



**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ ΔΕΙΦΟΡΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ,
ΣΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΦΥΤΩΝ & ΣΤΗΝ ΑΓΡΟΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Αξιολόγηση των αγρονομικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών
7 διαφορετικών καλλιεργούμενων τύπων περουμενίου αραβοσίτου
σε συνθήκες μεσογειακού κλίματος



Μαρία Δ. Κούσουλα

Επιβλέπων καθηγητής:

Δημήτριος Μπιλάλης, Καθηγητής ΓΠΑ

**ΑΘΗΝΑ
2023**

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ**

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Αξιολόγηση των αγρονομικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών
7 διαφορετικών καλλιεργούμενων τύπων περουβιανού αραβοσίτου
σε συνθήκες μεσογειακού κλίματος

“Evaluation of the agronomic and quality characteristics of 7 different cultivated
types of Peruvian maize under Mediterranean climate conditions”

Μαρία Δ. Κούσουλα

Εξεταστική επιτροπή:

Δημήτριος Μπιλάλης, Καθηγητής ΓΠΑ (Επιβλέπων)

Ηλίας Τραυλός, Αναπληρωτής Καθηγητής ΓΠΑ

Ιωάννα Κακαμπούκη, Επίκουρος Καθηγήτρια ΓΠΑ

Αξιολόγηση αγρονομικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών 7 διαφορετικών καλλιεργούμενων τύπων περουβιανού αραβοσίτου σε συνθήκες μεσογειακού κλίματος

ΠΜΣ Καινοτόμες Εφαρμογές στην Αειφορική Γεωργία, στη Βελτίωση Φυτών & στην Αγρομετεωρολογία
Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής
Εργαστήριο Γεωργίας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο αραβόσιτος λόγω της ευρείας προσαρμοστικότητάς του και του μεγάλου αριθμού βελτιωμένων τύπων (υβριδίων) που έχουν δημιουργηθεί, μπορεί να καλλιεργηθεί σχεδόν σε όλες τις γεωργικές περιοχές του κόσμου. Το Περού είναι μια χώρα προικισμένη με ποικίλες οικολογικές συνθήκες, εδάφη και κλίματα, που ευνόησε την ανάπτυξη διαφορετικών τύπων αραβοσίτου. Στο πείραμα που διεξήχθη, εξετάστηκε το ενδεχόμενο καλλιέργειας περουβιανών τύπων αραβοσίτου στην χώρα μας, υπό μεσογειακές κλιματολογικές συνθήκες. Παράλληλα, οι τύποι αυτοί, συγκρίθηκαν με τον κοινό εμπορικό αραβόσιτο και προέκυψαν αξιόλογα αποτελέσματα αναφορικά με τις προοπτικές καλλιέργειας του περουβιανού αραβοσίτου στην χώρα μας.

Η παρούσα μελέτη εκπονήθηκε την χρονική περίοδο Μάρτιος-Σεπτέμβριος 2022, στον πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας, του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, στην περιοχή του Βοτανικού. Η σπορά έλαβε χώρα στις 30/03/2022 και η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε στις 5/09/2022.

Κατά την πειραματική διαδικασία πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση των αγρονομικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών 7 διαφορετικών καλλιεργούμενων τύπων (landraces) περουβιανού αραβοσίτου σε συνθήκες μεσογειακού κλίματος. Τα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν ήταν το ύψος, ο αριθμός φύλλων, ο ASI (Anthesis Silking Interval) και διάφορα μορφολογικά χαρακτηριστικά του φυτού, των φύλλων, του βλαστού, του σπάδικα, του σπόρου αλλά και της ρίζας. Επίσης υπολογίστηκε το ποσοστό αποικισμού του ριζικού συστήματος του αραβοσίτου από μυκορριζικούς μύκητες και τέλος πραγματοποιήθηκε εργαστηριακή ανάλυση της θρεπτικής αξίας των σπόρων του.

Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι ο περουβιανός αραβόσιτος προσαρμόστηκε ικανοποιητικά στις συνθήκες του μεσογειακού κλίματος, με ορισμένους τύπους να υπερτερούν σημαντικά τόσο από μορφολογικής όσο και από θρεπτικής άποψης, σε σχέση με τον κοινό εμπορικό αραβόσιτο. Ωστόσο, για την επίτευξη υψηλότερου ποσοστού γονιμοποίησης και καλύτερων αποδόσεων είναι απαραίτητη η περεταίρω έρευνα και μελέτη του αραβοσίτου με καταγωγή από το Περού.

Επιστημονική περιοχή: Φυτική παραγωγή

Λέξεις κλειδιά: Περουβιανός αραβόσιτος, Αγρονομικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά, Μεσογειακό κλίμα

Evaluation of the agronomic and quality characteristics of 7 different cultivated types of Peruvian maize under Mediterranean climate conditions

MSc Innovative Applications in Sustainable Agriculture, Plant Improvement and Agrometeorology
Department of Plant Production Science
Laboratory of Agriculture

ABSTRACT

Maize, due to its wide adaptability and the large number of improved types (hybrids) that have been created, can be grown in almost all agricultural regions of the world. Peru is a country endowed with varied ecological conditions, soils and climates, which favored the development of different types of maize. In the experiment carried out, was considered the possibility of growing Peruvian types of maize in our country, under Mediterranean climatic conditions. At the same time, these types were compared with common commercial maize and remarkable results were obtained regarding the prospects of growing Peruvian maize in our country.

The present study was carried out during the period March-September 2022, in the experimental field of the Agricultural Laboratory, of the Agricultural University of Athens, in the area of Botanikos. Sowing took place on 30/03/2022 and harvesting on 5/09/2022.

During the experimental process, an evaluation of the agronomic and quality characteristics of 7 different cultivated types (landraces) of Peruvian maize in Mediterranean climate conditions was carried out. The characteristics studied were height, number of leaves, ASI (Anthesis Silking Interval) and various morphological characteristics of the plant, leaves, stalk, cob, seed and root. The percentage of colonization of the maize root system by mycorrhizal fungi was also calculated and finally a laboratory analysis of the nutritional value of the seeds was carried out.

The results of the experiment showed that the Peruvian maize adapted satisfactorily to the conditions of the Mediterranean climate, with some types significantly superior both morphologically and nutritionally to the common commercial maize. However, to achieve a higher fertilization rate and better yields, further research and study of maize originating from Peru is necessary.

Scientific area: Crop production

Keywords: Peruvian maize, Agronomic and quality characteristics, Mediterranean climate

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με το πέρας της μεταπτυχιακής μου μελέτης θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλους όσους συνέβαλαν στη διεξαγωγή της.

Η συγκεκριμένη πτυχιακή μελέτη δεν θα μπορούσε να ολοκληρωθεί χωρίς την καθοριστική συμβολή του Καθηγητή κ. Δημήτριου Μπιλάλη. Θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς ευχαριστίες μου για την ανάθεση, επίβλεψη και διόρθωση αυτής της μελέτης όπως επίσης και για το κλίμα ουσιαστικής συνεργασίας που αναπτύχθηκε.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Ηλία Τραυλό για την προσφορά οποιασδήποτε βοήθειας και αν χρειάστηκα, τις πολύτιμες συμβουλές και το ενδιαφέρον του για την πρόοδό μου. Έπεται των ευχαριστιών μου η Επίκουρος Καθηγήτρια κ. Ιωάννα Κακαμπούκη που ήταν πρόθυμη να βοηθήσει έμπρακτα σε οποιοδήποτε κώλυμα αντιμετώπισα.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης θερμά τον προπτυχιακό φοιτητή Νικόλαο Παπαδόπουλο για την πολύτιμη βοήθειά του κατά τη διεξαγωγή του πειράματος και τη συνεχή συμμετοχή του σε όλες τις επιμέρους εργασίες που πραγματοποιήθηκαν.

Επιπλέον, δεν θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω τους μεταπτυχιακούς φοιτητές Στέλλα-Ολυμπία Μπρακατσούλα, Παντελεήμων Σταυρόπουλο, Ορφέα Λουκάκη και Αναστασία Σίσκα που ήταν πάντα διαθέσιμοι να μου προσφέρουν οποιαδήποτε βοήθεια χρειαζόμουν και συνεργαστήκαμε άριστα προκειμένου να έρθει εις πέρας η συγκεκριμένη μελέτη.

Με την άδειά μου, η παρούσα εργασία ελέγχθηκε από την Εξεταστική Επιτροπή μέσα από λογισμικό ανίχνευσης λογοκλοπής που διαθέτει το ΓΠΑ και διασταυρώθηκε η εγκυρότητα και η πρωτοτυπία της

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|--|----|
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ | 1 |
| ABSTRACT | 2 |
| ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ | 3 |
| ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ | 4 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ | 6 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ | 7 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ | 7 |
| 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 9 |
| 1.1 Η ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΤΟΥ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ | 10 |
| 1.2 Η ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΟΥΒΙΑΝΟΥ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ | 12 |
| 1.3 ΤΑΣΕΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ | 14 |
| 1.3.1 ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ | 14 |
| 1.3.2 ΕΥΡΩΠΗ | 16 |
| 1.3.3 ΕΛΛΑΔΑ | 17 |
| 1.4 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ | 19 |
| 1.5 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ | 19 |
| 1.5.1 ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ | 21 |
| 1.5.2 ΣΤΕΛΕΧΟΣ | 22 |
| 1.5.3 ΦΥΛΛΑ | 22 |
| 1.5.4 ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ | 23 |
| 1.5.5 ΚΑΡΠΟΣ | 25 |
| 1.6 ΤΥΠΟΙ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ | 26 |
| 1.7 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ | 27 |
| 1.7.1 ASI (Anthesis Silking Interval) | 30 |
| 1.8 ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ-ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ | 30 |
| 1.8.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ | 31 |
| 1.8.2 ΝΕΡΟ | 31 |
| 1.8.3 ΧΑΛΑΖΙ-ΑΝΕΜΟΣ | 32 |
| 1.8.4 ΦΩΤΟΠΕΡΙΟΔΟΣ | 33 |
| 1.8.5 ΕΔΑΦΟΣ | 33 |
| 1.8.6 ΥΨΟΜΕΤΡΟ | 34 |
| 1.9 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ | 34 |
| 1.9.1 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ | 34 |

| | |
|---|----|
| 1.9.2 ΣΠΟΡΑ | 35 |
| 1.9.3 ΛΙΠΑΝΣΗ..... | 36 |
| 1.9.4 ΑΡΔΕΥΣΗ..... | 38 |
| 1.9.5 ΥΠΕΡΥΨΩΜΕΝΑ ΣΑΜΑΡΙΑ | 38 |
| 1.9.6 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ..... | 39 |
| 1.9.7 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ | 39 |
| 1.9.8. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ..... | 40 |
| 1.10 ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΟΥ ΠΕΡΟΥΒΙΑΝΟΥ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ ΚΑΙ ΤΑ ΟΦΕΛΗ ΤΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ | 41 |
| 1.10.1 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ..... | 41 |
| 1.10.2 ΑΜΙΝΟΞΕΑ..... | 43 |
| 1.10.3 ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ..... | 43 |
| 1.10.4 ΜΕΤΑΛΛΑ | 44 |
| 1.10.5 ΟΦΕΛΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ..... | 44 |
| 1.11 ΧΡΗΣΕΙΣ | 45 |
| 2. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ | 48 |
| 3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ..... | 49 |
| 3.2 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ | 50 |
| 3.3 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ | 53 |
| 3.4 ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΓΡΟΥ..... | 53 |
| 3.5 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ | 54 |
| 3.6 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ | 55 |
| 3.7 ΑΡΔΕΥΣΗ..... | 57 |
| 3.8 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ, ΕΧΘΡΩΝ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ..... | 59 |
| 3.10 ΛΙΠΑΝΣΗ | 61 |
| 3.11 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ | 61 |
| 3.12 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ-ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ | 62 |
| 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ | 70 |
| 4.4 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ..... | 73 |
| 4.5 ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟΙΚΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΡΙΖΑΣ ΜΕ ΜΥΚΟΡΡΙΖΑ | 77 |
| 4.6 ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΩΝ ΣΠΟΡΩΝ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ..... | 78 |
| 4.6.1 ΞΗΡΑ ΟΥΣΙΑ | 78 |
| 4.6.2 ΠΡΩΤΕΙΝΗ..... | 79 |
| 4.6.3 ΛΙΠΑΡΕΣ ΟΥΣΙΕΣ | 80 |
| 4.6.4 ΤΕΦΡΑ | 81 |
| 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ | 82 |

| | |
|----------------------|----|
| 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | 87 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 89 |

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

| | |
|--|----|
| Εικόνα 1. Ο σημερινός αραβόσιτος σε σύγκριση με τον άγριο. | 11 |
| Εικόνα 2. Ο χάρτης δείχνει τον αριθμό των τύπων αραβοσίτου που έχει κάθε ζώνη του Περού όπως είναι η περίπτωση του « <i>Giant Cuzco</i> » που είναι αυτό με τη μεγαλύτερη παρουσία σε εθνικό επίπεδο και έχει εντοπιστεί σε 22 περιοχές, ακολουθούμενο από το <i>Confite</i> που βρίσκεται σε 19 περιοχές και που λόγω των χαρακτηριστικών του θεωρείται το μικρότερο, φτάνοντας σε μέγεθος τα 8 εκατοστά | 13 |
| Εικόνα 3. Τα μέρη του φυτού του αραβοσίτου..... | 21 |
| Εικόνα 4. Εναέριες ρίζες αραβοσίτου | 21 |
| Εικόνα 5. Φύλλα αραβοσίτου | 22 |
| Εικόνα 6. Ερμαφρόδιτο θηλυκό άνθος. Ο σπάδικας εμφανίσε στην κορυφή του φόβη σε έναν τύπο περουβιανού αραβοσίτου στο πείραμα που διεξήχθη στον αγρό του ΓΠΑ..... | 23 |
| Εικόνα 7. Αρσενική ταξιανθία αραβοσίτου (φόβη) | 24 |
| Εικόνα 8. Θηλυκή ταξιανθία αραβοσίτου (σπάδικας)..... | 24 |
| Εικόνα 9. Τα μέρη του καρπού του αραβοσίτου..... | 25 |
| Εικόνα 10. Στάδια ανάπτυξης αραβοσίτου | 28 |
| Εικόνα 11. Φυτά αραβοσίτου στο στάδιο της βλαστητικής ανάπτυξης αριστερά:15 μέρες μετά την σπορά και δεξιά: περίπου 1 μήνα μετά την σπορά..... | 29 |
| Εικόνα 12. Μετάξιωμα | 29 |
| Εικόνα 13. Ανάγκες σε νερό του αραβοσίτου στην διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου..... | 32 |
| Εικόνα 14. Πλάγιασμα..... | 33 |
| Εικόνα 15. Η ανάπτυξη του περουβιανού αραβοσίτου πραγματοποιείται σε πολύ υψηλά υψόμετρα | 34 |
| Εικόνα 16. Δημιουργία υπερυψωμένων σαμαριών..... | 38 |
| Εικόνα 17. Προσβολή αραβοσίτου από αφίδες..... | 39 |
| Εικόνα 18. Χρήσεις του περουβιανού var. <i>Morado</i> | 47 |
| Εικόνα 19. Δορυφορική αποτύπωση του σημείου όπου εγκαταστάθηκε ο πειραματικός αγρός..... | 49 |
| Εικόνα 20. Οι 7 τύποι του περουβιανού αραβοσίτου που χρησιμοποιήθηκαν | 50 |
| Εικόνα 21. Τύπος var. <i>Chullpi</i> αριστερά και var. <i>Checche</i> δεξιά | 51 |
| Εικόνα 22. Τύπος var. <i>Saqsa</i> αριστερά και var. <i>Oro</i> δεξιά | 51 |
| Εικόνα 23. Τύπος var. <i>Blanco</i> αριστερά και var. <i>Morado</i> δεξιά..... | 52 |
| Εικόνα 24. Τύπος var. <i>Del valle</i> αριστερά και ο μάρτυρας δεξιά Pioneer 1921,700FAO..... | 52 |
| Εικόνα 25. Χάραξη γραμμών με τη βοήθεια γραμμοχαράκη σε απόσταση 60cm... .. | 56 |
| Εικόνα 26. Σπορά με το χέρι σε απόσταση 15cm επί της γραμμής | 56 |
| Εικόνα 27. Σπαρμένος αγρός | 57 |
| Εικόνα 30. Προσβολή από αριστερά: <i>Echinochloa crus-galli</i> (μουχρίτσα), δεξιά: <i>Solanum elaeagnifolium</i> (γερμανός)..... | 59 |
| Εικόνα 31. Προσβολή από αριστερά: <i>Tribulus terrestris</i> (τριβόλι), δεξιά: <i>Chenopodium album</i> (λουβουδιά)..... | 59 |

| | |
|---|----|
| Εικόνα 32. Βοτάνισμα | 60 |
| Εικόνα 33. Εντομολογικές προσβολές αριστερά: αφίδες, δεξιά: σκαθάρια του είδους <i>Protaetia cuprea</i> | 60 |
| Εικόνα 34. Το λίπασμα που χρησιμοποιήθηκε | 61 |
| Εικόνα 35. Φορητό υγρασιόμετρο σπόρων Farmex MT3 | 62 |
| Εικόνα 36. Συγκομιδή και αλωνισμός αραβοσίτου..... | 62 |
| Εικόνα 37. Μέτρηση μήκος και πλάτος φύλλων κάθε τύπου αραβοσίτου. Στην εικόνα παρουσιάζονται από αριστερά προς τα δεξιά τα φύλλα των: var. <i>morado</i> , var. <i>oro</i> , var. <i>saksa</i> , var. <i>checche</i> , var. <i>del valle</i> , var. <i>blanco</i> , var. <i>chullpi</i> και control..... | 63 |
| Εικόνα 38. Μέτρηση διαμέτρου βλαστού στη βάση του φυτού | 64 |
| Εικόνα 39. Μετρήσεις στον σπάδικα αραβοσίτου | 64 |
| Εικόνα 40. Μέτρηση βάρους σπάδικα του τύπου var. <i>Del valle</i> με τη χρήση ζυγού ακριβείας..... | 65 |
| Εικόνα 41. Μέτρηση του μήκους του σπόρου | 66 |
| Εικόνα 42. Μέτρηση του πλάτους του σπόρου..... | 66 |
| Εικόνα 43. Υλικά και διαδικασία λήψης ριζικού συστήματος | 67 |
| Εικόνα 44. Φουξίνη (πάνω αριστερά), ρίζα μέσα σε σταυρόνημα (πάνω δεξιά), προσδιορισμός αποικισμού μυκόρριζας (κάτω) | 68 |
| Εικόνα 45. Μύλος για την λειοτρίβηση των σπόρων αριστερά και ζύγισμα κονιορτοποιημένου σπόρου δεξιά..... | 69 |
| Εικόνα 46. 7 σπάδικες πάνω στον περουβιανό τύπο αραβοσίτου var. <i>Del valle</i> | 75 |

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

| | |
|--|----|
| Πίνακας 1. Συστηματική ταξινόμηση αραβοσίτου | 19 |
| Πίνακας 2. Περίοδος σποράς του <i>Zea mays</i> στο Περού ανάλογα με τις περιοχές καλλιέργειας..... | 35 |
| Πίνακας 3. Θρεπτική σύσταση των 5 πιο διαδεδομένων τύπων περουβιανού αραβοσίτου | 41 |
| Πίνακας 4. Εδαφολογική ανάλυση πειραματικού αγρού εργαστηρίου γεωργίας του ΓΠΑ..... | 54 |
| Πίνακας 5. Μηνιαίες μέγιστες, ελάχιστες, μέσες θερμοκρασίες (T max, T min, T average) σε βαθμούς Κελσίου (°C) και συνολική βροχόπτωση κατά τους μήνες της καλλιέργειας..... | 54 |
| Πίνακας 6. Ύψος φυτού αραβοσίτου | 70 |
| Πίνακας 7. Αριθμός φύλλων αραβοσίτου..... | 71 |
| Πίνακας 8. ASI αραβοσίτου | 72 |
| Πίνακας 9. Μορφολογικά χαρακτηριστικά των 7 διαφορετικών καλλιεργούμενων τύπων περουβιανού αραβοσίτου και του μάρτυρα | 73 |
| Πίνακας 10. Ποσοστό αποικισμού της ρίζας με μυκόρριζα..... | 78 |
| Πίνακας 11. Ποσοστό ξηράς ουσίας | 79 |
| Πίνακας 12. Ποσοστό πρωτεΐνης..... | 79 |
| Πίνακας 14. Ποσοστό τέφρας..... | 81 |

ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

| | |
|--|----|
| Διάγραμμα 1. Η παγκόσμια παραγωγή αραβοσίτου σε εκατομμύρια τόνους..... | 14 |
| Διάγραμμα 2. Ετήσια παραγωγή αραβοσίτου στο Περού..... | 15 |

| | |
|---|----|
| Διάγραμμα 3. Οι 10 χώρες με την μεγαλύτερη καλλιεργούμενη έκταση αραβοσίτου παγκοσμίως..... | 15 |
| Διάγραμμα 4. Οι 10 ευρωπαϊκές χώρες με την μεγαλύτερη παραγωγή και καλλιεργούμενη έκταση | 16 |
| Διάγραμμα 1. Καλλιεργούμενη έκταση και παραγωγή την τελευταία 10ετία στην Ευρώπη..... | 17 |

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί το ενδιαφέρον των καταναλωτών για πιο διαφοροποιημένα τρόφιμα, όπως τα παραδοσιακά προϊόντα που συνδέονται με έναν συγκεκριμένο τόπο προέλευσης (Balogh *et al.*, 2016, ONUDI, 2011- Stolzenbach *et al.*, 2013). Επιπλέον, σήμερα είναι γνωστό ότι η πανδημία που προκάλεσε ο Covid-19 έχει επιφέρει σημαντικές αλλαγές στο σύστημα τροφίμων. Συγκεκριμένα, οι περιορισμοί στη διακίνηση (εντός και μεταξύ των χωρών) δημιούργησαν σοβαρά προβλήματα στην παραγωγή και σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων, επηρεάζοντας τη διαθεσιμότητα των τροφίμων (FAO, 2020, Hobbs, 2020, Hoover, 2020). Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητο να αναζητηθούν τρόφιμα που εγγυώνται τη διατροφική αυτάρκεια. Επομένως, θα πρέπει να προωθηθούν οι τοπικές καλλιέργειες για τη διαφοροποίηση της διατροφής του πληθυσμού. Αυτή είναι μια εξαιρετική ευκαιρία για τους μικρούς παραγωγούς, οι οποίοι δεν θα πρέπει να ανταγωνίζονται στην τιμή με τα γενικά και τυποποιημένα προϊόντα. Αντίθετα, επιβραβεύονται για τη χρήση παραδοσιακών μεθόδων για την καλλιέργεια βαθιά ριζωμένων τοπικών προϊόντων με μοναδικές ιδιότητες.

Το Περού θεωρείται η χώρα με τη μεγαλύτερη φαινοτυπική ποικιλομορφία αραβοσίτου στον κόσμο. Σύμφωνα με την τελευταία έκθεση του Universidad Nacional Agraria de la Molina και του Υπουργείου Γεωργίας, 52 ποικιλίες αραβοσίτου παρουσιάζουν ενεργή καλλιέργεια στη χώρα (UNALM/MINAGRI, 2014). Ο αραβόσιτος των Άνδεων του Περού αποτελεί διατροφικό και οικονομικό πλούτο για τους αγρότες της υπαίθρου, οι οποίοι τον εμπορεύονται και τον χρησιμοποιούν ως συστατικό για να προσθέσουν χρώμα, γεύση και υφή στα παραδοσιακά πιάτα (Salhuana, 2004). Αν και για αρκετά χρόνια, η προκατάληψη και η έλλειψη πολιτιστικής ταυτότητας περιόρισαν τις δυνατότητες της καλλιέργειας, καθώς καταναλωνόταν από κατοίκους με χαμηλό εισόδημα. Σήμερα, λόγω της τάσης ανατίμησης των ντόπιων τροφίμων ο περουβιανός αραβόσιτος χρησιμοποιείται σε πολλά εκλεπτυσμένα εστιατόρια, όπου καταναλώνεται με διάφορους τρόπους: τηγανητός (cancha), βραστός (mote, choclo), σε ποτά (chicha morada), επιδόρπια (mazamorra morada) κ.ά.

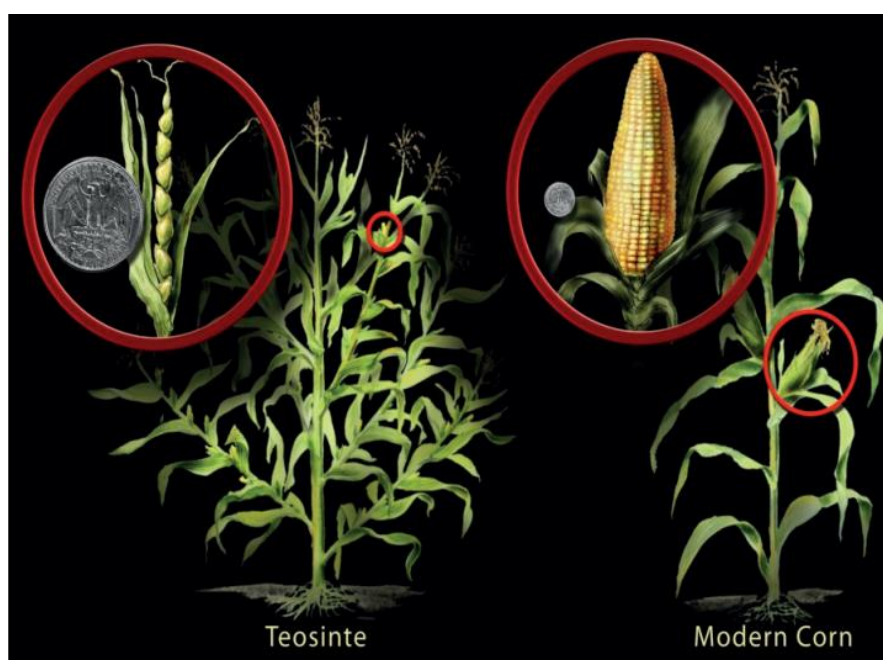
Η αξιοποίηση του περουβιανού αραβοσίτου οδήγησε σε αύξηση της παραγωγής του, τόσο για την εθνική όσο και για τη διεθνή αγορά. Σύμφωνα με στοιχεία που υποστηρίζονται από το MINAGRI (2018), μεταξύ 2008 και 2018, η παραγωγή, η απόδοση και η τιμή του αυξήθηκαν κατά 22%, 23% και 75%, αντίστοιχα. Το 2018, θεωρήθηκε ως μία από τις ταχύτερα αναπτυσσόμενες αναδυόμενες καλλιέργειες στο Περού, λόγω της αύξησης των εξαγωγών κατά 170% σε σύγκριση με το προηγούμενο έτος (AGAP, 2018). Το 2019, οι πωλήσεις του αραβοσίτου των Άνδεων του Περού απέφεραν 104 εκατομμύρια δολάρια (Mendieta, 2020). Οι πιο εμπορικές ποικιλίες είναι οι Giant Cuzco (Blanco) και Morado (τοπική και ξένη αγορά), ακολουθούμενες από τις Chullpi, Sacsá και Piscorunto (Checche) (τοπική αγορά).

Στο πείραμα που έλαβε χώρα στον πειραματικό αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, εξετάστηκε το ενδεχόμενο καλλιέργειας περουβιανών τύπων αραβοσίτου στην χώρα μας, υπό μεσογειακές κλιματολογικές συνθήκες. Παράλληλα συγκρίθηκε με τον κοινό εμπορικό αραβόσιτο και προέκυψαν αξιολογικά αποτελέσματα για την ενδεχόμενη αξιοποίηση του.

1.1 Η ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΚΑΙ ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΤΟΥ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ

Ο αραβόσιτος, *Zea mays* L. είναι ένα από τα πρώτα φυτά που εξημέρωσε ο άνθρωπος. Ανήκει στην οικογένεια Poaceae, φυλή Maydeas, και είναι το μόνο καλλιεργούμενο είδος του γένους *Zea*. Σύμφωνα με αρχαιοβοτανικά ευρήματα, η καλλιέργεια του αραβοσίτου τοποθετείται περίπου στα 7.000-10.000 π.Χ. στην περιοχή της Κεντρικής Αμερικής και συγκεκριμένα στο Μεξικό, από όπου εξαπλώθηκε βόρεια στον Καναδά και νότια στην Αργεντινή. Έχουν βρεθεί παλαιότερα στοιχεία για την ύπαρξη καλαμποκιού, ηλικίας περίπου 7.000 ετών, από αρχαιολόγους στην κοιλάδα Tehuacán (Μεξικό), αλλά είναι πιθανό να υπήρχαν και άλλα δευτερεύοντα κέντρα προέλευσης στην Αμερική. Έχουν διατυπωθεί διάφορες θεωρίες τόσο για την βοτανική προέλευση του φυτού από ένα άγριο προγονικό είδος που σήμερα έχει εκλείψει, όσο και για την πορεία της εξέλιξής του. Νεότερες έρευνες θεωρούν συγγενικά είδη του αραβοσίτου τα άγρια είδη με την κοινή ονομασία teosinte (καρπός του Θεού) *Zea mays* ssp. *mexicana* (syn. *Euchlaena mexicana*, Mexican teosinte) και *Zea mays* ssp. *parviglumis* (Balsas teosinte), με το δεύτερο να θεωρείται ο άγριος πρόγονος του καλλιεργούμενου αραβοσίτου (Doebley, 2004).

Σε αντίθεση με τον σημερινό αραβόσιτο (μόνοικος-δίκλινος), ο άγριος έφερε τα άρρενα και τα θήλεα άνθη σε ένα όργανο (μόνοικος-μονόκλινος), τα θήλεα στη βάση και τα άρρενα στην κορυφή του πολλαπλασιαστικού οργάνου (Εικόνα 1). Στα αρχικά στάδια το όργανο καλύπτονταν από βράκτια φύλλα, τα οποία άνοιγαν κατά την ωρίμανση κάνοντας δυνατό τον διασκορπισμό των καρπών. Σύμφωνα με τα ίδια ευρήματα, οι καρποί ήταν σφαιρικοί, κίτρινοι ή καστανού χρώματος και καλύπτονταν μερικώς από τα λέπυρα. Αυτή η μορφή του πολλαπλασιαστικού οργάνου επέτρεψε την επιβίωση του είδους μέχρι την εποχή που πρωτοκαλλιεργήθηκε από τον άνθρωπο, δεδομένου ότι οι σπόροι του καλλιεργούμενου αραβοσίτου δεν είναι εύκολο να διασκορπισθούν λόγω των συμπαγών βράκτιων φύλλων που περιβάλλουν τον σπάδικα. Ακόμη και όταν ο σπάδικας βρεθεί στο έδαφος και οι σπόροι καταφέρουν να βλαστήσουν, η πυκνότητα των φυταρίων λόγω της μορφολογίας του σπάδικα θα είναι τόσο έντονη που θα καθιστά την επιβίωση τους αμφίβολη (Καραμάνος, 1999).



Εικόνα 1. Ο σημερινός αραβόσιτος σε σύγκριση με τον άγριο. (πηγή: www.nsf.gov)

Από το Μεξικό η καλλιέργεια του αραβοσίτου διαδόθηκε στην Κεντρική και την Νότια Αμερική και διαδραμάτισε καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη των πολιτισμών των Αζτέκων (Μεξικό), των Ίνκας (Περού, Βολιβία, Ισημερινός) και των Μάγιας (Γουατεμάλα), καθώς αποτέλεσε βασικό στοιχείο στις θρησκευτικές πεποιθήσεις, τις γιορτές και τη διατροφή τους. Στην Ευρώπη μεταφέρθηκε από τον Κολόμβο στα τέλη του 15^{ου} αιώνα και στη συνέχεια εξαπλώθηκε στην Αφρική, τη Μέση Ανατολή και

την Ασία. Στην Ελλάδα ο αραβόσιτος εισήχθη από την Βόρεια Αφρική περίπου το 1.600 με την ονομασία αραβικός σίτος – αραβόσιτος.

