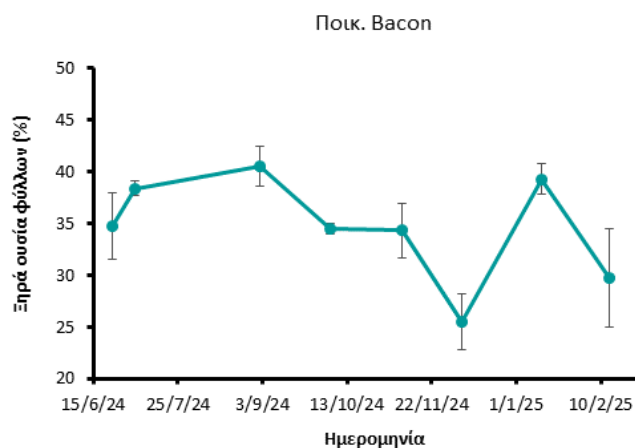
στ)

Εικόνα 3.5. Μήκος (α), πάχος (β), ποσοστό % ξηράς ουσίας (γ) μεσογονατίων και μήκος (δ), πάχος (ε), ποσοστό % ξηράς ουσίας (στ) γονάτων φετινού και περσινού βλαστού της ποικιλίας Zutano (Μέσος όρος $\pm$ standard error, n=2).

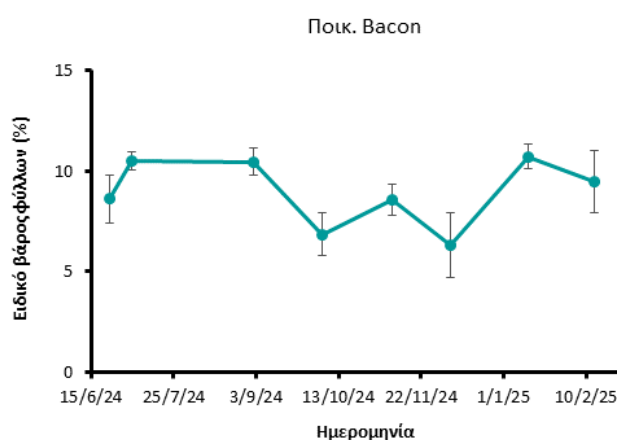
3.3 Φυσιολογικά χαρακτηριστικά φύλλων των διαφορετικών ποικιλιών αβοκάντο

Στην Εικόνα 3.6 παρουσιάζονται τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά των φύλλων της ποικιλίας Bacon. Τα επίπεδα της χλωροφύλλης στα φύλλα εκφρασμένα με τιμές SPAD αυξήθηκαν από τα μέσα Ιουνίου έως τις αρχές Ιουλίου και παρέμειναν υψηλά μέχρι τις αρχές Σεπτεμβρίου, έπειτα παρατηρήθηκε μια πτώση στις αρχές Οκτωβρίου και παρέμειναν χαμηλά έως τις αρχές Νοεμβρίου για να αυξηθούν και πάλι στις αρχές Δεκεμβρίου παραμένοντας σε παρόμοια επίπεδα έως τα μέσα Φεβρουαρίου (Διάγραμμα 3.6.α). Το ποσοστό ξηράς ουσίας στα φύλλα αυξήθηκε από τα μέσα Ιουνίου έως τις αρχές Ιουλίου και παρέμεινε υψηλή μέχρι τις αρχές Σεπτεμβρίου, έπειτα μειώθηκε σημαντικά έως τις αρχές Δεκεμβρίου, εμφάνισε μία αύξηση και πάλι στα μέσα Ιανουαρίου και τελικά στα μέσα Φεβρουαρίου (Διάγραμμα 3.6.β). Το ειδικό βάρος φύλλων αυξήθηκε από τα μέσα Ιουνίου έως τις αρχές Ιουλίου και παρέμεινε υψηλό μέχρι τις αρχές Σεπτεμβρίου, έπειτα μειώθηκε σημαντικά στις αρχές Οκτωβρίου και παρουσίασε κάποιες διακυμάνσεις έως τις αρχές Δεκεμβρίου, στη συνέχεια εμφάνισε μία αύξηση και πάλι στα μέσα Ιανουαρίου και παρέμεινε παρόμοιο μέχρι τα μέσα Φεβρουαρίου (Διάγραμμα 3.6.γ)





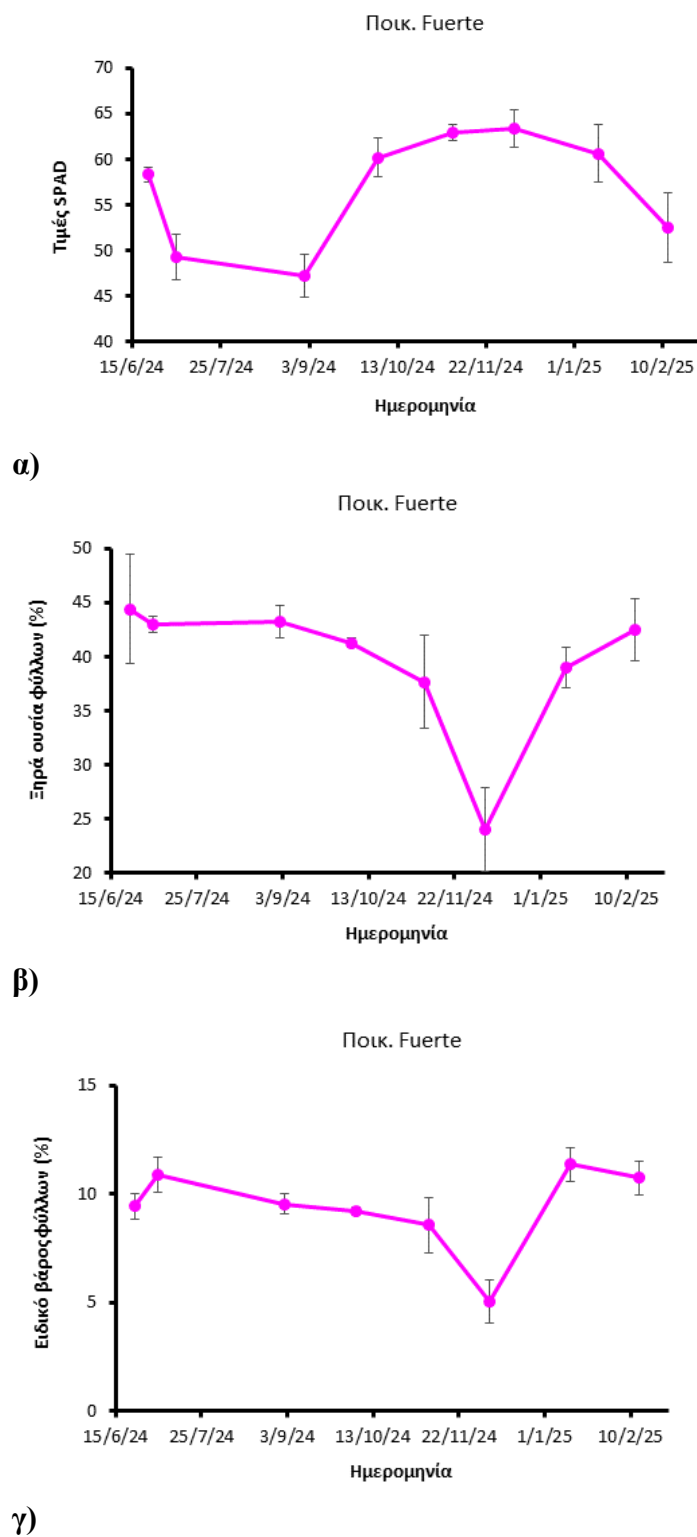
β)



γ)

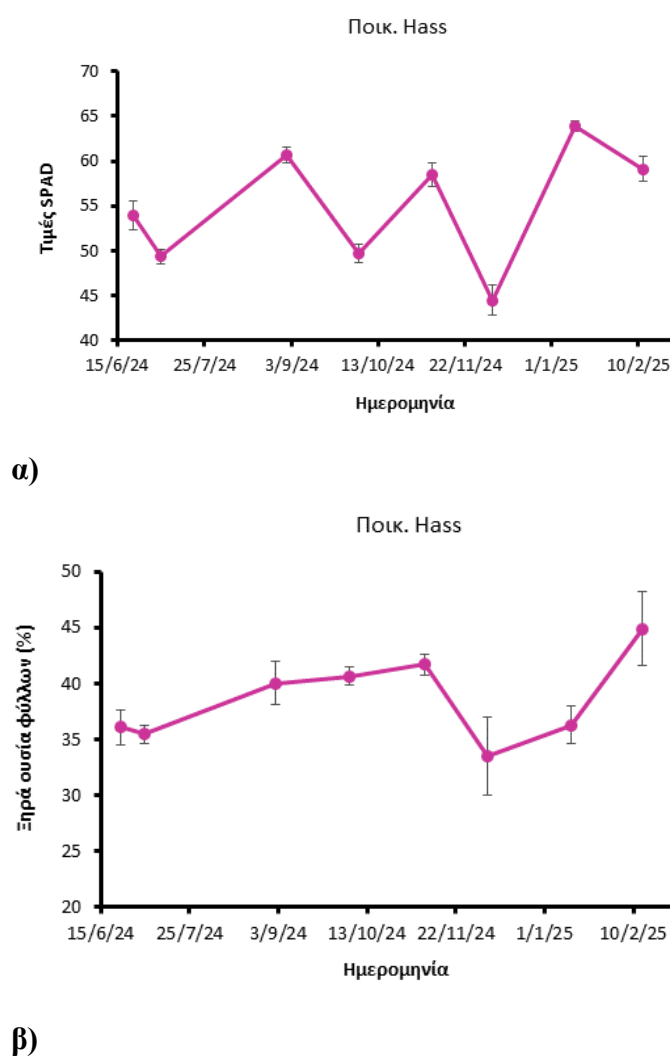
Εικόνα 3.6. Μεταβολή με τον χρόνο των τιμών SPAD, του ποσοστού % ξηράς ουσίας φύλλων και του ειδικού βάρους φύλλων της ποικιλίας Bacon (Μέσος όρος $\pm$ standard error, $n=5$).

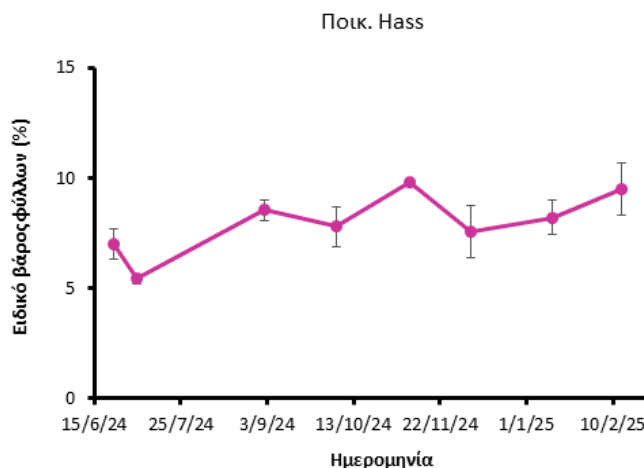
Στην Εικόνα 3.7 παρουσιάζονται τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά των φύλλων της ποικιλίας Fuerte. Τα επίπεδα της χλωροφύλλης στα φύλλα εκφρασμένα με τιμές SPAD μειώθηκαν από τα μέσα Ιουνίου έως τις αρχές Ιουλίου και παρέμειναν χαμηλά μέχρι τις αρχές Σεπτεμβρίου, έπειτα αυξήθηκαν σημαντικά στις αρχές Οκτωβρίου και παρέμειναν υψηλά έως τις αρχές Δεκεμβρίου για να μειωθούν και πάλι έως τα μέσα Φεβρουαρίου (Διάγραμμα 3.7.α). Το ποσοστό ξηράς ουσίας και το ειδικό βάρος των φύλλων παρουσίασαν μία ομαλή πορεία από τα μέσα Ιουνίου έως τις αρχές Νοεμβρίου, έπειτα μειώθηκαν σημαντικά στις αρχές Δεκεμβρίου, ενώ στη συνέχεια αυξήθηκαν και πάλι σημαντικά έως τα μέσα Φεβρουαρίου (Διαγράμματα 3.7.β, 3.7.γ).



Εικόνα 3.7. Μεταβολή με τον χρόνο των τιμών SPAD, του ποσοστού % ξηράς ουσίας φύλλων και του ειδικού βάρους φύλλων της ποικιλίας Fuerte (Μέσος όρος $\pm$ standard error, $n=5$).

Στην Εικόνα 3.8 παρουσιάζονται τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά των φύλλων της ποικιλίας Hass. Τα επίπεδα της χλωροφύλλης στα φύλλα εκφρασμένα με τιμές SPAD παρουσίασαν διακυμάνσεις καθ' όλη την πειραματική περίοδο ανάλογα με την εποχή μέτρησης (Διάγραμμα 3.8.α). Το ποσοστό ξηράς ουσίας και το ειδικό βάρος στα φύλλα μειώθηκαν από τα μέσα Ιουνίου έως τις αρχές Ιουλίου και έπειτα αυξήθηκαν σταδιακά έως τις αρχές Νοεμβρίου, στη συνέχεια εμφάνισαν μία σημαντική μείωση στις αρχές Δεκεμβρίου, ενώ αυξήθηκαν και πάλι σταδιακά έως τα μέσα Φεβρουαρίου (Διαγράμματα 3.8.β, 3.8.γ).