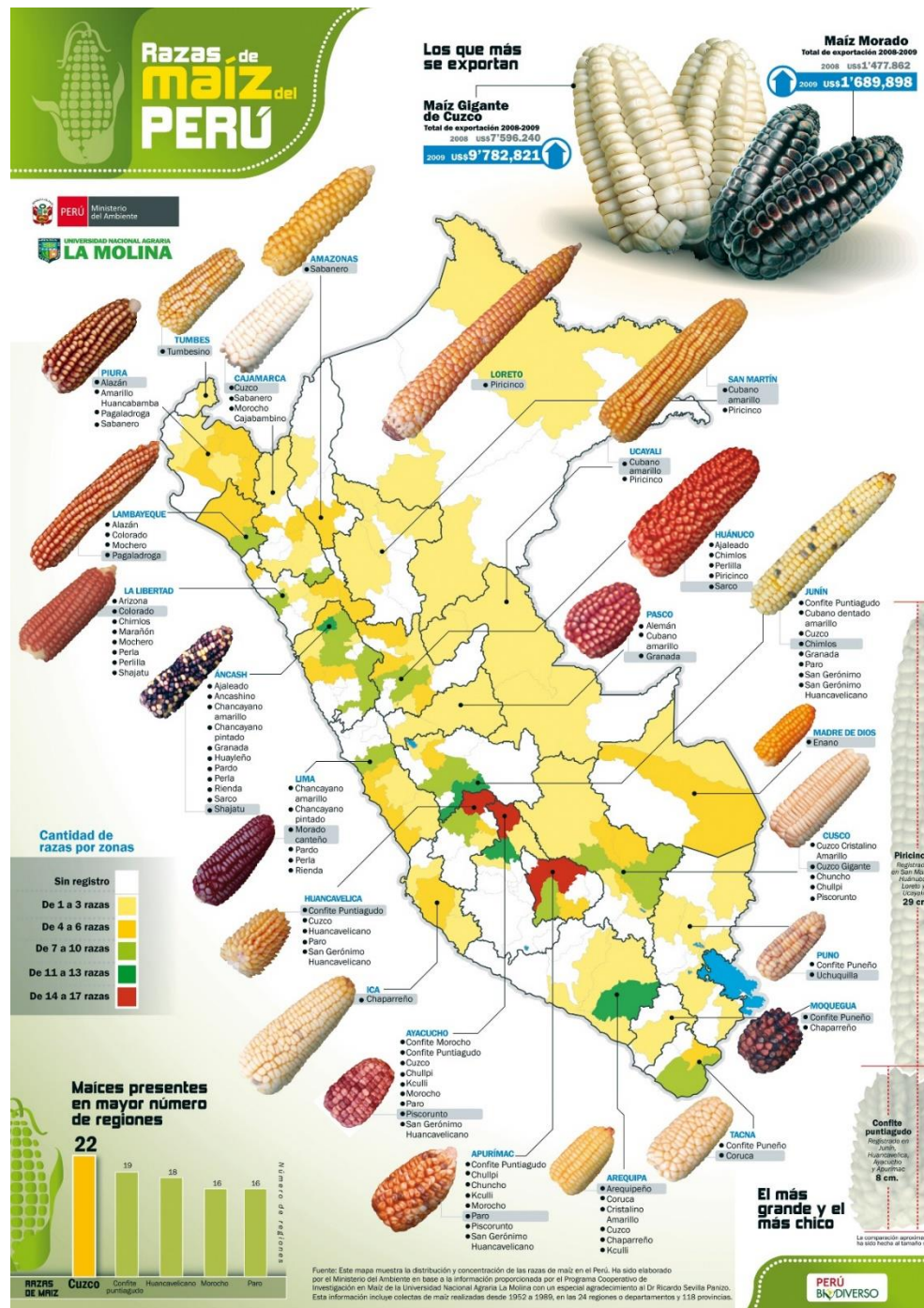
Οι Mangelsdorf και Reeves (1959) παρατήρησαν ότι ο αραβόσιτος λόγω της ευρείας προσαρμοστικότητάς του και του μεγάλου αριθμού βελτιωμένων τύπων (υβριδίων) που έχουν δημιουργηθεί, μπορεί να καλλιεργηθεί σχεδόν σε όλες τις γεωργικές περιοχές του κόσμου. Είναι φυτό τροπικής προέλευσης αλλά αναπτύσσεται από τις 58° Β γεωγραφικό πλάτος, στον Καναδά και τη Ρωσία έως τις 40° Ν γεωγραφικό πλάτος, στο νότιο ημισφαίριο. Καλλιεργείται σε περιοχές κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας στην πεδιάδα της Κασπίας μέχρι και 4.000 μέτρα υψόμετρο στις Περουβιανές Άνδεις.

1.2 Η ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΟΥΒΙΑΝΟΥ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ

Το Περού είναι μια χώρα προικισμένη με ποικίλες οικολογικές συνθήκες, εδάφη και κλίματα, που ευνόησε την ανάπτυξη διαφορετικών τύπων αραβοσίτου (Tarja and Fries, 2007, Marcuri, 2016). Όπως αναφέρεται από τους Grobman *et al.* (1961, 2012), η διαφοροποίηση του περουβιανού αραβοσίτου έλαβε χώρα πριν από περίπου 7000 χρόνια στα πρώιμα στάδια του πολιτισμού των Ίνκας, στην κοιλάδα Chicama, όταν η μαζική επιλογή (ενδοπληθυσμιακή επιλογή ατόμων σύμφωνα με τον φαινότυπο τους) οδήγησε στην παραγωγή μεγάλης ποικιλίας αραβοσίτου. Τότε η διαφοροποίηση του αραβοσίτου αντιπροσωπεύονταν από 3 τύπους: *Proto Confite Morocho*, *Confite Chavinense* και *Kculli* (Grobman *et al.*, 2009). Αργότερα, αυτή η διαφοροποίηση επιταχύνθηκε από την μεγάλη ποικιλομορφία του οικοσυστήματος της περουβιανής επικράτειας και από τη μορφή κατανάλωσης καθώς, σε αντίθεση με τις γειτονικές χώρες, όπου το καλαμπόκι καταναλώνεται ως αλεύρι για την παρασκευή τортίγιας ή αρέπας (είδος ψωμιού), στην περιοχή των Άνδεων ο αραβόσιτος καταναλώνεται απευθείας χωρίς περαιτέρω επεξεργασία.

Η περιοχή των Άνδεων είναι πιθανώς η περιοχή με τη μεγαλύτερη ποικιλία τύπων στον κόσμο. Σύμφωνα με τους Goodman και Brown (1988), στην Αμερική υπάρχουν 260 τύποι, το 90% όλων των τύπων αραβοσίτου που καλλιεργούνται στον κόσμο. Οι 131 τύποι είναι από την περιοχή των Άνδεων (Sánchez *et al.*, 2006). Η μεγαλύτερη μορφολογική διαφοροποίηση του αραβοσίτου και των σιτηρών στην περιοχή των Άνδεων έχει δημιουργηθεί κυρίως από την ανθρώπινη επιλογή και την οικολογική

διαφοροποίηση. Σύμφωνα με μία δημοσίευση το 2018, του Υπουργείου Περιβάλλοντος του Περού, καταγράφονται επίσημα 52 τύποι περουβιανού αραβοσίτου (Εικόνα 2).

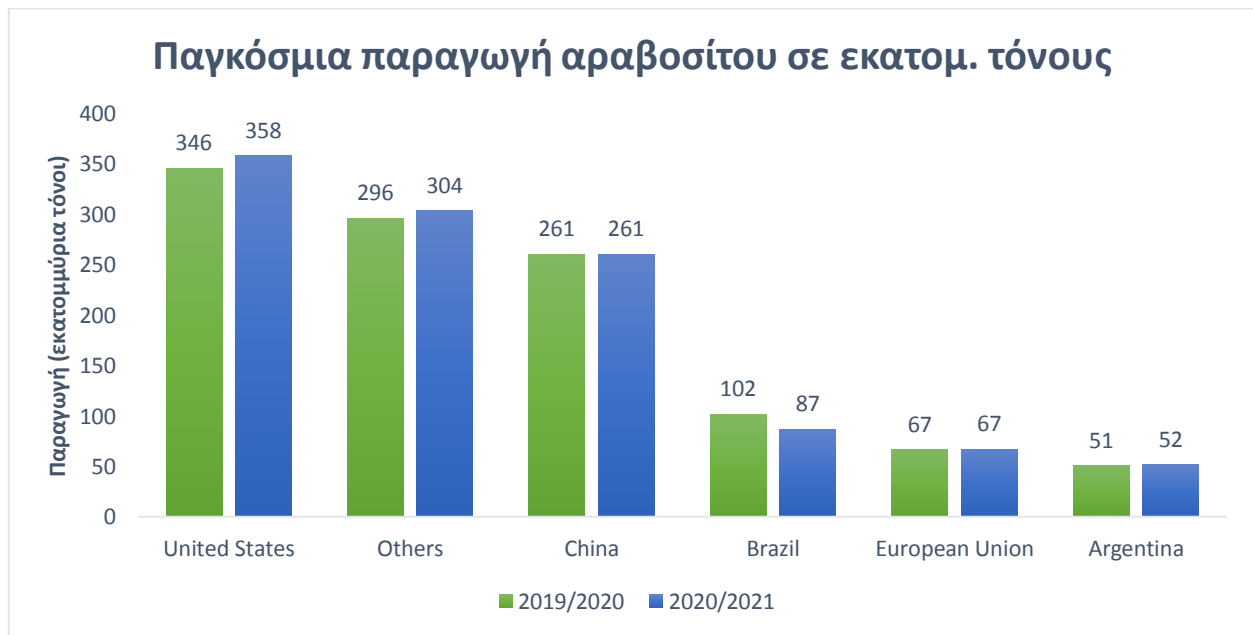


Εικόνα 2. Ο χάρτης δείχνει τον αριθμό των τύπων αραβοσίτου που έχει κάθε ζώνη του Περού όπως είναι η περίπτωση του «Gigante Cuzco» που είναι αυτό με τη μεγαλύτερη παρουσία σε εθνικό επίπεδο και έχει εντοπιστεί σε 22 περιοχές, ακολουθούμενο από το Confite που βρίσκεται σε 19 περιοχές και που λόγω των χαρακτηριστικών του θεωρείται το μικρότερο, φτάνοντας σε μέγεθος τα 8 εκατοστά, (πηγή: www.gob.pe)

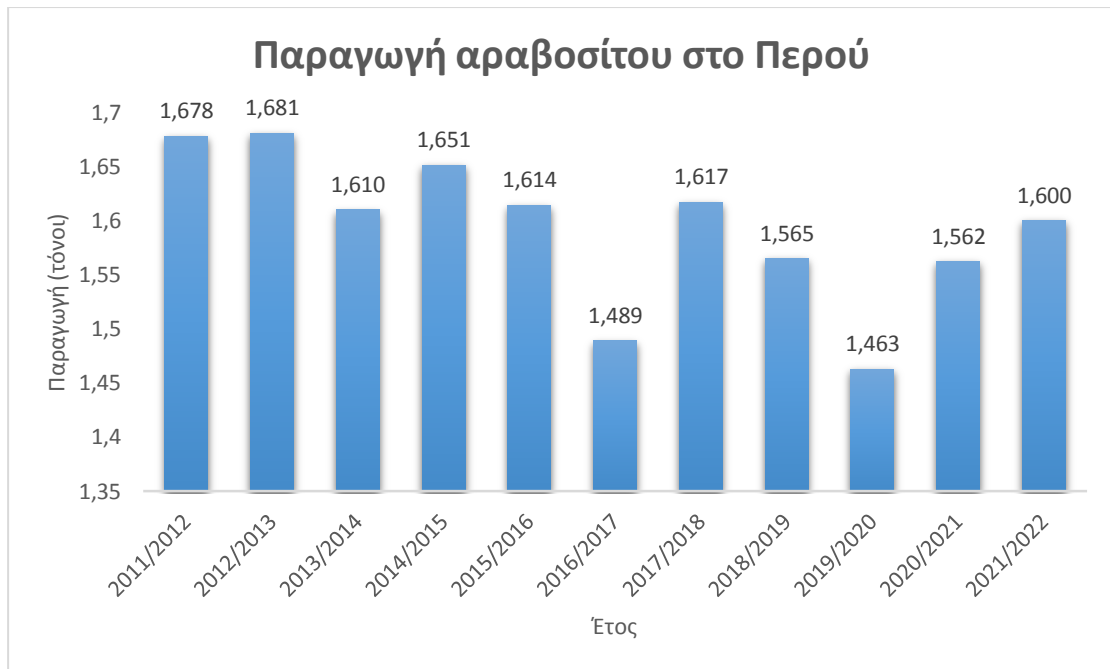
1.3 ΤΑΣΕΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

1.3.1 ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ

Ο αραβόσιτος είναι το τρίτο σε σημασία καλλιεργούμενο σιτηρό παγκοσμίως μετά το σιτάρι και το ρύζι. Σύμφωνα με το Υπουργείο Γεωργίας των ΗΠΑ τα τελευταία 3 χρόνια η καλλιεργούμενη έκτασή του είναι περίπου 200 εκατομμύρια εκτάρια και η παραγωγή του ανέρχεται σε 1000-1.150 εκατομμύρια τόνους. Παγκοσμίως μεταξύ 2020 και 2021 η παραγωγή αραβοσίτου ήταν 1.129 εκατομμύρια τόνοι. Ο κύριος παραγωγός ήταν οι Ηνωμένες Πολιτείες με 358 εκατομμύρια τόνους που ισοδυναμούν με το 32% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής. Ακολουθούν η Κίνα, η Βραζιλία, η Ευρωπαϊκή Ένωση, η Αργεντινή και άλλες (Διάγραμμα 1). Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 2, στην περίπτωση του Περού, η παραγωγή καλαμποκιού ήταν 1.600 τόνοι δηλαδή λιγότερο από το 1% της παγκόσμιας παραγωγής.



Διάγραμμα 2. Η παγκόσμια παραγωγή αραβοσίτου σε εκατομμύρια τόνους, (πηγή: www.usda.gov)

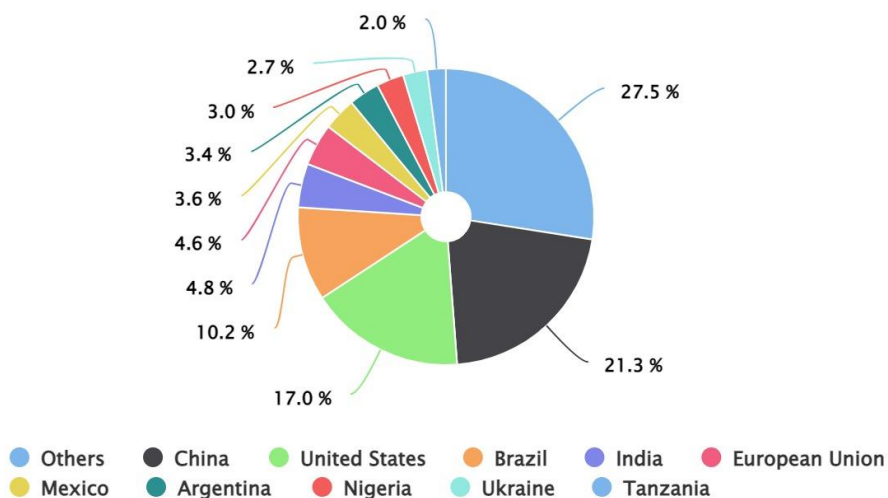


Διάγραμμα 3. Ετήσια παραγωγή αραβοσίτου στο Περού, (πηγή: www.usda.gov)

Η έκταση που καλλιεργήθηκε με αραβόσιτο, μεταξύ 2021 παγκοσμίως, ήταν 199 εκατομμύρια εκτάρια. Η Κίνα διατηρεί την πρώτη θέση με τη μεγαλύτερη καλλιεργούμενη έκταση με 41 εκατομμύρια εκτάρια, ακολουθούμενη από τις Ηνωμένες Πολιτείες με 33 εκατομμύρια εκτάρια και τη Βραζιλία με 20 εκατομμύρια εκτάρια (Διάγραμμα 3). Στο Περού η έκταση που καλλιεργήθηκε το 2021 άγγιξε τα 475.000 εκτάρια (USDA, 2021).

Top 10 Countries for Corn.World.Area Harvested

Forecast Data reported on: 12/2021

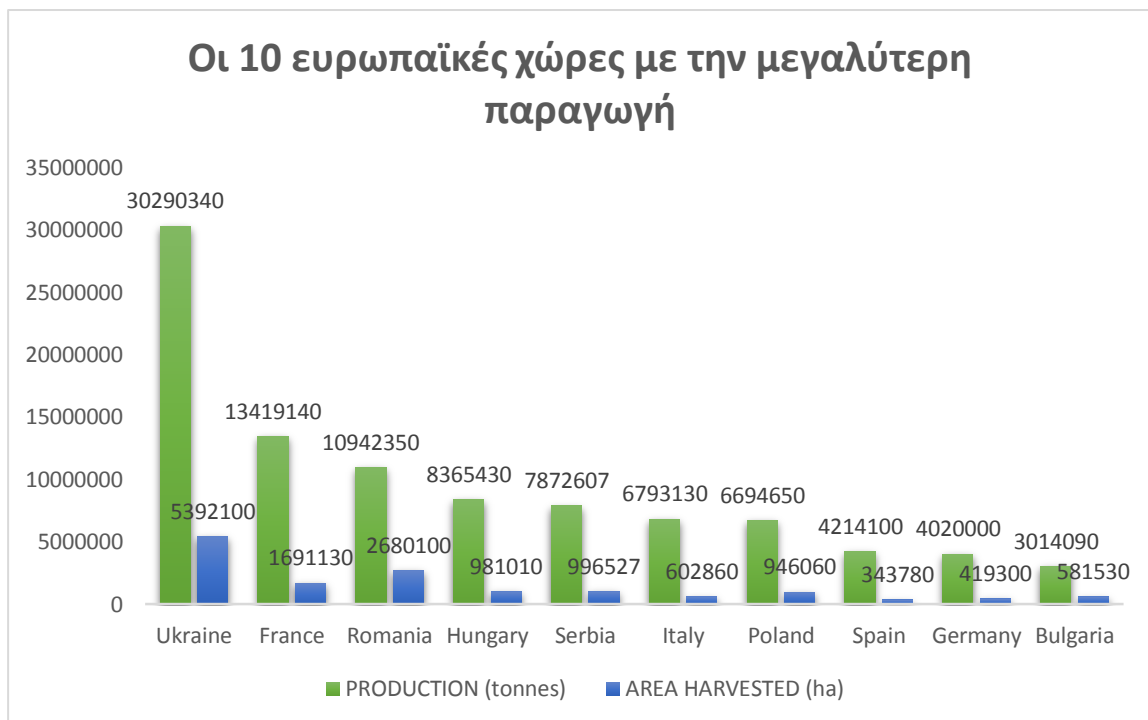


Source: FAS USDA

Διάγραμμα 4. Οι 10 χώρες με την μεγαλύτερη καλλιεργούμενη έκταση αραβοσίτου παγκοσμίως, (πηγή: www.usda.gov)

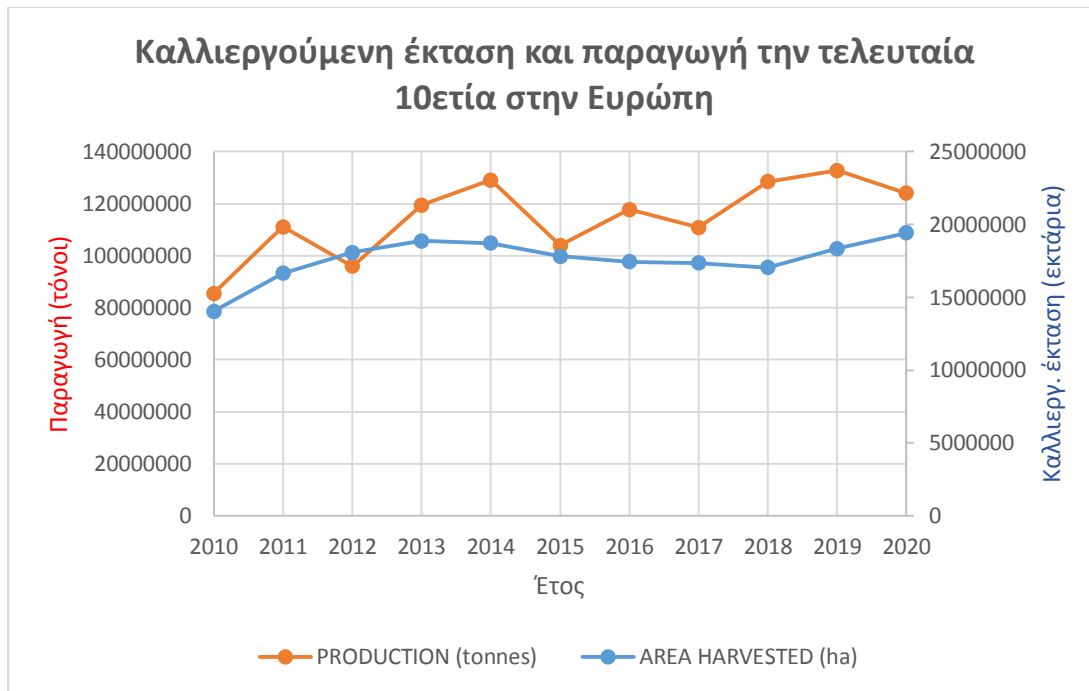
1.3.2 ΕΥΡΩΠΗ

Στην Ευρώπη ο αραβόσιτος το 2020 καλλιεργήθηκε σε έκταση 194 εκατομμύρια στρέμματα και παρήχθησαν 124 εκατομμύρια τόνοι (FAO, 2020). Στα 28 κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης την ίδια περίοδο ο αραβόσιτος καλλιεργήθηκε σε έκταση 92 εκατομμυρίων στρεμμάτων με παραγωγή 70 εκατομμύρια τόνους (USDA, 2021). Στο διάγραμμα 4 διακρίνουμε τους 10 κορυφαίους παραγωγούς αραβοσίτου στην Ευρώπη με την Ουκρανία να κρατάει τα ηνία της ηπείρου με 30 εκατομμύρια τόνους και την Γαλλία με 13,5 εκατομμύρια τόνους τα ηνία της Ευρωπαϊκής Ένωσης.



Διάγραμμα 5. Οι 10 ευρωπαϊκές χώρες με την μεγαλύτερη παραγωγή και καλλιεργούμενη έκταση. (πηγή: www.fao.org)

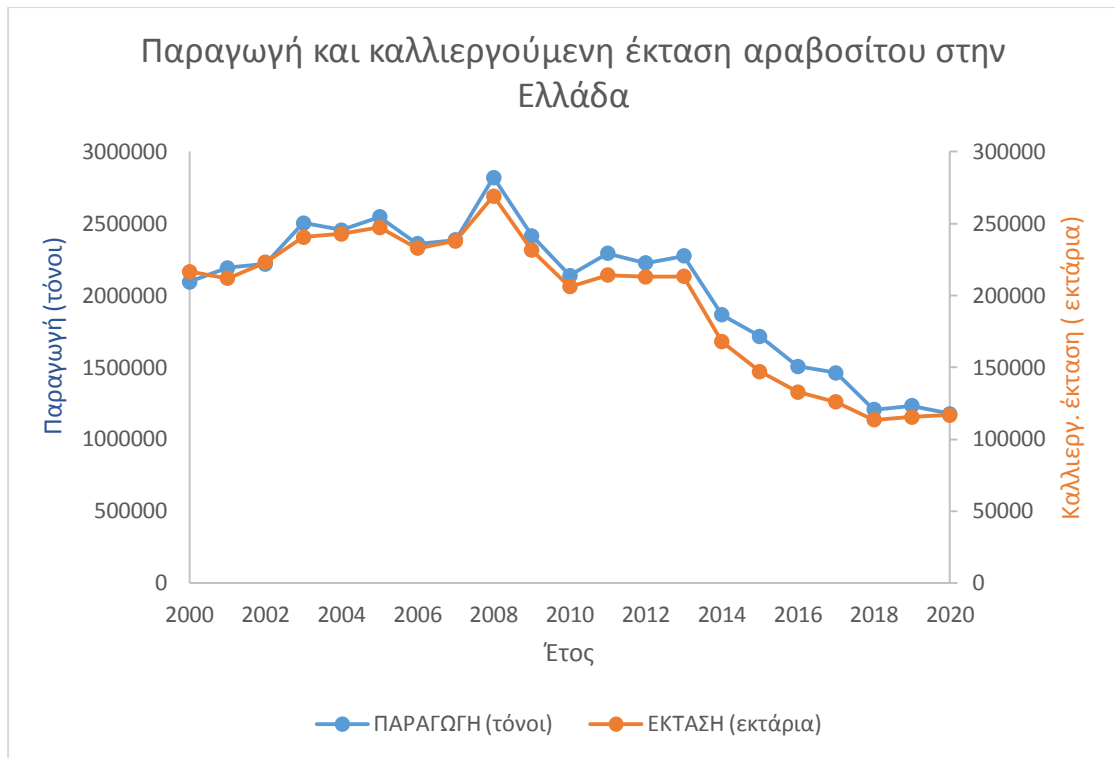
Τόσο η καλλιεργούμενη έκταση όσο και η παραγωγή αραβοσίτου στην Ευρώπη κυμαίνεται σε σταθερά επίπεδα τα τελευταία 10 χρόνια με μικρές αυξομειώσεις ανάλογα με τη διαμόρφωση των τιμών του προϊόντος. Το 2019 καταγράφηκε η υψηλότερη παραγωγή της 10ετίας με την τιμή της να αγγίζει τους 132,7 εκατομμύρια τόνους (Διάγραμμα 5).



Διάγραμμα 6. Καλλιεργούμενη έκταση και παραγωγή την τελευταία 10ετία στην Ευρώπη, (πηγή: www.fao.org)

1.3.3 ΕΛΛΑΔΑ

Η παραγωγή αραβοσίτου στην Ελλάδα το 2020 ήταν 1,1 εκατομμύρια τόνους και η καλλιεργούμενη έκταση 1,1 εκατομμύρια στρέμματα. Στο χρονικό διάστημα 2000-2020 η καλλιεργούμενη έκταση παρουσιάζει αυξομειώσεις ανάλογα με τη διαμόρφωση των τιμών του προϊόντος. Η παραγωγή αυξήθηκε θεαματικά μέχρι και το 2008 όπως παρατηρούμε στο διάγραμμα 6, φτάνοντας τους 2,8 εκατομμύρια τόνους. Όμως, έπειτα τόσο η παραγωγή όσο και η έκταση του αραβοσίτου παρουσίασαν πτωτική τάση. Αυτό συμβαίνει λόγω των πολύ χαμηλών διεθνών εμπορικών τιμών, οι οποίες αναγκάζουν τους παραγωγούς να στραφούν σε εναλλακτικές εαρινές καλλιέργειες. Η μέση στρεμματική απόδοση είναι σταθερή και κυμαίνεται μεταξύ 1.000-1.200 κιλά/στρέμμα (Διάγραμμα 7). Οι κυριότερες περιοχές καλλιέργειας στη χώρα μας είναι η Μακεδονία, η Θεσσαλία και η Δυτική Ελλάδα (ΕΛΣΤΑΤ).



Διάγραμμα 6. Η παραγωγή και η καλλιεργούμενη έκταση αραβοσίτου στην Ελλάδα, (πηγή: www.fao.org)



Διάγραμμα 7. Η απόδοση αραβοσίτου 2000-2020 στην Ελλάδα, (πηγή: www.fao.org)

1.4 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Ο αραβόσιτος (*Zea mays* L.) είναι ένα από τα αρχαιότερα γνωστά δημητριακά και είναι εξαιρετικά σημαντικό για τη διατροφή του ανθρώπου. Η καλλιέργεια αραβοσίτου ξεχωρίζει για την οικονομική της σημασία και για τις ποικίλες χρήσεις των διαφόρων τμημάτων του φυτού, τα οποία προορίζονται τόσο για ανθρώπινη όσο και για ζωική κατανάλωση. Είναι το μόνο καλλιεργούμενο είδος του γένους *Zea*.

Πίνακας 1. Συστηματική ταξινόμηση αραβοσίτου

| ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ | |
|------------------------|------------------------------|
| Βασίλειο: | Φυτά (Plantae) |
| Συνομοταξία: | Αγγειόσπερμα (Magnoliophyta) |
| Ομοταξία: | Μονοκοτυλήδονα (Liliopsida) |
| Τάξη: | Κυπειρώδη (Cyperales) |
| Οικογένεια: | Αγρωστώδη (Poaceae) |
| Γένος: | <i>Zea</i> |
| Είδος: | <i>Zea mays</i> |
| Κοινή ονομασία | Καλαμπόκι, αραβόσιτος |

Η οικογένεια *Poaceae* αποτελείται από περισσότερα από 600 γένη, το γένος *Zea* είναι ένα από τα πιο σημαντικά σε αυτήν την οικογένεια. Το είδος *Zea mays* L. είναι διπλοειδές του οποίου ο αριθμός χρωμοσωμάτων είναι $2n=20$. Παρουσιάζει σημαντική ποικιλομορφία τύπων ανάλογα με τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του καρπού, τη δομή του ενδοσπερμίου και της φυσικοχημικές ιδιότητες του αμύλου (Acosta 2009; Kato *et al.* 2009)

1.5 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Ο αραβόσιτος είναι μονοκότυλο, ποώδες, ετήσιο φυτό, μόνοικο-δίκλινο, σταυρογονιμοποιούμενο και ανεμόφιλο που καλλιεργείται ευρέως σε όλο τον κόσμο. Ανήκει στα φυτά τύπου C4 και ο ρυθμός φωτοσύνθεσής του είναι περίπου διπλάσιος συγκριτικά με εκείνο των χειμερινών σιτηρών (Westgate *et al.*, 2004). Η βλαστική ανάπτυξη του αραβοσίτου επιμηκύνεται από τις μεγάλου μήκους ημέρες, ενώ

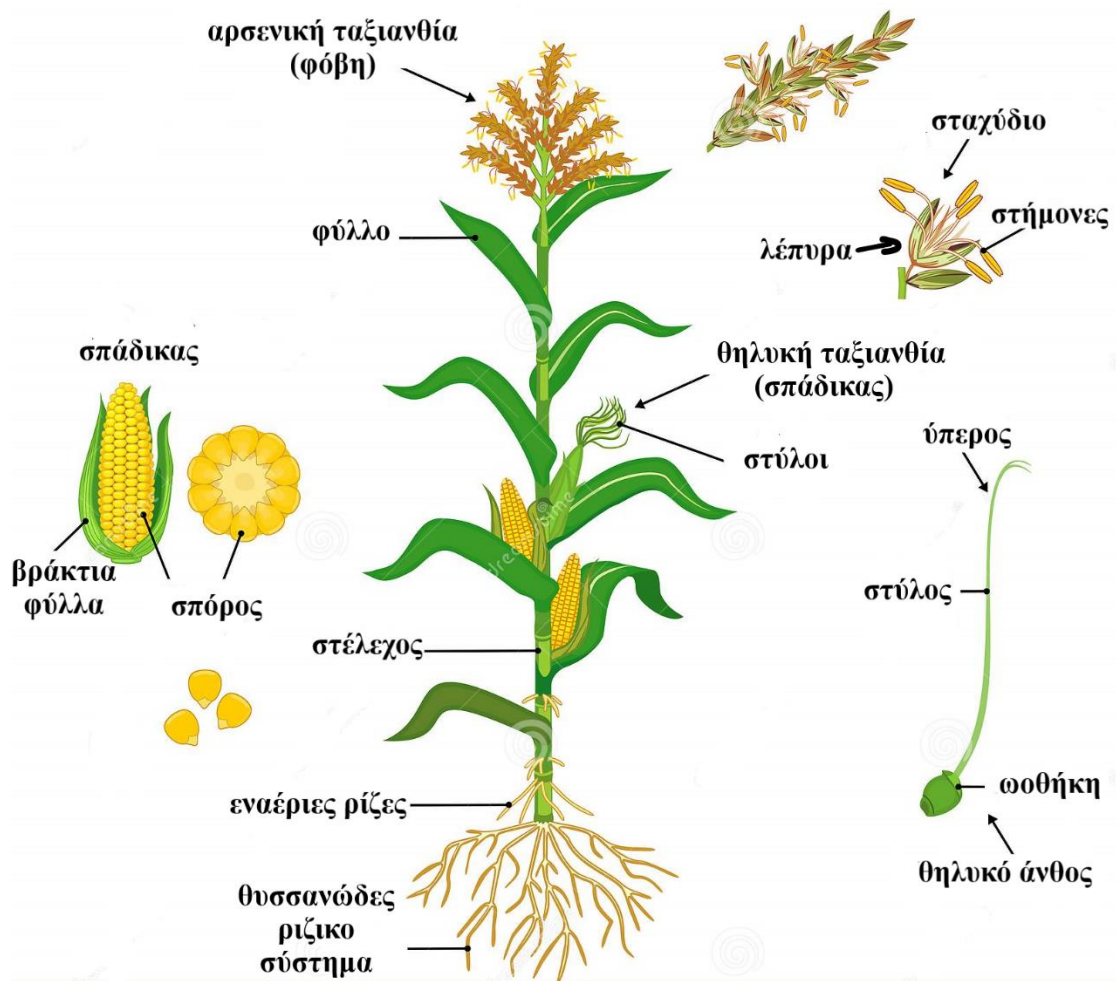
παράλληλα καθυστερείται η άνθιση. Σε σύγκριση με τα υπόλοιπα σιτηρά, ο αραβόσιτος διαθέτει σχεδόν διπλάσιο ρυθμό φωτοσύνθεσης. Πιο συγκεκριμένα, ο ρυθμός αύξησής του είναι δυνατόν να φθάσει τα 51gr/m²/ημέρα, ενώ του σιταριού τα 18gr/m²/ημέρα (Fageria, 1992).