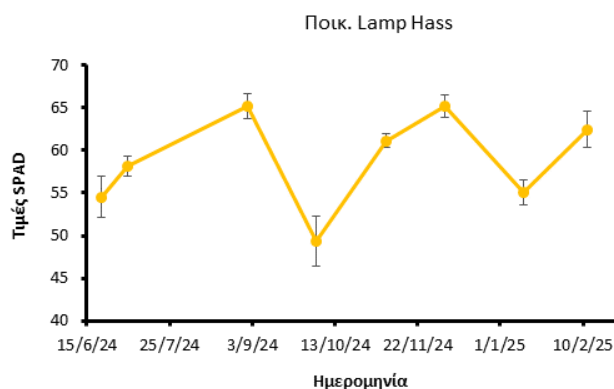




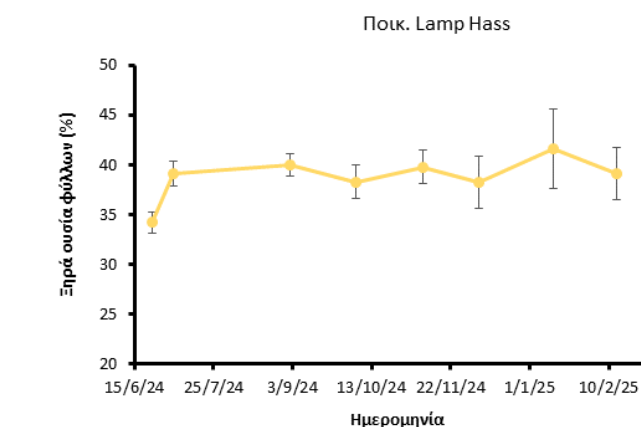
γ)

Εικόνα 3.8. Μεταβολή με τον χρόνο των τιμών SPAD, του ποσοστού % ξηράς ουσίας φύλλων και του ειδικού βάρους φύλλων της ποικιλίας Hass (Μέσος όρος $\pm$ standard error, n=5).

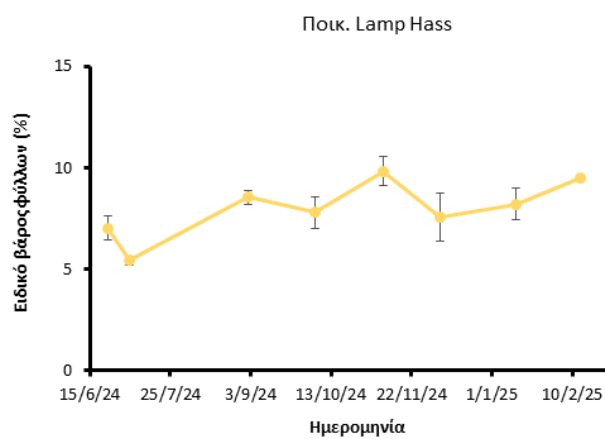
Στην Εικόνα 3.9 παρουσιάζονται τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά των φύλλων της ποικιλίας Lamp Hass. Τα επίπεδα της χλωροφύλλης στα φύλλα εκφρασμένα με τιμές SPAD αυξήθηκαν από τα μέσα Ιουνίου έως τις αρχές Σεπτεμβρίου, έπειτα παρατηρήθηκε μια πτώση στις αρχές Οκτωβρίου, αυξήθηκαν σταδιακά έως στις αρχές Δεκεμβρίου, μειώθηκαν εκ νέου στις αρχές Ιανουαρίου για να αυξηθούν ξανά στα μέσα Φεβρουαρίου (Διάγραμμα 3.9.α). Το ποσοστό ξηράς ουσίας και το ειδικό βάρος στα φύλλα δεν εμφάνισαν αξιοσημείωτες διαφορές κατά την πειραματική περίοδο (Διαγράμματα 3.9.β, 3.9.γ).



α)



β)

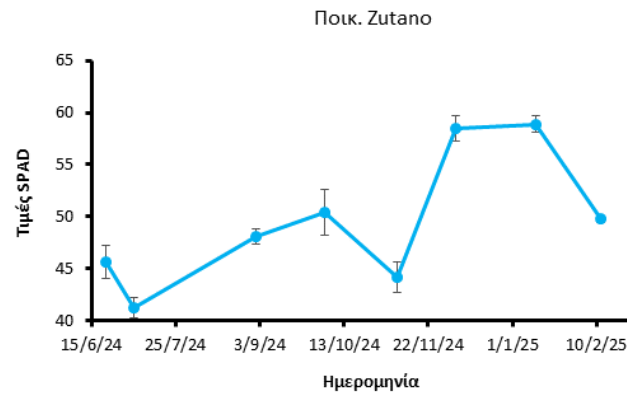


γ)

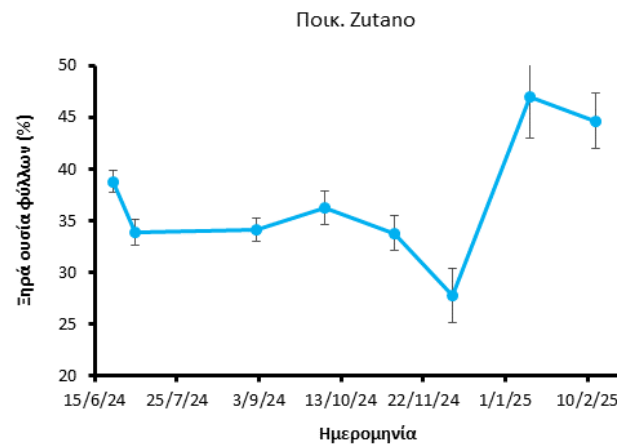
Εικόνα 3.9. Μεταβολή με τον χρόνο των τιμών SPAD, του ποσοστού % ξηράς ουσίας φύλλων και του ειδικού βάρους φύλλων της ποικιλίας Lamp Hass (Μέσος όρος $\pm$ standard error, $n=5$).

Στην Εικόνα 3.10 παρουσιάζονται τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά των φύλλων της ποικιλίας Zutano. Τα επίπεδα της χλωροφύλλης στα φύλλα εκφρασμένα με τιμές SPAD μειώθηκαν από τα μέσα Ιουνίου έως τις αρχές Ιουλίου, αυξήθηκαν σταδιακά ως τις αρχές Οκτωβρίου, εμφάνισαν ξανά μία σημαντική μείωση στις αρχές Νοεμβρίου για να αυξηθούν εκ νέου στις αρχές Δεκεμβρίου παραμένοντας υψηλά ως τον Ιανουάριο, ενώ τελικά μειώθηκαν ξανά στα μέσα Φεβρουαρίου (Διάγραμμα 3.10.α). Το ποσοστό ξηράς ουσίας και το ειδικό βάρος στα φύλλα μειώθηκαν από τα μέσα Ιουνίου έως τις αρχές Ιουλίου, έπειτα παρέμειναν σχετικά σταθερά έως τις αρχές Οκτωβρίου, μειώθηκαν περαιτέρω έως τις αρχές Δεκεμβρίου, ενώ αυξήθηκαν και πάλι σημαντικά

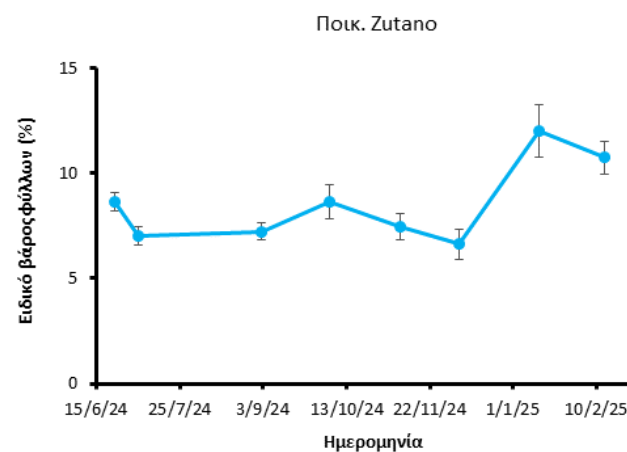
στα μέσα Ιανουαρίου χωρίς επιπλέον μεταβολές έως τα μέσα Φεβρουαρίου (Διαγράμματα 3.10.β, 3.10.γ).



α)



β)



γ)

Εικόνα 3.10. Μεταβολή με τον χρόνο των τιμών SPAD, του ποσοστού % ξηράς ουσίας φύλλων και του ειδικού βάρους φύλλων της ποικιλίας Zutano (Μέσος όρος $\pm$ standard error, $n=5$).

Αν και η μεταβολή με την εποχή μέτρησης των φυσιολογικών χαρακτηριστικών των φύλλων διαφοροποιήθηκε αρκετά μεταξύ των διαφορετικών ποικιλιών αβοκάντο, στον πίνακα 3.1 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές των τιμών SPAD, του ποσοστού % ξηράς ουσίας και του ειδικού βάρους φύλλων ανά ποικιλία αβοκάντο για όλη την πειραματική περίοδο. Όπως μπορεί να γίνει αντιληπτό, τα φύλλα των ποικιλιών Lamp Hass και Bacon είχαν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις χλωροφύλλης, εκφρασμένων με τιμές SPAD, ακολούθησε η Fuerte χωρίς να διαφέρει σημαντικά από τις προαναφερθείσες ποικιλίες και έπειτα η ποικιλία Hass, ενώ τη χαμηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης στα φύλλα σημείωσε η ποικιλία Zutano (Πίνακας 3.1).

Όσον αφορά το ποσοστό % ξηράς ουσίας, τις υψηλότερες τιμές παρουσίασαν οι ποικιλίες Fuerte, Hass, Lamp Hass, τη χαμηλότερη τιμή παρουσίασε η ποικιλία Bacon, ενώ ενδιάμεση τιμή είχε η ποικιλία Zutano. Επίσης, τα φύλλα των ποικιλιών Lamp Hass, Fuerte, Bacon είχαν το υψηλότερο ειδικό βάρος φύλλου, ακολούθησε χωρίς να διαφέρει σημαντικά η ποικιλία Zutano, ενώ τη χαμηλότερη τιμή παρουσίασε η ποικιλία Hass.

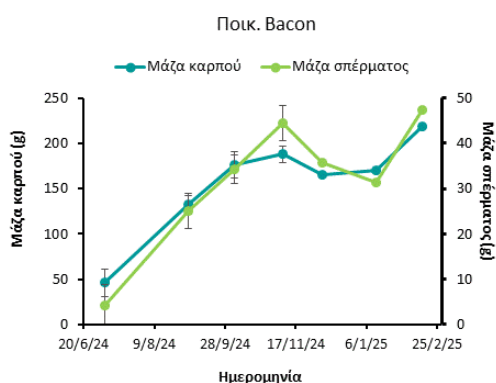
Πίνακας 3.1. Μέση τιμή SPAD, ποσοστό % ξηράς ουσία και ειδικό βάρος φύλλων ανά ποικιλία αβοκάντο για όλη την πειραματική περίοδο (Μέσος όρος $\pm$ standard error, $n=40$).

Ποικιλία	Μέση Τιμή SPAD ($n=40$)	Ξηρά Ουσία φύλλων (%) ($n=40$)	Ειδικό βάρος φύλλων (mg cm^{-2}) ($n=40$)
Bacon	58,1a	34,6b	8,94ab
Fuerte	56,8ab	39,5a	9,34ab
Hass	55,0b	38,6a	7,97bc
Lamp Hass	58,4a	38,8a	9,95a
Zutano	49,8c	37,0ab	8,54b
Σημαντικότητα	***	***	***

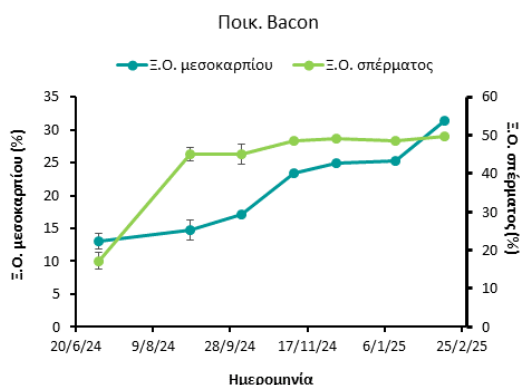
Τα διαφορετικά γράμματα υποδεικνύουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο $p<0,05$.

3.4 Πορεία ανάπτυξης καρπού των διαφορετικών ποικιλιών αβοκάντο

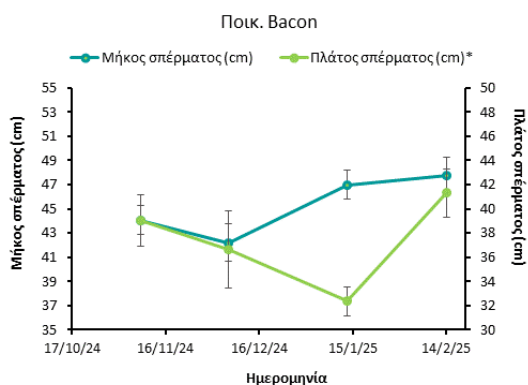
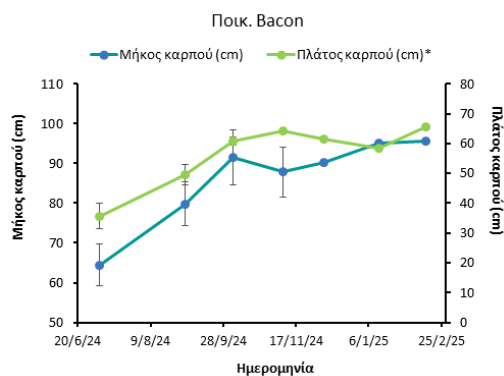
Η Εικόνα 3.11 απεικονίζει την πορεία ανάπτυξης του καρπού και του σπέρματος της ποικιλίας Bacon. Η μάζα του καρπού και του σπέρματος αυξήθηκαν από τις αρχές Ιουλίου (πρώτη μέτρηση 4/7) έως αρχές Νοεμβρίου και έπειτα παρέμειναν σχετικά σταθερές έως τις αρχές Ιανουαρίου, ενώ αυξήθηκαν και πάλι στα μέσα Φεβρουαρίου (Διάγραμμα 3.11.α). Το ποσοστό ξηράς ουσίας μεσοκαρπίου αυξήθηκε σταδιακά από τις αρχές Ιουλίου έως τα μέσα Φεβρουαρίου φτάνοντας την τιμή 31,3%. Το ποσοστό ξηράς ουσίας του σπέρματος αυξήθηκε από τις αρχές Ιουλίου έως τις αρχές Σεπτεμβρίου και παρέμεινε σταθερό ως τα μέσα Φεβρουαρίου (Διάγραμμα 3.11.β). Το μήκος και το πλάτος του καρπού αυξήθηκαν από τις αρχές Ιουλίου έως τις αρχές Οκτωβρίου, παρέμειναν παρόμοια έως τις αρχές Ιανουαρίου και αυξήθηκαν και πάλι στα μέσα Φεβρουαρίου (Διάγραμμα 3.11.γ). Το μήκος του σπέρματος αυξήθηκε από τις αρχές Νοεμβρίου έως τα μέσα Φεβρουαρίου, ενώ το πλάτος δεν σημείωσε αύξηση έως τις αρχές Ιανουαρίου για να αυξηθεί τελικά σημαντικά στα μέσα Φεβρουαρίου (Διάγραμμα 3.11.δ). Το χρώμα φλοιού καταγράφηκε από τις αρχές Νοεμβρίου έως τα μέσα Φεβρουαρίου και μέσα σε αυτή την περίοδο παρατηρήθηκε ότι η φωτεινότητα L^* του χρώματος αυξήθηκε έως τα μέσα Φεβρουαρίου, και η παράμετρος a^* μειώθηκε έως τα μέσα Ιανουαρίου και παρέμεινε σταθερή έως τα μέσα Φεβρουαρίου (Διάγραμμα 3.11.ε).