Αποτελεί γεγονός ότι, στα C3 φυτά, μία ένωση αποτελούμενη από 3 άτομα άνθρακα είναι το πρώτο προϊόν της δέσμευσης του διοξειδίου του άνθρακα, μέσω του κύκλου Calvin και του ενζύμου Rubisco. Αντιθέτως, στα C4 φυτά είναι μια ένωση με 4 άτομα άνθρακα. Στα C4 φυτά είναι εφικτός ο κορεσμός της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας σε σημαντικά χαμηλότερες συγκεντρώσεις του διοξειδίου του άνθρακα σε σχέση με αυτές που απαιτούνται από την C3 φωτοσύνθεση. Συνεπώς, τα C4 φυτά μπορούν να εκμεταλλευτούν πιο αποτελεσματικά της χαμηλές συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα.

Επιπλέον, κατά την αύξηση της θερμοκρασίας προκειμένου να μειωθούν οι απώλειες σε νερό, τα στομάτια των φύλλων κλείνουν. Αυτό οδηγεί στη μικρότερη διαθεσιμότητα σε διοξείδιο του άνθρακα. Συγκριτικά με τα φυτά C3, τα C4 φυτά φωτοσυνθέτουν γρηγορότερα. Φυτά C4 όπως είναι το καλαμπόκι, καταγράφουν πολύ υψηλές θερμοκρασίες βιολογικής δραστηριότητας που μπορούν να φθάσουν έως και τους 50 °C.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, τα C3 φυτά σε κάποιο σημείο παρουσιάζουν την λεγόμενη ένταση κορεσμού. Πέρα από αυτή την ένταση τα φυτά αυτά δεν καταγράφουν αύξηση του ρυθμού φωτοσύνθεσης. Από την άλλη μεριά, τα C4 φυτά, δεν παρουσιάζουν ένταση κορεσμού, εκμεταλλεύονται τις υψηλές εντάσεις φωτισμού για την ολοκλήρωση της φωτοσυνθετικής τους δραστηριότητας.

Από τα άνωθεν γίνεται σαφές ότι, τα φυτά τύπου C3, παρουσιάζουν μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης σε μέτριες εντάσεις φωτός και θερμοκρασίας, ενώ στην υπερβολική έκθεση φωτός και θερμοκρασίας εμποδίζεται η λειτουργία τους. Τα φυτά τύπου C4 όπως είναι ο αραβόσιτος, είναι σαφώς καλύτερα προσαρμοσμένα σε συνθήκες υψηλού φωτισμού και θερμοκρασίας, όμως σε αντίθεση με τα C3 φυτά αδυνατούν να εκμεταλλευτούν την άνοδο της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα (Αϊβαλάκης κ.ά., 2005).



Εικόνα 3. Τα μέρη του φυτού του αραβοσίτου

1.5.1 ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ



Εικόνα 4. Εναέριες ρίζες αραβοσίτου, (πηγή: προσωπικό αρχείο)

Το ριζικό σύστημα του αραβοσίτου αποτελείται από το εμβρυακό, το μόνιμο ριζικό σύστημα και τις εναέριες ρίζες. Το εμβρυακό ριζικό σύστημα αποτελείται από την πρωτογενή εμβρυακή ρίζα, προέκταση του ριζιδίου, και από τις δευτερογενείς εμβρυακές ρίζες (3-5 συνήθως). Το εμβρυακό ριζικό σύστημα μπορεί να επιζήσει σε όλη τη διάρκεια της ζωής του φυτού και να φτάσει σε βάθος 1,5-2 m. Το κύριο ριζικό σύστημα αποτελείται από τις ρίζες που εκφύονται μέσα στο έδαφος και από τις εναέριες ρίζες που εκφύονται από τους

πρώτους κόμβους του στελέχους πάνω από την επιφάνεια του εδάφους. Οι εναέριες ρίζες συμβάλλουν στη στήριξη και τη διατροφή του φυτού (Εικόνα 4). Το κύριο ριζικό σύστημα του αραβοσίτου είναι πλούσιο, θυσσανώδες και μπορεί να φτάσει σε βάθος 2,5 m, αν και ο κύριος όγκος του αναπτύσσεται στα πρώτα 60 cm του εδάφους.

1.5.2 ΣΤΕΛΕΧΟΣ

Το στέλεχος είναι συμπαγές, κυλινδρικό και αποτελείται από κόμβους και μεσογονάτια διαστήματα. Τα μεσογονάτια είναι βραχύτερα προς τη βάση του φυτού και είναι ευθύγραμμα και σχεδόν κυλινδρικά στο επάνω μέρος του φυτού και αυλακωτά στο κάτω μέρος. Σε κάθε κόμβο, εκτός από τον τελευταίο, υπάρχει καταβολή οφθαλμού, ενώ στους κατώτερους κόμβους υπάρχουν και καταβολές ριζών. Οι οφθαλμοί βρίσκονται εναλλάξ στο στέλεχος, στις μασχάλες των φύλλων και στη βάση του αυλακιού του μεσογονατίου. Από τους οφθαλμούς, εκείνοι που βρίσκονται στο μέσο και ανώτερο τμήμα του στελέχους μπορεί να εξελιχθούν σε σπάδικες, από τους οποίους οι περισσότεροι εκφυλίζονται και μόνο ο ένας ή οι δύο ανώτεροι εξελίσσονται σε κανονικούς σπάδικες. Αυτοί που βρίσκονται κοντά στη βάση του στελέχους μπορεί να εξελιχθούν σε δευτερεύοντα στελέχη, γνωστά ως «αδέρφια», που αναπτύσσουν δικό τους ριζικό σύστημα.

1.5.3 ΦΥΛΛΑ

Τα φύλλα του αραβοσίτου εκφύονται κατ' εναλλαγή από τους κόμβους του στελέχους και αποτελούνται από τον κολεό και το έλασμα. Ο κολεός περιβάλλει στενά το μεσογονάτιο του στελέχους μέχρι τον επόμενο προς τα επάνω κόμβο. Το έλασμα του φύλλου είναι λογχοειδές, επίμηκες, φέρει πολλές τρίχες μικρού μεγέθους στην επάνω επιφάνεια και είναι τραχύ, ενώ στην κάτω επιφάνεια δεν έχει τρίχες και είναι λείο (Εικόνα 5). Στο σημείο που ο κολεός διαχωρίζεται με το έλασμα υπάρχει



Εικόνα 5. Φύλλα αραβοσίτου, (πηγή: προσωπικό αρχείο)

γλωσσίδα και μικρά τριγωνικά ωτία. Εκτός από τα κύρια φύλλα υπάρχουν και τα βράκτια φύλλα, που εκφύονται από τους κόμβους της βάσης του σπάδικα και η λειτουργία τους είναι να τον προστατεύουν. Τα βράκτια είναι ως επί το πλείστον πράσινα, ωστόσο, σε ορισμένα είδη αραβοσίτου έχουν μωβ χρωματισμό (π.χ. Kulli). Αυτός ο μωβ χρωματισμός δίνεται από τη χρωστική ουσία που ονομάζεται ανθοκυανίνη, η οποία έχει αντιοξειδωτικές ιδιότητες.

1.5.4 ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ

Ο αραβόσιτος είναι φυτό μόνικο-δίκλινο, επομένως στο ίδιο φυτό υπάρχουν και τα αρσενικά και τα θηλυκά άνθη, σε ξεχωριστές όμως ταξιανθίες. Η αρσενική ταξιανθία βρίσκεται στην κορυφή του κύριου στελέχους, ενώ οι θηλυκές ταξιανθίες εκφύονται από κόμβους του στελέχους. Κατά την άνθηση του αραβοσίτου πρώτη εμφανίζεται η αρσενική ταξιανθία (φόβη) και μετά από 7-10 ημέρες εμφανίζονται οι πρώτοι στύλοι της θηλυκής ταξιανθίας (σπάδικας), γι' αυτό και χαρακτηρίζεται ως φυτό πρωτανδρικό. Τα άνθη στη νεαρή τους ηλικία μπορεί να είναι ερμαφρόδιτα, αργότερα όμως αποβάλλονται τα αρσενικά όργανα από τα άνθη του σπάδικα και τα θηλυκά από τα άνθη της φόβης. Η εμφάνιση καμιά φορά σπόρων στη φόβη και αρσενικών ανθέων στην



Εικόνα 6. Ερμαφρόδιτο θηλυκό άνθος. Ο σπάδικας εμφάνισε στην κορυφή του φόβη σε έναν τύπο περουβιανού αραβοσίτου στο πείραμα που διεξήχθη στον αγρό του ΓΠΑ. (πηγή: προσωπικό αρχείο)

άκρη του σπάδικα εξηγείται από το γεγονός ότι μερικά άνθη παραμένουν ερμαφρόδιτα (Εικόνα 6).

Αρσενική ταξιανθία

Η αρσενική ταξιανθία είναι φόβη με κλώνους που είναι διατεταγμένοι σπειροειδώς γύρω από τον άξονά της (Εικόνα 7). Από κάθε κόμβο των κλώνων εκφύονται σταχύδια συνήθως κατά ζεύγη, που το ένα είναι έμμισχο και το άλλο άμισχο. Κάθε σταχύδιο περιβάλλεται από δύο χνουδωτά λέπυρα ωοειδούς σχήματος και αποτελείται από δύο άνθη από τα οποία το ένα είναι πιο ανεπτυγμένο. Κάθε άνθος περικλείεται από τον χειτώνα και τη λεπίδα και περιέχει 3 στήμονες, δύο μικρές γλωχίνες και υποτυπώδη στύλο



Εικόνα 7. Αρσενική ταξιανθία αραβοσίτου (φόβη), (πηγή: προσωπικό αρχείο)

(Εικόνα 3). Η πλήρης ανάπτυξη της αρσενικής ταξιανθίας υποδηλώνει και το τέλος της αύξησης του φυτού σε ύψος.

Θηλυκή ταξιανθία

Η θηλυκή ταξιανθία είναι σπάδικας με παχυμένο τον άξονα και ονομάζεται σπάδικας ή ρόκα (Εικόνα 8). Ο σπάδικας αποτελείται από την κνήμη, τα βράκτια και τον



Εικόνα 8. Θηλυκή ταξιανθία αραβοσίτου (σπάδικας), (πηγή: προσωπικό αρχείο)

άξονα. Η κνήμη αποτελεί τον μίσχο που συνδέει τον σπάδικα με το στέλεχος. Κάθε σταχύδιο έχει δύο κοντά λέπυρα και περιλαμβάνει δύο άνθη, από τα οποία μόνο το ανώτερο είναι συνήθως γόνιμο. Κάθε άνθος αποτελείται από τον χειτώνα, τη λεπίδα και τον ύπερο. Ο ύπερος αποτελείται από την ωθήκη και τον στύλο (Εικόνα 3). Ο στύλος έχει τριχοειδή στίγματα και γι' αυτό έχει χνουδωτή εμφάνιση. Ο αραβόσιτος είναι φυτό σταυρογονιμοποιούμενο, επομένως

η γύρη ενός φυτού σπάνια γονιμοποιεί τους στύλους του ίδιου φυτού. Σε συνθήκες αγρού το 97% ή και περισσότερο των σπόρων ενός σπάρικα γονιμοποιείται με γύρη από άλλα φυτά, ενώ σπάνια και σε μικρό ποσοστό μπορεί να συμβούν και αυτογονιμοποιήσεις.

1.5.5 ΚΑΡΙΠΟΣ

Το σχήμα της καρύωσης διαφέρει και μπορεί να είναι πεπλατυσμένο, τριγωνικό, ωοειδές, σφαιρικό ή κωνικό. Το μέγεθος του καρπού ποικίλλει, ενώ και το βάρος των 1000 σπόρων μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 100-500 gr. Ο καρπός του αραβοσίτου διακρίνεται σε περικάρπιο,

ενδοσπέρμιο και έμβρυο. Το τμήμα με το οποίο συνδέεται ο σπόρος με τον άξονα λέγεται ποδίσκος (Εικόνα 9).

Η κύρια λειτουργία του περικαρπίου είναι να σχηματίζει ένα τοίχωμα που



προστατεύει και περιέχει τις άλλες δομές του σπόρου. Το ενδοσπέρμιο αποτελείται

Εικόνα 9. Τα μέρη του καρπού του αραβοσίτου, (πηγή: www.researchgate.net/publication/356443160_EL_MAIZ_NATIVO_EN_BOLIVIA)

από άμυλο και πρωτεΐνες και αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος του σπόρου. Το ενδοσπέρμιο έχει πολύ σημαντικό ρόλο καθώς παρέχει τα θρεπτικά συστατικά για τη βλάστηση των σπόρων, έως ότου το νέο φυτό σχηματίσει επαρκή ποσότητα φύλλου ώστε να γίνει αυτότροφο. Το έμβρυο φέρει τις καταβολές των πρώτων οργάνων από τις οποίες θα προκύψει ένα νέο φυτό (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2008). Το χρώμα του καρπού ποικίλλει από λευκό έως μαύρο ανάλογα με το περίβλημα, την αλευρώνη ή το ενδοσπέρμιο (Smith and Cooper, 2004). Οι σπόροι που προέρχονται από τον ίδιο σπάρικα διαφέρουν στο μέγεθος και το σχήμα ανάλογα με τη θέση τους πάνω στον άξονα του σπάρικα. Οι σπόροι που βρίσκονται κοντά στη βάση της κορυφής του σπάρικα είναι στρογγυλοί, ενώ οι υπόλοιποι είναι λιγότερο ή περισσότερο πεπεσμένοι. Σημαντικές διαφορές υπάρχουν επίσης μεταξύ των ποικιλιών αλλά και των υβριδίων ως προς το σχήμα των σπόρων (Μπιλάλης *et. al.*, 2019).

1.6 ΤΥΠΟΙ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ

Ο αραβόσιτος κατατάσσεται στους ακόλουθους 7 τύπους: αμυλώδης, κηρώδης, επενδεδυμένος, σακχαρώδης, οδοντοειδής, σκληρόκοκκος και μικρόκοκκος (Ávila *et al.*, 1998).

- Ο **αμυλώδης** τύπος χρησιμοποιείται για την παρασκευή κυρίως αλευριού. Ολόκληρο το ενδοσπέρμιο είναι αλευρώδους δομής και μπορεί να ξυθεί εύκολα με το νύχι. Αυτή η μαλακή φύση του τον κάνει ευαίσθητο στη σήψη και στις προσβολές από σκουλήκια του σπάρδικα. Οι τύποι αραβόσιτου που έχουν αυτό το είδος σπόρου έχουν διαφορετικά χρώματα (από μερικούς εξάγονται χρωστικές) (Paliwal *et al.*, 2011)..
- Ο **κηρώδης** τύπος αποτελείται από σπόρους με την υψηλότερη ποσότητα αμύλου και χρησιμοποιείται στη βιομηχανική παραγωγή συγκολλητικών ουσιών.
- Ο **επενδεδυμένος** τύπος περιβάλλεται από τα περιβλήματά του, είναι χαμηλής ποιότητας και καλλιεργείται για την παραγωγή γλωρής μάζας για ζωοτροφή λόγω του άφθονου φυλλώματός του.
- Ο **σακχαρώδης** τύπος έχει σπόρια με υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα και φέρει υπολειπόμενα γονίδια στο χρωμόσωμα 4 που εμποδίζουν τη μετατροπή ορισμένων διαλυτών σακχάρων σε άμυλο. Λόγω της γεύσης και της σύστασής του, οι σπόροι καταναλώνονται όταν είναι ακόμη πράσινοι. Ο αραβόσιτος με αυτόν τον τύπο σπόρων είναι πιο επιρρεπής σε ασθένειες σε σύγκριση με άλλους τύπους.
- Στον **οδοντοειδή** αραβόσιτο το άμυλο είναι υαλώδες και αλευρώδες. Το υαλώδες άμυλο εντοπίζεται στο εξωτερικό τμήμα του ενδοσπερμίου, πλην της κορυφής του σπόρου, ενώ το αλευρώδες καταλαμβάνει το εσωτερικό του ενδοσπερμίου και εκτείνεται ως την κορυφή του σπόρου. Κατά την ωρίμανση το αλευρώδες άμυλο υφίσταται γρηγορότερα αφυδάτωση σε σχέση με το υαλώδες, με αποτέλεσμα η κορυφή του σπόρου να παρουσιάζει μια χαρακτηριστική συρρίκνωση και ο σπόρος να παίρνει μορφή δοντιού. Συγκριτικά με τους άλλους τύπους αραβόσιτου ο συγκεκριμένος έχει υψηλότερες αποδόσεις. Από την άλλη πλευρά, ο αραβόσιτος με αυτούς τους τύπους κόκκων είναι ευαίσθητος σε μύκητες και έντομα στο χωράφι.

- Στο **σκληρόκοκκο** αραβόσιτο το εξωτερικό περίβλημα του κόκκου εμποδίζει τη συρρίκνωσή του αφού δημιουργεί ένα πέπλο σκληρού φλοιού. Έχει καλύτερη βλάστηση από άλλα είδη αραβοσίτου σε δροσερά και υγρά εδάφη. Αυτός ο τύπος αραβοσίτου είναι λιγότερο επιρρεπής στις προσβολές από έντομα και στα φαινόμενα σήψης τόσο στο χωράφι όσο και στην αποθήκευση.
- Τέλος ο **μικρόκοκκος** αραβόσιτος χαρακτηρίζεται από σπόρους μικρούς και πολύ σκληρούς. Το ενδοσπέρμιο αποτελείται σχεδόν εξ ολοκλήρου από άμυλο υαλώδους δομής. Όταν ο κόκκος θερμαίνεται (περίπου 170°C), το περικάρπιο σκάει και το ενδοσπέρμιο διαστέλλεται, παράγοντας το γνωστό ποπ-κορν.

1.7 ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

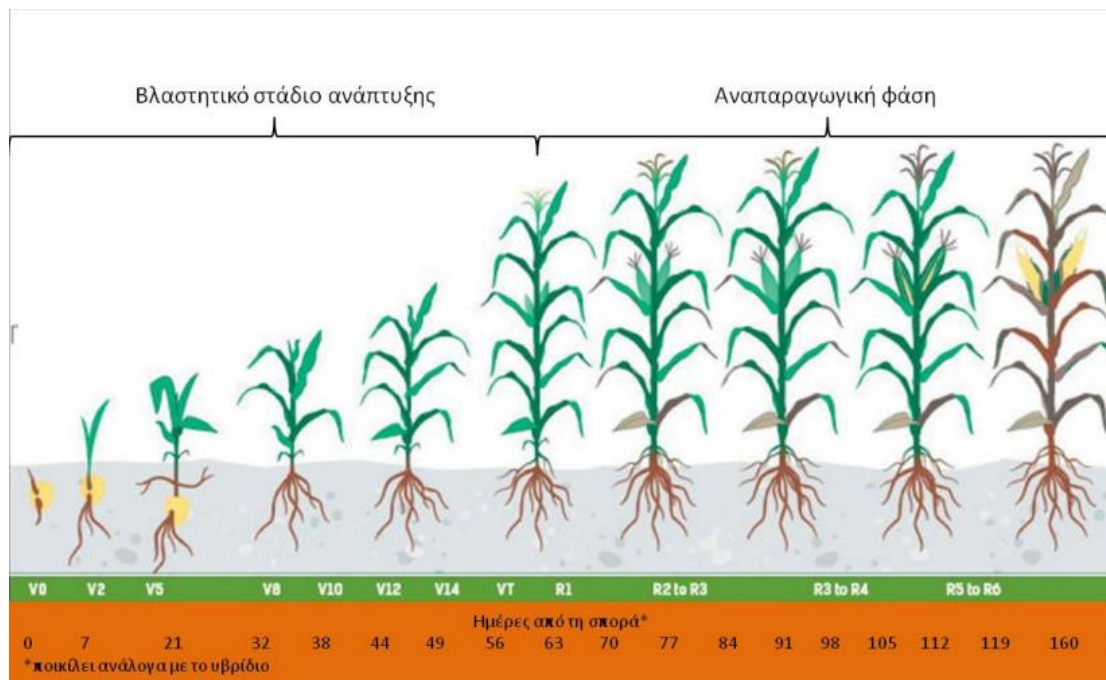
Η διάρκεια του βιολογικού κύκλου κυμαίνεται από 110-200 ημέρες ανάλογα με τον τύπο του αραβοσίτου και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Στο Περού υπάρχουν τύποι όπως είναι ο var. *Morado* που ο βιολογικός του κύκλος ολοκληρώνεται στις 180-200 ημέρες περίπου (Justiniano, 2010). Στην χώρα μας η διάρκεια του βιολογικού κύκλου δεν ξεπερνά συνήθως της 150-160 ημέρες.

Ο αραβόσιτος είναι φυτό καθορισμένης ανάπτυξης με διακριτά στάδια βλαστητικής και αναπαραγωγικής ανάπτυξης. Τα στάδια του βιολογικού κύκλου στον αραβόσιτο στη βλαστητική ανάπτυξη περιλαμβάνουν:

- α) Το φύτευμα
- β) Την ανάπτυξη του ριζικού και υπέργειου τμήματος
- γ) Τη διαφοροποίηση των μεριστωμάτων από βλαστικά σε αναπαραγωγικά

Στην αναπαραγωγική ανάπτυξη περιλαμβάνουν:

- α) Την έκπτυξη των ταξιανθιών
- β) Την άνθηση
- γ) Την γονιμοποίηση των ανθέων
- δ) Το γέμισμα του καρπού



Εικόνα 10. Στάδια ανάπτυξης αραβοσίτου, (πηγή: <https://semillasvalle.com/site/blog/fenologia-y-fisiologia-en-cultivos-de-maiz/#>)

Το πρώτο στάδιο του βιολογικού κύκλου περιλαμβάνει τη βλάστηση του σπόρου, το φύτεμα και την εμφάνιση του νεαρού φυταρίου. Κατά την σπορά, ο σπόρος του αραβοσίτου έρχεται σε επαφή με την υγρασία του εδάφους, απορροφά νερό από το περικάρπιο και αρχίζει να διογκώνεται. Πρώτα επιμηκύνονται το ριζίδιο και η κολλεόριζα που το περιβάλλει και μέσα σε 2-3 μέρες βγαίνουν από το περικάρπιο, ενώ 1-2 μέρες αργότερα πραγματοποιείται και η έξοδος του περιδίου με το κολεόπτιλο που το περιβάλλει. Το ριζίδιο τρυπά στη συνέχεια την κολλεόριζα και επιμηκύνεται ακόμα περισσότερο, ενώ σταδιακά εμφανίζονται και οι υπόλοιπες εμβρυακές ρίζες που χρησιμεύουν για να στερεώσουν το νεαρό φυτό και να το βοηθήσουν στην απορρόφηση νερού και θρεπτικών στοιχείων κατά τα πρώτα στάδια της ανάπτυξής του. Η έξοδος του φυταρίου πάνω από την επιφάνεια του εδάφους γίνεται με επιμήκυνση του κολεόπτιλου και του πρώτου μεσογονάτιου διαστήματος. Ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ σποράς και φυτρώματος εξαρτάται από τη θερμοκρασία, την υγρασία και την επάρκεια οξυγόνου στο έδαφος. Σε κανονικές συνθήκες ανάπτυξης το νεαρό φυτάριο εξέρχεται από την επιφάνεια του εδάφους 6-10 ημέρες μετά την σπορά (Εικόνα 11). Ο αραβόσιτος επιτυγχάνει ικανοποιητικό και ομοιόμορφο φύτεμα σε θερμοκρασίες 16-20 °C (Shaw, 1988). Από την άλλη μεριά, ο περουβιανός αραβόσιτος επιτυγχάνει το φύτεμα σε εντελώς διαφορετικές

θερμοκρασίες καθώς μπορεί να αναπτυχθεί και σε υψόμετρο που αγγίζει τα 3.400 m, όπου οι θερμοκρασίες φτάνουν τους 4 °C.



Εικόνα 11. Φυτά αραβοσίτου στο στάδιο της βλαστητικής ανάπτυξης αριστερά: 15 μέρες μετά την σπορά και δεξιά: περίπου 1 μήνα μετά την σπορά, (πηγή: προσωπικό αρχείο)

Η βλαστητική ανάπτυξη χαρακτηρίζεται από ταχύτατη αύξηση του ριζικού συστήματος, επιμήκυνση των μεσογονατίων του στελέχους και γρήγορη εμφάνιση και ανάπτυξη των φύλλων (Εικόνα 11). Το τελικό ύψος του φυτού είναι σύνθετο αποτέλεσμα του αριθμού και του μήκους των μεσογονατίων, που επηρεάζονται συνήθως από τις υδατικές συνθήκες και τη θερμοκρασία.

Κατά την άνθηση του αραβοσίτου πρώτα εμφανίζεται η φόβη στην κορυφή του φυτού, που προηγείται 7-10 ημέρες από την εμφάνιση των στύλων των θηλυκών ανθέων του σπάδικα. Η γύρη ωριμάζει σταδιακά, είναι άφθονη και μεταφέρεται με τον άνεμο σε μεγάλες αποστάσεις. Κατά τη διάρκεια της άνθησης των θηλυκών ανθέων του σπάδικα, οι στύλοι επιμηκύνονται και εμφανίζονται ως νήματα έξω από τα



Εικόνα 12 Μετάζωμα, (πηγή: προσωπικό αρχείο)

βράκτια φύλλα του σπάδικα (στάδιο μεταξώματος) (Εικόνα 12).

Μετά τη γονιμοποίηση ο κόκκος αναπτύσσεται σχηματίζοντας αρχικά ένα γαλακτώδες υγρό πλούσιο σε ζάχαρα που σε διάστημα 15 ημερών μετατρέπονται σε άμυλο. Έπειτα παρατηρείται αφυδάτωση του κόκκου και σκλήρυνσή του. Ένδειξη φυσιολογικής ωρίμανσης στον αραβόσιτο αποτελεί η εμφάνιση μιας ζώνης μαύρου χρωματισμού στον ποδίσκου του κόκκου (Καραμάνος, 1999).

1.7.1 ASI (Anthesis Silking Interval)

ASI είναι το διάστημα μεταξύ της ανάδυσης της αρσενικής ταξιανθίας και της εμφάνισης των μεταξιών από τα βράκτια της θηλυκής ταξιανθίας. Όσο μικρότερο είναι το ASI τόσο περισσότερα φυτά θα λάβουν φρέσκια γύρη στα αναδυόμενα μετάξια, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται καλύτερη γονιμοποίηση. Το ASI συνήθως επιμηκύνεται όταν τα φυτά εκτίθενται σε καταπόνηση πριν την άνθιση και ως εκ τούτου το μετάξωμα καθυστερεί πολύ σε σχέση με τον χρόνο ελευθέρωσης της γύρης. Το αποτέλεσμα είναι η μη γονιμοποίηση των όψιμα εμφανιζόμενων μεταξιών και η αποτυχία σχηματισμού καρπού. Υπάρχει αρνητική συσχέτιση μεταξύ αριθμού σπόρων ανά σπάδικα και του βαθμού του ASI (Bassetti P. and M. E. Westgate, 1994).

Συνεπώς, είναι επιθυμητός ο όσο το δυνατόν καλύτερος συγχρονισμός μεταξύ άνθισης και μεταξώματος για την βελτίωση του σχηματισμού του καρπού. Σύμφωνα με τους Bassetti and Westgate (1994) ο μέγιστος αριθμός σπόρων καρπού σχηματίζεται όταν τα μετάξια αρχίζουν να αναδύονται 1 έως 2 ημέρες από την άνθιση. Ο σχηματισμός σπόρων μειώνεται δραματικά όταν η ανάδυση των μεταξιών αρχίσει μετά την κορύφωση της διασποράς της γύρης. Με $ASI > 7$ ημερών η μείωση της παραγωγής είναι αποτέλεσμα της μη ανάδυσης μεταξιών και συνεπώς της μη γονιμοποίησης. Όταν τα φυτά εκτίθενται σε συνθήκες καταπόνησης όπως είναι η παρατεταμένη ξηρασία και η έλλειψη υγρασίας στο έδαφος το ASI παρατείνεται σημαντικά, έως και πάνω από 20 ημέρες με αποτέλεσμα τα φυτά να μένουν αγονιμοποίητα στην πλειονότητά τους. (Bolanos J. and Edmeades G. O., 1993).

1.8 ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ-ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Ο αραβόσιτος είναι φυτό θερμών κλιμάτων, παρουσιάζει μεγάλη προσαρμοστικότητα και μπορεί να καλλιεργηθεί σε πολλές περιοχές του κόσμου. Οι

κυριότερες ζώνες καλλιέργειας του αραβοσίτου εκτείνονται 48-58⁰ Β και 35-40⁰ Ν γεωγραφικό πλάτος. Μελετώντας το υψόμετρο στο οποίο έχουν βρεθεί καλλιέργειες αραβοσίτου, σημειώνουμε ότι έχουν παρατηρηθεί σε υψόμετρο έως και 3.800 μέτρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας, στις Περουβιανές Άνδεις. Αυτή η ευρεία κατανομή οφείλεται στη μεγάλη ποικιλία τύπων που υπάρχουν. Κάθε ένας από αυτούς τους τύπους είναι προσαρμοσμένος σε ένα συγκεκριμένο οικολογικό περιβάλλον. Έτσι, υπάρχουν ποικιλίες που φτάνουν σε ύψος τα 60 εκατοστά, έχουν 8-9 φύλλα και ωριμάζουν σε 60 ημέρες και ποικιλίες που φτάνουν σε ύψος τα 6 μέτρα, έχουν 42-44 φύλλα και ωριμάζουν σε 8 μήνες. Γενικά, το ιδανικό κλίμα για την καλλιέργειά του και την επίτευξη υψηλών αποδόσεων χαρακτηρίζεται από μέτριες θερμοκρασίες, επάρκεια νερού και έντονη ηλιοφάνεια.