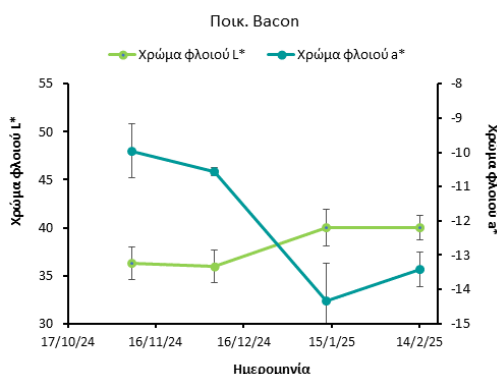
α)



β)



γ)



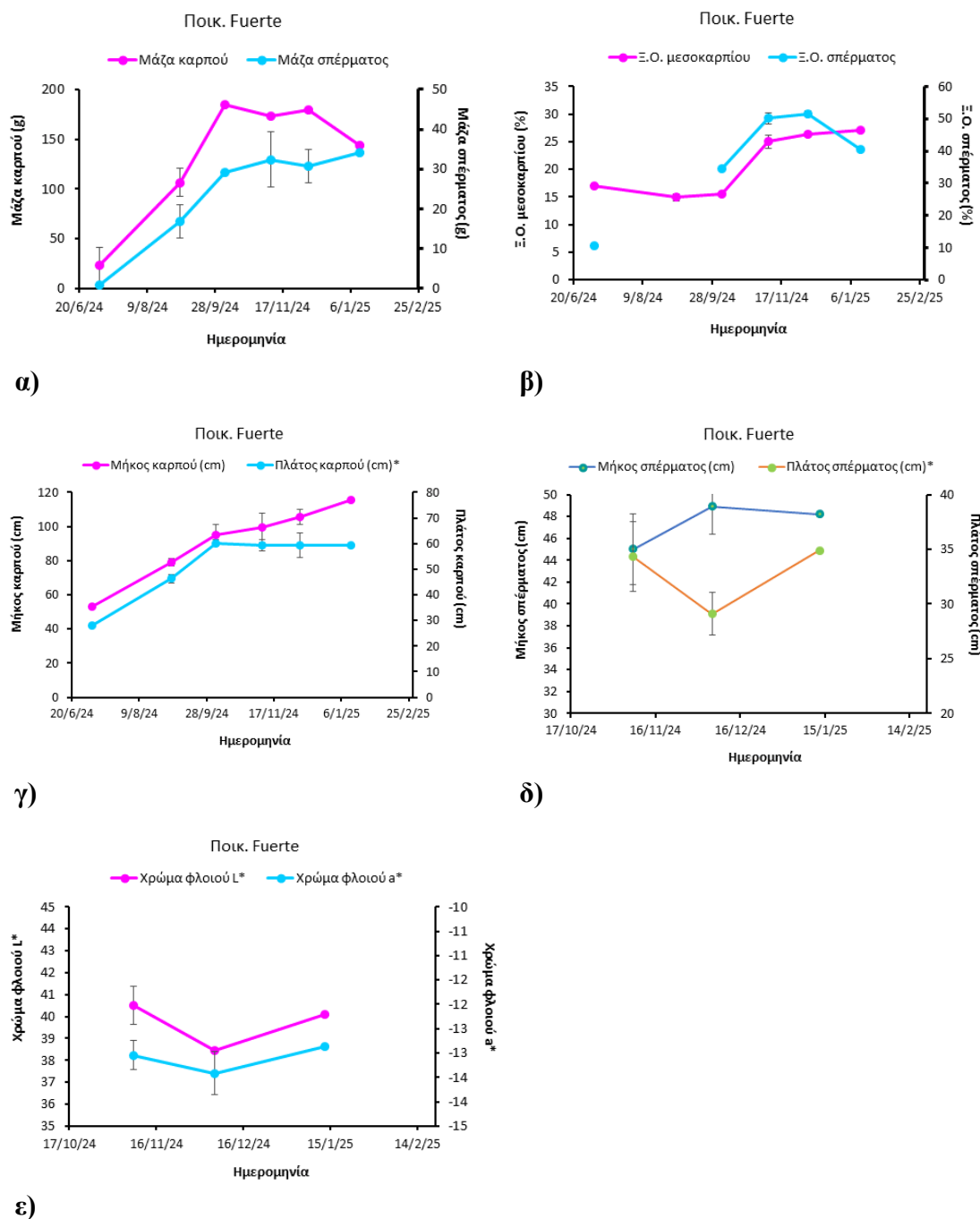
δ)

ε)

Εικόνα 3.11. Μεταβολή με τον χρόνο μάζας, ποσοστού ξηράς ουσίας, μήκους και πλάτους καρπού και σπέρματος και παραμέτρων χρώματος φλοιού L* και a* καρπών αβοκάντο ποικιλίας Bacon (Μέσος όρος±standard error, n=2).

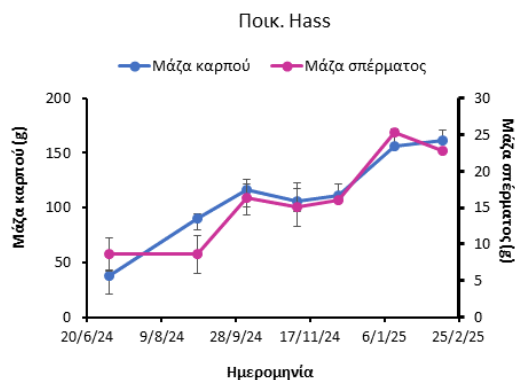
Η Εικόνα 3.12 απεικονίζει την πορεία ανάπτυξης του καρπού και του σπέρματος της ποικιλίας Fuerte. Η μάζα του καρπού και του σπέρματος αυξήθηκαν από τις αρχές Ιουλίου (πρώτη μέτρηση 4/7) έως αρχές Νοεμβρίου και έπειτα παρέμειναν σχετικά σταθερές έως τα μέσα Φεβρουαρίου (Διάγραμμα 3.12.α). Το ποσοστό ξηράς ουσίας μεσοκαρπίου διατηρήθηκε σχετικά σταθερό από τις αρχές Ιουλίου έως τις αρχές Οκτωβρίου και στη συνέχεια αυξήθηκε έως τα μέσα Φεβρουαρίου φτάνοντας την τιμή 27,1%. Το ποσοστό ξηράς ουσίας του σπέρματος αυξήθηκε από τις αρχές Ιουλίου έως τις αρχές Ιανουαρίου αλλά στα μέσα Φεβρουαρίου μειώθηκε (Διάγραμμα 3.12.β). Το μήκος του καρπού αυξήθηκε σταδιακά κατά την πειραματική περίοδο. Το πλάτος του καρπού αυξήθηκε από τις αρχές Ιουλίου έως τις αρχές Οκτωβρίου και έπειτα παρέμεινε παρόμοιο έως τα μέσα Φεβρουαρίου (Διάγραμμα 3.12.γ). Το μήκος του σπέρματος αυξήθηκε από τις αρχές Νοεμβρίου έως τις αρχές Ιανουαρίου και μετά έμεινε αμετάβλητο ως τα μέσα Φεβρουαρίου. Το πλάτος δεν σημείωσε αύξηση έως τις αρχές Ιανουαρίου για να αυξηθεί τελικά σημαντικά στα μέσα Φεβρουαρίου (Διάγραμμα

3.12.δ). Το χρώμα φλοιού καταγράφηκε από τις αρχές Νοεμβρίου έως τα μέσα Φεβρουαρίου και μέσα σε αυτή την περίοδο παρατηρήθηκε ότι η φωτεινότητα L^* του και η παράμετρος a^* δεν παρουσίασαν αξιοσημείωτες μεταβολές (Διάγραμμα 3.12.ε).

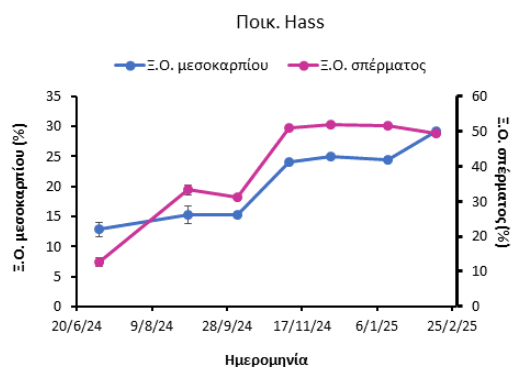


Εικόνα 3.12. Μεταβολή με τον χρόνο μάζας, ποσοστού ξηράς ουσίας, μήκους και πλάτους καρπού και σπέρματος και παραμέτρων χρώματος φλοιού L^* και a^* καρπών αβοκάντο ποικιλίας Fuerte(Μέσος όρος±standard error, n=2).

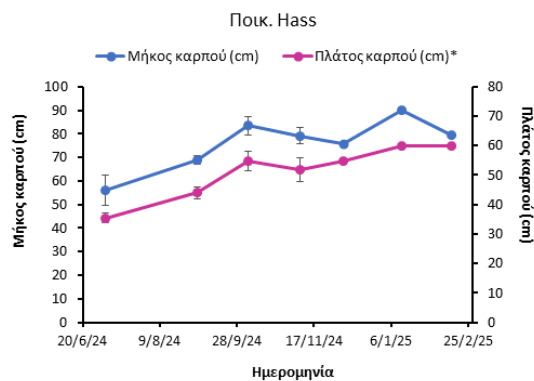
Η Εικόνα 3.13 παρουσιάζει την πορεία ανάπτυξης του καρπού και του σπέρματος της ποικιλίας Hass. Η μάζα του καρπού και του σπέρματος αυξήθηκαν από τις αρχές Ιουλίου (πρώτη μέτρηση 4/7) έως αρχές Νοεμβρίου, έπειτα παρέμειναν σχετικά σταθερές έως τις αρχές Δεκεμβρίου, αυξήθηκαν ξανά σημαντικά τις αρχές Ιανουαρίου και παρέμειναν σε παρόμοια επίπεδα έως τα μέσα Φεβρουαρίου (Διάγραμμα 3.13.α). Το ποσοστό ξηράς ουσίας μεσοκαρπίου διατηρήθηκε σχετικά σταθερό από τις αρχές Ιουλίου έως τις αρχές Οκτωβρίου και στη συνέχεια αυξήθηκε έως τα μέσα Φεβρουαρίου φτάνοντας την τιμή 29,3%. Το ποσοστό ξηράς ουσίας του σπέρματος αυξήθηκε από τις αρχές Ιουλίου έως τις αρχές Νοεμβρίου και παρέμεινε σταθερό έως τα μέσα Φεβρουαρίου (Διάγραμμα 3.13.β). Το μήκος και το πλάτος του καρπού και του σπέρματος αυξήθηκαν σταδιακά έως τα μέσα Ιανουαρίου και έπειτα παρέμειναν παρόμοια έως τα μέσα Φεβρουαρίου (Διαγράμματα 3.13.γ, 3.13.δ). Η φωτεινότητα L* του χρώματος φλοιού ήταν σταθερή από τις αρχές Νοεμβρίου έως τα μέσα Ιανουαρίου και αυξήθηκε σημαντικά στα μέσα Φεβρουαρίου. Η παράμετρος a* μειώθηκε σταδιακά από τις αρχές Νοεμβρίου έως τα μέσα Φεβρουαρίου (Διάγραμμα 3.13.ε).