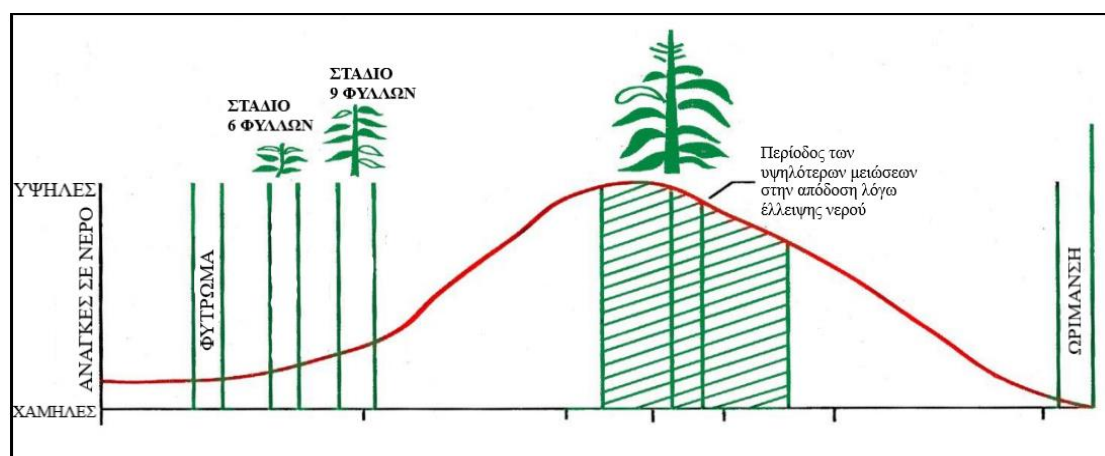
1.8.1 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Είναι ένα φυτό που χρειάζεται υψηλές θερμοκρασίες και έντονο φωτισμό για να αναπτύξει τη φωτοσυνθετική του δραστηριότητα. Για τη σπορά του η θερμοκρασία πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 10 °C, η άριστη είναι γύρω στους 20 °C. Η άριστη θερμοκρασία βλαστητικής ανάπτυξης κυμαίνεται μεταξύ 24-30 °C. Πάνω από 30 °C το φυτό δεν αναπτύσσεται σωστά (Manrique, 1997). Οι περίοδοι πολύ υψηλών ή χαμηλών θερμοκρασιών μπορεί να είναι πολύ επιβλαβείς για το φυτό (Aldrich and Leng, 1974). Αυτό συμβαίνει κατά τη διάρκεια της γονιμοποίησης (οι υπερβολικά υψηλές θερμοκρασίες το βλάπτουν) και κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης (δεν πρέπει να υπάρχουν παγετοί).

1.8.2 NEPO

Ο αραβόσιτος έχει μεγάλες ανάγκες σε νερό λόγω της σημαντικής ποσότητας ξηράς ουσίας που σχηματίζει. Χρησιμοποιεί περίπου 350 κιλά νερό για να σχηματίσει 1 κιλό ξηράς ουσίας. Το νερό είναι καθοριστικό στοιχείο της παραγωγής του αραβοσίτου και οι μέγιστες αποδόσεις επιτυγχάνονται μόνο όταν ικανοποιούνται πλήρως οι ανάγκες του σε νερό, οι οποίες ανάλογα με την ζώνη καλλιέργειας κυμαίνονται από 400-800 mm σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (López, 1991). Υπάρχει μια κρίσιμη περίοδος μεγάλης ευαισθησίας στις συνθήκες ξηρασίας, η οποία τοποθετείται μεταξύ 20 περίπου ημέρες πριν την ανάπτυξη της αρσενικής ανθοφορίας και τελειώνει περίπου 20 ημέρες μετά την επικονίαση, όταν στεγνώνουν τα μετάξια (Εικόνα 13). Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, η έλλειψη άρδευσης για διάστημα 14 ημερών μπορεί να προκαλέσει απώλεια 60% της

παραγωγής. Οι εισφορές νερού πρέπει να είναι ίσες ή 1,1 φορές υψηλότερες από την εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας. Η άρδευση μπορεί να αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 20% των μεταβλητών δαπανών της καλλιέργειας (López, 1991).



Εικόνα 13. Ανάγκες σε νερό του αραβοσίτου στην διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, (πηγή: https://www.agrobanco.com.pe/pdfs/CapacitacionesProductores/MAD/MANEJO_INTEGRADO_DE_MAIZ_AMARILLO_DURO.pdf)

1.8.3 ΧΑΛΑΖΙ-ΑΝΕΜΟΣ

Η πιο συνηθισμένη ζημιά από το χαλάζι συνίσταται στο σχίσιμο του ελάσματος και στην καταστροφή της επιφάνειας του φύλλου. Σε ορισμένες ακραίες περιπτώσεις, ωστόσο, μικρά φυτά ή ακόμη και μεγαλύτερα φυτά μπορεί να καταστραφούν εντελώς. Εάν οι κόκκοι του χαλαζιού είναι μεγάλοι, είναι πιθανό να σπάσουν τα στελέχη ή να αποκοπούν οι σπάδικες και να πέσουν στο έδαφος.

Οι ισχυροί άνεμοι, από την άλλη πλευρά, προκαλούν διαφόρων ειδών ζημιές, κυρίως όταν τα φυτά έχουν ύψος 10-12 εκατοστά. Τα νεαρά φυτά που έχουν υποστεί πληγές από τον άνεμο παρουσιάζουν συχνά τυπικά συμπτώματα έλλειψης φωσφόρου, επειδή οι κύριες ρίζες έχουν υποστεί ζημιά και δεν συμβάλλουν στην πρόσληψη φωσφόρου από το έδαφος. Σε μεγαλύτερα φυτά, οι άνεμοι προκαλούν πλαγιάσματα που δυσχεραίνουν τη μηχανική συγκομιδή (Εικόνα 14) (Δαλιάνης, 1999).



Εικόνα 14. Πλάγιασμα, (πηγή: προσωπικό αρχείο)

1.8.4 ΦΩΤΟΠΕΡΙΟΔΟΣ

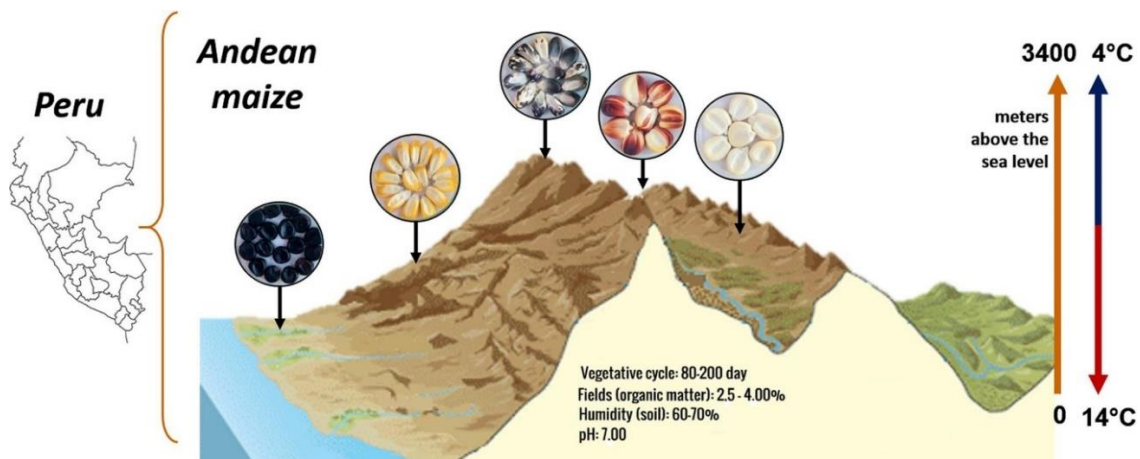
Ο αραβόσιτος είναι φυτό μικρής ημέρας όμως υπάρχουν γονότυποι λιγότερο ευαίσθητοι στη φωτοπερίοδο και μπορούν να καλλιεργηθούν σε διάφορα γεωγραφικά πλάτη. Μακρές ημέρες προκαλούν σημαντική αύξηση της διάρκειας της βλαστητικής περιόδου, με αποτέλεσμα τη μεγάλη ανάπτυξη του φυτικού σώματος, όπως είναι το ύψος του φυτού και ο αριθμός των φύλλων, ακόμα και την πολύ όψιμη εμφάνιση των ταξιανθιών, όπου όλα αυτά έχουν ως επακόλουθο τη σημαντική μείωση ή και εκμηδένιση της παραγωγής καρπού.

1.8.5 ΕΔΑΦΟΣ

Ο αραβόσιτος αναπτύσσεται κάτω από διαφορετικές εδαφικές συνθήκες. Η μεγαλύτερη δυσκολία στην ανάπτυξη της καλλιέργειας εντοπίζεται σε υπερβολικά βαριά (αργιλώδη) και πολύ χαλαρά (αμμώδη) εδάφη. Τα καταλληλότερα εδάφη για την ανάπτυξη του αραβοσίτου θεωρούνται τα γόνιμα, μέσης σύστασης πηλώδη εδάφη με καλή στράγγιση και αερισμό. Εδάφη με pH 5,6-7,5 έχουν τις κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξή του, ενώ βέλτιστα είναι αυτά με pH 7. Ο αραβόσιτος είναι μέτρια ανεκτικός στην παρουσία αλάτων στο έδαφος ή στο νερό άρδευσης. Η αυξημένη αλατότητα μειώνει το φύτρωμα και επιδρά αρνητικά στην ανάπτυξη των νεαρών φυταρίων (Maas *et al.*, 1983).

1.8.6 ΥΨΟΜΕΤΡΟ

Ο αραβόσιτος μπορεί εύκολα να καλλιεργηθεί σε μεγάλο υψόμετρο. Πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχουν ποικιλίες και υβρίδια που είναι αρκετά παραγωγικά και καλλιεργούνται σε υψόμετρα στο Μεξικό και στις Άνδεις που μπορεί να φθάνει ακόμα και τα 3.400 μέτρα (Εικόνα 15). Είναι απολύτως λογικό ότι οι χαμηλές θερμοκρασίες που επικρατούν σε αυτά τα μεγάλα υψόμετρα αναπόφευκτα επιβραδύνουν την ανάπτυξη, ιδίως τη βλαστική και παρατείνουν τον βιολογικό κύκλο του φυτού. Αν και η απόδοσή του σε μεγάλα υψόμετρα δεν έχει ακόμη διερευνηθεί πλήρως, φαίνεται ότι η υψηλότερη ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας αντισταθμίζει σε κάποιο βαθμό τη χαμηλή απόδοση του φωτοσυνθετικού μηχανισμού λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών. (Καραμάνος, 1999).



Εικόνα 15. Η ανάπτυξη του περουβιανού αραβόσιτου πραγματοποιείται σε πολύ υψηλά υψόμετρα, (πηγή: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108934>)

1.9 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ

1.9.1 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

Οι καλλιεργητικές εργασίες που πραγματοποιούνται πριν από τη σπορά αποσκοπούν στην αύξηση της εδαφικής υγρασίας, στην αντιμετώπιση των ζιζανίων και στη δημιουργία κατάλληλης σποροκλίνης. Η αύξηση της υδατοπερατότητας και ο αερισμός του εδάφους επιτυγχάνονται με το φθινοπωρινό όργωμα μετρίου βάθους περίπου 15-30 cm. Στη συνέχεια, πριν τη σπορά γίνεται ελαφρό όργωμα ή δισκοσβάρνισμα ακολουθούμενο από καλλιεργητή, με σκοπό την καταστροφή των

ζιζανίων και την δημιουργία κοκκοποιημένης εδαφικής δομής η οποία είναι επιθυμητή για την σπορά (Sevilla and Valdez, 1985).

Στην τεχνική της μειωμένης κατεργασίας διατηρείται ένα στρώμα φυτικών υπολειμμάτων στην επιφάνεια του εδάφους και γίνεται ελαφρά κατεργασία του επιφανειακού εδαφικού στρώματος και σπορά σε λωρίδες. Δεν εφαρμόζεται φθινοπωρινό όργωμα και αυτό επιτρέπει την εξοικονόμηση εδαφικής υγρασίας.

Είναι επίσης δυνατό να εφαρμοστεί το σύστημα της ακατεργασίας, όπου γίνεται απευθείας σπορά χωρίς να έχει προηγηθεί κατεργασία του εδάφους. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται ειδικά καλλιεργητικά εργαλεία με δίσκους που έχουν την δυνατότητα να ανοίγουν αυλακιές σε ακαλλιέργητο έδαφος, να τοποθετούν τον σπόρο στο επιθυμητό βάθος και συνέχεια να τον καλύπτουν (Τσατσαρέλης, 2000).

1.9.2 ΣΠΟΡΑ

Η στιγμή της σποράς του αραβοσίτου καθορίζεται από τις κλιματικές συνθήκες του έτους και την διάρκεια του βιολογικού κύκλου της ποικιλίας (Llanos, 1984). Το Διαμερικανικό Ινστιτούτο Συνεργασίας για τη Γεωργία (ICRISAT, 2013) πρότεινε έναν γενικό πίνακα που υποδεικνύει τους συνιστώμενους χρόνους φύτευσης στην περιοχή των Άνδεων (Πίνακας 2), με στόχο την επίτευξη υψηλότερης παραγωγικότητας, καθώς ο βλαστητικός κύκλος του περουβιανού αραβοσίτου μπορεί να κυμαίνεται από 80 έως 200 ημέρες, ανάλογα με τη σχετική υγρασία (60-70%) και τη θερμοκρασία περιβάλλοντος (FAO, 2012). Στη χώρα μας το μεγαλύτερο μέρος του αραβοσίτου σπέρνεται από τέλη Μαρτίου έως τέλη Απριλίου.

Πίνακας 2. Περίοδος σποράς του Zea mays στο Περού ανάλογα με τις περιοχές καλλιέργειας.

| Περιοχή | Περίοδος σποράς |
|-------------------|-------------------------|
| Ακτή (με άρδευση) | Όλο το χρόνο |
| Βόρεια υψίπεδα | Οκτώβριος - Δεκέμβριος |
| Κεντρικά υψίπεδα | Σεπτέμβριος - Νοέμβριος |
| Νότια υψίπεδα | Σεπτέμβριος - Οκτώβριος |

Η σπορά γίνεται σε γραμμές, σε αποστάσεις 80-100 cm μεταξύ των γραμμών σποράς και 20-30 cm μεταξύ των φυτών επί της γραμμής. Το βάθος σποράς επηρεάζει την ταχύτητα και την ομοιομορφία του φυτρώματος. Εξαρτάται από τη σύσταση, τη θερμοκρασία και την υγρασία του εδάφους και κυμαίνεται από 2 έως 8 cm με άριστο τα 5 cm. Η απαιτούμενη ποσότητα σπόρου ανά στρέμμα είναι 2-3 κιλά και ο σπόρος πρέπει να είναι πάντα πιστοποιημένος.

1.9.3 ΛΙΠΑΝΣΗ

Λόγω της υψηλής παραγωγικότητάς του τόσο σε βιομάζα όσο και σε καρπό, ο αραβόσιτος αφαιρεί σημαντικές ποσότητες θρεπτικών συστατικών από το έδαφος, τα οποία πρέπει να αντικατασταθούν μέσω εισροών λιπασμάτων σε κάθε καλλιεργητικό κύκλο. Για αποδόσεις περίπου 1300 με 1700 kg ανά στρέμμα, οι ανάγκες ανέρχονται σε 25-35 kg N, 4-6 kg P και 19-24 kg K ανά στρέμμα.

Άζωτο

Το άζωτο είναι το σημαντικότερο θρεπτικό στοιχείο για τον αραβόσιτο, επειδή ρυθμίζει την ανάπτυξη, την απόδοση και την ποιότητά του (Jones, 2002). Οι απαιτήσεις του αραβόσιτου σε άζωτο είναι ιδιαίτερα υψηλές και η έλλειψή του οδηγεί σε μείωση του αριθμού και του βάρους των σπόρων, καθώς και σε μείωση της βιομάζας, με αποτέλεσμα χαμηλότερες αποδόσεις και επιδείνωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών της καλλιέργειας (Geiger, 2009).

Οι μέγιστες απαιτήσεις του αραβόσιτου σε N είναι στο στάδιο της άνθησης και στο αρχικό στάδιο ωρίμανσης των σπόρων. Η έλλειψη αζώτου κατά την περίοδο αυτή οδηγεί σε σημαντική μείωση της απόδοσης (Subedi and Ma, 2009). Σχεδόν όλο το άζωτο αποθηκεύεται στον καρπό, οπότε το άζωτο που προστίθεται στην καλλιέργεια απομακρύνεται κατά τη συγκομιδή.

Συνιστάται η συνολική ποσότητα αζώτου που πρέπει να προστεθεί για ολόκληρη την καλλιεργητική περίοδο να εφαρμόζεται κατά τα 1/2 - 2/3 με βασική λίπανση, ενώ το υπόλοιπο άζωτο να εφαρμόζεται επιφανειακά όταν τα φυτά έχουν ύψος 50-60 cm.

Σε περίπτωση έλλειψης αζώτου, ακόμη και αν τα άλλα θρεπτικά στοιχεία υπάρχουν στο έδαφος σε επαρκείς ποσότητες, δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά από την καλλιέργεια. Η έλλειψη ή ανεπάρκεια αζώτου είναι η συνηθέστερη ανεπάρκεια θρεπτικών στοιχείων που συναντάται στις καλλιέργειες

αραβοσίτου. Εκδηλώνεται με κιτρίνισμα των κατώτερων φύλλων που αρχίζει από την κορυφή του φύλλου και εξελίσσεται κατά μήκος του κεντρικού νεύρου προς τη βάση του φύλλου σε σχήμα V αφήνοντας δύο πράσινες πλευρές, ενώ οι επιπτώσεις στους καρπούς είναι επίσης σημαντικές (Jones, 2002).

Φώσφορος

Ο φώσφορος είναι απαραίτητος για τη φωτοσύνθεση, την αναπνοή, τη σύνθεση υδατανθράκων, τη διαίρεση των κυττάρων και τη μεταφορά ενέργειας. Η πρόσληψη φωσφόρου είναι πιο σταθερή από την αντίστοιχη πρόσληψη αζώτου και ακολουθεί μια συνεχή ανοδική τάση κατά τη διάρκεια της βλαστικής ανάπτυξης (Vázquez, 2009). Ο αραβόσιτος εμφανίζει υψηλότερες ανάγκες σε φώσφορο στο στάδιο μεταξύ εμφάνισης της φόβης και του μεταξώματος και στην αρχή γεμίσματος του κόκκου (Alley *et al.*, 2009). Η επάρκεια φωσφόρου στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης ευνοεί τη σωστή ανάπτυξη του ριζικού συστήματος του φυτού. Ο φώσφορος αυξάνει επίσης την αντοχή των φυτών στις ασθένειες και το πλάγιασμα. Η έλλειψη φωσφόρου στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του φυτού έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του ρυθμού ανάπτυξης της καλλιέργειας και εκδηλώνεται με σκούρο πράσινο χρώμα και εμφάνιση ροζ απόχρωσης στα φύλλα και το στέλεχος (Jones, 2002).

Κάλιο

Το κάλιο απαιτείται για την ενεργοποίηση πολλών ενζύμων και συμβάλλει σημαντικά στην υδατική ισορροπία των φυτών. Τροφοπενία καλίου παρατηρείται συνήθως σε εδάφη με προβλήματα αποστράγγισης και σε περιόδους ξηρασίας. Η έλλειψη καλίου προκαλεί επιβράδυνση της ανάπτυξης, μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας των φυτών και της αντίστασής τους στην υδατική καταπόνηση και συχνά προκαλεί νανισμό. Το στέλεχος γίνεται αδύναμο, το ριζικό σύστημα δεν αναπτύσσεται επαρκώς και τα φυτά είναι ευάλωτα σε ασθένειες του λαιμού. Στα φύλλα εκδηλώνεται με περιφεριακή νέκρωση του ελάσματος και ανοιχτό πράσινο χρώμα.

Άλλα στοιχεία

Βόριο (B), Μαγνήσιο (Mg), Θείο (S), Μολυβδαίνιο (Mo) και Ψευδάργυρος (Zn). Πρόκειται για θρεπτικά συστατικά που μπορεί να βρεθούν σε έλλειψη ή περίσσεια

στο φυτό. Η έλλειψη βορίου εμφανίζεται πολύ έντονη στους σπάδικες, με ανυπαρξία κόκκων σε ορισμένα σημεία (Fuentes 2002).

1.9.4 ΑΡΔΕΥΣΗ

Οι ποσότητες νερού για μια καλή συγκομιδή αραβοσίτου ποικίλλουν ανάλογα με την ποικιλία, το έδαφος και το κλίμα, αλλά εκτιμάται ότι δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα 7000 m³/ha, κατανεμημένες σε 7-10 αρδεύσεις, συμπεριλαμβανομένης της άρδευσης πριν την σπορά. Η άρδευση πριν την σπορά στην περιοχή του Περού είναι υψίστης σημασίας καθώς, επιτρέπει την διατήρηση της υγρασίας στο έδαφος μέχρι και 20 μέρες μετά την σπορά και εξασφαλίζει ομοιόμορφη βλάστηση των σπόρων. Επιπλέον επιτρέπει την ανάπτυξη των ζιζανίων που απομακρύνονται κατά την προετοιμασία του εδάφους. Η άρδευση μπορεί να γίνει με:

- Επιφανειακά αρδευτικά δίκτυα (αυλάκια)
- Καταιονισμό (τεχνητή βροχή)
- Σταγόνες

Λαμβάνοντας υπόψη τα 4 σημαντικότερα στάδια του βιολογικού κύκλου, πρέπει να εξασφαλίζονται τουλάχιστον οι ακόλουθες αρδεύσεις:

- Πριν την σπορά
- Μετά το φύτευμα
- Κατά την άνθηση
- Κατά την ωρίμανση

1.9.5 ΥΠΕΡΥΨΩΜΕΝΑ ΣΑΜΑΡΙΑ

Όταν τα φυτά φτάνουν σε ύψος μεταξύ 40-50 cm, οι περουβιανοί καλλιεργητές δημιουργούν υπερυψωμένα σαμάρια προκειμένου να δώσουν στα φυτά καλύτερη στήριξη, να επιτύχουν καλύτερο αερισμό των ριζών και μεγαλύτερη επιφάνεια ρίζας και να αυξήσουν την ικανότητα απορρόφησης



Εικόνα 16. Δημιουργία υπερυψωμένων σαμαριών, (πηγή: προσωπικό αρχείο)

των θρεπτικών στοιχείων του φυτού (Requis, 2007) (Εικόνα 16). Η συγκεκριμένη εργασία είναι σημαντική γιατί επιτρέπει την ενσωμάτωση της δεύτερης αζωτούχου λίπανσης, την εξάλειψη των ζιζανίων, την οξυγόνωση του εδάφους, τον έλεγχο των παρασίτων και, το πιο σημαντικό, την υποστήριξη των φυτών για την πρόληψη της ανατροπής τους που προκαλείται από τον άνεμο και το βάρος του αραβοσίτου (Catalán, 2012).

1.9.6 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

Τα ζιζάνια προκαλούν μείωση των αποδόσεων, υποβάθμιση της ποιότητας των καρπών, δημιουργούν προβλήματα στη συγκομιδή και είναι ξενιστές εχθρών και ασθενειών. Ο αραβόσιτος είναι ευαίσθητος στον ανταγωνισμό των ζιζανίων, ιδιαίτερα στα πρώτα στάδια ανάπτυξης (έναν έως δύο μήνες μετά τη σπορά). Ζιζάνια που αναπτύσσονται αργότερα δεν προκαλούν μείωση των αποδόσεων (Sevilla and Valdez, 1985). Τα κυριότερα ζιζάνια που δημιουργούν σοβαρά προβλήματα στην καλλιέργεια του αραβοσίτου είναι: η μουχρίτσα, οι σετάριας, η λουβουδιά, το σινάπι, ο στύφνος, το βλήτο, η αγριοβαμβακιά, ο βέλιουρας, η κύπερη, το κίρσιο, η περικοκλάδα κ.ά. Ο έλεγχός τους μπορεί να γίνει με δύο διαδικασίες: καλλιεργητικές εργασίες και εφαρμογή ζιζανιοκτόνων. Οι πρώτες πραγματοποιούνται κάνοντας επιφανειακά σκαλίσματα όταν τα ζιζάνια είναι μικρά. Επιπλέον, η τεχνική των υπερψωμένων σαμαριών είναι πολύ αποτελεσματική στον έλεγχο των ζιζανίων (Parsons, 1981).



1.9.7 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΗΝΕΙΕΣ

Στον αγρό τα φυτά προσβάλλονται από έντομα εδάφους που προκαλούν σοβαρά προβλήματα στα νεαρά φυτάρια κατά το φύτευμα, στις ρίζες και ορισμένα από αυτά στα στελέχη και τα φύλλα. Σπουδαιότερα έντομα εδάφους είναι οι σιδηροσκώληκες και οι αγρότιδες. Τα έντομα υπέργειου τμήματος προσβάλλουν τα στελέχη, τα φύλλα και τους καρπούς. Στην κατηγορία αυτή σημαντικότερα

Εικόνα 17. Προσβολή αραβοσίτου από αφίδες, (πηγή: προσωπικό αρχείο)

έντομα που προκαλούν ποσοτικές και ποιοτικές ζημιές είναι η πυραλίδα, το πράσινο σκουλήκι, η σεζάμια και οι αφίδες (Royer *et al.*, 2004).

Οι σημαντικότερες μυκητολογικές ασθένειες είναι οι σήψεις ριζών και στελέχους που οφείλονται σε προσβολές από διάφορους μύκητες (*Pythium* spp., *Fusarium* spp., *Puccinia* spp. κ.ά), ο άνθρακας (*Ustilago maydis*), το ελμινθοσπόριο (*Helminthosporium carbonum*) κ.ά. Τα φυτά του αραβοσίτου προσβάλλονται ακόμα από βακτηριολογική σήψη του στελέχους, βακτηριολογική κηλίδωση των φύλλων και ιολογικές ασθένειες (Jeffers, 2004)

1.9.8. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Η φυσιολογική ωρίμανση του αραβοσίτου επιτυγχάνεται όταν οι καρποί έχουν αποκτήσει το μέγιστο βάρος τους και έχουν υγρασία 30-33%. Δεν ωριμάζουν ταυτόχρονα όλοι οι καρποί του σπάδικα, προηγούνται οι καρποί της κορυφής και τελευταίοι ωριμάζουν οι καρποί στη βάση του σπάδικα. Ο χρόνος ωρίμανσης μπορεί να διαπιστωθεί με μακροσκοπική παρατήρηση του καρπού παρατηρώντας την εμφάνιση ζώνης μαύρου χρώματος στη βάση του ποδίσκου, στο σημείο ένωσης του καρπού με τον σπάδικα και με την εξέταση του βαθμού σκληρότητας στη βάση του κόκκου.

Η συγκομιδή του αραβοσίτου γίνεται όταν ο καρπός έχει υγρασία 15-22%. Τα μέσα μηχανικής συγκομιδής που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι οι συλλεκτικές σπαδικών και οι συλλεκτικές αλωνιστικές μηχανές. Οι πρώτες μπορούν να συγκομίζουν δύο ή περισσότερες γραμμές ταυτόχρονα, αποσπούν τους σπάδικες από τα στελέχη και απομακρύνουν τα βράκτια. Στη συνέχεια οι σπάδικες ξηραίνονται κάτω από φυσικές συνθήκες σε αλώνια ή σε ειδικά υπόστεγα ξήρανσης. Οι συλλεκτικές αλωνιστικές (θεριζοαλωνιστικές) μηχανές αφαιρούν τα βράκτια, απομακρύνουν τους σπόρους από τους άξονες και δίνουν τον καρπό. Αν ο καρπός δεν έχει υγρασία 13,5% για να αποθηκευτεί με ασφάλεια, χρειάζεται φυσική ή τεχνητή ξήρανση.

1.10 ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΟΥ ΠΕΡΟΥΒΙΑΝΟΥ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ ΚΑΙ ΤΑ ΟΦΕΛΗ ΤΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

Παρακάτω, στον Πίνακα 3, παρουσιάζεται η θρεπτική σύσταση των 5 πιο διαδεδομένων τύπων του Περουβιανού Αραβοσίτου των Άνδεων.