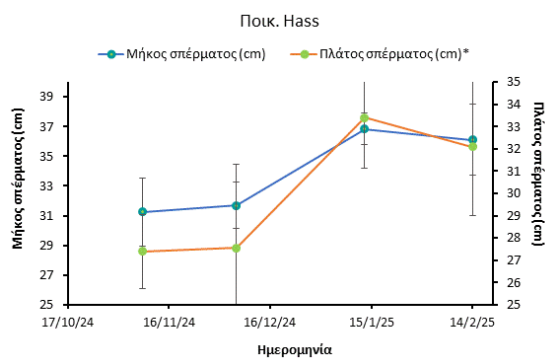
α)



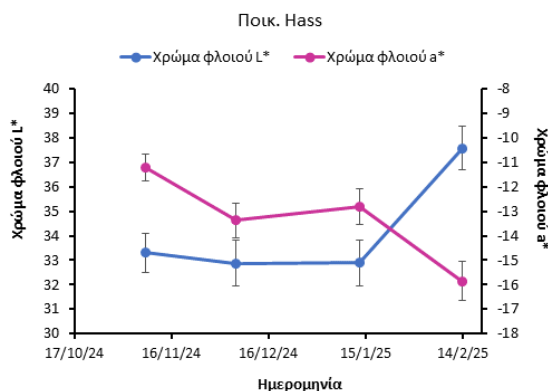
β)



γ)



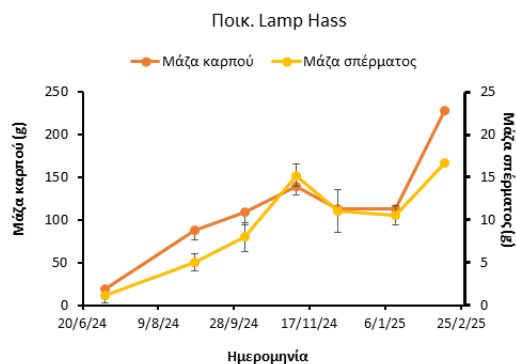
δ)



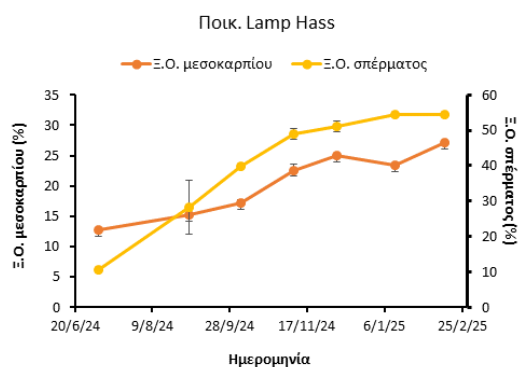
ε)

Εικόνα 3.13. Μεταβολή με τον χρόνο μάζας, ποσοστού ξηράς ουσίας, μήκους και πλάτους καρπού και σπέρματος και παραμέτρων χρώματος φλοιού L* και a* καρπών αβοκάντο ποικιλίας Hass (Μέσος όρος±standard error, n=2).

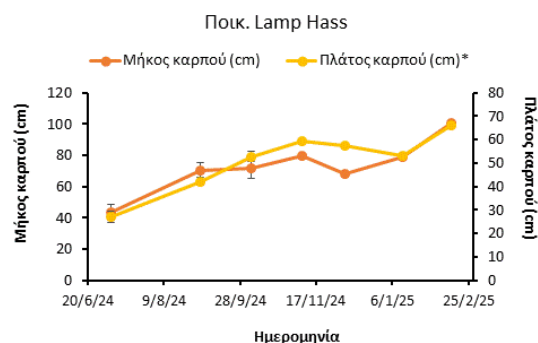
Η Εικόνα 3.14 παρουσιάζει την πορεία ανάπτυξης του καρπού και του σπέρματος της ποικιλίας Lamp Hass. Η μάζα του καρπού και του σπέρματος αυξήθηκαν από τις αρχές Ιουλίου (πρώτη μέτρηση 4/7) έως αρχές Νοεμβρίου, έπειτα παρέμειναν σχετικά σταθερές έως τις αρχές Ιανουαρίου, και αυξήθηκαν ξανά σημαντικά έως τα μέσα Φεβρουαρίου (Διάγραμμα 3.14.α). Το ποσοστό ξηράς ουσίας του μεσοκαρπίου αυξήθηκε από τις αρχές Ιουλίου έως τα μέσα Φεβρουαρίου φτάνοντας την τιμή 27,2%. Το ποσοστό ξηράς ουσίας του σπέρματος ομοίως αυξήθηκε από τις αρχές Ιουλίου έως τα μέσα Φεβρουαρίου (Διάγραμμα 3.14.β). Το μήκος και το πλάτος του καρπού αυξήθηκαν από τις αρχές Ιουλίου έως τις αρχές Νοεμβρίου, έπειτα παρέμειναν σταθερά έως τα μέσα Ιανουαρίου και έπειτα αυξήθηκαν έως τα μέσα Φεβρουαρίου. Το μήκος και το πλάτος του σπέρματος παρουσίασαν αύξηση από τα μέσα Ιανουαρίου έως στα μέσα Φεβρουαρίου (Διαγράμματα 3.14.γ, 3.14.δ). Η φωτεινότητα L* του χρώματος φλοιού μειώθηκε και η παράμετρος a* αυξήθηκε έως τα μέσα Ιανουαρίου και παρέμειναν σε παρόμοια επίπεδα μέχρι τα μέσα Φεβρουαρίου (Διάγραμμα 3.14.ε).



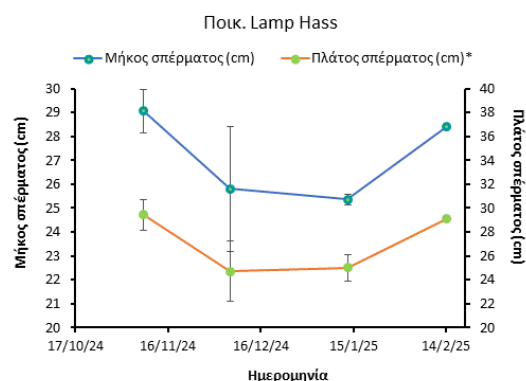
α)



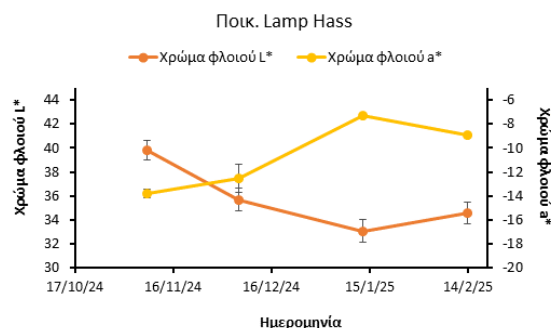
β)



γ)



δ)



ε)

Εικόνα 3.14. Μεταβολή με τον χρόνο μάζας, ποσοστού ξηράς ουσίας, μήκους και πλάτους καρπού και σπέρματος και παραμέτρων χρώματος φλοιού L* και a* καρπών αβοκάντο ποικιλίας Lamp Hass (Μέσος όρος±standard error, n=2).

3.5 Ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπών αβοκάντο στο στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης

Αν και η συγκομιδή των καρπών αβοκάντο είναι εκτεταμένη χρονικά, καθώς οι καρποί παραμένουν στο δένδρο χωρίς να ωριμάζουν, η φυσιολογική ωρίμανση των καρπών καθορίζεται από το ποσοστό ξηράς ουσίας και την ελαιοπεριεκτικότητα στο

μεσοκάρπιο (Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 387/2005). Στη συγκεκριμένη ενότητα αποτυπώνονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών στην εμπορική συγκομιδή (όταν ο καρπός είναι φυσιολογικά ώριμος) της κάθε ποικιλίας τα οποία περιλαμβάνουν το χρώμα φλοιού, τη μάζα, τις διαστάσεις, το σχήμα και το ποσοστό ξηράς ουσίας μεσοκαρπίου. Η ποικιλία Zutano ήταν η πιο πρώιμη από όλες και η συγκομιδή ολοκληρώθηκε στις 8/11/2024, ακολούθησε η Fuerte στις 6/12/2025, ενώ για τις ποικιλίες Bacon, Hass Lamp Hass η συγκομιδή ολοκληρώθηκε στις 14/2/2025 (Πίνακας 3.2).

Στην εμπορική συγκομιδή, οι καρποί της ποικιλίας Zutano είχαν την υψηλότερη παράμετρο L^* φωτεινότητας του φλοιού, ακολούθως η Bacon, ενδιάμεσες τιμές είχαν η Fuerte και η Hass, ενώ τη χαμηλότερη παράμετρο L^* είχαν οι καρποί της Lamp Hass. Η παράμετρος a^* του χρώματος του φλοιού σημείωσε τη χαμηλότερη τιμή στις ποικιλίες Zutano και Hass, ενδιάμεσες τιμές είχαν οι ποικιλίες Fuerte και Bacon και την υψηλότερη τιμή είχε η ποικιλία Lamp Hass (Πίνακας 3.2).

Πίνακας 3.2. Παράμετροι χρώματος φλοιού L^* και a^* των καρπών αβοκάντο στο στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης ανά ποικιλία.

Ημερομηνία	Ποικιλία	L^*	a^*
8/11/2024	Zutano	41,8±0,4	-16,0±0,6
6/12/2024	Fuerte	38,4±0,1	-13,4±0,7
14/2/2025	Bacon	40,0±1,3	-13,4±0,5
14/2/2025	Hass	37,6±1,9	-15,9±1,3
14/2/2025	Lamp Hass	34,5	-8,9

Αναφορικά με τη μάζα του καρπού, οι ποικιλίες Bacon και Lamp Hass παρουσίασαν τη μεγαλύτερη μάζα, έπειτα οι ποικιλίες Zutano και Fuerte, ενώ σχετικά μικρότερη μάζα εμφάνισε η ποικιλία Hass (Πίνακας 3.3). Το μήκος του καρπού ήταν υψηλότερο στις ποικιλίες Zutano, Fuerte και Lamp Hass, ελαφρώς μικρότερο στη Bacon, ενώ μικρότερο μήκος είχαν οι καρποί της ποικιλίας Hass (Πίνακας 3.3). Μεγαλύτερο πλάτος καρπού είχαν οι ποικιλίες Bacon, Hass και Lamp Hass και σχετικά μικρότερο πλάτος οι ποικιλίες Zutano και Fuerte (Πίνακας 3.3). Ο λόγος μήκος/πλάτος των καρπών αποτυπώνει το σχήμα τους, σύμφωνα με τον οποίο οι καρποί των ποικιλιών

Zutano και Fuerte είχαν πιο επίμηκες σχήμα, των ποικιλιών Bacon και Lamp Hass πιο ωοειδές, ενώ της ποικιλίας Hass πιο σφαιρικό (Πίνακας 3.3). Όσον αφορά το ποσοστό ξηράς ουσίας του μεσοκαρπίου στην εμπορική συγκομιδή, οι καρποί της ποικιλίας Bacon είχαν το υψηλότερο ποσοστό, έπειτα οι ποικιλίες Hass, Lamp Hass και Fuerte, και τη μικρότερη τιμή είχε η ποικιλία Zutano (Πίνακας 3.3).

Πίνακας 3.3. Μάζα, μήκος, πλάτος, λόγος μήκος/πλάτος και ποσοστό ξηράς ουσίας μεσοκαρπίου καρπών αβοκάντο στο στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης ανά ποικιλία.

Ημερομηνία	Ποικιλία	Μάζα καρπού (cm)	Μήκος καρπού (cm)	Πλάτος καρπού (cm)	Λόγος μήκος/πλάτος	Ξ.Ο. μεσοκαρπίου (%)
8/11/2024	Zutano	187±30	101±14	59,6±6	1,7±0,05	21,5±2,5
6/12/2024	Fuerte	180±12	106±3	59,4±3,5	1,8±0,15	24,3±0,1
14/2/2025	Bacon	219±7	95,5±8	65,7±0,3	1,5±0,15	28,9±0,9
14/2/2025	Hass	162±7	79,4±11	60,0±2,8	1,3±0,15	25,8±0,1
14/2/2025	Lamp Hass	229	101	66,3	1,50	24,7

3.6 Πορεία ωρίμανσης των καρπών αβοκάντο των ποικιλιών Fuerte και Zutano μέσω καταγραφής ξηράς ουσίας, ελαιοπεριεκτικότητα και ποιοτικών χαρακτηριστικών

Οι ποικιλίες αβοκάντο Fuerte και Zutano είναι αρκετά δημοφιλείς και επιλέχθηκαν στη συγκεκριμένη εργασία για την παρακολούθηση της πορείας ωρίμανσης των καρπών τους. Όταν οι καρποί συγκομίζονται πριν την φυσιολογική ωρίμανση, δεν μπορούν να ωριμάσουν κανονικά μετασυλλεκτικά και δεν αναπτύσσουν ικανοποιητικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά για εμπορία και κατανάλωση. Τα αβοκάντο πρέπει να βρίσκονται σε στάδιο φυσιολογικής ωρίμανσης, ώστε να εξασφαλίζεται ότι η διαδικασία ωρίμανσης θα συνεχιστεί έως να φθάσει στο τέλος της. Ο βαθμός ωρίμανσης και ανάπτυξης των αβοκάντο μπορεί να εκτιμηθεί από την περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία. Σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 387/2005 για τον καθορισμό των προτύπων εμπορίας που εφαρμόζονται για τα αβοκάντο, ο καρπός πρέπει να έχει ελάχιστη περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία 20% για τις ποικιλίες Fuerte, Pinkerton, Reed και Edranol, και 19% για τις λοιπές ποικιλίες εκτός των ποικιλιών Αντιλλών οι οποίες επιτρέπεται να έχουν μικρότερη περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία. Επίσης, η

ελαιοπεριεκτικότητα του καρπού, πρέπει να υπερβαίνει το 8% (Τζατζάνη κ.α., 2024). Επομένως, ο προσδιορισμός της ωρίμανσης του αβοκάντο κρίνεται σημαντικός για τους παραγωγούς, καθορίζοντας τον χρόνο συγκομιδής.

Οι δειγματοληψίες των καρπών και για τις δύο ποικιλίες γίνονταν εβδομαδιαία και διήρκησαν για 7 εβδομάδες από τις 26/9/2024 έως τις 7/11/2024. Όπως προαναφέρθηκε, κάθε εβδομάδα ένας καρπός από κάθε ποικιλία παρέμενε ως μάρτυρας φυσικής ωρίμανσης (ζωή στο ράφι), για τον οργανοληπτικό έλεγχο. Ο καρπός ελεγχόταν καθημερινά μέχρι να καταστεί πιο μαλακός, καταγραφόταν το τελικό του βάρος και αξιολογούνταν ως προς τα οργανοληπτικά του χαρακτηριστικά. Κατά την παραμονή τους στο ράφι, οι καρποί παρουσίαζαν μεγάλη απώλεια μάζας, η οποία για την ποικιλία Fuerte ξεπερνούσε το 19,1% σε όλη την περίοδο των δειγματοληψιών, εκτός από την τελευταία εβδομάδα (7/11+7 ημ. ZP) που η απώλεια ήταν 11,7% (Πίνακας 3.4.). Την τελευταία εβδομάδα οι καρποί μαλάκωσαν πιο σύντομα και ενδεχομένως να οδήγησε και σε μικρότερη απώλεια μάζας. Ομοίως, στην ποικιλία Zutano οι καρποί παρουσίαζαν σημαντική απώλεια μάζας με την παραμονή στο ράφι σε όλη την περίοδο δειγματοληψιών (Πίνακας 3.5.). Ωστόσο, στην ποικιλία Zutano, από την 4^η εβδομάδα και έπειτα, η διάρκεια παραμονής του καρπού στο ράφι μέχρι το μαλάκωμα της σάρκας και την κοπή του ήταν πιο σύντομη σε σχέση με την ποικιλία Fuerte (Πίνακας 3.4. και 3.5.).

Πίνακας 3.4. Απώλεια μάζας καρπού με τη ζωή στο ράφι κατά τη διάρκεια μελέτης της ωρίμανσης των καρπών αβοκάντο της ποικιλίας Fuerte.

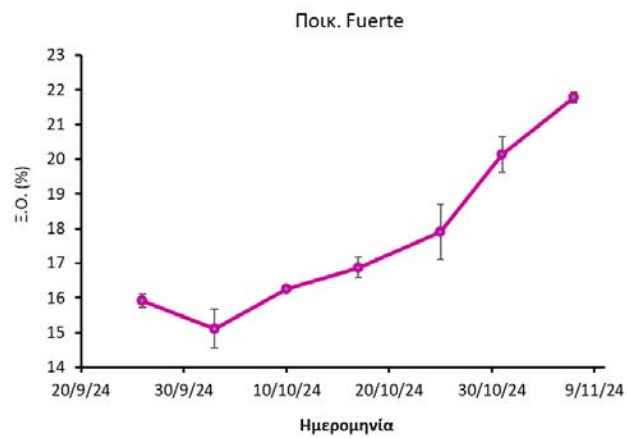
Ημερ/νία συλλογής και διάρκεια (σε ημέρες) ζωής στο ράφι (ZP)	Μάζα καρπού (g) στη συλλογή και μετά τη ζωή στο ράφι (ZP)	Απώλεια μάζας (%)
26 Σεπ. 24	216	
26 Σεπ. 24+11 ημ. ZP	166	-22,9
3 Οκτ. 24	180	
3 Οκτ. 24+12 ημ. ZP	139	-22,8
10 Οκτ. 24	173	
10 Οκτ. 24+9 ημ. ZP	134	-22,6
17 Οκτ. 24	190	
17 Οκτ. 24+12 ημ. ZP	148	-21,8

25 Οκτ. 24	223	
25 Οκτ. 24+11 ημ. ZP	180	-19,1
1 Νοέ. 24	195	
1 Νοέ. 24+12 ημ. ZP	156	20,3
7 Νοέ. 24	185	
7 Νοέ. 24+ 7 ημ. ZP	163	-11,7

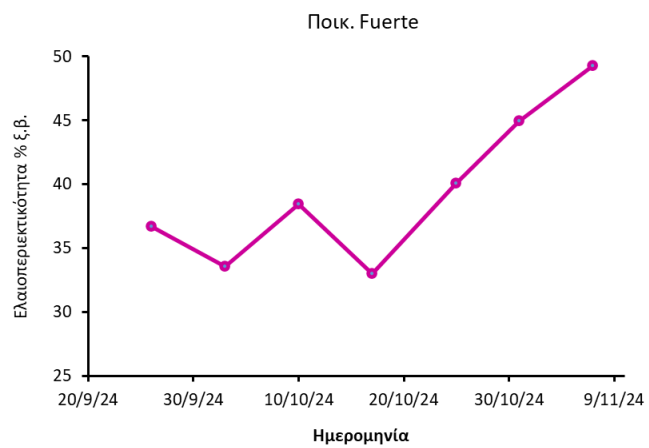
Πίνακας 3.5. Απώλεια μάζας καρπού με τη ζωή στο ράφι κατά τη διάρκεια μελέτης της ωρίμανσης των καρπών αβοκάντο της ποικιλίας Zutano.

Ημερ/νία συλλογής και διάρκεια (σε ημέρες) ζωής στο ράφι (ZP)	Μάζα καρπού (g) στη συλλογή και μετά τη ζωή στο ράφι (ZP)	Απώλεια μάζας (%)
26 Σεπ. 24	267	
26 Σεπ. 24 + 11 ημ. ZP	194	-27,3
3 Οκτ. 24	256	
3 Οκτ. 24 + 12 ημ. ZP	121	-52,6
10 Οκτ. 24	228	
10 Οκτ. 24+9 ημ. ZP	175	-23,1
17 Οκτ. 24	212	
17 Οκτ. 24 + 8 ημ. ZP	172	-18,9
25 Οκτ. 24	293	
25 Οκτ. 24 + 8 ημ. ZP	250	-14,6
31 Οκτ. 24	190	
31 Οκτ. 24 + 8 ημ. ZP	163	-14,2
7 Νοέ. 24	210	
7 Νοέ. 24 + 8 ημ. ZP	170	-19,3

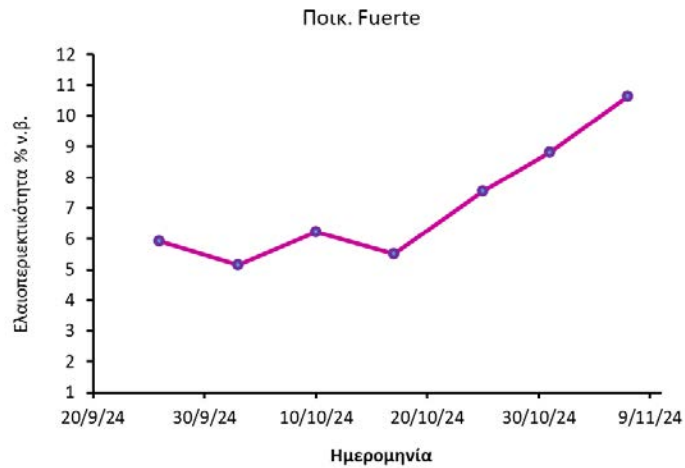
Στην ποικιλία Fuerte, το ποσοστό ξηράς ουσίας μεσοκαρπίου σημείωσε αυξητική τάση από την 3^η έως την 7^η εβδομάδα (Εικόνα 3.15) και ξεπέρασε το όριο του 20% την 6^η εβδομάδα συλλογής, στις 31/10/2024. Η ελαιοπεριεκτικότητα (Εικόνα 3.15.β και 3.15.γ) παρουσίασε σημαντική αύξηση από την 5^η έως την 7^η εβδομάδα και έφτασε σχεδόν το 8% ν.β. την 5^η εβδομάδα, δηλαδή στις 25/10/2024.



α)



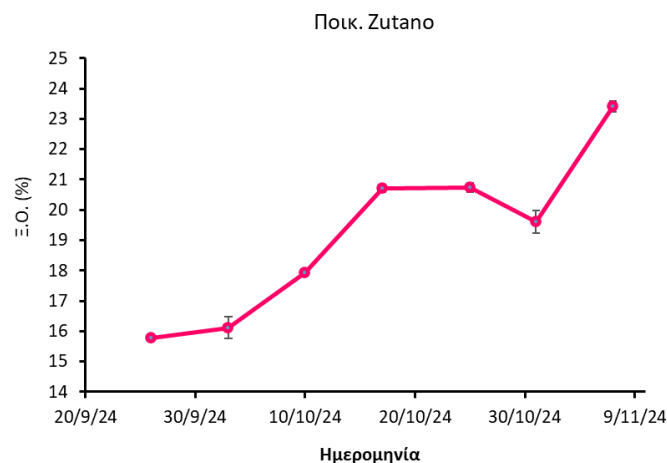
β)



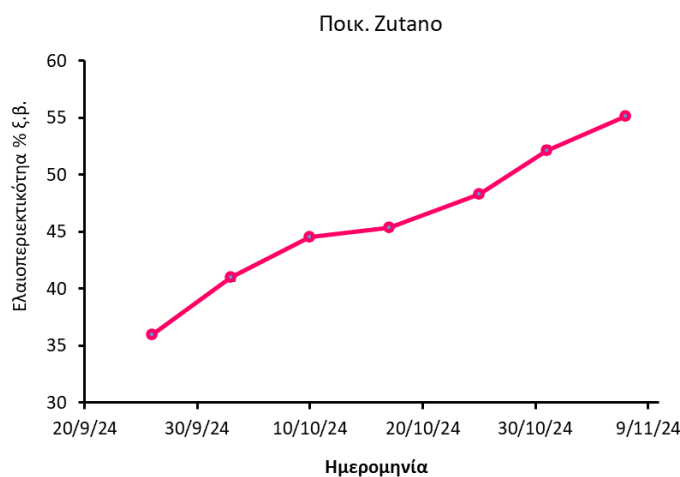
γ)

Εικόνα 3.15. Ξηρά ουσία, ελαιοπεριεκτικότητα % ξ.β. και ελαιοπεριεκτικότητα % ν.β. των αβοκάντο ποικιλίας Fuerte.

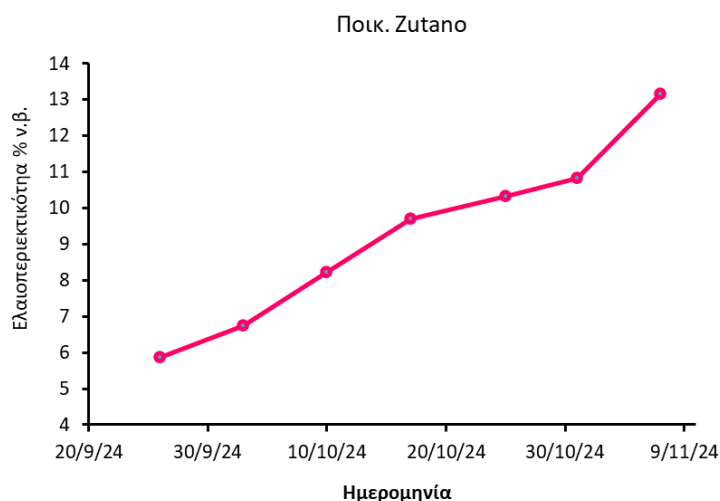
Στην ποικιλία Zutano, το ποσοστό ξηράς ουσίας του μεσοκαρπίου σημείωσε αυξητική τάση από την 3^η έως την 4^η εβδομάδα, ξεπερνώντας το όριο του 19%, έπειτα δεν μεταβλήθηκε αξιοσημείωτα έως την 6^η εβδομάδα, ενώ αυξήθηκε σημαντικά την 7^η εβδομάδα (Εικόνα 3.16.). Η ελαιοπεριεκτικότητα (Εικόνα 3.16.β και 3.16.γ) παρουσίασε αυξητική τάση από την 1^η έως την 7^η εβδομάδα και ξεπέρασε το 8% ν.β. ήδη από την 3^η εβδομάδα, στις 10/10/2024.



α)



β)



γ)

Εικόνα 3.16. Ξηρά ουσία, ελαιοπεριεκτικότητα % ξ.β. και ελαιοπεριεκτικότητα % ν.β. των αβοκάντο ποικιλίας Zutano.

Όσον αφορά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των καρπών της ποικιλίας Fuerte, έως την 3^η εβδομάδα δειγματοληψιών (10/10/2024), ο καρπός χρειαζόταν περισσότερες από 10 ημέρες ZP για να μαλακώσει εξωτερικά, ενώ παρουσίαζε εξωτερικά συρρίκνωση και καφέτιασμα του φλοιού, και εσωτερικά δύσκολη απόσπαση του σπέρματος από τη σάρκα, δυσκολία λήψης της σάρκας με το κουτάλι, και λαστιχωτή σάρκα. Κατά την 4^η και 5^η εβδομάδα δειγματοληψιών οι καρποί μαλάκωσαν μετά από 9 και 12 ημέρες αντίστοιχα και εσωτερικά η σάρκα είχε ικανοποιητικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά που συνοδεύονταν από μαλακή, μη λαστιχωτή σάρκα,

με κιτρινοπράσινο χρώμα και εύγευστη, αλλά εξωτερικά παρουσίαζαν συρρίκνωση και καφέτιασμα στον φλοιό. Από την 6^η εβδομάδα συλλογής και μετά, οι καρποί παρουσίασαν εξαιρετική μετασυλλεκτική συμπεριφορά, χωρίς να παρουσιάζουν κάποια συρρίκνωση, με αντιπροσωπευτικό της ποικιλίας χρώμα φλοιού και εξαιρετική ποιότητα σάρκας (Φωτογραφίες 2.19).