Πίνακας 3 Θρεπτική σύσταση των 5 πιο διαδεδομένων τύπων περουβιανού αραβοσίτου, (πηγή: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.110044>)

| Θρεπτικά συστατικά | Peruvian Andean Maize (PAM) | | | | |
|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | Chulpi | Piscorunto - Chechche | Giant Cuzco Blanco | Sacsá | Purple - Morado |
| Χημική σύνθεση (%) | | | | | |
| Πρωτεΐνη | 9.64 ± 0.06 ^a | 7.28 ± 0.11 ^c | 8.94 ± 0.19 ^b | 8.49 ± 0.21 ^b | 8.66 ± 0.08 ^b |
| Ακατέργαστα λιπαρά | 5.27 ± 0.10 ^b | 4.76 ± 0.10 ^f | 4.33 ± 0.16 ^d | 4.43 ± 0.09 ^d | 5.73 ± 0.10 ^a |
| Τέφρα | 1.90 ± 0.05 ^b | 1.67 ± 0.07 ^c | 1.96 ± 0.05 ^a | 1.86 ± 0.02 ^b | 2.01 ± 0.07 ^a |
| Φυτικές ίνες | 14.82 ± 1.45 ^b | 17.35 ± 0.81 ^a | 20.06 ± 1.22 ^a | 20.29 ± 0.28 ^a | 13.65 ± 0.49 ^b |
| Υδατάνθρακες | 68.37 | 68.94 | 64.71 | 64.94 | 69.95 |
| Αμινοξέα | | | | | |
| Βασικά | | | | | |
| Ιστιδίνη | 0.24 (2.39) | 0.20 (2.61) | 0.16 (1.79) | 0.21 (2.36) | 0.24 (2.66) |
| Ισολευκίνη | 0.30 (3.01) | 0.24 (3.16) | 0.20 (2.24) | 0.26 (2.94) | 0.33 (3.70) |
| Λευκίνη | 0.97 (9.75) | 0.76 (10.16) | 0.64 (7.05) | 0.92 (10.48) | 1.20 (13.39) |
| Λυσίνη | 0.29 (2.90) | 0.25 (3.30) | 0.19 (2.13) | 0.25 (2.83) | 0.30 (3.35) |
| Μεθιονίνη | 0.12 (1.24) | 0.15 (2.06) | 0.12 (1.34) | 0.17 (1.88) | 0.16 (1.85) |
| Φαινυλαλανίνη | 0.39 (3.94) | 0.32 (4.26) | 0.27 (2.91) | 0.36 (4.12) | 0.48 (5.43) |
| Θρεονίνη | 0.37 (3.73) | 0.24 (3.16) | 0.20 (2.24) | 0.27 (3.06) | 0.31 (3.46) |
| Τρυπτοφάνη | 0.10 (1.04) | 0.08 (1.10) | 0.06 (0.67) | 0.07 (0.82) | 0.19 (2.08) |
| Βαλίνη | 0.38 (3.84) | 0.32 (4.26) | 0.27 (2.91) | 0.35 (4.00) | 0.43 (4.85) |
| Μη απαραίτητα | | | | | |
| Ασπαρτικό οξύ | 0.63 (6.33) | 0.55 (7.28) | 0.43 (4.70) | 0.58 (6.60) | 0.72 (8.08) |
| Γλουταμινικό οξύ | 1.44 (14.52) | 1.25 (16.62) | 1.06 (11.63) | 1.48 (16.84) | 1.89 (21.1) |
| Αλανίνη | 0.60 (6.02) | 0.47 (6.32) | 0.40 (4.36) | 0.55 (6.24) | 0.69 (7.74) |
| Αργινίνη | 0.44 (4.46) | 0.40 (5.36) | 0.34 (3.69) | 0.46 (5.18) | 0.54 (6.00) |
| Κυστίνη | 0.05 (0.52) | 0.09 (1.24) | 0.05 (0.56) | 0.08 (0.94) | 0.09 (1.04) |
| Γλυκίνη | 0.34 (3.42) | 0.27 (3.57) | 0.22 (2.46) | 0.28 (3.18) | 0.34 (3.81) |
| Προλίνη | 0.73 (7.37) | 0.57 (7.55) | 0.49 (5.37) | 0.67 (7.66) | 0.79 (8.89) |
| Σερίνη | 0.40 (4.05) | 0.33 (4.40) | 0.27 (2.91) | 0.39 (4.48) | 0.45 (5.08) |
| Τυροσίνη | 0.30 (3.01) | 0.26 (3.43) | 0.22 (2.46) | 0.30 (3.42) | 0.38 (4.27) |
| Λιπαρά οξέα | | | | | |
| Παλμτικό | 0.59 (12.29) | 0.42 (11.83) | 0.42 (12.50) | 0.44 (12.68) | 0.51 (13.35) |
| Στεατικό | 0.11 (2.29) | 0.06 (1.69) | 0.06 (1.79) | 0.07 (2.02) | 0.08 (2.09) |
| Ελαϊκό | 1.46 (30.42) | 1.01 (28.45) | 0.98 (29.17) | 1.06 (30.55) | 1.27 (33.25) |
| Λιγολικό | 2.52 (52.50) | 1.99 (56.06) | 1.83 (54.46) | 1.83 (52.74) | 1.88 (49.21) |
| Αραχιδικό | 0.02 (0.42) | 0.01 (0.28) | 0.01 (0.30) | 0.01 (0.29) | 0.02 (0.52) |
| α-λινολενικό | 0.07 (1.46) | 0.04 (1.13) | 0.04 (1.19) | 0.04 (1.15) | 0.04 (1.05) |
| Cis -11-εικοσενοϊκό | 0.01 (0.21) | 0.01 (0.28) | 0.01 (0.30) | 0.01 (0.29) | 0.01 (0.26) |
| Βεχενικό | 0.01 (0.21) | 0.00 (0) | 0.00 (0) | 0.00 (0) | 0.00 (0) |
| Λιγνοκερικό | 0.01 (0.21) | 0.01 (0.28) | 0.01 (0.30) | 0.01 (0.29) | 0.01 (0.26) |
| Όλικά κορεσμένα (%) | 15.42 | 14.65 | 15.18 | 15.56 | 16.49 |
| Όλικά μονοακόρεστα (%) | 30.63 | 28.73 | 29.46 | 30.84 | 33.51 |
| Συνολικά πολυακόρεστα (%) | 53.96 | 57.18 | 55.36 | 53.89 | 50.00 |
| Ωμέγα-3 (%) | 1.46 | 1.13 | 1.19 | 1.15 | 1.05 |
| Ωμέγα-6 (%) | 52.50 | 56.06 | 54.46 | 52.74 | 49.21 |
| Τρανς (%) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Μεταλλά (mg/100 g) | | | | | |
| Μαγνήσιο | 93.73 ± 1.66 ^b | 74.47 ± 3.48 ^e | 118.15 ± 9.83 ^a | 99.22 ± 7.99 ^b | 134.07 ± 3.17 ^a |
| Ασβέστιο | 1.03 ± 0.03 ^b | 2.69 ± 0.18 ^a | 0.82 ± 0.04 ^f | 1.39 ± 0.16 ^b | 2.32 ± 0.18 ^a |
| Ψευδαργυρος | 1.64 ± 0.10 ^b | 1.46 ± 0.03 ^b | 1.69 ± 0.08 ^b | 1.70 ± 0.18 ^b | 2.67 ± 0.04 ^a |
| Σίδηρος | 1.92 ± 0.13 ^b | 1.38 ± 0.07 ^b | 1.72 ± 0.05 ^b | 1.75 ± 0.24 ^b | 2.23 ± 0.14 ^a |
| Χαλκός | 0.13 ± 0.02 ^a | 0.08 ± 0.01 ^b | 0.08 ± 0.01 ^b | 0.09 ± 0.01 ^b | 0.18 ± 0.02 ^a |

¹ Samples with moisture (%): Chulpi (11.58 ± 0.14), Piscorunto (11.36 ± 0.09), Giant Cuzco (11.29 ± 0.13), Sacsá (11.26 ± 0.24), and Purple (10.79 ± 0.12).

² Results are presented as mean ± standard derivation. Means followed by different letters on the same line differ significantly from each other for the Scott-Knott test of multiple comparisons (p < 0.05).

³ Calculated by difference subtracting protein (factor = 5.97), ether extract, non-digestible carbohydrates, and ash contents from the initial dry weight of the sample.

⁴ Values are expressed g/100 g of dry matter. Numbers in parentheses are expressed as mg/g protein from each PAM variety.

⁵ Values are expressed g/100g of dry matter. Numbers in parentheses are expressed as % of the total fatty acids from each PAM variety.

1.10.1 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ

Παρατηρούνται διαφορές στη χημική σύσταση μεταξύ αυτών των 5 τύπων αραβοσίτου οι οποίες, μπορεί να σχετίζονται με γενετικούς παράγοντες, τον τύπο του

αραβοσίτου και τις περιβαλλοντικές συνθήκες καλλιέργειας. Οι ποικιλίες var. *Checche*, var. *Blanco*, var. *Sacsa* και var. *Morado* κατατάσσονται στους αλευρώδεις αραβόσιτους ενώ το var. *Chullpi* στους σακχαρώδεις (Paliwal et al., 2000).

Η υψηλότερη περιεκτικότητα του var. *Chullpi* σε πρωτεΐνη μπορεί να συνδεθεί με τη μεγαλύτερη ποσότητα πρωτεϊνικών μητρών που έχει το υαλώδες ενδοσπέρμιο σε σύγκριση με το αλευρώδες. (Larkins, 2018, Rausch & Eckhoff, 2016). Έχει αποδειχτεί ότι, η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη στον σακχαρώδη αραβόσιτο είναι σημαντικά υψηλότερη σε σχέση με τον αλευρώδη (Taylor & Allen, 2005, Gayral et al., 2015, Xu et al., 2019 και Zhang and Xu 2019).

Η υψηλή περιεκτικότητα σε ακατέργαστα λιπαρά (ether extract=crude fat) και τέφρα του μωβ καλαμποκιού, σε σύγκριση με τους υπόλοιπους τύπους, μπορεί να σχετίζεται με τις εδαφικές συνθήκες. Αναπτύσσεται σε ελαφρώς όξινα εδάφη και σε περιοχές με λίγες βροχοπτώσεις, οι οποίες δημιουργούν στρες στο φυτό, αυξάνοντας την απορρόφηση θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος (Agama-Acevedo et al., 2011). Από την άλλη πλευρά, η υψηλή περιεκτικότητα σε εδώδιμες ίνες των ποικιλιών var. *Blanco*, var. *Checche* και var. *Sacsa* μπορεί να σχετίζεται με το μεγαλύτερο πάχος και αριθμό των στρωμάτων του περικαρπίου τους σε σύγκριση με το var. *Morado* και var. *Chullpi* (Brewbaker et al., 1996, Serna-Saldivar, 2016).

Γενικότερα και συγκριτικά με τον αραβόσιτο του εμπορίου η χαμηλή περιεκτικότητα του περουβιανού αραβοσίτου σε πρωτεΐνες μπορεί να συνδέεται με τη χρήση μεγαλύτερης ποσότητας οργανικών λιπασμάτων από ό,τι χημικών κατά την καλλιέργειά του (Agama-Acevedo et al., 2011, Fiedor and Burda, 2014). Παράλληλα, η υψηλή περιεκτικότητά του σε λιπαρά και τέφρα μπορεί να σχετίζεται με το στρες που παράγεται στο φυτό από τη διακύμανση της θερμοκρασίας, η οποία επηρεάζει τη βιοσύνθεση των λιπιδίων (Kaplan et al., 2017, Schlueter et al., 2007) και αυξάνει την απορρόφηση ανόργανων συστατικών από το έδαφος (Ogunyemi et al., 2018). Από την άλλη πλευρά, η υψηλή περιεκτικότητα σε εδώδιμες ίνες μπορεί να συνδέεται με την ανάπτυξη του περικαρπίου των τοπικών αραβοσίτων της Νότιας Αμερικής, το οποίο είχε μεγαλύτερο πάχος περικαρπίου από εκείνα της Βόρειας Αμερικής και της Ευρώπης.

1.10.2 AMINOΞΕΑ

Στον περουβιανό αραβόσιτο ανιχνεύθηκαν όλα τα απαραίτητα αμινοξέα, με τη λευκίνη να είναι η πιο άφθονη με συγκέντρωση πάνω από 13 mg/g πρωτεΐνης (πίνακας 3). Ωστόσο, διαπιστώθηκε ότι περιοριστικό αμινοξύ είναι η λυσίνη. Επιπλέον οι αραβόσιτοι var. *Blanco* και var. *Sacsa* έχουν επίσης βαλίνη και ισολευκίνη ως περιοριστικά αμινοξέα. Γενικά, ο αραβόσιτος των Άνδεων παρουσιάζει σημαντικές ποσότητες τρυπτοφάνης, ιδίως οι τύποι var. *Chullpi* και var. *Morado*. Μια μερίδα 100 g ολόκληρων κόκκων περουβιανού αραβόσιτου ικανοποιεί τις ημερήσιες απαιτήσεις τρυπτοφάνης για ενήλικες (WHO, 2007).

Οι διαφορές στο προφίλ των αμινοξέων μεταξύ του περουβιανού αραβόσιτου και των αραβοσίτων από άλλες περιοχές μπορεί να σχετίζονται με γενετικούς παράγοντες που ελέγχουν τη σύνθεση των αμινοξέων (Armstrong *et al.*, 2000). Παρόλο που η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες του αραβόσιτου των Άνδεων είναι χαμηλότερη από τον αραβόσιτο του εμπορίου, έχει καλύτερη ποιότητα. Ο μωβ αραβόσιτος παρουσιάζει το καλύτερο προφίλ αμινοξέων, καθώς είχε την υψηλότερη περιεκτικότητα σε απαραίτητα αμινοξέα, ιδίως σε τρυπτοφάνη. Μια μερίδα 100 g μωβ αραβόσιτου πληρεί τις ημερήσιες απαιτήσεις σε απαραίτητα αμινοξέα, εκτός από τη λυσίνη. Ωστόσο, το έλλειμμα αυτό θα μπορούσε να καλυφθεί με ανάμειξη με άλλες φυτικές πηγές, όπως τα όσπρια, των οποίων οι συγκεντρώσεις λυσίνης είναι υψηλότερες (Rezende *et al.*, 2018, Venn, 2017).

1.10.3 ΛΙΠΑΡΑ ΟΞΕΑ

Το προφίλ των λιπαρών οξέων των περουβιανών αραβοσίτων (Πίνακας 3) αποτελείται κατά μέσο όρο από 15% κορεσμένα λιπαρά οξέα (κυρίως παλμιτικό οξύ), 30% μονοακόρεστα (ελαϊκό οξύ) και 55% πολυακόρεστα, συμπεριλαμβανομένων των απαραίτητων λιπαρών οξέων λινολεϊκό (53%) και α-λινολενικό (1,2%). Εκτός αυτού, ο var. *Chullpi* παρουσιάζει ίχνη βεχενικού οξέος (<1%), που δεν ανιχνεύονται στους άλλους τέσσερις τύπους αραβόσιτου.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η σύνθεση των λιπαρών οξέων του αραβόσιτου επηρεάζεται από τον γονότυπο και τον βαθμό εξέλιξής του (Wang and White, 2018). Οι λιγότερο εξελιγμένες landraces παρουσιάζουν συνήθως υψηλές ποσότητες κορεσμένων λιπαρών οξέων (Duvick *et al.*, 1999). Τα ίχνη βεχενικού οξέος στον var. *Chullpi* μπορεί να σχετίζονται με την κατάστασή του ως πρωτόγονη ποικιλία

αραβοσίτου. Αν και η κατανάλωση τροφίμων με βεγενικό οξύ έχει συσχετιστεί με αυξημένα επίπεδα χοληστερόλης στο αίμα (Cater and Denke, 2001), τα ίχνη που παρατηρήθηκαν στον var. *Chullpi* δεν ενέχουν κανένα κίνδυνο.

1.10.4 ΜΕΤΑΛΛΑ

Παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές ($p < 0,5$) στην περιεκτικότητα σε μέταλλα μεταξύ των 5 τύπων. Ο μωβ αραβόσιτος παρουσίασε τις υψηλότερες συγκεντρώσεις σε μέταλλα, γεγονός που μπορεί να σχετίζεται με την περιεκτικότητά του σε τέφρα (2,01%).

Σε γενικές γραμμές, η συγκέντρωση μαγνησίου στον περουβιανό αραβόσιτο κυμαίνεται μεταξύ 74-134 mg/100 gr. 100 g περιέχουν περίπου το 50% της ημερήσιας συνιστώμενης πρόσληψης για τους ενήλικες (Joint, F. A. O., 2004). Επομένως, μπορεί να θεωρηθεί τρόφιμο πλούσιο σε αυτό το μέταλλο. Η περιεκτικότητά του σε ασβέστιο κυμαίνεται μεταξύ 0,8-2,7 mg/100 g και παρουσιάζεται υψηλότερη στους τύπους var. *Checche* και var. *Morado*. Αξίζει να σημειωθεί ότι, η περιεκτικότητα του περουβιανού αραβοσίτου σε ασβέστιο είναι χαμηλότερη από τον εμπορικό αραβόσιτο (7 mg/100 g) (USDA, 2016).

Άλλα μέταλλα, όπως ο ψευδάργυρος, ο σίδηρος και ο χαλκός, βρίσκονται σε περιεκτικότητα κατά μέσο όρο 1,8, 1,8 και 0,1 mg/100 g, αντίστοιχα, στον περουβιανό αραβόσιτο. Σε σύγκριση με άλλες μελέτες, ο περουβιανός αραβόσιτος έχει χαμηλότερη περιεκτικότητα σε ψευδάργυρο από ορισμένους μεξικανικούς χρωματιστούς αραβόσιτους (2,8-4,5 mg/100 g) (Rodriguez, 2019) και από τον εμπορικό αραβόσιτο (2,21 mg/100 g) (USDA, 2016). Ωστόσο, η συγκέντρωση σιδήρου στον περουβιανό αραβόσιτο είναι έως και έξι φορές μεγαλύτερη από εκείνη των άλλων.

1.10.5 ΟΦΕΛΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

Αρκετές μελέτες έχουν διεξαχθεί στον περουβιανό αραβόσιτο για την αξιολόγηση των πλεονεκτημάτων των βιοδραστικών ενώσεων που διαθέτει για την υγεία. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω:

- Οι ανθοκυανίνες από τον μωβ αραβόσιτο μπορούν να αναστείλουν τον πολλαπλασιασμό των καρκινικών κυττάρων του παχέος εντέρου (Mazewski *et al.*, 2017), έχουν καρδιοπροστατευτική δράση *in vitro* (Petroni *et al.*, 2017) και βοηθούν στη διαμόρφωση των προβιοτικών βακτηρίων του εντέρου

(Gálvez *et al.*, 2017). Επίσης μπορούν να δράσουν κατά της παχυσαρκίας (Chaiittianan, Sutthanut, and Rattanathongkom, 2017).

- Τα φαινολικά οξέα, όπως το φελινικό οξύ, έχουν αντιοξειδωτικό δυναμικό (Urias-Lugo *et al.*, 2015), αντικαρκινικές ιδιότητες (De Oliveira and Batista, 2017), έχουν την δυνατότητα αντιμετώπισης διαβήτη τύπου 2 σχετικό με την αντιπεργλυκαιμική και αντιπερτασική δράση (Ranilla *et. al.*, 2009) και μπορούν να συμβάλουν στη θεραπεία καρδιαγγειακών παθήσεων (Lao *et al.*, 2017). Το καφεϊκό οξύ διαθέτει ανοσοδιεγερτικές ιδιότητες, ενώ το χλωρογενικό οξύ συμβάλλει στη μείωση του δείκτη σπλαχνικής παχυσαρκίας (Chaiittianan *et al.*, 2017).
- Τα φλαβονοειδή, όπως η καεμφερόλη, η μορίνη, η ρουτίνη και η γλυκοσίδη της ναρινγενίνης, έχουν αντιοξειδωτική δράση (Lao and Giusti, 2017), ενώ η κερκετίνη συμβάλλει στην λιπόλυση των λιποκυττάρων (Lao and Giusti, 2018).

Οι μελέτες αυτές πραγματοποιήθηκαν σε εκχυλίσματα που υποβλήθηκαν σε διαφορετικές συνθήκες εκχύλισης (χρόνος, θερμοκρασία, διαλύτης, μεταξύ άλλων) λαμβάνοντας διαφορετικές συγκεντρώσεις βιοδραστικών ενώσεων, επομένως θα πρέπει να διερευνηθούν οι βιολογικές επιδράσεις του περουβιανού αραβοσίτου στον άνθρωπο και η χρήση του για την κατανάλωση τροφίμων, καθώς δεν υπάρχουν επιστημονικά δεδομένα σχετικά με τη βιοδιαθεσιμότητα και τη βιοπροσβασιμότητα αυτών των ενώσεων.

1.11 ΧΡΗΣΕΙΣ

Ο περουβιανός αραβόσιτος των Άνδεων αποτελεί ένα από τα κύρια τρόφιμα των κατοίκων στα υψίπεδα του Περού και συνήθως καταναλώνεται με τη μορφή *cancha* (ψημένος αραβόσιτος ποπ-κορν), *mote* (μαγειρεμένος αποφλοιωμένος κόκκος), *choclo* (βρασμένος πράσινος κόκκος), ως αλεύρι, σε ποτά, ροφήματα, κ. ά. (Salhuana, 2004).

Κάθε τύπος αραβοσίτου χρησιμοποιείται για την παρασκευή συγκεκριμένων πιάτων. Για παράδειγμα, ο var. *Chullpi* και ο var. *Checche* μαγειρεύονται ή ψήνονται, χρησιμοποιώντας ως συνοδευτικό σε πιάτα όπως το *ceviche* (κρύο ορεκτικό ή σαλάτα από ωμό φρέσκο ψάρι ή θαλασσινά) ή το *chicharron* (πιάτο με χοιρινό κρέας)

(Azeez, *et al.*, 2018). Οι ποικιλίες var. *Blanco* και var. *Sacsá* καταναλώνονται περισσότερο με τη μορφή *cancha* (ψημένο), *mote*, *choclo* ή *chochoca* (χοντρό αλεύρι αραβοσίτου). Γενικά, χρησιμοποιούνται για την παραγωγή αλμυρών σνακ, τα οποία τηγανίζονται σε λάδι και αλάτι και πωλούνται στις τοπικές αγορές.

Το μωβ καλαμπόκι είναι ο περουβιανός τύπος με τις περισσότερες μαγειρικές εφαρμογές, αφού αποτελεί βασικό συστατικό για την παρασκευή ενός παραδοσιακού περουβιανού ποτού και επιδόρπιου, το *chicha morada* και *mazamorra morada* αντίστοιχα, που έχουν παρόμοιες παραμέτρους παρασκευής. Οι ανθοκυανίνες του μωβ αραβόσιτου οφείλονται για την μοναδική χρωστική του. Η εν λόγω χρωστική χρησιμοποιείται σε βιομηχανικό επίπεδο ως εισροή για τον χρωματισμό ποτών, γαλακτοκομικών προϊόντων, προϊόντων αρτοποιίας, φυτικών προϊόντων, μαρμελάδων, ζελέ κ.ά. Επίσης χρησιμοποιείται για τη βαφή υφασμάτων και στη βιομηχανία καλλυντικών (Εικόνα 18).

Γενικότερα η παρουσία χρωστικών ουσιών στον περουβιανό αραβόσιτο ευνοεί τη χρήση του ως φυσικό χρωστικό συστατικό σε τρόφιμα (Cuevas-Montilla *et al.*, 2008, Sillerico *et al.*, 2016). Το αλεύρι αραβοσίτου μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σε ψωμί, ζυμαρικά, μπισκότα και κέικ, προσφέροντας χρώμα και γεύση στα προϊόντα.

Ο αραβόσιτος έχει ακόμη χρήσεις κτηνοτροφικές ως καρπός ολόκληρος, χονδροαλεσμένος ή σε ανάμειξη με άλλους πρωτεϊνούχους καρπούς, ενώ η βιομάζα του φυτού μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ενσίρωμα. Το άμυλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή διαφόρων χημικών και βιομηχανικών προϊόντων, στη βυρσοδεψία και υφαντουργία, αλλά και για παραγωγή βιοκαυσίμου (βιαιθανόλης). Οι πρωτεΐνες του καρπού χρησιμεύουν στην παρασκευή φαρμακευτικών και βιομηχανικών προϊόντων, όπως αντιβιοτικά, βιοπλαστικά, αλλά και το λάδι του καρπού χρησιμοποιείται επίσης για διάφορες βιομηχανικές χρήσεις στη σαπωνοποιία, στην επεξεργασία δέρματος κ.ά. (Orthofer and Eastman, 2004).



Εικόνα 18. Χρήσεις του περουβιανού var. Morado

2. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η συγκεκριμένη μελέτη πραγματοποιήθηκε με σκοπό την αξιολόγηση των αγρονομικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών 7 διαφορετικών καλλιεργούμενων τύπων (landraces) περουβιανού αραβοσίτου σε συνθήκες μεσογειακού κλίματος. Πρόκειται για την πρώτη μελέτη που ασχολείται με την επίδραση των συνθηκών του μεσογειακού κλίματος στην καλλιέργεια και ανάπτυξη αραβοσίτου από την κοιλάδα Cusco του Περού. Επιπλέον, η παρούσα μελέτη με βάση τα αποτελέσματα του πειράματος, αναδεικνύει τους τύπους περουβιανού αραβοσίτου, που κατάφεραν να προσαρμοστούν σε ικανοποιητικό βαθμό στο μεσογειακό κλίμα. Τέλος, με βάση τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας γίνεται σαφές, αν θα μπορούσαν μελλοντικά να προκύψουν σημαντικές προοπτικές αξιοποίησης και καλλιέργειας του περουβιανού αραβοσίτου, στην χώρα μας.

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ-ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Στην παρούσα μελέτη καλλιεργήθηκαν 7 διαφορετικοί τύποι (landraces) αραβοσίτου (*Zea mays* L.) από το Περού. Στο πείραμα συμμετείχε ως μάρτυρας και ένα υβρίδιο αραβοσίτου που αντιπροσώπευε τον κοινό εμπορικό αραβόσιτο.

Η καλλιέργεια έλαβε χώρα στον πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Γεωργίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (γεωγραφικό πλάτος $37^{\circ} 59' 1,47''$ Β, γεωγραφικό μήκος $23^{\circ} 42' 6,98''$ Α, 170m από την επιφάνεια της θάλασσας) (Εικόνα 19). Ο αγρός του εργαστηρίου Γεωργίας υφίσταται βιολογική διαχείριση από το 1995. Η καλλιέργεια του αραβοσίτου πραγματοποιήθηκε από τις 30 Μαρτίου μέχρι τις 5 Σεπτεμβρίου 2022 (159 ΗΜΣ).



Εικόνα 19. Δορυφορική απότύπωση του σημείου όπου εγκαταστάθηκε ο πειραματικός αγρός. (πηγή: google maps)

3.2 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Το φυτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε για την καλλιέργεια ήταν σπόροι 7 τύπων αραβοσίτου περουβιανής καταγωγής από την κοιλάδα Cusco (Εικόνα 20). Αναλυτικότερα οι τύποι ήταν οι εξής: var. *Morado*, var. *Oro*, var. *Blanco*, var. *Saqsa*, var. *Chullpi*, var. *Checche*, var. *Del valle*. Ακολουθούν εικόνες με τους σπόρους κάθε τύπου αλλά και του μάρτυρα (Pioneer 1921, 700FAO).



Εικόνα 20. Οι 7 τύποι του περουβιανού αραβοσίτου που χρησιμοποιήθηκαν



Εικόνα 21. Τύπος var. Chullpi αριστερά και var. Checche δεξιά



Εικόνα 22. Τύπος var. Saqsa αριστερά και var. Oro δεξιά



Εικόνα 23. Τύπος var. Blanco αριστερά και var. Morado δεξιά



Εικόνα 24 Τύπος var. Del valle αριστερά και ο μάρτυρας δεξιά Pioneer 1921,700FAO

3.3 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

Χρησιμοποιήθηκε ένα πειραματικό πλάνο όπου ο αγρός χωρίστηκε σε 12 τεμάχια. Το κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε εμβαδό 12,5 m² (5m x 2,5m), αποτελούνταν από 4 γραμμές και από έναν ξεχωριστό τύπο αραβοσίτου. Η συνολική έκταση που χρησιμοποιήθηκε συμπεριλαμβανομένων και των διαδρόμων (1m) μεταξύ των τεμαχίων ήταν 192,5 m². Η απόσταση μεταξύ των γραμμών ήταν 60cm και μεταξύ των φυτών 15cm.

| | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------------------|---------|---|--------|----------|---|---------|------------|-----|------|
| | ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΠΟΘΗΚΗ | | | | | | | | | |
| Τ Ο Ι Χ Ο Σ | CONTROL | chullpi | Δ Ι Α Δ Ρ Ο Μ Ο Σ | blanco | chullpi | Δ Ι Α Δ Ρ Ο Μ Ο Σ | chullpi | hecche | 5 m | 11 m |
| | ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ | | | | | | | | 1 m | |
| | hecche | chullpi | Δ Ι Α Δ Ρ Ο Μ Ο Σ | blanco | del vale | Δ Ι Α Δ Ρ Ο Μ Ο Σ | saqsa | morado/oro | 5 m | |
| | 2,5 m | | 1 m | | | | | | | |
| | 17,5 m | | | | | | | | | |

3.4 ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΓΡΟΥ

Κατόπιν εδαφολογικής ανάλυσης, το έδαφος του αγρού χαρακτηρίζεται ως αργιλοπηλώδες (CL) σύμφωνα με την παρακάτω ανάλυση (Πίνακας 4) και κρίνεται κατάλληλο για την καλλιέργεια του περουβιανού αραβοσίτου, αφού το pH, η περιεκτικότητά του σε οργανική ουσία αλλά και η χημική σύσταση του εδάφους είναι μέσα στα επιθυμητά όρια για την ανάπτυξή του.

Πίνακας 4. Εδαφολογική ανάλυση πειραματικού αγρού εργαστηρίου γεωργίας του ΓΠΑ.

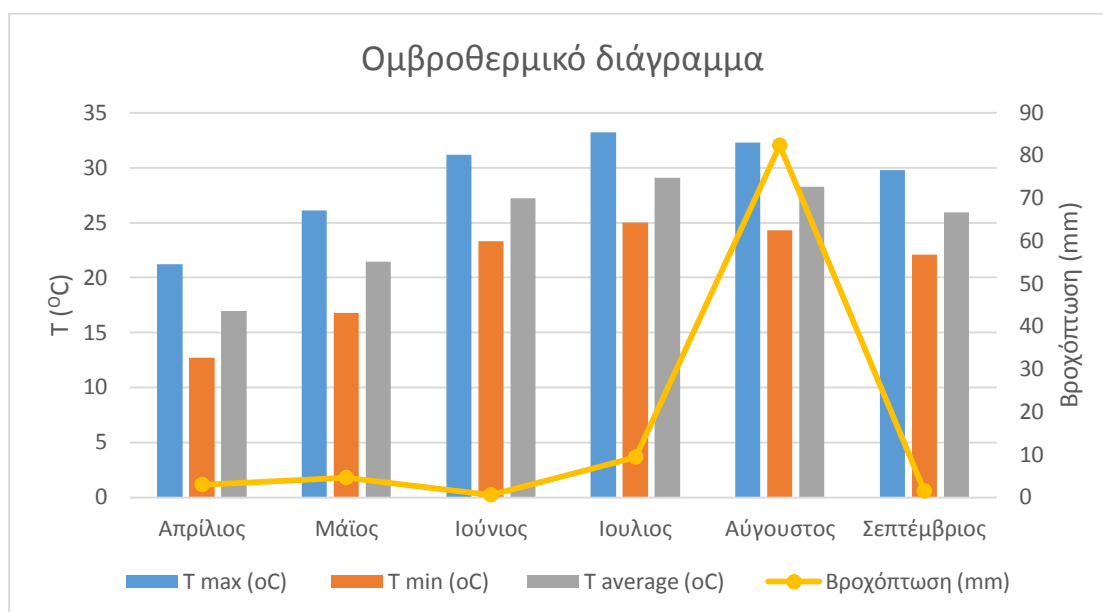
| | | |
|-----------------------------------|-----------|------------------------------|
| CaCO₃ | 15,99% | Μαργώδες |
| Οργανική Ουσία | 2,37% | Ικανοποιητική περιεκτικότητα |
| NO₃⁻ | 104,3 ppm | Επαρκώς εφοδιασμένο |
| P(Olsen) | 9,95 ppm | Οριακά εφοδιασμένο |
| Na⁺ | 110 ppm | Υψηλή περιεκτικότητα |
| Ph(1:1 H₂O) | 7,29 | Ελαφρώς αλκαλικό |
| Κοκκομετρική σύσταση | Clay Loam | Αργιλλοπηλώδες |

3.5 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Παρακάτω παρουσιάζονται οι μέσες τιμές των θερμοκρασιών, μέγιστων και ελάχιστων που παρατηρήθηκαν κατά τους μήνες της καλλιέργειας, δηλαδή από τον Απρίλιο μέχρι τις 5 Σεπτεμβρίου όπου έγινε η συγκομιδή και η μηνιαία βροχόπτωση. Τα δεδομένα προέρχονται από το μετεωρολογικό σταθμό του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών όπου είναι εγκατεστημένος στην περιοχή Γκάζι Αθηνών (γεωγραφικό πλάτος 37- 58' 42" Β, γεωγραφικό μήκος 23- 42' 56" Α).

Πίνακας 5. Μηνιαίες μέγιστες, ελάχιστες, μέσες θερμοκρασίες (*T max*, *T min*, *T average*) σε βαθμούς Κελσίου (°C) και συνολική βροχόπτωση κατά τους μήνες της καλλιέργειας.

| Μήνας | T max (°C) | T min (°C) | T average (°C) | Βροχόπτωση (mm) |
|--------------|-------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|
| Απρίλιος | 21,2 | 12,7 | 17,0 | 3 |
| Μάιος | 26,1 | 16,8 | 21,5 | 4,6 |
| Ιούνιος | 31,2 | 23,3 | 27,3 | 0,6 |
| Ιουλιος | 33,2 | 25 | 29,1 | 9,4 |
| Αύγουστος | 32,3 | 24,3 | 28,3 | 82,4 |
| Σεπτέμβριος | 29,8 | 22,1 | 26,0 | 1,4 |



Διάγραμμα 8. Διάγραμμα μετεωρολογικών δεδομένων

Από τα άνωθεν δεδομένα παρατηρείται ότι η συνολική βροχόπτωση κατά την διάρκεια του πειράματος ήταν 101,4 mm και μπορεί να χαρακτηριστεί ιδιαίτερα χαμηλή, γεγονός που προκάλεσε υδατικό στρες στην καλλιέργεια με άμεσες επιπτώσεις στην απόδοσή της. Ειδικότερα οι περουβιανοί τύποι αραβοσίτου που αναπτύσσονται σε πολύ υγρά περιβάλλοντα με συνεχείς βροχοπτώσεις δεν μπόρεσαν να προσαρμοστούν σε μεγάλο βαθμό στο ξηρικό κλίμα της χώρας μας.