Στην περίπτωση της ποικιλίας Zutano, την 1^η εβδομάδα δειγματοληψιών (26/9/2024), ο καρπός χρειάστηκε 11 ημέρες ZP για να μαλακώσει εξωτερικά, ενώ παρουσίασε συρρίκνωση και καφέτιασμα του φλοιού, και εσωτερικά δύσκολη απόσπαση του σπέρματος από τη σάρκα, δυσκολία λήψης της σάρκας με το κουτάλι, και λαστιχωτή σάρκα. Κατά την 2^η εβδομάδα δειγματοληψίας ο καρπός μαλάκωσε εξωτερικά μετά από 12 ημέρες ZP και εσωτερικά η σάρκα είχε μαλακώσει κατά το ήμισυ (προς το ποδίσκο), ενώ η υπόλοιπη ήταν λαστιχωτή. Το σπέρμα μπορούσε να αποχωριστεί και εξωτερικά ο φλοιός δεν παρουσίασε κάποιο μεταχρωματισμό. Από την 3^η έως την 4^η εβδομάδα συλλογής οι καρποί μαλάκωσαν μετά από 9 και 8 ημέρες αντίστοιχα και εσωτερικά η σάρκα είχε ικανοποιητικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά που συνοδεύονταν από μαλακή, μη λαστιχωτή σάρκα, με κιτρινοπράσινο χρώμα και εύγευστη, αλλά εξωτερικά παρουσίαζαν συρρίκνωση και καφέτιασμα στον φλοιό. Από την 5^η εβδομάδα (26/10/2024) έως την 6^η εβδομάδα, οι καρποί παρουσίασαν εξαιρετική μετασυλλεκτική συμπεριφορά χωρίς να παρουσιάζουν κάποια συρρίκνωση, με αντιπροσωπευτικό της ποικιλίας χρώμα φλοιού και εξαιρετική ποιότητα σάρκας (Φωτογραφίες 2.18). Την 7^η εβδομάδα, ο καρπός μετά από 8 ημέρες ZP υπερωρίμασε παρουσιάζοντας καφετί κηλίδες εξωτερικά, υψηλής έντασης μαλάκωμα σάρκας, έντονο κίτρινο χρώμα σάρκας με μαύρα στίγματα.

3.7. Μεταβολή των χαρακτηριστικών των καρπών με την πορεία ωρίμανσης

Στην ποικιλία Fuerte, οι καρποί παρουσίασαν τη μεγαλύτερη μάζα και μήκος την 5^η εβδομάδα δειγματοληψιών (25/10/2024) και τη μικρότερη μάζα και μήκος τη 2^η εβδομάδα, στις 3/10/24, ενώ στις υπόλοιπες εβδομάδες η μάζα και το μήκος καρπού ήταν παρόμοια. Το πλάτος καρπού, η μάζα σπέρματος και οι διαστάσεις σπέρματος δεν παρουσίασαν αξιοσημείωτες μεταβολές με την ημερομηνία δειγματοληψίας (Πίνακας 3.6.).

Πίνακας 3.6. Μεταβολή των χαρακτηριστικών των καρπών: μάζα, μήκος, πλάτος και λόγος μήκος/πλάτος καρπού και σπέρματος με την πορεία ωρίμανσης της ποικιλίας Fuerte.

Ημερομηνία	Μάζα καρπού (g)	Μήκος καρπού (mm)	Πλάτος καρπού (mm)	Μάζα σπέρματος (g)	Μήκος σπέρματος (mm)	Πλάτος σπέρματος (mm)
26 Σεπ. 24	168ab	105ab	59,7	22,2	43,1	31,1
3 Οκτ. 24	158b	100b	57,7	28,0	43,2	33,0
10 Οκτ. 24	173ab	106ab	57,9	27,7	47,1	32,6
17 Οκτ. 24	179ab	106 ab	59,1	29,9	47,7	33,7
25 Οκτ. 24	203a	113a	62,2	35,5	47,2	35,9
31 Οκτ. 24	186ab	108 ab	60,6	33,1	47,4	36,2
7 Νοέ. 24	178ab	103 ab	58,9	28,8	44,6	33,2
Σημαντ.	*	*	NS	NS	NS	NS

Στην ποικιλία Zutano, η μάζα και το μήκος καρπού και σπέρματος ήταν παρόμοια μεταξύ των ημερομηνιών δειγματοληψίας. Όσον αφορά το πλάτος, οι καρποί σημείωσαν τις υψηλότερες τιμές κατά τη 2^η και 5^η εβδομάδα δειγματοληψιών και τη μικρότερη τιμή την 4^η εβδομάδα, χωρίς να παρουσιάζουν αξιόλογες μεταβολές τις υπόλοιπες εβδομάδες (Πίνακας 3.7.). Το πλάτος του σπέρματος είχε την υψηλότερη τιμή τη 2^η εβδομάδα και τη χαμηλότερη την 7^η εβδομάδα δειγματοληψίας. Κατά τις υπόλοιπες εβδομάδες δειγματοληψίας δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στο πλάτος του σπέρματος (Πίνακας 3.7).

Πίνακας 3.7. Μεταβολή των χαρακτηριστικών των καρπών: μάζα, μήκος, πλάτος και λόγος μήκος/πλάτος καρπού και σπέρματος με την πορεία ωρίμανσης της ποικιλίας Zutano

Ημερομηνία	Μάζα καρπού (g)	Μήκος καρπού (mm)	Πλάτος καρπού (mm)	Μάζα σπέρματος (g)	Μήκος σπέρματος (mm)	Πλάτος σπέρματος (mm)
26 Σεπ. 24	191	108	61,4ab	28,8	51,0	31,4ab
3 Οκτ. 24	213	111	63,0a	41,2	57,2	36,3a

10 Οκτ. 24	186	111	58,8ab	34,6	55,4	33,8ab
17 Οκτ. 24	166	115	54,3b	18,8	53,0	26,3ab
25 Οκτ. 24	166	120	63,1a	33,6	56,5	31,6ab
31 Οκτ. 24	187	115	58,9ab	28,9	53,7	31,2ab
7 Νοέ. 24	188	115	57,8ab	32,2	38,6	23,0b
Σημαντ.	NS	NS	**	NS	NS	*

4. Συζήτηση

Η συγκριτική αξιολόγηση των πέντε ποικιλιών αβοκάντο ανέδειξε σημαντικές μορφολογικές και φυσιολογικές διαφοροποιήσεις οι οποίες επηρεάζουν άμεσα τόσο την ανάπτυξη των δέντρων όσο και την ποιότητα των καρπών. Το αβοκάντο χαρακτηρίζεται από συνεχή και κυκλική βλάστηση. Η ένταση και η διάρκεια των βλαστικών κύκλων διαφέρουν ανά ποικιλία. Η Hass έχει πιο έντονους αλλά περιοδικούς κύκλους, ενώ η Zutano και η Bacon παρουσιάζουν πιο παρατεταμένη ανάπτυξη (Salazar et al., 2013). Η βλαστική ανάπτυξη ανταγωνίζεται την αναπαραγωγική ανάπτυξη, δηλαδή όταν το δέντρο έχει έντονη βλαστική δραστηριότητα, μειώνεται το ποσοστό καρπόδεσης. Οι ποικιλίες με πρόωμη άνθιση όπως η Fuerte συχνά περιορίζουν γρήγορα τη βλαστική ανάπτυξή τους ώστε να ευνοήσουν την ανθοφορία (Salazar et al., 2013). Η βλαστική ανάπτυξη σύμφωνα με τους Whitley and Schaffer (2003) διαφέρει από ποικιλία σε ποικιλία και ανάμεσα στις πέντε αυτές ποικιλίες που μελετήθηκαν, η Fuerte και η Zutano παρουσιάζουν έντονη βλαστική ανάπτυξη, ακολουθεί η Bacon με μέτρια έως καλή ανάπτυξη, ενώ η Hass και η Lamp Hass έχουν περιορισμένη. Στην παρούσα εργασία, οι μελετώμενες ποικιλίες διαφοροποιήθηκαν ως προς την περίοδο που παρουσίασαν την πιο έντονη αύξηση του μήκους και του πάχους των μεσογονατίων και των γονάτων των περσινών και των φετινών βλαστών. Χαρακτηριστικό ήταν το γεγονός ότι σε όλες τις ποικιλίες το ποσοστό ξηράς ουσίας των μεσογονατίων και των γονάτων του περσινού και του φετινού βλαστού σημείωσε μία απότομη αύξηση στα μέσα Φεβρουαρίου. Η κατανόηση της βλαστικής συμπεριφοράς των ποικιλιών στην περιοχή μελέτης, στην Άρτα, μπορεί να βοηθήσει τους παραγωγούς να προσδιορίσουν τον βέλτιστο χρόνο υλοποίησης των καλλιεργητικών εργασιών, όπως τη λίπανση.

Όσον αφορά τη φυσιολογία των δέντρων, οι ποικιλίες Hass και Lamp Hass έχουν παρόμοια φυσιολογία δηλαδή μικρά φύλλα και συμπαγή κόμη. Παρουσιάζουν ανθεκτικότητα σε ξηροθερμικές συνθήκες και έχουν περιορισμένη βλαστική ανάπτυξη. Οι κλιματικοί παράγοντες επηρεάζουν άμεσα τη βλαστική δραστηριότητα. Για παράδειγμα σε υποτροπικά κλίματα η έντονη βλάστηση εμφανίζεται την άνοιξη και το καλοκαίρι, ενώ σε τροπικά μπορεί να είναι πιο συνεχής (Salazar et al., 2013). Η Lamp Hass καθυστερεί λίγο στην άνθιση (Ανθίζει Μάρτιο), ωστόσο σύμφωνα με τις παρατηρήσεις που λήφθηκαν στην Άρτα τόσο η Lamp Hass όσο και η Zutano εμφάνισαν άνθη τέλη Ιανουαρίου με αρχές Φεβρουαρίου. Για τη Zutano υπήρξε

καθυστερήση στην άνθιση διότι ανθίζει Δεκέμβριο. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι η Zutano παρουσιάζει ζοηρότητα και αποτελεί πολύ καλό επικονιαστή λόγω αφθονίας ανθοφορίας και μακράς περιόδου ανθοφορίας. Η Fuerte όπως και η Zutano παρουσιάζει έντονη βλαστική δραστηριότητα με πολλά φύλλα και μεγάλους βλαστούς. Ακόμη, η Bacon αναφέρεται ότι διαθέτει μεγάλα φύλλα αλλά λεπτότερα, με ευαισθησία στις χαμηλές θερμοκρασίες και πρόωμη άνθιση (Δεκέμβριο) (Whiley et al., 2003). Ωστόσο, στις μετρήσεις που έγιναν δεν σημειώθηκε άνθιση από τον Δεκέμβριο μέχρι τον Φεβρουάριο που έγινε η τελευταία μέτρηση. Η πρόωμη ή όψιμη άνθιση οφείλεται σε γενετικούς, κλιματικούς και φυσιολογικούς παράγοντες. Σε περίπτωση δηλαδή ήπιου χειμώνα η άνθιση είναι πρόωμη ενώ σε πιο ψυχρό χειμώνα η άνθιση είναι όψιμη. Το αβοκάντο χρειάζεται μια περίοδο σχετικού κρύου για να επάγει την άνθιση. Δέντρα με υπερβολική βλάστηση μπορεί να καθυστερήσουν την άνθιση λόγω ανταγωνισμού. Επίσης, θρεπτικά στοιχεία όπως βόριο και κάλιο ευνοούν την έγκαιρη και ομοιόμορφη άνθιση (Salazar et al., 2013).

Η χλωροφύλλη στα φύλλα είναι δείκτης της φωτοσυνθετικής ικανότητας και συνδέεται άμεσα με τη θρέψη, τη βλαστική ανάπτυξη και την ποιότητα του καρπού. Αν και η μεταβολή με την εποχή μέτρησης των φυσιολογικών χαρακτηριστικών των φύλλων διαφοροποιήθηκε αρκετά μεταξύ των διαφορετικών ποικιλιών αβοκάντο, τα φύλλα των ποικιλιών Lamp Hass και Bacon είχαν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις χλωροφύλλης, εκφρασμένων με τιμές SPAD, ακολούθησε η Fuerte χωρίς να διαφέρει σημαντικά από τις προαναφερθείσες ποικιλίες και έπειτα η ποικιλία Hass, ενώ τη χαμηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης στα φύλλα σημείωσε η ποικιλία Zutano. Αναφορικά με την εποχιακή μεταβολή των τιμών SPAD, παρατηρήθηκε ότι η Hass και η Lamp Hass παρουσίασαν έντονες και απότομες αυξομειώσεις, η Fuerte και η Zutano ξεκίνησαν με χαμηλές τιμές και στη συνέχεια αυξήθηκαν, τέλος η Bacon δεν σημείωσε έντονες διακυμάνσεις. Σύμφωνα με έρευνες οι πιο εμπορικές ποικιλίες Hass και Lamp Hass συνήθως έχουν πιο σταθερά αλλά ελαφρώς χαμηλότερα επίπεδα χλωροφύλλης, λόγω πιο ισορροπημένου ρυθμού βλάστησης και καρποφορίας. (Salazar et al., 2013). Η Bacon και η Zutano εμφανίζουν συχνά υψηλά επίπεδα χλωροφύλλης σε νεαρά φύλλα, διότι χρειάζονται μεγαλύτερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα για να υποστηρίξουν τη βλάστηση. Τέλος στη Fuerte η χλωροφύλλη μπορεί να μειώνεται νωρίτερα, λόγω της πρόωμης άνθισης και μετατόπισης των θρεπτικών προς την αναπαραγωγική ανάπτυξη (Salazar et al., 2013).