3.6 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Στις 28/03/2022 πραγματοποιήθηκε εδαφοκατεργασία για την σωστή προετοιμασία του εδάφους, της σποροκλίνης. Στις 30/03/2022 έλαβε χώρα η σπορά με την βοήθεια γραμμοχαράχτη, ούτως ώστε να σχηματιστούν 24 γραμμές σποράς κάθετες όπου τοποθετήθηκαν οι σπόροι. Η πυκνότητα σπόρου ήταν 60cm μεταξύ των γραμμών x 15cm επί των γραμμών (Εικόνα 25). Πραγματοποιήθηκε σπορά με το χέρι σε βάθος 4-5cm (Εικόνα 26).



Εικόνα 25. Χάραξη γραμμών με τη βοήθεια γραμμοχαράκτη σε απόσταση 60cm



Εικόνα 26. Σπορά με το χέρι σε απόσταση 15cm επί της γραμμής



Εικόνα 27. Σπαρμένος αγρός

3.7 ΑΡΔΕΥΣΗ

Η άρδευση του αραβοσίτου έγινε με την χρήση εκτοξευτήρα υψηλής πίεσεως (κανόνι) από την σπορά μέχρι το στάδιο των 8 φύλλων (Εικόνα 29). Στις 18/05/2022 τοποθετήθηκαν λάστιχα ποτίσματος όποτε από εκεί και έπειτα, η άρδευση της καλλιέργειας γινόταν με την μέθοδο της σταγόνας (Εικόνα 30).



Εικόνα 28. Άρδευση αραβοσίτου με κανόνι



Εικόνα 29. Άρδευση αραβοσίτου με σταγόνα

3.8 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ, ΕΧΘΡΩΝ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΩΝ

Η καταπολέμηση των ζιζανίων δεν έγινε με την χρήση κάποιου ζιζανιοκτόνου αλλά με απλό βοτάνισμα που εφαρμόζονταν σχεδόν κάθε 10 ημέρες καθώς η καλλιέργεια δέχθηκε έντονες προσβολές από διαφόρων ειδών ζιζάνια.



Εικόνα 28. Προσβολή από αριστερά: *Echinochloa crus-galli* (μουχρίτσα), δεξιά: *Solanum elaeagnifolium* (γερμανός)



Εικόνα 29. Προσβολή από αριστερά: *Tribulus terrestris* (τριβόλι), δεξιά: *Chenopodium album* (λουβουδιά)



Εικόνα 30. Βοτάνισμα

Η καλλιέργεια δεν αντιμετώπισε καμία ασθένεια όμως δέχτηκε σημαντική προσβολή από αφίδες. Επίσης κατά τις αρχές του θέρους δέχτηκε έντονες προσβολές από σκαθάρια του γένους *Protaetia*, τα οποία προκάλεσαν σοβαρές ζημιές στον σπάδικα του μάρτυρα που είχε προλάβει να ωριμάσει (Εικόνα 33).



Εικόνα 31. Εντομολογικές προσβολές αριστερά: αφίδες, δεξιά: σκαθάρια του είδους *Protaetia cuprea*

3.10 ΛΙΠΑΝΣΗ

Στις 2/06/2022 πραγματοποιήθηκε λίπανση με μπλε κοκκώδες ανόργανο λίπασμα βραδείας αποδέσμευσης που περιέχει N:P:K σε αναλογία 12:12:17. Επίσης, περιέχει μαγνήσιο και ιχνοστοιχεία καθώς και υψηλά ποσοστά διαλυτότητας φωσφόρου και καλίου (Εικόνα 34).



Εικόνα 32. Το λίπασμα που χρησιμοποιήθηκε, (πηγή: προσωπικό αρχείο)

3.11 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Η συγκομιδή της καλλιέργειας πραγματοποιήθηκε στις 5/09/2022, 159 ημέρες από την σπορά (ΗΜΣ) με υγρασία κόκκων μικρότερη από 14%. Η υγρασία των σπόρων μετρήθηκε με την χρήση φορητού υγρασιόμετρου *Farmex MT3* (Εικόνα 35).



Εικόνα 33. Φορητό υγρασιόμετρο σπόρων Farmex MT3

Την ίδια ημέρα έγινε αλωνισμός του αραβοσίτου με την χρήση αλωνιστικής μηχανής (Εικόνα 36).



Εικόνα 34. Συγκομιδή και αλωνισμός αραβοσίτου

3.12 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ-ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν και αφορούσαν το υπέργειο τμήμα του φυτού (ύψος, αριθμός φύλλων) ξεκίνησαν στις 35 ΗΜΣ και πραγματοποιούνταν ανά 10 ημέρες μέχρι και τις 116 ΗΜΣ. Η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε στις 159 ΗΜΣ

όπου έγιναν και οι μετρήσεις που αφορούσαν τον σπάδικα, τον σπόρο και το ριζικό σύστημα του φυτού. Αναλυτικότερα:

- **Ύψος:** Για την μέτρηση του ύψους επιλέχθηκαν 3 φυτά από κάθε τύπο αραβοσίτου και προσδιορίστηκε ο μέσος όρος τους. Η πρώτη μέτρηση ύψους πραγματοποιήθηκε στις 4/05/2022 (35 ΗΜΣ) και η τελευταία στις 24/07/2022 (116 ΗΜΣ). Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 9 μετρήσεις με την χρήση μέτρου.
- **Αριθμός φύλλων:** Στα ίδια φυτά που μετρήθηκε το ύψος, μετρήθηκε και ο αριθμός των φύλλων τους τις ίδιες ημερομηνίες.
- **ASI (Anthesis Silking Interval):** Προσδιορίστηκε η ημέρα ανάδυσης του 50% της αρσενικής και θηλυκής ταξιανθίας σε κάθε τύπο αραβοσίτου με ακρίβεια όχι μεγαλύτερη από ± 1 ημέρα. Έπειτα, το ASI προέκυψε από την μεταξύ τους αφαίρεση.
- **Μήκος φύλλου:** Πραγματοποιήθηκε μέτρηση με τη χρήση μέτρου του μήκους των φύλλων κάθε τύπου αραβοσίτου.
- **Πλάτος φύλλου:** Πραγματοποιήθηκε μέτρηση με τη χρήση μέτρου του πλάτους των φύλλων κάθε τύπου αραβοσίτου (Εικόνα 37).



Εικόνα 35. Μέτρηση μήκος και πλάτος φύλλων κάθε τύπου αραβοσίτου. Στην εικόνα παρουσιάζονται από αριστερά προς τα δεξιά τα φύλλα των: var. morado, var. oro, var. saqsa, var. checche, var. del valle, var. blanco, var. chullpi και control

- **Διάμετρος βλαστού:** Μετρήθηκε η διάμετρος του βλαστού στη βάση του φυτού με την χρήση παχύμετρου (Εικόνα 38).



Εικόνα 36. Μέτρηση διαμέτρου βλαστού στη βάση του φυτού

- **Μήκος σπάδικα:** Επιλέχθηκαν 5 αντιπροσωπευτικοί σπάδικες κάθε τύπου αραβοσίτου μετά την συγκομιδή και μετρήθηκαν οι διαστάσεις τους (μήκος, διάμετρος) εκφρασμένες σε cm (Εικόνα 39).
- **Διάμετρος σπάδικα:** Η διάμετρος μετρήθηκε στη μέση του σπάδικα του αραβοσίτου.



Εικόνα 37. Μετρήσεις στον σπάδικα αραβοσίτου

- **Βάρος σπάδικα:** Πραγματοποιήθηκε μέτρηση του βάρους 5 σπαδικών από κάθε τύπο αραβοσίτου με την χρήση ζυγού ακριβείας (Kern & Sohn GmbH) (Εικόνα 40).



Εικόνα 38. Μέτρηση βάρους σπάδικα του τύπου var. Del valle με την χρήση ζυγού ακριβείας

- **Αριθμός γραμμών ανά σπάδικα:** Προσδιορίστηκε από το μέσο όρο που προέκυψε ύστερα από μέτρηση των γραμμών από 5 σπάδικες κάθε τύπου αραβοσίτου.
- **Αριθμός σπόρων ανά γραμμή:** Προσδιορίστηκε από το μέσο όρο που προέκυψε ύστερα από μέτρηση των σπόρων ανά γραμμή από 5 σπάδικες κάθε τύπου αραβοσίτου.
- **Βάρος σπόρων ανά σπάδικα:** Μετρήθηκε σε ζυγό ακριβείας το βάρος των σπόρων του κάθε σπάδικα με υγρασία σπόρων <14%.
- **Βάρος 1000 σπόρων:** Μετρήθηκαν 50 σπόροι από κάθε συγκομισμένο τύπο αραβοσίτου στον ζυγό ακριβείας και ύστερα το βάρος του πολλαπλασιάστηκε με το 20 για να προκύψει το βάρος 1000 σπόρων.
- **Βάρος σπόρου:** Προσδιορίστηκε από τον μέσο όρο που προέκυψε ύστερα από την μέτρηση 5 σπόρων από κάθε τύπο αραβοσίτου.
- **Μήκος σπόρου:** Προσδιορίστηκε με την χρήση παχύμετρου και εκφράστηκε σε cm (Εικόνα 41).



Εικόνα 39. Μέτρηση του μήκους του σπόρου

- **Πλάτος σπόρου:** Προσδιορίστηκε με την χρήση παχύμετρου και εκφράστηκε σε cm (Εικόνα 42).



Εικόνα 40. Μέτρηση του πλάτους του σπόρου

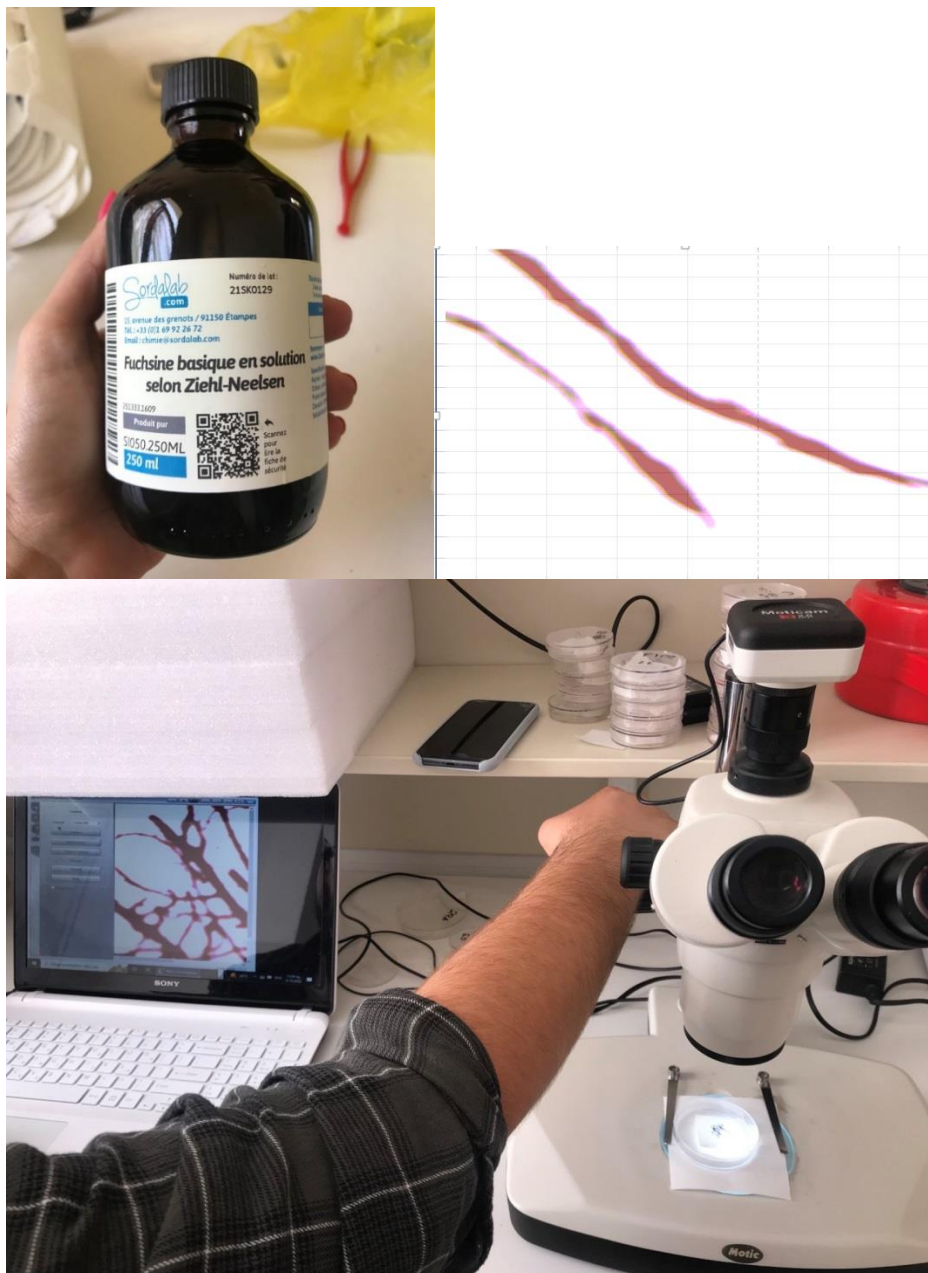
- **Μετρήσεις στο ριζικό σύστημα :**
 - ❖ **Μήκος και διάμετρος ρίζας:** Έγινε λήψη αδιατάρακτου δείγματος 100 cm^3 με την χρήση μεταλλικού κυλίνδρου σε βάθος 5 cm από την επιφάνεια του εδάφους (Εικόνα 43). Από κάθε τύπο αραβοσίτου συλλέχθηκαν 3 δείγματα. Κατόπιν καθένα από τα δείγματα (έδαφος και ρίζα) τοποθετήθηκαν σε

πλαστικό σακουλάκι και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο όπου προστέθηκε νερό ώστε να καλυφθεί όλος ο όγκος του δείγματος. Στη συνέχεια, σε κάθε πλαστικό σακουλάκι προστέθηκαν 15 gr πολυμεταφωσφορικού Νατρίου, προκειμένου να επιτευχθεί διασπορά και διαχωρισμός των ριζών από το έδαφος. Καθένα από τα πλαστικά σακουλάκια σφραγίστηκε καλά και τοποθετήθηκε σε σκιά για 48 ώρες περίπου. Μετά το διάστημα αυτό με τη βοήθεια ψιλού κόσκινου διαμέτρου οπών 2 mm συλλέχθηκαν οι αποκολλημένες ρίζες του αραβοσίτου. Ξεπλύθηκαν σχολαστικά οι ρίζες με νερό εντός του κόσκινου ώστε να απομακρυνθεί κάθε εδαφικό τεμαχίδιο από αυτές και στη συνέχεια καθαρές απλώθηκαν σε διηθητικό χαρτί για να στεγνώσουν. Αφού στέγνωσαν έγινε η χρώση τους με σινική μελάνη ώστε να αποκτήσουν σκούρο ομοιόμορφο χρώμα σε όλο το μήκος τους. Ακολούθως οι ρίζες κάθε δείγματος απλώθηκαν στην επιφάνεια του σαρωτή (Scanner), σαρώθηκαν κατά τη μέγιστη δυνατή ανάλυση εικόνας σε μαύρο άσπρο (Black and White). Δημιουργήθηκε ένα αρχείο το οποίο αποθηκεύτηκε με μορφή *.tif η οποία είναι αναγνώσιμη από το πρόγραμμα υπολογισμού, *Delta T-Scan version 2.04*. Συγκεκριμένα υπολογίστηκαν η διάμετρος και το μήκος της ρίζας.



Εικόνα 41. Υλικά και διαδικασία λήψης ριζικού συστήματος

- ❖ **Αποικισμός ρίζας με μυκόρριζα:** Σε τρυβλία με διηθητικό χαρτί τοποθετήθηκαν τμήματα του ριζικού συστήματος και στη συνέχεια δέχθηκαν χρώση με φουξίνη (*fuchsine*). Με τη χρήση στερεοσκοπίου (Εικόνα 44) και του προγράμματος *Motic Image Plus 2.0*, έγινε προσδιορισμός του ποσοστού αποικισμού της ρίζας με μυκόρριζα. Τέλος, σε κάθε εξεταζόμενο δείγμα προστέθηκε σταυρόνημα, που συνέβαλλε στον εντοπισμό των αποικισμένων σημείων της ρίζας, μέσω της μέτρησης των διασταυρώσεων της ρίζας με το σταυρόνημα και των διασταυρώσεων της μυκόρριζας με αυτό.



Εικόνα 42. Φουξίνη (πάνω αριστερά), ρίζα μέσα σε σταυρόνημα (πάνω δεξιά), προσδιορισμός αποικισμού μυκόρριζας (κάτω)

- **Θρεπτική αξία των σπόρων του αραβοσίτου :** Αρχικά, για τον προσδιορισμό της θρεπτικής αξίας των σπόρων πραγματοποιήθηκε με την χρήση μύλου, λειοτριβήση σπόρων κάθε τύπου αραβοσίτου (Εικόνα 45) και στην συνέχεια το δείγμα στάλθηκε στο εργαστήριο φυσιολογίας θρέψεως και διατροφής αγροτικών ζώων του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών για ανάλυση.



Εικόνα 43. Μύλος για την λειοτριβήση των σπόρων αριστερά και ζύγισμα κονιοροποιημένου σπόρου δεξιά

Στο εργαστήριο, προσδιορίστηκε η θρεπτική αξία του αραβοσίτου, των τύπων var. *Del valle*, var. *Checche*, var. *Chullpi* και του μάρτυρα. Οι υπόλοιποι περουνιανόι τύποι αραβοσίτου δεν κατάφεραν να μας δώσουν επαρκή ποσότητα σπόρου για ανάλυση. Η θρεπτική αξία των σπόρων των 4 προαναφερθέντων τύπων αραβοσίτου προσδιορίστηκε μέσω της μεθόδου *Weende*, βάση των ακόλουθων χημικών προσδιορισμών:

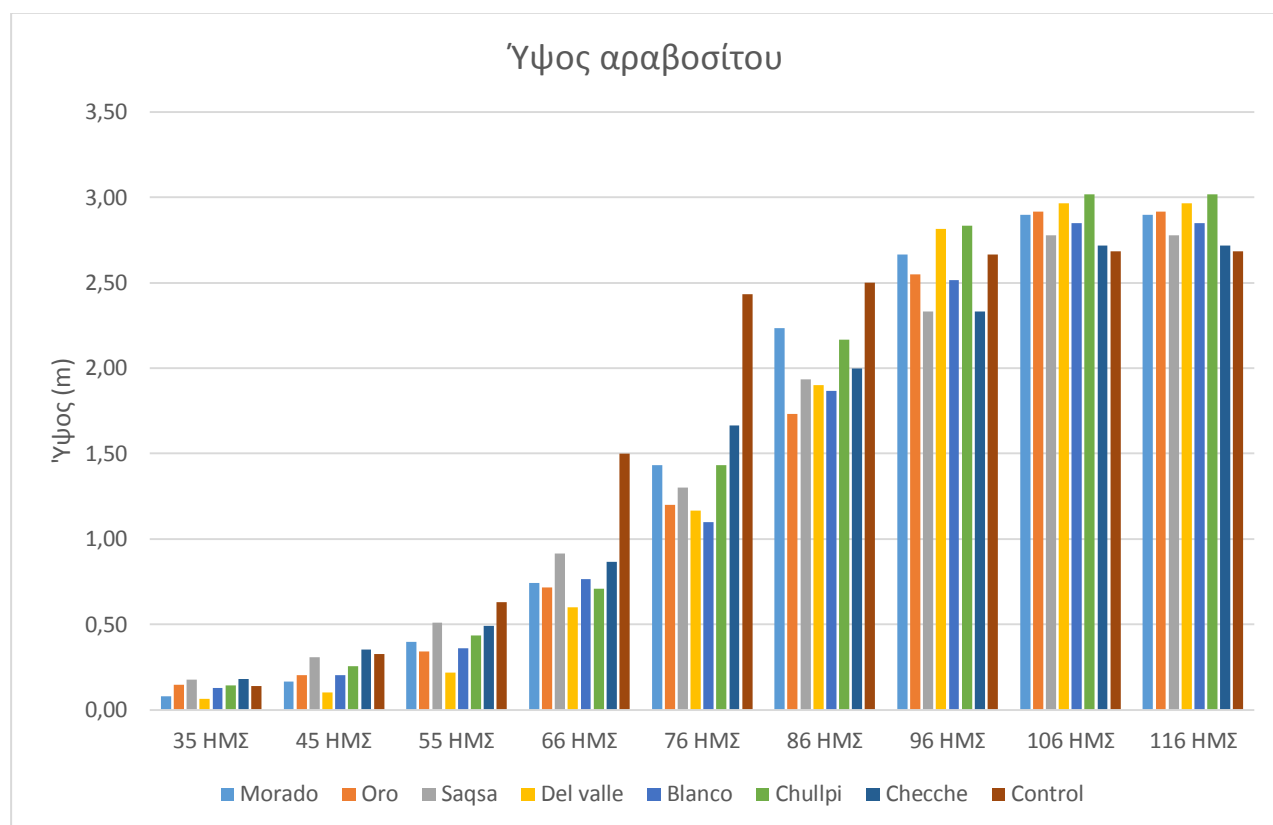
- Υγρασία (Ξηρά ουσία)
- Τέφρα (Ανόργανη ουσία)
- Αζωτούχες ουσίες ($\text{Αζωτο \%} * 6,25 = \text{Ολική πρωτεΐνη}$)
- Ολικές λιπαρές

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 ΥΨΟΣ

Πίνακας 6. Ύψος φυτό αραβοσίτου

| | 35 ΗΜΣ | 45 ΗΜΣ | 55 ΗΜΣ | 66 ΗΜΣ | 76 ΗΜΣ | 86 ΗΜΣ | 96 ΗΜΣ | 106 ΗΜΣ | 116 ΗΜΣ |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Morado | 0,08 | 0,16 | 0,40 | 0,74 | 1,43 | 2,23 | 2,67 | 2,90 | 2,90 |
| Oro | 0,15 | 0,20 | 0,34 | 0,72 | 1,20 | 1,73 | 2,55 | 2,92 | 2,92 |
| Saqsá | 0,18 | 0,31 | 0,51 | 0,92 | 1,30 | 1,93 | 2,33 | 2,78 | 2,78 |
| Del valle | 0,06 | 0,10 | 0,22 | 0,60 | 1,17 | 1,90 | 2,82 | 2,97 | 2,97 |
| Blanco | 0,13 | 0,20 | 0,36 | 0,77 | 1,10 | 1,87 | 2,52 | 2,85 | 2,85 |
| Chullpi | 0,14 | 0,25 | 0,43 | 0,71 | 1,43 | 2,17 | 2,83 | 3,02 | 3,02 |
| Checche | 0,18 | 0,35 | 0,49 | 0,87 | 1,67 | 2,00 | 2,33 | 2,72 | 2,72 |
| Control | 0,14 | 0,33 | 0,63 | 1,50 | 2,43 | 2,50 | 2,67 | 2,68 | 2,68 |
| Μ.Ο | 0,13 | 0,24 | 0,42 | 0,85 | 1,47 | 2,04 | 2,59 | 2,85 | 2,85 |
| Τυπική Απόκλιση | 0,04 | 0,09 | 0,12 | 0,28 | 0,43 | 0,25 | 0,19 | 0,12 | 0,12 |



Διάγραμμα 9. Διάγραμμα ύψους του αραβοσίτου κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου

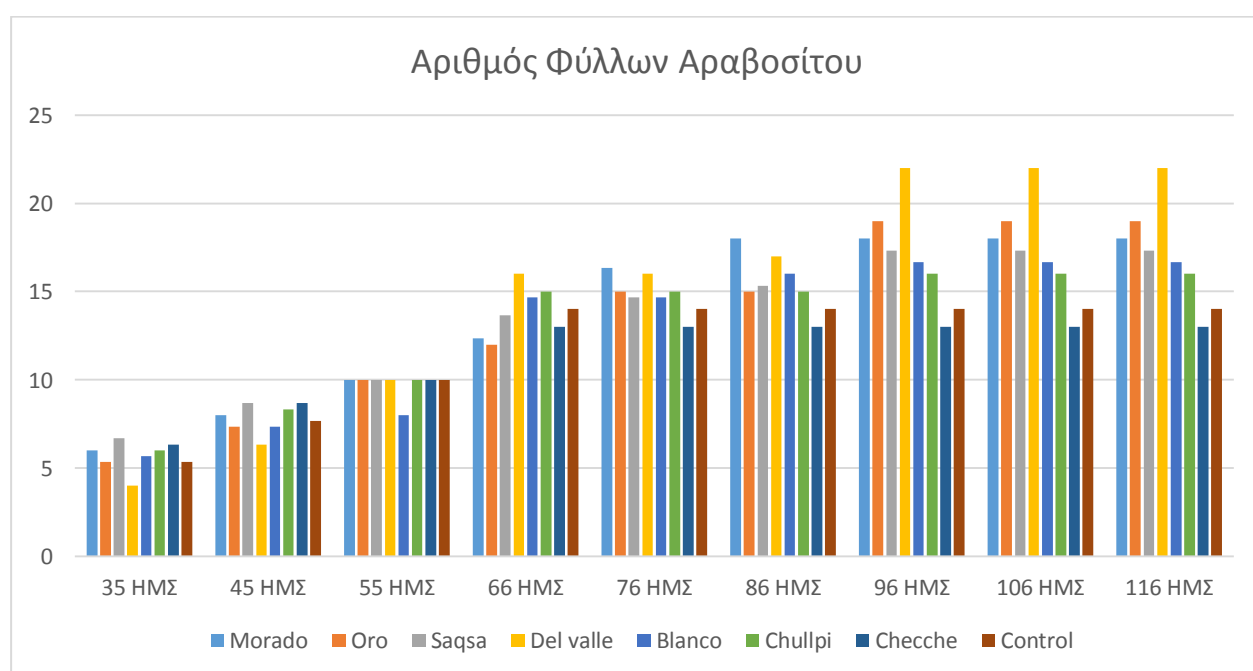
Όσο αναφορά το ύψος του αραβοσίτου, παρατηρούμε ότι στην πλειοψηφία του ο περουβιανός αραβοσίτος έφθασε σε υψηλότερο ύψος σε σχέση με τον μάρτυρα. Πιο συγκεκριμένα, ο υψηλότερος τύπος αραβοσίτου ήταν ο var. *Chullpi* με 3,02 m ύψος,

ακολουθούν οι var. *Del Valle*, var. *Oro*, var. *Morado*, var. *Blanco*, var. *Saqsa*, var. *Checche* και τέλος ο μάρτυρας. Σε γενικές γραμμές, όλοι οι τύποι βρίσκονταν κοντά στον μέσο όρο με μικρή τυπική απόκλιση από αυτόν (Πίνακας 6).

4.2 ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΩΝ

Πίνακας 7. Αριθμός φύλλων αραβοσίτου

| | 35 ΗΜΣ | 45 ΗΜΣ | 55 ΗΜΣ | 66 ΗΜΣ | 76 ΗΜΣ | 86 ΗΜΣ | 96 ΗΜΣ | 106 ΗΜΣ | 116 ΗΜΣ |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| Morado | 6 | 8 | 10 | 12 | 16 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Oro | 5 | 7 | 10 | 12 | 15 | 15 | 19 | 19 | 19 |
| Saqsa | 7 | 9 | 10 | 14 | 15 | 15 | 17 | 17 | 17 |
| Del valle | 4 | 6 | 10 | 16 | 16 | 17 | 22 | 22 | 22 |
| Blanco | 6 | 7 | 8 | 15 | 15 | 16 | 17 | 17 | 17 |
| Chullpi | 6 | 8 | 10 | 15 | 15 | 15 | 16 | 16 | 16 |
| Checche | 6 | 9 | 10 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| Control | 5 | 8 | 10 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| M.O | 6 | 8 | 10 | 14 | 15 | 15 | 17 | 17 | 17 |
| Τυπική Απόκλιση | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 1,4 | 1,1 | 1,6 | 2,8 | 2,8 | 2,8 |



Διάγραμμα 10. Διάγραμμα αριθμού φύλλων του αραβοσίτου κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

Παρόμοια αποτελέσματα λήφθηκαν και για τον αριθμό των φύλλων του αραβοσίτου. Οι τύποι: var. *Del valle* (22), var. *Oro* (19), var. *Morado* (18), var. *Blanco* (17), var. *Saqsa* (17), var. *Chullpi* (16) είχαν κατά φθίνουσα σειρά τα

περισσότερα φύλλα και τέλος ο μάρτυρας με τον τύπο var. *Checche* είχαν τα λιγότερα με 14 και 13 φύλλα αντίστοιχα. Το γεγονός ότι ο αριθμός των φύλλων του αραβοσίτου ακολούθησε παρόμοια πορεία με το ύψος του είναι απολύτως λογικό, καθώς όσο αυξάνεται το μήκος του στελέχους, τόσο περισσότερα φύλλα εκφύονται κατ' εναλλαγή από τους κόμβους του.

4.3 ASI (Anthesis Silking Interval)

Πίνακας 8. ASI αραβοσίτου

| | Αρσενική Ταξιανθία | Θηλυκή Ταξιανθία | ASI |
|------------------|--------------------|------------------|-----------|
| Morado | 93 | 127 | 34 |
| Oro | 93 | - | - |
| Saqsa | 92 | 124 | 32 |
| Del valle | 93 | 120 | 27 |
| Blanco | 89 | 120 | 31 |
| Chullpi | 89 | 115 | 26 |
| Checche | 73 | 89 | 16 |
| Control | 73 | 81 | 8 |

Όπως φαίνεται στον πίνακα 8, οι περουβιανοί τύποι αραβοσίτου παρουσίασαν εξαιρετικά υψηλό ASI, γεγονός που εξηγεί που οφείλεται η μη γονιμοποίηση των όψιμα εμφανιζόμενων μεταξιών και η αποτυχία σχηματισμού καρπού στους συγκεκριμένους τύπους. Πιο συγκεκριμένα, οι τύποι: var. *Morado*, var. *Saqsa* και var. *Blanco* παρουσίασαν κατά φθίνουσα σειρά τα υψηλότερα ASI, ενώ ο var. *Oro* δεν κατάφερε να σχηματίσει καθόλου θηλυκή ταξιανθία με συνέπεια να μην μπορεί να προσδιοριστεί η τιμή του ASI για τον συγκεκριμένο τύπο. Επίσης αυξημένο ASI κατέγραψαν οι τύποι var. *Del valle* και var. *Chullpi* με τιμές 27 και 26 αντίστοιχα. Ο var. *Checche* με ASI=16 φαίνεται να είναι ο μόνος αραβόσιτος περουβιανής καταγωγής που κατάφερε να συγχρονίσει το διάστημα μεταξύ της ανάδυσης της αρσενικής ταξιανθίας και της εμφάνισης των μεταξιών από τα βράκτια της θηλυκής ταξιανθίας σε ελαφρώς ικανοποιητικό επίπεδο. Τέλος, ο μάρτυρας με ASI=8 κατάφερε να μειώσει σημαντικά αυτό το διάστημα και να επιτρέψει μια πολύ καλή γονιμοποίηση. Οι μεγάλες τιμές ASI των περουβιανών τύπων αραβοσίτου όπως ήταν αναμενόμενο οδήγησαν σε μη σχηματισμό ομοιόμορφων θηλυκών ταξιανθιών και στην εμφάνιση σπαδικών με ελάχιστους ή με καθόλου κόκκους. Αντιθέτως, στον

μάρτυρα εξαιτίας της επιτυχημένης γονιμοποίησης, παρατηρήθηκαν σε κάθε φυτό, σπάδικες γεμάτοι σπόρους και με ικανοποιητικές διαστάσεις.

4.4 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Πίνακας 9. Μορφολογικά χαρακτηριστικά των 7 διαφορετικών καλλιεργούμενων τύπων περουβιανού αραβοσίτου και του μάρτυρα

| Μορφολογικά χαρακτηριστικά | | | | | | | | | |
|----------------------------|--|--------|--------|--------|-----------|--------|---------|----------|---------|
| | | MORADO | ORO | SAQSA | DEL VALLE | BLANCO | CHULLPI | CHECICHE | CONTROL |
| Φυτό | Ύψος (cm) | 2,90 | 2,92 | 2,65 | 2,97 | 2,85 | 3,02 | 2,72 | 2,68 |
| | Άνθηση θηλυκής ταξιανθίας (μέρες) | 127 | - | 124 | 120 | 120 | 115 | 89 | 81 |
| | Σπάδικες/φυτό | 1 - 2 | - | 1 | 4 - 7 | 1 | 1 | 3 - 4 | 1 - 2 |
| | | | | | | | | | |
| Φύλλα | Αριθμός φύλλων | 18 | 19 | 17 | 22 | 17 | 16 | 13 | 14 |
| | Μήκος (cm) | 70 | 70 | 80 | 85 | 95 | 90 | 60 | 85 |
| | Πλάτος (cm) | 8 | 8 | 10 | 11 | 10 | 9 | 8 | 9 |
| | | | | | | | | | |
| Βλαστός | Διάμετρος (cm) | 2,9 | 3,4 | 2,9 | 3,1 | 3,3 | 2,4 | 1,8 | 2,6 |
| | | | | | | | | | |
| Σπάδικας | Βάρος (gr) | 9,48 | - | - | 117,72 | - | 19,47 | 35,38 | 183,86 |
| | Μήκος (cm) | 8,58 | - | - | 18 | - | 10,2 | 11,6 | 20,88 |
| | Διάμετρος (cm) | 2,02 | - | - | 3,6 | - | 2,9 | 3,34 | 3,32 |
| | Αριθμός σειρών/σπάδικα | 8 | - | - | 15 | - | 13 | 11 | 12 |
| | Αριθμός σπόρων/γραμμή | 13 | - | - | 28 | - | 16 | 15 | 39 |
| | Βάρος σπόρων (gr)/σπάδικα | - | - | - | 99,20 | - | 7,91 | 26,72 | 160,35 |
| | | | | | | | | | |
| Σπόρος | Βάρος (gr) | - | - | - | 0,48 | - | 0,28 | 0,33 | 0,44 |
| | Βάρος 1000 σπόρων (gr) | - | - | - | 458 | - | 229 | 268 | 349 |
| | Μήκος (cm) | - | - | - | 1,0 | - | 1,0 | 0,9 | 0,9 |
| | Πλάτος (cm) | - | - | - | 0,7 | - | 0,7 | 0,8 | 0,8 |
| | | | | | | | | | |
| Ρίζα | Μήκος (mm/cm³ εδάφους) | 88,17 | 71,28 | 85,20 | 69,42 | 126,28 | 95,09 | 81,52 | 69,91 |
| | Μέση διάμετρος (mm) | 0,0861 | 0,0826 | 0,0843 | 0,0842 | 0,0898 | 0,0879 | 0,0840 | 0,0802 |

Παραπάνω παρουσιάζεται ο πίνακας με όλα τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του αραβοσίτου από το Περού αλλά και του μάρτυρα, σύμφωνα με τα αποτελέσματα που

λήφθηκαν από το πείραμα που διενεργήθηκε στον πειραματικό αγρό του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Ύψος (cm): Τα αποτελέσματα της μέτρησης αναλύθηκαν στο υποκεφάλαιο 4.1.

Άνθηση: Οι μέρες που χρειάστηκε ο περουβιανός αραβόσιτος για να φθάσει στο στάδιο της θηλυκής ταξιανθίας ήταν σημαντικά περισσότερες σε σχέση με τον μάρτυρα. Πιο αναλυτικά, ο τύπος var. *Morado* χρειάστηκε 127 ημέρες δηλαδή, πάνω από 4 μήνες. Ο var. *Saqsa* χρειάστηκε 124 ημέρες, οι var. *Del valle* και var. *Blanco* εμφάνισαν την θηλυκή ταξιανθία στις 120 ημέρες, ενώ ο var. *Chullpi* στις 115 ημέρες. Τέλος ο τύπος var. *Checche* ήταν ο μόνος περουβιανός αραβόσιτος που χρειάστηκε 89 ημέρες για την άνθηση των σπαδικών και απείχε μόνο 7 ημέρες από τον μάρτυρα.

Σπάδικες/φυτό: Κατά μέσο όρο όλοι οι περουβιανοί τύποι αραβοσίτου που καλλιεργήθηκαν, συμπεριλαμβανομένου και του μάρτυρα εμφάνισαν 1-2 σπάδικες σε κάθε φυτό. Εξαίρεση αποτέλεσαν ο τύπος var. *Del valle* με 4-7 σπάδικες και ο τύπος var. *Checche* με 3-4 (Εικόνα 45).



Εικόνα 44. 7 σπάδικες πάνω στον περουβιανό τύπο αραβοσίτου var. *Del valle*, (πηγή: προσωπικό αρχείο)

Αριθμός φύλλων: Τα αποτελέσματα αυτής της μέτρησης αναλύθηκαν στο υποκεφάλαιο 4.2.

Μήκος-πλάτος φύλλων (cm): Όπως φαίνεται στον Πίνακα 9 το μήκος των φύλλων που καταγράφηκε ήταν μεγαλύτερο στον τύπο Blanco με 95 cm και ακολουθούν κατά φθίνουσα σειρά αυτά των τύπων: var. *Chullpi*, var. *Del valle*, Control, var. *Saqsa*, var. *Morado*, var. *Oro* και var. *Checche*. Αντίστοιχα, το μεγαλύτερο πλάτος είχε ο τύπος var. *Del valle* με 11 cm και ακολουθούν κατά φθίνουσα σειρά τα πλάτη των τύπων: var. *Saqsa*, var. *Blanco*, var. *Chullpi*, Control, var. *Morado*, var. *Oro* και var. *Checche*.

Διάμετρος βλαστού (cm): Η μεγαλύτερη διάμετρος βλαστού καταγράφηκε στο Oro με τιμή 3,4 cm ακολουθεί, το var. *Blanco* με 3,3 cm, το var. *Del valle* με 3,1 cm, τα var. *Saqsa* και var. *Morado* με 2,9 cm, τα var. *Chullpi* και Control με 2,4 cm και τέλος το var. *Checche* με 1,8 cm. Η πολύ μικρή τιμή διαμέτρου βλαστού που

εμφάνισε το var. *Checche* έπαιξε σημαντικό ρόλο στην αντοχή των φυτών αυτού του τύπου στους έντονους ανέμους. Το πλάγιασμα των φυτών αλλά ακόμα και η ολική πτώση τους ήταν συχνό φαινόμενο στον τύπο var. *Checche*.

Βάρος σπάδικα (gr): Το μεγαλύτερο βάρος σπάδικα καταγράφηκε στον μάρτυρα με τιμή 183,86 gr. Ακολουθούν κατά φθίνουσα σειρά τα var. *Del valle*, var. *Checche*, var. *Chullpi* και var. *Morado*. Αξίζει να σημειωθεί ότι, οι τιμές του βάρους σπάδικα των περουβιανών τύπων αραβοσίτου, με εξαίρεση του var. *Del Valle* που κατάφερε να δημιουργήσει ορισμένους ολοκληρωμένους σε ανάπτυξη σπάδικες, δεν είναι αντιπροσωπευτικές καθώς τα φυτά λόγω της ανικανότητάς τους να προσαρμοστούν στις μεσογειακές κλιματικές συνθήκες, δεν δημιούργησαν πλήρως αναπτυγμένες και γεμάτους με σπόρους θηλυκές ταξιανθίες. Αυτό ισχύει για όλες τις μετρήσεις που αφορούν τον σπάδικα.

Μήκος σπάδικα (cm): Η μεγαλύτερη τιμή μήκους σπάδικα καταγράφηκε στον μάρτυρα και ήταν 20,88 cm, ακολουθούν κατά φθίνουσα σειρά οι τύποι var. *Del valle*, var. *Checche*, var. *Chullpi* και var. *Morado*.

Διάμετρος σπάδικα (cm): Η μεγαλύτερη τιμή διαμέτρου σπάδικα καταγράφηκε στον τύπο var. *Checche* και ήταν 3,34 cm, ακολουθούν κατά φθίνουσα σειρά ο μάρτυρας, οι var. *Chullpi* και var. *Morado*.

Αριθμός σειρών/σπάδικα: Τις περισσότερες σειρές επάνω στον σπάδικα είχε ο τύπος var. *Del valle* με τιμή 15. Ακολουθούν το var. *Chullpi*, ο μάρτυρας, το var. *Checche* και τέλος το var. *Morado* με 8 σειρές ανά σπάδικα.

Αριθμός σπόρων/γραμμή: Τον μεγαλύτερο αριθμό σπόρων ανά γραμμή είχε ο μάρτυρας με τιμή 39. Ακολουθούν οι τύποι var. *Del valle*, var. *Chullpi*, var. *Checche* και τέλος ο var. *Morado* με 13 σπόρους ανά γραμμή.

Βάρος σπόρων (gr)/ σπάδικα: Στον μάρτυρα παρατηρήθηκε το υψηλότερο βάρος σπόρων ανά σπάδικα με τιμή 160,35 gr. Ακολουθούν κατά φθίνουσα σειρά οι τύποι var. *Del valle*, var. *Checche* και var. *Chullpi*.

Βάρος σπόρου (gr): Το μεγαλύτερο βάρος σπόρου καταγράφηκε στον τύπο var. *Del valle* με τιμή 0,48 gr. Ακολουθεί με μικρή διαφορά ο σπόρος του μάρτυρα με βάρος 0,44 gr, ο var. *Checche* με 0,33 gr και τέλος ο var. *Chullpi* με 0,28 gr.

Βάρος 1000 σπόρων (gr): Το μεγαλύτερο βάρος 1000 σπόρων παρατηρήθηκε στον τύπο var. *Del valle* με τιμή 458 gr. Ακολουθεί το βάρος 1000 σπόρων του μάρτυρα που ήταν ίσο με 349 gr, του var. *Checche* 268 gr και τέλος του var. *Chullpi* 229 gr.

Μήκος-πλάτος σπόρου (cm): Το μήκος και το πλάτος των σπόρων δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών τύπων αραβοσίτου. Η τιμή του μήκους κυμάνθηκε, όπως φαίνεται στον Πίνακα 9, μεταξύ 1-0,9 cm και του πλάτους μεταξύ 0,8-0,7 cm.

Μήκος ρίζας (mm/cm³ εδάφους): Το μεγαλύτερο μήκος ρίζας καταγράφηκε στο Blanco με τιμή 126,28 mm και ακολουθούν, σύμφωνα με τον Πίνακα 9 και κατά φθίνουσα σειρά οι τύποι: var. *Chullpi*, var. *Morado*, var. *Saqsa*, var. *Checche*, var. *Oro*, Control και τέλος το var. *Del valle* με 69,42 mm.

Μέση διάμετρος ρίζας (mm): Η μεγαλύτερη διάμετρος ρίζας παρατηρήθηκε στον var. Blanco με τιμή 0,0898 mm. Ακολουθούν κατά φθίνουσα σειρά η τιμή της μέσης διαμέτρου της ρίζας των τύπων: var. *Chullpi*, var. *Morado*, var. *Saqsa*, var. *Del valle*, var. *Checche*, var. *Oro* και τέλος του μάρτυρα με τιμή 0,0802 mm.

4.5 ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟΙΚΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΡΙΖΑΣ ΜΕ ΜΥΚΟΡΡΙΖΑ

Οι μυκόρριζες ουσιαστικά είναι μια συμβιωτική σχέση μεταξύ ριζών φυτών και μυκήτων. Ο πρωταρχικός τους ρόλος είναι να αυξάνουν την πρόσληψη θρεπτικών συστατικών από το φυτό ξενιστή χρησιμοποιώντας μεγαλύτερο όγκο εδάφους από αυτόν που μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι ίδιες οι ρίζες με αντάλλαγμα φωτοσυνθετικά προϊόντα.

Οι μυκόρριζες υπάρχουν σε πολλές μορφές. Η κατανομή αυτών των μορφών σε ένα οικοσύστημα σχετίζεται με την κατανομή των φυτών ξενιστών και με τις κλιματικές και εδαφικές συνθήκες. Οι μυκόρριζες βελτιώνουν την πρόσληψη θρεπτικών ουσιών και νερού από τα φυτά ξενιστές. Αυτό επιτρέπει στις μυκόρριζες να βοηθούν τα φυτά ξενιστές, να αντιστέκονται στα παθογόνα των ριζών και να έχουν καλύτερη απόδοση. Μεταβάλλοντας διαφορετικά την απόδοση μεμονωμένων ειδών σε μια κοινότητα, οι μυκόρριζες μπορούν να επηρεάσουν τη σύνθεση της

φυτικής κοινότητας, να ενισχύσουν τον ανταγωνισμό και να δημιουργήσουν συνεργασία μέσω της κατανομής των πόρων μεταξύ των ειδών (Dighton, 2009).

Πίνακας 10. Ποσοστό αποικισμού της ρίζας με μυκόρριζα

| % Αποικισμού ρίζας με μυκόρριζα | |
|---------------------------------|------------|
| MORADO | 63% |
| ORO | 71% |
| SAQSA | 58% |
| DEL VALLE | 25% |
| BLANCO | 44% |
| CHULLPI | 24% |
| CHECCHÉ | 26% |
| CONTROL | 40% |
| M.O. | 44% |
| Τυπική Απόκλιση | 0,18 |

Στο συγκεκριμένο πείραμα το μεγαλύτερο ποσοστό αποικισμού της ρίζας με μυκόρριζα καταγράφηκε στον τύπο Oro και ήταν 71%, ακολουθούν οι τύποι var. *Morado*, var. *Saqsa*, var. *Blanco*, Control, var. *Checche*, var. *Del Valle* και var. *Chullpi*. Ο μέσος όρος του ποσοστού αποικισμού της ρίζας με μυκόρριζα των φυτών του πειράματος ήταν 44%.

4.6 ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΩΝ ΣΠΟΡΩΝ ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΥ

4.6.1 ΞΗΡΑ ΟΥΣΙΑ

Τα ανόργανα και οργανικά συστατικά της τροφής, όπως είναι οι υδατάνθρακες, τα λιπαρά, οι πρωτεΐνες, οι βιταμίνες, τα ιχνοστοιχεία και οι ίνες περιλαμβάνονται στην ξηρά ουσία. Το ποσοστό ξηράς ουσίας που προσδιορίστηκε παρακάτω αντιστοιχεί στη μάζα του δείγματος μετά από ξήρανση στους 100 °C και ατμοσφαιρική πίεση περιβάλλοντος. Η μείωση του βάρους του δείγματος που προκύπτει, αντιστοιχεί στην απώλεια της υγρασίας (νερό) που είναι συμπληρωματικό της ξηράς ουσίας. Οι σπόροι αραβοσίτου που σημείωσαν υψηλά ποσοστά περιεκτικότητας σε ξηρά ουσία,

συνεπάγεται ότι διαθέτουν και υψηλά επίπεδα ωφέλιμων οργανικών και ανόργανων συστατικών (Παπαδόπουλος, 1998).

Πίνακας 11. Ποσοστό ξηράς ουσίας

| | Ξηρά ουσία % |
|------------------------|--------------|
| CHECCHE | 90,83 |
| DEL VALLE | 89,75 |
| CHULLPI | 91,82 |
| CONTROL | 89,82 |
| M.O | 90,56 |
| Τυπική Απόκλιση | 0,98 |

Το μεγαλύτερο ποσοστό ξηράς ουσίας παρατηρήθηκε στον τύπο var. *Chullpi* και ήταν 91,82%, ακολουθούν κατά φθίνουσα σειρά οι τύποι: var. *Checche*, Control και var. *Del valle* με ποσοστό 90,83%, 89,82% και 89,75% αντίστοιχα.

4.6.2 ΠΡΩΤΕΙΝΗ

Οι πρωτεΐνες είναι οργανικά στοιχεία που αποτελούνται από άνθρακα, υδρογόνο, οξυγόνο, άζωτο και ενίοτε σίδηρο, φώσφορο και θείο. Το ποσοστό των σπόρων σε πρωτεΐνες υπολογίστηκε μέσω του προσδιορισμού αζωτούχου κλάσματος. Το κλάσμα αυτό, περιλαμβάνει τις πρωτεΐνες και τις μη πρωτεϊνικής φύσεως αζωτούχες ουσίες.

Πίνακας 12. Ποσοστό πρωτεΐνης

| | Πρωτεΐνη % |
|------------------------|------------|
| CHECCHE | 14,01 |
| DEL VALLE | 10,27 |
| CHULLPI | 12,17 |
| CONTROL | 10,28 |
| M.O | 11,68 |
| Τυπική Απόκλιση | 1,79 |

Τα αποτελέσματα του προσδιορισμού του ποσοστού πρωτεΐνης στους σπόρους του αραβοσίτου έδειξαν ότι ο περουβιανός τύπος αραβοσίτου var. *Checche* έχει το μεγαλύτερο ποσοστό πρωτεΐνης 14,01% , ακολουθούν οι var. *Chullpi*, Control και var. *Del valle* με ποσοστό 12,17%, 10,28% και 10,27% αντίστοιχα.

4.6.3 ΛΙΠΑΡΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Οι λιπαρές ουσίες είναι ουσιαστικά οι οργανικές ουσίες των φυτικών και ζωικών προϊόντων που διαλύονται στους οργανικούς διαλύτες των λιπών και ελαίων, είναι αδιάλυτες στο νερό και έχουν λιπαρή μορφή. Τέτοιες ουσίες αποτελούν τα διάφορα γλυκερίδια, οι στερόλες, τα φωσφατίδια, οι βιταμίνες Α και Ε, οι κηροί κ.ά. (Παπαδόπουλος, 1998).

Η σημασία τους για τον οργανισμό είναι καθοριστική καθώς αποτελούν πηγή ενέργειας. Περιέχουν περισσότερη ενέργεια τόσο από τους υδατάνθρακες όσο και από τις πρωτεΐνες. Επίσης όσο υψηλότερο είναι το ποσοστό λιπαρών ουσιών στους σπόρους, τόσο μεγαλύτερο θα είναι το ενεργειακό περιεχόμενο ανά μονάδα βάρους των σπόρων.

Πίνακας 13. Ποσοστό λιπαρών ουσιών

| | Λιπαρές ουσίες % |
|------------------------|------------------|
| CHECCHE | 3,53 |
| DEL VALLE | 2,91 |
| CHULLPI | - |
| CONTROL | 3,45 |
| M.O | 3,30 |
| Τυπική Απόκλιση | 0,34 |

Τα αποτελέσματα της μέτρησης του ποσοστού των λιπαρών ουσιών στους σπόρους του αραβοσίτου, ξεχώρισαν τον τύπο var. *Checche* ως τον περουβιανό αραβόσιτο με το μεγαλύτερο ποσοστό λιπαρών ουσιών, 3,53%. Ακολουθούν ο μάρτυρας με 3,45% και ο τύπος var. *Del valle* με 2,91%.

4.6.4 ΤΕΦΡΑ

Το σύνολο των ανόργανων συστατικών των σπόρων είναι η τέφρα και προέκυψε ύστερα από πυράκτωση του δείγματος στους 500 °C για 2 ώρες. Το μέρος που καίγεται κατά την διαδικασία της πυράκτωσης είναι η οργανική ουσία, δηλαδή το συμπληρωματικό της τέφρας (Παπαδόπουλος, 1998). Στην πραγματικότητα, ο λόγος για τον οποίο μετράμε την περιεκτικότητα σε τέφρα είναι για να εκτιμήσουμε την ενέργεια και να υπολογίσουμε την περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες χωρίς τις φυτικές ίνες. Η ασυνήθιστα πολύ υψηλή περιεκτικότητα των σπόρων σε τέφρα είναι ένδειξη μόλυνσης του χώματος και δεν είναι καθόλου επιθυμητό (Hoffman, 2005).

Πίνακας 13. Ποσοστό τέφρας

| | Τέφρα % |
|------------------------|---------|
| CHECCHE | 2,33 |
| DEL VALLE | 1,36 |
| CHULLPI | - |
| CONTROL | 1,38 |
| M.O | 1,69 |
| Τυπική Απόκλιση | 0,55 |

Τα αποτελέσματα της μέτρησης του ποσοστού της τέφρας έδειξαν ότι ο τύπος var. *Checche* συγκέντρωσε το υψηλότερο ποσοστό 2,33%. Ο τύπος var. *Del valle* με 1,36% δεν διέφερε σημαντικά από τον μάρτυρα που σημείωσε ποσοστό ίσο με 1,38%.

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα σχόλια και τα διάφορα συμπεράσματα που προέκυψαν από τα αποτελέσματα των μετρήσεων του πειράματος. Επιπλέον, δίνεται απάντηση στο ερώτημα, εάν είναι δυνατή η ανάπτυξη και καλλιέργεια περουβιανού αραβοσίτου στην χώρα μας.

Αρχικά, αξίζει να σχολιαστεί **το ύψος των φυτών**. Παρατηρήθηκε ότι τα φυτά που συμμετείχαν στο πείραμα ξεπέρασαν τα 2,5 m, ενώ οι τύποι var. *Del Valle* και var. *Chullpi* οριακά άγγιξαν ή και ξεπέρασαν τα 3 m, αντίστοιχα. Φαίνεται ότι οι συνθήκες του μεσογειακού κλίματος (ηλιοφάνεια, έδαφος κ.ά) συνέβαλλαν στην μεγαλύτερη ανάπτυξη των φυτών. Σύμφωνα με τον Salhuana (2004), πολλοί τύποι αραβοσίτου από το Περού φτάνουν το ύψος των 3 m. Ωστόσο, συμφωνά με πείραμα που έλαβε χώρα στον πειραματικό αγρό του Εθνικού Ινστιτούτου Αγροτικής Καινοτομίας (INIA)-*Canaán Ayacucho* στο Περού και εξετάστηκε η επίδραση της λίπανσης σε δύο διαφορετικές ποικιλίες του περουβιανού τύπου var. *Morado*, ο μέσος όρος του ύψους των φυτών ήταν 2,05 m (Pinedo Taco, 2015). Αυτή η διαφορά που παρουσιάζεται στο ύψος των φυτών οφείλεται κυρίως τόσο στις διαφορετικές θερμοκρασίες όσο και στην συχνότητα των βροχοπτώσεων που επικρατούν στην χώρα μας συγκριτικά με το Περού.

Όσο αναφορά τον **αριθμό των φύλλων** του αραβοσίτου παρατηρήθηκε ότι οι τύποι var. *Del Valle* (22), var. *Oro* (19), var. *Morado* (18), var. *Saqa* (17) και var. *Blanco* (17) ανέπτυξαν έναν σημαντικά υψηλό αριθμό φύλλων ανά φυτό σε σύγκριση με τον μάρτυρα (14). Σύμφωνα με την βιβλιογραφία (Salvador-Reyes, & Clerici, 2020) η πλειοψηφία των περουβιανών τύπων αραβοσίτου έχει αριθμό φύλλων μεταξύ 10-12. Τα δύο αυτά αποτελέσματα, του ύψους και του αριθμού φύλλων, ξεκαθαρίζουν ότι ο αραβόσιτος του Περού, λόγω της αυξημένης βλαστικής ανάπτυξης που παρουσιάζει υπό μεσογειακές συνθήκες, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως ενσίρωμα. Παρόλα αυτά, το συγκεκριμένο συμπέρασμα απαιτεί επιπλέον έρευνα και μετρήσεις του νωπού βάρους ολόκληρου αλλά και των ξεχωριστά των βλαστητικών μερών του περουβιανού αραβοσίτου. Ωστόσο, οι συγκεκριμένες μετρήσεις απαιτούν καταστρεπτικές επεμβάσεις κατά την διάρκεια του πειράματος. Για αυτόν το λόγο δεν μπόρεσαν να πραγματοποιηθούν στο

συγκεκριμένο πείραμα, εξαιτίας του περιορισμένου αριθμού σπόρων και φυτών που ήταν στην διάθεσή μας από κάθε τύπο αραβοσίτου.

Αναφορικά με την μέτρηση του **ASI** (*Anthesis Silking Interval*), δηλαδή του διαστήματος μεταξύ της ανάδυσης της αρσενικής ταξιανθίας και της εμφάνισης των μεταξιών από τα βράκτια της θηλυκής ταξιανθίας, παρατηρήθηκαν οι πιο αξιοσημείωτες διαφορές στα αποτελέσματα των μετρήσεων του συγκεκριμένου πειράματος σε σχέση με την βιβλιογραφία. Όπως προαναφέρθηκε, όσο μικρότερο είναι το ASI τόσο περισσότερα φυτά θα λάβουν φρέσκια γύρη στα αναδυόμενα μετάξια, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται καλύτερη γονιμοποίηση. Συνεπώς, είναι επιθυμητός ο όσο το δυνατόν καλύτερος συγχρονισμός μεταξύ άνθισης και μεταξώματος για την βελτίωση του σχηματισμού του καρπού. Μάλιστα όταν η τιμή του ASI ξεπερνά τις 20 ημέρες τότε η πλειοψηφία των φυτών παραμένουν αγονιμοποίητα.

Στο πείραμα, με εξαίρεση τον μάρτυρα που κατέγραψε ASI=8, όλοι οι περουβιανοί τύποι αραβοσίτου είχαν ASI πολύ αυξημένο. Πιο συγκεκριμένα, στους τύπους var. *Checche*, var. *Chullpi* και var. *Del valle*, η τιμή του ASI ήταν 16, 26, και 27 αντίστοιχα. Αυτοί οι 3 τύποι κατάφεραν να δημιουργήσουν σπάδικες, ωστόσο η πλειονότητα αυτών είχε ανομοιόμορφο μέγεθος και διέθετε μικρό αριθμό κόκκων. Το αποτέλεσμα αυτό υποδεικνύει ότι τα φυτά ήταν εκτεθειμένα σε συνθήκες καταπόνησης όπως είναι η παρατεταμένη ξηρασία που επικρατούσε στην Αθήνα κατά το χρονικό διάστημα της καλλιέργειας και η έλλειψη υγρασίας στο έδαφος. Γίνεται σαφές ότι ο αραβόσιτος του Περού, που καλλιεργείται σε συνθήκες αυξημένης υγρασίας και βροχόπτωσης αλλά και σε μεγάλα υψόμετρα, δεν κατάφερε να προσαρμοστεί επαρκώς στις κλιματολογικές συνθήκες της Αττικής. Μάλιστα οι τύποι, var. *Saqsa*, var. *Morado* και var. *Blanco* σχημάτισαν σπάδικες χωρίς κόκκους, ενώ ο τύπος Oro δεν εμφάνισε καμία θηλυκή ταξιανθία.

Ο μάρτυρας παρουσίασε μια φυσιολογική τιμή ASI=8 και υψηλή απόδοση. Ο Pinedo Taco (2015) σε αντίστοιχο πείραμα αραβοσίτου τύπου var. *Morado* που διενέργησε στο Περού αναφέρει ότι η τιμή του ASI ήταν 7 και κατέγραψε πολύ ικανοποιητικές αποδόσεις αραβοσίτου. Τα αποτελέσματα αυτά αποδεικνύουν ότι οι ποικιλίες που είναι προσαρμοσμένες στις οικολογικές απαιτήσεις κάθε χώρας

παρουσιάζουν καλύτερο συγχρονισμό μεταξύ άνθισης και μεταξώματος, επιτυχημένη γονιμοποίηση και καλοσχηματισμένους σπάδικες.

Τα αποτελέσματα της μέτρησης της **διαμέτρου του βλαστού** επισημαίνουν ότι οι τύποι var. *Checche* και var. *Chullpi* με διάμετρο βλαστού ίση με 1,8 cm και 2,4 cm αντίστοιχα, έχουν πολύ λεπτό στέλεχος συγκριτικά με τον μέσο όρο των τύπων αραβοσίτου του πειράματος που ήταν 2,8 cm. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα οι συγκεκριμένοι τύποι να είναι πολύ επιρρεπείς στο πλάγιασμα εξαιτίας δυσμενών καιρικών συνθηκών (έντονες βροχοπτώσεις, ισχυροί άνεμοι κ.ά.). Εν αντιθέσει, οι τύποι var. *Del valle*, var. *Blanco* και var. *Oro* με διάμετρο βλαστού ίση με 3,1 cm, 3,3 cm και 3,4 cm αντίστοιχα, δεν επηρεάστηκαν σχεδόν καθόλου από την έντονη βροχή και τον άνεμο που υπήρξε κατά τον δεύτερο μήνα του πειράματος, όπου και τα φυτά βρίσκονταν στο κρισιμότερο στάδιο ανάπτυξης για απώλεια παραγωγής λόγω πλαγιάσματος.

Το **μήκος του σπάδικα** ήταν σημαντικά μικρότερο στους τύπους var. *Morado* (8,58 cm), var. *Chullpi* (10,2 cm) και var. *Checche* (11,6 cm), συγκριτικά με αυτό του μάρτυρα (20,88 cm). Πολύ ικανοποιητικό μήκος σπάδικα όμως σημείωσε ο τύπος var. *Del valle* με τιμή 18 cm. Σύμφωνα με τους Salvador-Reyes και Clerici (2020), το μήκος του var. *Chullpi* κυμαίνεται μεταξύ 8-7 cm, τιμή μικρότερη από το αποτέλεσμα του συγκεκριμένου πειράματος. Επιπλέον, με βάση την ίδια βιβλιογραφία το μήκος του var. *Checche* κυμαίνεται μεταξύ 11-12 cm. Ακριβώς σε αυτό το εύρος βρέθηκε και το μήκος του σπάδικα του var. *Checche* του πειράματος. Όσο αναφορά τον var. *Morado* η ίδια βιβλιογραφία αναφέρει ότι το μήκος του σπάδικα κυμαίνεται μεταξύ 15-18 cm, επιπλέον σύμφωνα με τον Taco (2015) σε αντίστοιχο πείραμα που πραγματοποίησε στο Περού κατέγραψε τιμή ίση με 13,25 cm για τον var. *Morado*. Ωστόσο στο πείραμά μας ο τύπος var. *Morado* με 8,58 cm μήκος σπάδικα, έχει μικρότερη τιμή από ότι αναφέρουν οι διεθνείς βιβλιογραφίες. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι, οι σπάδικες του συγκεκριμένου περουβιανού τύπου αραβοσίτου δεν κατάφεραν να ολοκληρώσουν επιτυχώς την γονιμοποίησή τους.

Η **διάμετρος του σπάδικα** ήταν εξαιρετικά μικρή στον τύπο var. *Morado* με τιμή 2,02 cm. Οι προαναφερθείσες βιβλιογραφίες καταγράφουν τιμές διαμέτρου σπάδικα μεταξύ 4-5,5 cm (Salvador-Reyes & Clerici, 2020; Pinedo Taco, 2015). Ικανοποιητικότερη αλλά εξίσου μικρότερη διάμετρο σπάδικα κατέγραψαν οι

υπόλοιποι τύποι περουβιανού αραβοσίτου, συγκριτικά με την βιβλιογραφία. Οι διάμετρος τους κυμάνθηκε μεταξύ 2,9-3,6 cm ενώ η βιβλιογραφία αναφέρει ότι η διάμετρος σπάδικα των συγκεκριμένων τύπων κυμαίνεται μεταξύ 5,15-5,63 cm (Salhuana, 2004).