Στο αβοκάντο η αύξηση του καρπού είναι διπλοσυνεχής με την πρώτη φάση να γίνεται ταχεία αύξηση σε μέγεθος και τη δεύτερη φάση με πιο αργή ανάπτυξη αλλά με σημαντική συσσώρευση ξηράς ουσίας και ελαίου.(Rodriguez-Lopez et al. 2017) Στην παρούσα έρευνα, στις μετρήσεις ανάπτυξης καρπού, με βάση τη μάζα καρπού και σπέρματος, διαπιστώθηκε ότι μετά από μια περίοδο ταχείας ανάπτυξης, οι ποικιλίες Bacon, Hass και Lamp Hass παρουσίασαν μία περίοδο βραδείας ανάπτυξης του καρπού η οποία για τη Hass ήταν από τις αρχές Οκτωβρίου έως τις αρχές Δεκεμβρίου, για την Bacon και τη Lamp Hass από αρχές Νοεμβρίου με μέσα Ιανουαρίου, και έπειτα ο καρπός αναπτύχθηκε περαιτέρω φτάνοντας το μέγιστο στα μέσα Φεβρουαρίου. Η Fuerte παρουσίασε ένα διαφορετικό μοτίβο ανάπτυξης του καρπού, δηλαδή ο καρπός αναπτύχθηκε ραγδαία έως τις αρχές Οκτωβρίου και έπειτα σταθεροποιήθηκε. Επίσης, σε όλες τις ποικιλίες η συσσώρευση ξηράς ουσίας στο μεσοκάρπιο είχε ξεπεράσει το 20% πριν τις 8 Νοεμβρίου, ενώ η μάζα του καρπού συνέχισε να αυξάνεται. Στην εμπορική συγκομιδή της κάθε ποικιλίας, το υψηλότερο ποσοστό ξηράς ουσίας του μεσοκαρπίου παρουσίασε η ποικιλία Bacon (31,3%), έπειτα οι ποικιλίες Hass (29,3%), Lamp Hass (27,2%) και Fuerte (27,1%), και τη μικρότερη τιμή είχε η ποικιλία Zutano (25,4%). Αναφορικά με τη μάζα του καρπού στην εμπορική συγκομιδή, οι ποικιλίες Bacon και Lamp Hass παρουσίασαν τη μεγαλύτερη μάζα, έπειτα οι ποικιλίες Zutano και Fuerte, ενώ σχετικά μικρότερη μάζα εμφάνισε η ποικιλία Hass.

Οι παράμετροι χρώματος δείχνουν την φωτεινότητα και την απόχρωση πράσινου-κόκκινου. Καθώς το αβοκάντο ωριμάζει, το εξωκάρπιο αλλάζει χρώμα από πράσινο σε μωβ-μαύρο. Αυτή η αλλαγή σχετίζεται με την αποδόμηση της χλωροφύλλης και τη συσσώρευση ανθοκυανινών η οποία ευθύνεται για την ανάπτυξη του μωβ χρώματος. Η αύξηση της συγκέντρωσης της ανθοκυανίνης παρατηρείται μετά από 3-6 ημέρες κατά τη συγκομιδή, ανάλογα τη θερμοκρασία ωρίμανσης. (Chen et al. 2025) Έτσι, το L^* μειώνεται σταδιακά όσο ωριμάζει ο καρπός, από πράσινο γίνεται μαύρο ενώ, το a^* που παίρνει αρνητικές τιμές αυξάνεται καθώς το πράσινο χρώμα μειώνεται και το κόκκινο-μωβ εντείνεται. Αυτό υποδηλώνει την αύξηση της συγκέντρωσης των ανθοκυανινών και τη μείωση της χλωροφύλλης κατά την ωρίμανση. (Chen et al. 2025) Όσον αφορά το χρώμα των καρπών, στην εμπορική συγκομιδή οι καρποί της ποικιλίας Zutano είχαν την υψηλότερη παράμετρο L^* φωτεινότητας του φλοιού, ακολούθως η Bacon, ενδιάμεσες τιμές είχαν η Fuerte και η Hass, ενώ τη χαμηλότερη παράμετρο L^* είχαν οι καρποί της Lamp Hass. Επιπλέον, η παράμετρος a^* του χρώματος του

φλοιού σημείωσε τη χαμηλότερη τιμή στις ποικιλίες Zutano και Hass υποδεικνύοντας πιο πράσινο χρώμα, ενδιάμεσες τιμές είχαν οι ποικιλίες Fuerte και Bacon και το λιγότερο πράσινο χρώμα (λιγότερο αρνητικό a^*) είχε η ποικιλία Lamp Hass.

Οι μετρήσεις των μορφολογικών χαρακτηριστικών των καρπών έδειξαν ότι το μήκος του καρπού ήταν μεγαλύτερο στις ποικιλίες Zutano, Fuerte και Lamp Hass, ελαφρώς μικρότερο στη Bacon, ενώ μικρότερο μήκος είχαν οι καρποί της ποικιλίας. Μεγαλύτερο πλάτος καρπού είχαν οι ποικιλίες Bacon, Hass και Lamp Hass και σχετικά μικρότερο πλάτος οι ποικιλίες Zutano και Fuerte. Με βάση τον λόγο μήκος/πλάτος του καρπού, οι καρποί των ποικιλιών Zutano και Fuerte είχαν πιο επίμηκες σχήμα, των ποικιλιών Bacon και Lamp Hass πιο ωοειδές, ενώ η ποικιλία Hass πιο σφαιρικό. Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία η μάζα μεσοκαρπίου και σπέρματος για την Hass και τη Lamp Hass τείνουν να έχουν μεγαλύτερη αναλογία μεσοκαρπίου προς σπέρμα, κάτι που αυξάνει την εμπορική τους αξία. (Bangar S.P. et al. 2022) Το πάχος και το μήκος του καρπού είναι μικρότερο και είναι πιο συμπαγείς σε σχέση με τις άλλες ποικιλίες. Η Fuerte και η Zutano έχουν μεν μεγαλύτερους καρπούς αλλά η παρουσία μεγάλου σπέρματος και η περιορισμένη μεταβολή χρώματος μειώνουν την καταναλωτική προτίμηση. Τέλος, η Bacon καταλαμβάνει ενδιάμεση θέση με μέτρια χαρακτηριστικά και πιο σταθερό πράσινο χρώμα κατά την ωρίμανση (Whiley et al., 2002). Παράγοντες διαφοροποίησης μπορεί να είναι το γενετικό υπόβαθρο των διαφορετικών τύπων αβοκάντο. Οι ποικιλίες τύπου Γουατεμάλας (Hass, Lamp Hass) χαρακτηρίζονται από υψηλή ξηρά ουσία και ελαιοπεριεκτικότητα αλλά μικρότερο μέγεθος καρπού. Οι τύπου Μεξικού (Zutano, Bacon) έχουν μεγαλύτερο καρπό με χαμηλότερη περιεκτικότητα σε έλαιο. Η Fuerte (υβρίδιο) δείχνει ενδιάμεσες τιμές, συνδυάζοντας χαρακτηριστικά και των δύο ομάδων (Kaiser and Wolstenholme, 1994).

Σε περίπτωση που οι καρποί συγκομιστούν πριν την φυσιολογική τους ωρίμανση, δεν θα μπορέσουν να ωριμάσουν κανονικά μετασυλλεκτικά και δεν θα αποκτήσουν ικανοποιητικά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά για εμπορία και κατανάλωση. Για τον λόγο αυτό το αβοκάντο πρέπει να βρίσκεται στο στάδιο φυσιολογικής ωρίμανσης, ώστε να εξασφαλίζεται ότι η διαδικασία ωρίμανσης θα συνεχιστεί έως να φθάσει στο τέλος της (Lee and Young, 1983). Η Fuerte εμφάνισε υψηλότερη περιεκτικότητα ελαίων κατά την ωρίμανση, στοιχείο που συνδέεται με την πλούσια και βουτυρώδη γεύση της. Το στάδιο ωρίμανσης για τα αβοκάντο δεν ορίζεται ημερομηνιακά. Για την ποικιλία Fuerte η φυσιολογική ωρίμανση ορίζεται ως η συγκέντρωση του καρπού σε ξηρά ουσία $\geq 20\%$.

Η συγκομιδή μετά τη φυσιολογική ωρίμανση εξασφαλίζει καρπούς που θα ωριμάσουν κανονικά και θα ικανοποιήσουν τους καταναλωτές. Το ποσοστό της ξηράς ουσίας μεσοκαρπίου σημείωσε αυξητική τάση από την 3^η εβδομάδα κιόλας και ξεπέρασε το όριο του 20% την 6^η εβδομάδα συλλογής. Η ελαιοπεριεκτικότητα παρουσίασε σημαντική αύξηση από την 5^η εβδομάδα και έφτασε σχεδόν το 8% ν.β. την 5^η εβδομάδα. Στην ποικιλία Zutano, το ποσοστό της Ξ.Ο. σημείωσε αυξητική τάση από την 3^η εβδομάδα, ξεπερνώντας το όριο του 19%, από την 4^η και έπειτα δεν παρουσίασε έντονες μεταβολές έως την 6^η εβδομάδα, ενώ αυξήθηκε σημαντικά την 7^η εβδομάδα. Η ελαιοπεριεκτικότητα παρουσίασε αυξητική τάση από την 1^η εβδομάδα και ξεπέρασε το 8% ν.β. ήδη από την 3^η εβδομάδα. Η Fuerte ξεπερνά την Zutano σε εμπορική ποιότητα και διατροφική αξία λόγω υψηλότερης ελαιοπεριεκτικότητας. Οι διαφορές οφείλονται στο γενετικό υπόβαθρο και στη φυσιολογία του καρπού. Η Fuerte ως υβρίδιο έχει μεγαλύτερη ικανότητα συσσώρευσης λιπαρών οξέων, ενώ η Zutano παραμένει πιο υδαρής. Αυτό συνδέεται με τη συσχέτιση βλάστησης καρποφορίας διότι η Zutano κατευθύνει περισσότερους πόρους στη βλάστηση παρά στον καρπό. Στους περισσότερους κανονισμούς (Καλιφόρνια, Ισπανία, Χιλή) τα αβοκάντο πρέπει να έχουν τουλάχιστον 20-23% ξηρά ουσία πριν την συγκομιδή. Η ξηρά ουσία χρησιμοποιείται διεθνώς ως δείκτης ωριμότητας και συγκομιδής (Lee and Young, 1983) Η Zutano έχει από τις χαμηλότερες τιμές σε ξηρά ουσία, δηλαδή 15-20% και λάδι λιγότερο από 10%. Γι' αυτό και όπως αναφέρθηκε πιο πάνω χαρακτηρίζεται πιο υδαρής (Xagoraris et al., 2022). Η Fuerte έχει μέτρια ξηρά ουσία 20-25% και ελαιοπεριεκτικότητα χαμηλότερη από 15-20%. Σε πιο ψυχρές περιοχές η συσσώρευση ελαίου καθυστερεί, ενώ η έκθεση των καρπών στον ήλιο (βρίσκονται σε πιο ηλιόλουστες θέσεις) οδηγεί σε μεγαλύτερη ξηρά ουσία του καρπού. Επίσης, το φορτίο του δέντρου επηρεάζει την ελαιοπεριεκτικότητα, δηλαδή με υπερβολικό φορτίο οι καρποί είναι μικρότεροι και με χαμηλότερη περιεκτικότητα σε λάδι (Slater et al., 1983). Τέλος, οι διαφορές σε ελαιοπεριεκτικότητα οφείλονται σε γενετικούς παράγοντες και γι' αυτό η Zutano δεν θα μπορέσει ποτέ να φτάσει τα επίπεδα της Hass που είναι μεγαλύτερο από 25-30% ξηρά ουσία και μεγαλύτερο από 15-20% σε λάδι. Για αυτό και έχει ιδιαίτερη εμπορική σημασία σε σχέση με τις υπόλοιπες ποικιλίες (Dreher and Davenport, 2013).

5. Συμπεράσματα

Με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας πτυχιακής διατριβής προέκυψαν ορισμένα σημαντικά συμπεράσματα για τη φυσιολογία, τη βλαστική ανάπτυξη, την ανάπτυξη του καρπού, την ωρίμανση του καρπού και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά καρπού των πέντε ποικιλιών αβοκάντο, Bacon, Fuerte, Hass, Lamp Hass και Zutano:

- Βάσει παρατηρήσεων, οι ποικιλίες Fuerte και Zutano παρουσίασαν τη μεγαλύτερη βλαστική δραστηριότητα, ενώ η Hass και Lamp Hass παρουσιάζουν περιορισμένη ανάπτυξη, με συμπαγή κόμη. Η Bacon παρουσιάζει μέτρια βλαστική ανάπτυξη.
- Οι ποικιλίες Lamp Hass και Zutano εμφάνισαν άνθη τέλη Ιανουαρίου με αρχές Φεβρουαρίου.
- Οι μελετώμενες ποικιλίες διαφοροποιήθηκαν ως προς την περίοδο που παρουσίασαν την πιο έντονη αύξηση του μήκους και του πάχους των μεσογονατίων και των γονάτων των περσινών και των φετινών βλαστών.
- Σε όλες τις ποικιλίες το ποσοστό ξηράς ουσίας των μεσογονατίων και των γονάτων του περσινού και του φετινού βλαστού σημείωσε μία απότομη αύξηση στα μέσα Φεβρουαρίου.
- Τα φύλλα των ποικιλιών Lamp Hass και Bacon είχαν τις υψηλότερες συγκεντρώσεις χλωροφύλλης, εκφρασμένων με τιμές SPAD, ακολούθησε η Fuerte χωρίς να διαφέρει σημαντικά από τις προαναφερθείσες ποικιλίες και έπειτα η ποικιλία Hass, ενώ τη χαμηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης στα φύλλα σημείωσε η ποικιλία Zutano.
- Αναφορικά με την εποχιακή μεταβολή των τιμών SPAD, παρατηρήθηκε ότι η Hass και η Lamp Hass παρουσίασαν έντονες και απότομες αυξομειώσεις, η Fuerte και η Zutano ξεκίνησαν με χαμηλές τιμές και στη συνέχεια αυξήθηκαν, τέλος η Bacon δεν σημείωσε έντονες διακυμάνσεις.
- Εκτός από τη Lamp Hass που το ποσοστό ξηράς ουσίας των φύλλων δεν παρουσίασε εποχιακές διακυμάνσεις, σε όλες τις άλλες ποικιλίες παρατηρήθηκε μία έντονη πτώση στις αρχές Δεκεμβρίου.
- Στις μετρήσεις ανάπτυξης καρπού διαπιστώθηκε ότι μετά από μια περίοδο ταχείας ανάπτυξης, οι ποικιλίες Bacon, Hass και Lamp Hass παρουσίασαν μία περίοδο βραδείας ανάπτυξης του καρπού η οποία για τη Hass ήταν από τις αρχές Οκτωβρίου έως τις αρχές Δεκεμβρίου, για την Bacon και τη Lamp Hass από αρχές Νοεμβρίου με μέσα Ιανουαρίου, και έπειτα ο καρπός αναπτύχθηκε περαιτέρω φτάνοντας το

μέγιστο στα μέσα Φεβρουαρίου. Η Fuerte παρουσίασε ένα διαφορετικό μοτίβο ανάπτυξης του καρπού, δηλαδή ο καρπός αναπτύχθηκε ραγδαία έως τις αρχές Οκτωβρίου και έπειτα σταθεροποιήθηκε.

- Σε όλες τις ποικιλίες η συσσώρευση ξηράς ουσίας στο μεσοκάρπιο είχε ξεπεράσει το 20% πριν τις 8 Νοεμβρίου, ενώ η μάζα του καρπού συνέχισε να αυξάνεται.
- Στην εμπορική συγκομιδή της κάθε ποικιλίας, το υψηλότερο ποσοστό ξηράς ουσίας του μεσοκαρπίου παρουσίασε η ποικιλία Bacon (31,3%), έπειτα οι ποικιλίες Hass (29,3%), Lamp Hass (27,2%) και Fuerte (27,1%), και τη μικρότερη τιμή είχε η ποικιλία Zutano (25,4%).
- Οι ποικιλίες Bacon και Lamp Hass παρουσίασαν τη μεγαλύτερη μάζα καρπού στην εμπορική συγκομιδή, έπειτα οι ποικιλίες Zutano και Fuerte, ενώ σχετικά μικρότερη μάζα εμφάνισε η ποικιλία Hass.
- Στην εμπορική συγκομιδή οι καρποί της ποικιλίας Zutano είχαν την υψηλότερη παράμετρο L^* φωτεινότητας του φλοιού, ακολούθως η Bacon, ενδιάμεσες τιμές είχαν η Fuerte και η Hass, ενώ τη χαμηλότερη παράμετρο L^* είχαν οι καρποί της Lamp Hass. Η παράμετρος a^* του χρώματος του φλοιού σημείωσε τη χαμηλότερη τιμή στις ποικιλίες Zutano και Hass υποδεικνύοντας πιο πράσινο χρώμα, ενδιάμεσες τιμές είχαν οι ποικιλίες Fuerte και Bacon και το λιγότερο πράσινο χρώμα είχε η ποικιλία Lamp Hass.
- Οι μετρήσεις των μορφολογικών χαρακτηριστικών των καρπών έδειξαν ότι το μήκος του καρπού ήταν μεγαλύτερο στις ποικιλίες Zutano, Fuerte και Lamp Hass, ελαφρώς μικρότερο στη Bacon, ενώ μικρότερο μήκος είχαν οι καρποί της ποικιλίας. Μεγαλύτερο πλάτος καρπού είχαν οι ποικιλίες Bacon, Hass και Lamp Hass και σχετικά μικρότερο πλάτος οι ποικιλίες Zutano και Fuerte. Με βάση τον λόγο μήκος/πλάτος του καρπού, οι καρποί των ποικιλιών Zutano και Fuerte είχαν πιο επίμηκες σχήμα, των ποικιλιών Bacon και Lamp Hass πιο ωοειδές, ενώ η ποικιλία Hass πιο σφαιρικό.
- Για την ποικιλία Fuerte η φυσιολογική ωρίμανση ορίζεται ως η συγκέντρωση του καρπού σε ξηρά ουσία $\geq 20\%$. Το ποσοστό της Ξ.Ο. σημείωσε αυξητική τάση από την 3^η εβδομάδα κιάλας και ξεπέρασε το όριο του 20% την 6^η εβδομάδα συλλογής. Η ελαιοπεριεκτικότητα παρουσίασε σημαντική αύξηση από την 5^η εβδομάδα και έφτασε σχεδόν το 8% ν.β. την 5^η εβδομάδα.

- Στην ποικιλία Zutano, το ποσοστό της Ξ.Ο. σημείωσε αυξητική τάση από την 3^η εβδομάδα, ξεπερνώντας το όριο του 19%, από την 4^η και έπειτα δεν παρουσίασε έντονες μεταβολές έως την 6^η εβδομάδα, ενώ αυξήθηκε σημαντικά την 7^η εβδομάδα. Η ελαιοπεριεκτικότητα παρουσίασε αυξητική τάση από την 1^η εβδομάδα και ξεπέρασε το 8% ν.β. ήδη από την 3^η εβδομάδα.

Η παρούσα μελέτη ανέδειξε σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις ποικιλίες αβοκάντο όσον αφορά τη βλαστική ανάπτυξη, την ανάπτυξη και ποιότητα καρπού, την ξηρά ουσία και την ελαιοπεριεκτικότητα. Τα ευρήματα αυτά μπορούν να αποτελέσουν ένα σημαντικό εργαλείο για τους παραγωγούς για την ορθότερη διαχείριση των εφαρμοζόμενων καλλιεργητικών πρακτικών. Επίσης, η μελέτη της πορείας ανάπτυξης των καρπών και της μετασυλλεκτικής τους συμπεριφοράς μπορούν να συμβάλλουν στη βελτιστοποίηση του χρόνου συγκομιδής επιτυγχάνοντας καλύτερη απόδοση, ανώτερη ποιότητα των καρπών εξασφαλίζοντας έτσι καλύτερη εμπορική αξία και την ικανοποίηση των καταναλωτών.

Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν τη δοκιμή και αξιολόγηση μεγαλύτερου αριθμού ποικιλιών και υβριδίων, με σκοπό τη σύγκριση της βλαστικής ανάπτυξης, φυσιολογίας δέντρου και της ποιότητας του καρπού. Η αναλυτική μέτρηση της ελαιοπεριεκτικότητας και ξηράς ουσίας σε όλες τις ποικιλίες θα επιτρέψει μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση της διατροφικής αξίας των καρπών. Επιπλέον, η διερεύνηση της σχέσης μεταξύ φυσιολογικών δεικτών, όπως χλωροφύλλη και η φωτοσυνθετική ικανότητα, με την ανάπτυξη καρπού και την ξηρά ουσία θα μπορούσε να ανακαλύψει κρίσιμους μηχανισμούς βελτίωσης ποιότητας. Παράλληλα, η επίδραση των εδαφοκλιματικών παραμέτρων (θερμοκρασία, υδατική διαθεσιμότητα, σύσταση εδάφους) στην ανάπτυξη και ποιότητα των καρπών αποτελεί πεδίο ενδιαφέροντος για μελλοντικές εφαρμογές. Τέλος, η αξιολόγηση διαφορετικών καλλιεργητικών πρακτικών, όπως άρδευση, λίπανση και κλάδεμα, καθώς και μοριακή και γενετική ανάλυση των ποικιλιών, μπορεί να οδηγήσει στην επιλογή πιο παραγωγικών και ποιοτικών υβριδίων προσφέροντας σημαντική προστιθέμενη αξία στη βιομηχανία αβοκάντο και στη γεωργική παραγωγή γενικότερα.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωση βιβλιογραφία

- Alnasan Z., Yamanishi O.K., Alnasan A., M.C. Pires, 2020. Influence of harvesting time on oil content, dry matter and fatty acid composition of different avocado cultivars, International Society for Horticultural Science, 1299, 347-354.
- Bangar S.P., Dunno K., Dhull S.B.,2022. Avocado seed discoveries: Chemical composition, biological properties and industrial food applications. ScienceDirect.
- Bender G.S., s.d. Avocado Fertilization, Book 2, Chapter 2. University of California
- Bender G.S., s.d. Avocado flowering and pollination. Book 1, Chapter 3. University of California.
- Bergh B., 1992. The origin, nature and genetic improvement of the avocado. University of California.
- Bergh B.,1986. Taxonomy of the Avocado. AvocadoSource Yearbooks, 70:135-146.
- Carillo D., Schaffer B., Wolstenholme N., The avocado Botany, Production and Uses, 3rd edition.
- Chen J., Zhu Fan,2025. Characterization of physicochemical properties, fatty acids, flavor volatiles and color parameters of avocado. Food chemistry, volume 482, 143533.
- Dominguez A., Abelardo G., Eduardo M., Gonzalo A.,2024. Identifying Optimal Zones for Avocado.13(8):1290.
- Dreher M.L. & Davenport A.J.,2013. Hass avocado composition and potential health effects, 2;53(7):738–750.
- Faber B.A., Bender S.G., s.d. Avocado diseases. Book 2, Chapter 3. University of California.
- Feramuz O., 2004. Changes in dry matter, oil content and fatty acids composition of avocado during harvesting time and post-harvesting ripening period, pp. 79-83.
- Francisco Mena Volker, 2005. Growing avocados in Chile: A focus on orchard systems, fruit set and size. AvocadoSource. Australia.

- Gustafson C.D. et Bergh B., 1966. History and review of studies on cross-pollination of avocados, California, 50:39-49.
- Katy A. Cox, Tony K. McGhie, Anne White, Allan B. Woolf., 2003. Skin colour development and pigment changes during ripening of Hass avocado, The Horticulture and Food Research Institute of New Zealand Limited, Mt Albert Research Centre, Private Bag 92 169, Mt Albert, New Zealand.
- Kaiser C. & Wolstenholme B.N., 1994. Aspects of late harvest Hass avocado fruit in cool subtropical climates. Volume 69 Issue 3. PP 437-445
- Kouam E.B., Ngouana C.T., Dountio I.L., 2025. Exploring genetic diversity of local avocado (*Persea americana*). BMC Plant Biology, 494.
- Lee S.K. & Young R.E., 1983. Maturity studies of avocado fruit based on picking dates and dry weight, Department of Botany and Plant Sciences, University of California, Riverside, CA 92521.
- Maria Elena Calindo-Tovar, 2014. Avocado history biodiversity and production, pp 157-205.
- Maria Elena Calindo-Tovar, Fernandez A.M., 2007. The avocado crop in Mesoamerica: 10,000 years of history. Harvard pages in botany 12(2):325-334
- Orange I. Clark, 2005. Avocado pollination and bees. California Avocado Association Annual Report 1922-1923 8:57-62.
- Rodriguez-Lopez C.E., Hernandez B.C., Trevino V., 2017. Avocado fruit maturation and ripening: dynamics of aliphatic acetogenins and lipidomic profiles from mesocarp, idioblasts and seed. BMC Plant Biology, 17, 159.
- Salazar G, Garner L.C., Lovatt C. J., 2013. The avocado: Botany, Production and Uses.
- Schaffer B. & Whiley A. W., 2003. The avocado: Botany, Production and Uses, 2nd edition.
- Sedgley M., 1980. Flowering, pollination and fruit-set of avocado. AvocadoSource Yearbook, 10:42-43.
- Slater G., Savage G.P. & Dawson T.E., 1983. Oil content and fatty acid composition of avocado fruit influence of cultivar and harvest maturity. ScienceDirect.
- Whiley A.W., Hofman P.J., Pegg K.G., 2022. Fruit development and postharvest physiology. In: The avocado botany, production and uses.

- Xagoraris M., Galani E. & Valasi L., 2022. Estimation of avocado oil volatile fraction over ripening by classical and ultrasound extraction. Feature papers in compounds, 2(1):25-36.

Ελληνική βιβλιογραφία

- Βασιλακάκης Μ., 2016. Γενική και Ειδική Δενδροκομία, Εκδόσεις Άγι-Σάββα Δ. Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, Ελλάς. Ε.Υ., σελ. 1237-1260.
- Κανονισμός 387/2005 για την τροποποίηση του κανονισμού 831/97 για τον καθορισμό των προτύπων εμπορίας που εφαρμόζονται για τα αβοκάντο.
- Σφακιωτάκης Ε., 1993. Ειδική Δενδροκομία - Τόμος Πέμπτος, Τροπικά Φυτά. Εκδόσεις Σταμούλη. Α.Ε. Σελ. 80-88.
- Τζατζάνη Θηρεσία-Τερέζα, 2022. Από την ανθοφορία ως την ωρίμανση, Ινστιτούτο ελιάς και υποτροπικών φυτών και αμπέλου. Κύπρος.
- Τζατζάνη Θηρεσία-Τερέζα, 2022. Πολλαπλασιασμός και ποικιλίες, Ινστιτούτο ελιάς και υποτροπικών φυτών και αμπέλου. Κύπρος.
- Τζατζάνη Θηρεσία-Τερέζα, 2022. Συστήματα φύτευσης και κλάδεμα, Ινστιτούτο ελιάς και υποτροπικών φυτών και αμπέλου. Κύπρος

Ηλεκτρονικές πηγές

- Avocado by-products: Nutritional and functional properties, 2018
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092422441730643X>
(Πρόσβαση στις 2/9/2025)
- Avocado: Characteristics, health benefits and uses, 2016
<https://www.scielo.br/j/cr/a/VqMdKHmY4y5zHgtJKjc98nS/?lang=en> (Πρόσβαση στις 26/8/2025)
- Avocado Flowering, Jules Janick, s.d.
https://www.avocadosource.com/journals/horticulturalreviews/hortrev_1986_pg_257-289.pdf (Πρόσβαση στις 6/8/2025)
- Avocado oil characteristics, properties and applications, 2019
<https://www.mdpi.com/1420-3049/24/11/2172> (Πρόσβαση στις 25/8/2025)

- Exploring genetic diversity of local avocado germplasm from the bamboutos highlands diversity centre in western Cameroon,2025
<https://bmcpplantbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12870-025-06529-3>
 (Πρόσβαση στις 29/7/2025)
- Hass avocado composition and potential health effects,2013
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2011.556759>
 (Πρόσβαση στις 2/9/2025)
- Λουπασάκη-Ανδρουλάκη, Μαριάνθη, 1995. Η επίδραση της χαραγής, της βλαστικότητας της γύρης και του γενοτύπου στην καρπόδεση του αβοκάντο. Διδακτορική διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
<https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/8971> (Πρόσβαση στις 29/7/2025)