Αναφορικά με τον **αριθμό σειρών ανά σπάδικα**, ο τύπος var. *Morado* είχε 8 σειρές, αριθμός που συμφωνεί απόλυτα με τους Salvador-Reyes και Clerici (2020) αλλά είναι μικρότερος από το αποτέλεσμα του Taco (2015), ο οποίος κατέγραψε αριθμό γραμμών ίσο με 10 για τον var. *Morado*. Ο τύπος var. *Chullpi* με 13 σειρές ανά σπάδικα είχε μικρότερο αριθμό από την βιβλιογραφία που αναφέρει 18 σειρές για τον συγκεκριμένο τύπο αραβοσίτου. Ο τύπος var. *Checche* με αριθμό σειρών ίσο με 11 είναι πολύ κοντά στα δεδομένα της βιβλιογραφίας που κάνουν λόγο για 12 σειρές για τον συγκεκριμένο τύπο (Salhuana, 2004). Τέλος, ο τύπος var. *Del valle* με αριθμό σειρών 15 ξεπέρασε τον μάρτυρα που είχε 12 σειρές ανά σπάδικα.

Το **βάρος 1000 σπόρων** του var. *Chullpi* έφθασε τα 229 gr και ήταν μικρότερο συγκριτικά με τα 324 gr που αναφέρει η βιβλιογραφία. Ο τύπος var. *Checche* είχε βάρος 1000 σπόρων ίσο με 268 gr και ήταν και αυτό μικρότερο σε σχέση με τα 427 gr της βιβλιογραφίας (Salvador-Reyes *et al.*, 2021). Το χαμηλό βάρος 1000 σπόρων των συγκεκριμένων σπόρων πιθανώς οφείλεται στο χαμηλότερο ποσοστό υγρασίας που είχαν όταν συγκομίστηκαν (>6%). Από την άλλη μεριά, ο var. *Del Valle* με βάρος 1000 σπόρων ίσο με 458 gr ξεπέρασε κατά πολύ το βάρος των 349 gr που σημείωσε ο μάρτυρας.

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία τα φυτά αραβοσίτου που διαθέτουν υψηλό **ποσοστό αποικισμού της ρίζας με μυκκόριζα** είναι πιο ανεπτυγμένα και πιο εύρωστα σε σχέση με αυτά που δεν διαθέτουν υψηλό ποσοστό αποικισμού (Samarbakhsh *et al.*, 2009; Mustafa, 2010). Ειδικότερα, σύμφωνα με την Γεωργακοπούλου (2010), τα φυτά με σημαντικό ποσοστό αποικισμού με μυκκόριζα έχουν μεγαλύτερο μήκος βλαστού, νωπό βάρος βλαστού και φυλλική επιφάνεια σε σχέση με τα φυτά με μικρό ποσοστό αποικισμού. Στο συγκεκριμένο πείραμα, τα φυτά αραβοσίτου δεν κατέγραψαν αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ τους στο ποσοστό αποικισμού των ριζών με μυκκόριζα. Ο μέσος όρος του αποικισμού όλων των φυτών της καλλιέργειας με μυκκόριζα ήταν 44%.

Όσο αναφορά την θρεπτική αξία των σπόρων αραβοσίτου και ειδικότερα το ποσοστό της **ξηράς ουσίας**, παρατηρούμε ότι όσοι τύποι αραβοσίτου αξιολογήθηκαν δεν διέφεραν σημαντικά ως προς αυτό το ποσοστό. Ο τύπος var. *Chullpi* φαίνεται να κατέγραψε το υψηλότερο ποσοστό ξηράς ουσίας, 91,82% και ακολουθεί ο var. *Checche* με 90,83%. Όπως προαναφέρθηκε αυτοί οι τύποι αραβοσίτου διαθέτουν και υψηλά επίπεδα ωφέλιμων οργανικών και ανόργανων συστατικών (Παπαδόπουλος, 1998).

Επιπροσθέτως, το ποσοστό της **πρωτεΐνης** που προέκυψε μετά την ανάλυση των σπόρων αραβοσίτου στο εργαστήριο, φαίνεται να είναι ιδιαίτερα υψηλό στον τύπο var. *Checche*, 14,01%. Το ποσοστό αυτό φαίνεται να είναι σημαντικά αυξημένο συγκριτικά με την βιβλιογραφία, που αναφέρει ποσοστό πρωτεΐνης ίσο με 7,28% για τον συγκεκριμένο τύπο (Salvador-Reyes, 2021). Επίσης, υψηλό ποσοστό πρωτεΐνης κατέγραψε ο τύπος var. *Chullpi* με 12,17% έναντι 9,64% που αναφέρει η βιβλιογραφία. Και οι δύο τύποι αραβοσίτου συγκέντρωσαν υψηλότερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη συγκριτικά με τον μάρτυρα που είχε 10,28% αλλά και γενικότερα σε σύγκριση με τον εμπορικό αραβόσιτο που έχει κατά μέσο όρο ποσοστό πρωτεΐνης στον καρπό μεταξύ 8-10%. Τέλος ο τύπος var. *Del valle* με ποσοστό 10,27% δεν διέφερε σημαντικά από τον μάρτυρα.

Η περιεκτικότητα των σπόρων σε **λιπαρές ουσίες** φαίνεται να είναι αυξημένη στο τύπο var. *Checche* 3,53% όχι όμως τόσο όσο ορίζει η διεθνής βιβλιογραφία που για τον συγκεκριμένο τύπο περουβιανού αραβοσίτου αναφέρει ποσοστό ίσο με 4,76% (Salvador-Reyes, 2021).. Για τον τύπο var. *Chullpi* δεν μπόρεσαν να προκύψουν αποτελέσματα όσο αναφορά το ποσοστό του σε λιπαρές ουσίες εξαιτίας της έλλειψης επαρκούς δείγματος σπόρων για ανάλυση. Τέλος, ο τύπος var. *Del valle* συγκέντρωσε ποσοστό λιπαρών ουσιών ίσο με 2,91%, που ήταν χαμηλότερο και από τον μάρτυρα που είχε περιεκτικότητα σε λιπαρές ουσίες ίση με 3,45%.

Τέλος, το ποσοστό της **τέφρας** είναι ιδιαίτερα υψηλό στον περουβιανό τύπο αραβοσίτου var. *Checche* 2,33%, συγκριτικά με αυτό που αναφέρεται στην βιβλιογραφία για τον συγκεκριμένο τύπο, που αγγίζει το 1,67% (Salvador-Reyes, 2021). Άλλο ένα στοιχείο που επιβεβαιώνει την υψηλή θρεπτική αξία του συγκεκριμένου τύπου αραβοσίτου.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν παραπάνω αλλά και από τις αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι:

- Ο περουβιανός αραβόσιτος θα μπορούσε να καλλιεργηθεί για την παραγωγή ενσιρώματος λόγω της αυξημένης βλαστητικής ανάπτυξης που σημείωσε στην χώρα μας. Το αποτέλεσμα αυτό χρίζει ανάγκης περαιτέρω έρευνας και κατάλληλων μετρήσεων (μέτρηση φυλλικής επιφάνειας, νωπού και ξηρού βάρους των βλαστητικών μερών αλλά και ολόκληρου του φυτού) που θα το επιβεβαιώσουν.
- Η προσαρμοστική ικανότητα του αραβοσίτου με καταγωγή από το Περού, στις συνθήκες του μεσογειακού κλίματος μπορεί να αξιολογηθεί ως ικανοποιητική, καθώς τα φυτά κατάφεραν στην πλειοψηφία τους να περάσουν από όλα τα στάδια του βιολογικού τους κύκλου εκτός ορισμένων εξαιρέσεων (π.χ. Οτο).
- Η γονιμοποίηση του συγκεκριμένου αραβοσίτου δεν στέφθηκε με επιτυχία στην πλειονότητα των περουβιανών τύπων που καλλιεργήθηκαν. Για αυτόν το λόγο απαιτείται περαιτέρω έρευνα με σκοπό την μείωση του ASI, δηλαδή του διαστήματος μεταξύ της ανάδυσης της αρσενικής ταξιανθίας και της εμφάνισης των μεταξιών από τα βράκτια της θηλυκής ταξιανθίας.
- Ο αραβόσιτος του Περού θα μπορούσε πειραματικά να καλλιεργηθεί στις περιοχές της δυτικής Ελλάδας όπου σημειώνονται τα μεγαλύτερα ετήσια ύψη βροχής, λόγω της επίδρασης του ανάγλυφου. Αυτό ίσως αύξανε την προσαρμοστικότητα των συγκεκριμένων τύπων καθώς το κλίμα στις περιοχές αυτές προσεγγίζει σε κάποιο βαθμό το κλίμα του Περού.
- Με βάση τα αποτελέσματα των μορφολογικών χαρακτηριστικών, φαίνεται ότι ο τύπος var. *Del valle* ξεχώρισε ανάμεσα στους υπόλοιπους αφού, σχεδόν όλες οι τιμές που κατέγραψε ξεπερνούσαν αυτές του μάρτυρα, δηλαδή του κοινού εμπορικού αραβοσίτου.
- Όσο αναφορά την θρεπτική αξία των σπόρων του περουβιανού αραβοσίτου, μπορούμε να διακρίνουμε ότι πρόκειται για σπόρους υψηλής διατροφικής αξίας. Ειδικότερα ο τύπος var. *Checche* σημείωσε υψηλά ποσοστά περιεκτικότητας τόσο πρωτεΐνης όσο και λιπαρών ουσιών, γεγονός που δημιουργεί προοπτικές αξιοποίησής του στον κλάδο των τροφίμων.

Τάσεις και προοπτικές

- Η περιορισμένη παραγωγή του περουβιανού αραβοσίτου σε ορισμένες περιοχές του Περού αποτελεί επιστημονική πρόκληση, εφόσον οι διαθέσιμες πληροφορίες είναι περιορισμένες και σε ορισμένες περιπτώσεις ανύπαρκτες.
- Αν και τα τελευταία χρόνια η μαγειρική χρήση του αραβοσίτου από το Περού έχει συμβάλλει στη διάδοσή του εντός και εκτός Περού, οι εφαρμογές του βασίζονται στην εκκεντρικότητα του λόγω των ιδιαίτερων μορφολογικών του χαρακτηριστικών και όχι στα πιθανά θρεπτικά και λειτουργικά οφέλη του.
- Η βιομηχανία τροφίμων έχει περιορίσει τη χρήση του περουβιανού αραβοσίτου στην παραγωγή σνακ και στην περίπτωση του μωβ αραβοσίτου, χρησιμοποιείται συνήθως απλά ως συστατικό που παρέχει διαφορετικά χαρακτηριστικά χρώματος και γεύσης.

Ως εκ τούτου, απαιτείται αύξηση της παραγωγής και εκβιομηχάνιση του αραβοσίτου με καταγωγή από το Περού, κάτι που δεν είναι δύσκολο έργο, καθώς είναι μία καλλιέργεια που μπορεί να προσαρμοστεί σε διαφορετικά κλιματικά χαρακτηριστικά, όπως έδειξε και η συγκεκριμένη μελέτη, οδηγώντας σε μια γενετική εξέλιξη και φυσική επιλογή, που επιτρέπει την καλλιέργειά του και σε άλλες χώρες.

Ως γηγενής περουβιανή καλλιέργεια, η επιστημονική πρόκληση είναι να μελετηθούν οι μοριακοί δείκτες των σπόρων και τα διατροφικά τους χαρακτηριστικά για να αυξηθούν οι δυνατότητες βιομηχανικής εφαρμογής τους και σε άλλες χώρες, επιτρέποντας παράλληλα την απόκτηση προϊόντων με ταυτότητα προέλευσης και υψηλότερη προστιθέμενη αξία, συμβάλλοντας έτσι στην διατήρηση της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας.

Τέλος, ο περουβιανός αραβόσιτος αντιπροσωπεύει ένα πιθανό συστατικό για την ανάπτυξη νέων προϊόντων, εφόσον μπορεί να προσφέρει ποικιλία χρώματος, γεύσης και υφής, συμβάλλοντας στη μείωση της χρήσης προσθέτων στη βιομηχανία τροφίμων. Ωστόσο, είναι αναγκαίο να αναλυθούν εις βάθος τα συστατικά του αλλά και το πώς επηρεάζεται η σύνθεσή του από τις διάφορες συνθήκες καλλιέργειας και τις διαφορετικές τεχνικές καλλιέργειας στη χώρα μας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

- Αϊβαλάκης, Γ, Καραμπουρνιώτης Γ., Φασσέας Κ., 2005. Γενική Βοτανική. Η Μορφολογία, η Ανατομία και η Φυσιολογία των Ανώτερων Φυτών. Κεφάλαιο 5: Η δομή και η λειτουργία των φύλλων. *Εκδόσεις Έμβρυο*.
- Γεωργακοπούλου, Α. (2010). *Επίδραση της παρουσίας μυκόρριζας στην αύξηση φυτών αραβοσίτου (Zea mays L.)* (Doctoral dissertation).
- Δαλιάνης Δ. Κ., 1999. Ανοιξιότικα Σιτηρά. *Εκδόσεις Σταμούλη*
- Καραμάνος, Α. (1999). Τα σιτηρά των θερμών κλιμάτων: Αραβόσιτος, σόργο, ρύζι, κεχρί. *Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Παπαζήση*, σελ. 21-197.
- Μπιλάλης Δ., Παπαστυλιανού Π., Τραυλός Η.(2019), Γεωργία : Φυτά Μεγάλης Καλλιέργειας, *Εκδόσεις Πεδίο*, 313-341
- Παπαδόπουλος, Γ. (1998). Τεχνολογία Ζωοτροφών. Ποιοτικός Έλεγχος. *Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε. Αθήνα-Πειραιάς*.
- Παπακώστα-Τασοπούλου Δ. (2008). Ειδική Γεωργία Ι- Τεύχος Α Σιτηρά Χειμερινά-Εαρινά, *Εκδόσεις Σύγχρονη παιδεία*, 183-274
- Τσατσαρέλης, Κ. Α. (2000). Αρχές μηχανικής κατεργασίας του εδάφους και σποράς. *Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη*.

ΔΙΕΘΝΗΣ

- Acosta R. 2009. El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba. *Cultivos Tropicales*. 30(2): 113 - 120.
- Agama-Acevedo, E., Salinas-Moreno, Y., Pacheco-Vargas, G., & Bello-Pérez, L. A. (2011). Características físicas y químicas de dos razas de maíz azul: morfología del almidón. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 2(3), 317-329.
- Aldrich, S. Y Leng, E. 1974. Producción moderna del maíz. *Ediciones Hemisferio Sur. Primera Edición. Buenos Aires, Argentina*.
- Alley, M. M., Martz, M. E., Davis, P. H., & Hammons, J. L. (2009). Nitrogen and phosphorus fertilization of corn.
- Armstrong, C. L., Spencer, T. M., Stephens, M. A., & Brown, S. M. (2000). Transgenic maize. *Transgenic Cereals. O'Brien, L. and RJ Henry (eds). Am. Assoc. Cereal Chem. St Paul MN. USA. pp*, 115-152.
- Ávila G., L. Guzmán & M. Céspedes. 1998. Catálogo de recursos genéticos de maíces bolivianos: Conservados en el banco de germoplasma del Centro de Investigaciones Fitoecognéticas de Pairumani. *Fundación Simon I. Patiño. Cochabamba*
- Azeez, M. A., Adubi, A. O., & Durodola, F. A. (2018). Landraces and crop genetic improvement. In *Rediscovery of Landraces as a Resource for the Future*. IntechOpen.
- Balogh, P., Békési, D., Gorton, M., Popp, J., & Lengyel, P. (2016). Consumer willingness to pay for traditional food products. *Food policy*, 61, 176-184.
- Bassetti P. and Westgate M. E. (1994). Floral asynchrony and Kernel set in maize quantified by image analysis. *Agronomy Journal* 86:699-703.

- Bolaños, J., & Edmeades, G. O. (1996). The importance of the anthesis-silking interval in breeding for drought tolerance in tropical maize. *Field crops research*, 48(1), 65-80.
- Bonavia, D., Grobman, A., Johnson-Kelly, L. W., Jones, J. G., Ortega, Y. R., Patrucco, R., ... & Zárate Zavaleta, A. (2009). Historia de un campamento del Horizonte Medio de Huarney, Perú (PV35-4). *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, (38 (2)), 237-287.
- Brewbaker, J. L., Larish, L. B., & Zan, G. H. (1996). Pericarp thickness of the indigenous American races of maize. *Maydica*, 41(2), 105-111.
- Calderón-Vázquez, Carlos, Fulgencio Alatorre-Cobos, June Simpson-Williamson, and Luis Herrera-Estrella. "Maize under phosphate limitation." In *Handbook of maize: Its biology*, pp. 381-404. Springer, New York, NY, 2009.
- Catalán, W. 2012. Guía técnica "Manejo integrado en el cultivo de maíz amiláceo" Cusco, Perú. OAEPS-UNALM y Agrobanco. 30 p.
- Cater, N. B., & Denke, M. A. (2001). Behenic acid is a cholesterol-raising saturated fatty acid in humans. *The American journal of clinical nutrition*, 73(1), 41-44.
- Chaiittianan, R., Sutthanut, K., & Rattanathongkom, A. (2017). Purple corn silk: A potential anti-obesity agent with inhibition on adipogenesis and induction on lipolysis and apoptosis in adipocytes. *Journal of ethnopharmacology*, 201, 9-16.
- Cuevas, M. E., Antezana, A., & Winterhalter, P. (2008). Análisis y caracterización de antocianinas en diferentes variedades de maíz (*Zea mays*) boliviano. *Memorias Red-Alfa Lagrotech.(Comunidad Europea)*. Cartagena, Colombia, 79-95.
- DE OLIVEIRA, S. I. L. V. A. (2017). Eliane a Ronan BATISTA. Ferulic Acid and Naturally Occurring Compounds Bearing a Feruloyl Moiety: A Review on Their Structures, Occurrence, and Potential Health Benefits. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(4), 580-616.
- Dighton J., 2009. Encyclopedia of Microbiology (Third Edition): Mycorrhizae. Massachusetts: *Academic Press*.
- Doebley, J. (2004). The genetics of maize evolution. *Annual review of genetics*, 38(1), 37-59.
- Duvick, S., Pollak, L., SHEN, N., & WHITE, P. (1999). UTILIZING THE "FAST TRACK BREEDING TECHNIQUE" TO ALTER THE FATTY ACID COMPOSITION OF CORN BELT CORN OILS. In *American Oil Chemists' Society Meeting*.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2012). Capítulo I: Introducción. In *El maíz en la nutrición humana*. Colección FAO: Alimentación y nutrición, Boletín N° 25.
- Fageria, N. K. (1992). Maximizing crop yields. *CRC Press*.
- Fiedor, J., & Burda, K. (2014). Potential role of carotenoids as antioxidants in human health and disease. *Nutrients*, 6(2), 466-488.
- Fries, A. M., & Tapia, M. E. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos.
- Fuentes, M. R. 2002. El cultivo de maíz en Guatemala una guía para su manejo agronómico. *ICTA*.
- Galvez Ranilla, L., Christopher, A., Sarkar, D., Shetty, K., Chirinos, R., & Campos, D. (2017). Phenolic composition and evaluation of the antimicrobial

- activity of free and bound phenolic fractions from a Peruvian purple corn (*Zea mays* L.) accession. *Journal of food science*, 82(12), 2968-2976.
- Gayral, M., Bakan, B., Dalgalarondo, M., Elmorjani, K., Delluc, C., Burnet, S., ... & Marion, D. (2015). Lipid partitioning in maize endosperm highlights relationships between starch lipids, amylose and vitreousness. *J. Agric. Food Chem. DOI*, 10.
 - Geiger, H. H. (2009). Agronomic traits and maize modifications: nitrogen use efficiency. In *Handbook of maize: Its biology* (pp. 405-417). Springer, New York, NY.
 - Giovannetti, M. and B. Mosse. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular–ar-buscular mycorrhizal infection in roots. *NewPhytologist*, 84:489-500.
 - Goodman Major M. and William L. Brown (1988). Races of Corn. In: G. F. Sprague and J. W. Dudley (ed) *Corn and corn Improvement 3th edition Madison Wisconsin USA*.
 - Grobman, A. (1961). Races of maize in Peru.
 - Grobman, A., Bonavia, D., Dillehay, T. D., Piperno, D. R., Iriarte, J., & Holst, I. (2012). Preceramic maize from paredones and huaca prieta, peru. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(5), 1755-1759.
 - Hobbs, J. E. (2020). Food supply chains during the COVID-19 pandemic. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie*, 68(2), 171-176.
 - Hoffman, P.C., and D. Taysom. How much ash are you feeding your cows. *Hoards Dairyman. Volume 149*, No. 20. 659.
 - Hoover, E. (2020). Native food systems impacted by COVID. *Agriculture and human values*, 37(3), 569-570.
 - IICA-Interamerican Institute of Cooperation for the Agriculture. (2013). Experiencias en el cultivo del maíz en el área andina (p. 27). *Edición PROCIANDINO. Quito, Ecuador*.
 - Jeffers, D. P. (2004). Disease control. *Corn: Origin, History, Technology, and Production*, 669-716.
 - Joint, F. A. O. (2004). *Vitamin and mineral requirements in human nutrition*. Diamond Pocket Books (P) Ltd..
 - Jones, J. B. (2002). *Agronomic handbook*. CRC press, 26-56
 - Justiniano Aysanoa, E. (2010). Fenología e intensidad de color en corontas del maíz morado (*Zea mays* L.) en sus diferentes estados de desarrollo en la localidad de La Molina
 - Kaplan, M. A. H. M. U. T., Kale, H. A. S. A. N., Karaman, K. E. V. S. E. R., & Ünlükara, A. L. İ. (2017). Influence of different irrigation and nitrogen levels on crude oil and fatty acid composition of maize (*Zea mays* L.). *Grasas y Aceites*, 68(3).
 - Kato T., C. Mapes, L. Mera, J. Serratos & R. Bye. 2009. Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. *Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México*. 116 pp
 - Lao, F., & Giusti, M. M. (2017). The effect of pigment matrix, temperature and amount of carrier on the yield and final color properties of spray dried purple corn (*Zea mays* L.) cob anthocyanin powders. *Food Chemistry*, 227, 376-382.

- Lao, F., & Giusti, M. M. (2018). Extraction of purple corn (*Zea mays* L.) cob pigments and phenolic compounds using food-friendly solvents. *Journal of Cereal Science*, 80, 87-93.
- Lao, F., Sigurdson, G. T., & Giusti, M. M. (2017). Health benefits of purple corn (*Zea mays* L.) phenolic compounds. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(2), 234-246.
- Larkins, B. A. (2018). Chapter 12: Proteins of Kernel. In *Corn: Chemistry and technology, 3rd edition* (pp. 319–330). Elsevier
- LLanos, C. M. 1984. El maíz su cultivo y aprovechamiento. *Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.*
- Lopez, L. 1991. Cultivos Herbáceos. Vol. 1, *Cereales. Edit. Mundi, España.* pp. 309-347.
- Maas, E. V., Hoffman, G. J., Chaba, G. D., Poss, J. A., & Shannon, M. C. (1983). Salt sensitivity of corn at various growth stages. *Irrigation Science*, 4(1), 45-57.
- Macuri, E. (2016). Estudio de la diversidad fenotípica del maíz (*Zea mays* L) en la sierra baja y media del Perú. *Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.*
- Mangelsdorf, P. C., & Reeves, R. G. (1959). The Origin of Corn: III. Modern Races, the Product of Teosinte Introgression. *Botanical Museum Leaflets, Harvard University*, 18(9), 389-411.
- Mann, J., & Truswell, A. S. (Eds.). (2017). *Essentials of human nutrition*. Oxford University Press.
- Manrique, A. 1997. El maíz en el Perú. *Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). Lima, Perú.* 362
- Mazewski, C., Liang, K., & de Mejia, E. G. (2017). Inhibitory potential of anthocyanin-rich purple and red corn extracts on human colorectal cancer cell proliferation in vitro. *Journal of functional foods*, 34, 254-265.
- Mendieta, J. P. (2020). Anuario estadístico de comercio exterior agrario 2019. *Lima, Peru*
- Mustafa A., Othman R., Zainal Abidin M., Ganesan V. (2010). Growth Response of Sweet Corn (*Zea mays*) to *Glomus mosseae* Inoculation over Different Plant Ages. *Asian Journal of Plant Sciences*. 9 (6):337-343.
- Ogunyemi, A. M., Otegbayo, B. O., & Fagbenro, J. A. (2018). Effects of NPK and biochar fertilized soil on the proximate composition and mineral evaluation of maize flour. *Food Science & Nutrition*, 6(8), 2308-2313.
- ONUDI, 2011. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (2011). La valorización de los productos tradicionales de origen. *Guía para la creación de un consorcio de origen*
- Orthofer, F. T., & Eastman, J. (2004). Corn processing and products. *Corn: Origin, History, Technology, and Production*. CW Smith, J. Betran, and ECA Runge, eds. John Wiley and Sons: Hoboken, NJ, 867-896.
- Paliwal L., G. Granados, H.R. Lafitte & A. D. Violic. 2011. El maíz en los trópicos mejoramiento y producción.
- Parsons, D. B. 1981. Maíz edit. Tñllas. *Primera edición, México.*
- Petroni, K., Trinei, M., Fornari, M., Calvenzani, V., Marinelli, A., Micheli, L. A., ... & Giorgio, M. (2017). Dietary cyanidin 3-glucoside from purple corn ameliorates doxorubicin-induced cardiotoxicity in mice. *Nutrition, metabolism and cardiovascular diseases*, 27(5), 462-469.

- Pinedo Taco, R. E. (2015). Niveles de fertilización en dos variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) en la localidad de Canaán-Ayacucho.
- Ranilla, L. G., Apostolidis, E., Genovese, M. I., Lajolo, F. M., & Shetty, K. (2009). Evaluation of indigenous grains from the Peruvian Andean region for antidiabetes and antihypertension potential using in vitro methods. *Journal of medicinal food*, 12(4), 704-713.
- Requis, F. 2012. Manejo agronómico del maíz morado en los valles interandinos del Perú. *INIA. Boletín N° 1-12*. 23 p.
- Rezende, A. A., PACHECO, M. T. B., SILVA, V. S. N. D., & FERREIRA, T. A. P. D. C. (2017). Nutritional and protein quality of dry Brazilian beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Science and Technology*, 38, 421-427.
- Rodríguez Salinas, P. A. (2019). *Caracterización del contenido nutricional, compuestos polifenólicos y capacidad antioxidante de maíces pigmentados (Zea mays L.) nativos del sur de Nuevo León* (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Injante, P., & Joyo, G. (2010). Guía Técnica Curso–Taller Manejo Integrado de Maíz Amarillo Duro.
- Royer, D., Humpf, H. U., & Guy*, P. A. (2004). Quantitative analysis of Fusarium mycotoxins in maize using accelerated solvent extraction before liquid chromatography/atmospheric pressure chemical ionization tandem mass spectrometry. *Food additives and contaminants*, 21(7), 678-692.
- Salhuana, W. (2004). Diversidad y descripción de las razas de maíz en el Perú. *Cincuenta años del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz (PCIM)*. UNALM. Lima-Perú, 204-251.
- Salvador-Reyes, R., & Clerici, M. T. P. S. (2020). Peruvian Andean maize: General characteristics, nutritional properties, bioactive compounds, and culinary uses. *Food Research International*, 130, 108934.
- Samarbakhsh S., Rejabi F., AdrakaniM. R., Nejad F., Miransari M. (2009). The Combined Effects of Fungicides and Arbuscular Mycorrhiza on Corn (*Zea mays* L.) Growth and Yield under Field Conditions. *Journal of Biological Sciences*. 9(4):327-376.
- Sánchez, J., Goodman, M., Bird, R., y Stuber, C. (2006). Isozyme and morphological variation in maize of five Andean countries. *Maydica*, 51: 25-42
- Schlueter, J. A., Vasylenko- Sanders, I. F., Deshpande, S., Yi, J., Siegfried, M., Roe, B. A., ... & Shoemaker, R. C. (2007). The FAD2 gene family of soybean: insights into the structural and functional divergence of a paleopolyploid genome. *Crop Science*, 47, S-14.
- Serna-Saldivar, S. O. (2016). 4 Chapter: Grain development, morphology and structure. In *Cereal Grains: Properties, Processing and Nutritional Attributes* (pp. 109–128). *CRC Press, Boca Raton*
- Sevilla, R. Y Valdez, A. 1985. Estudio de factibilidad del cultivo de maíz morado. *Fondo de Promoción y Exportación (FOPEX)*. Lima, Perú. 46.
- Shaw, R. H. (1988). Climate requirement. *Corn and corn improvement*, 18, 609-638.
- Sillerico, M., Evelyn, V., Borda, C., Cecilia, K., Mercado¹, R., Virginia, J., ... & Juan, A. (2016). Encapsulation, characterization and thermal stability of anthocyanins from *Zea Mays* L.(Purple Corn). *Revista Boliviana de Química*, 33(5), 183-189.

- Smith, D. N. D. J., & Cooper, M. (2004). Changes in performance, parentage, and genetic diversity of successful corn hybrids, 1930–2000. *Corn Orig Hist Technol Prod*, 4, 65.
- Stolzenbach, S., Bredie, W. L., & Byrne, D. V. (2013). Consumer concepts in new product development of local foods: Traditional versus novel honeys. *Food Research International*, 52(1), 144-152.
- Subedi, K. D., & Ma, B. L. (2009). Corn crop production: growth, fertilization and yield. *Agriculture issues and policies*.
- Taylor, C. C., & Allen, M. S. (2005). Corn grain endosperm type and brown midrib 3 corn silage: Site of digestion and ruminal digestion kinetics in lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 88(4), 1413-1424.
- Urias-Lugo, D. A., Heredia, J. B., Muy-Rangel, M. D., Valdez-Torres, J. B., Serna-Saldívar, S. O., & Gutierrez-Uribe, J. A. (2015). Anthocyanins and phenolic acids of hybrid and native blue maize (*Zea mays* L.) extracts and their antiproliferative activity in mammary (MCF7), liver (HepG2), colon (Caco2 and HT29) and prostate (PC3) cancer cells. *Plant Foods for Human Nutrition*, 70(2), 193-199.
- USDA (2016). *United states department of agriculture, agricultural research service National Nutrient Database for Standard Reference Release*, 28.
- Wang, T., & White, P. J. (2018). Chapter 13 - Lipids of the Kernel. In S. O. Serna-Saldívar (Ed.), *Corn: Chemistry and technology*, 3rd ed. (pp. 337–368). Elsevier.
- Westgate, M. E., Otegui, M. E., Andrade, F. H., & Smith, C. W. (2004). Physiology of the corn plant. *Corn: Origin, history, technology, and production*. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, 235-271.
- WHO, J. (2007). Protein and amino acid requirements in human nutrition. *World Health Organization technical report series*, (935), 1.
- Wrigley, C. W., Corke, H., Seetharaman, K., & Faubion, J. (Eds.). (2015). *Encyclopedia of food grains*. Academic Press.
- Xu, A., Lin, L., Guo, K., Liu, T., Yin, Z., & Wei, C. (2019). Physicochemical properties of starches from vitreous and floury endosperms from the same maize kernels. *Food chemistry*, 291, 149-156.
- Zhang, H., & Xu, G. (2019). Physicochemical properties of vitreous and floury endosperm flours in maize. *Food science & nutrition*, 7(8), 2605-2612.

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

- [Boletines Mensuales \(midagri.gob.pe\)](http://midagri.gob.pe)
- [EL MAÍZ EN LOS TRÓPICOS: Mejoramiento y producción \(fao.org\)](http://fao.org)
- [FAO - News Article: Joint Statement on COVID-19 Impacts on Food Security and Nutrition](#)
- [FAOSTAT](#)
- [Home | AGAP \(agapperu.org\)](http://agapperu.org)
- [PSD Online \(usda.gov\)](http://usda.gov)
- [Κεντρική Σελίδα ΕΛΣΤΑΤ - ELSTAT \(statistics.gr\)](http://statistics.gr)