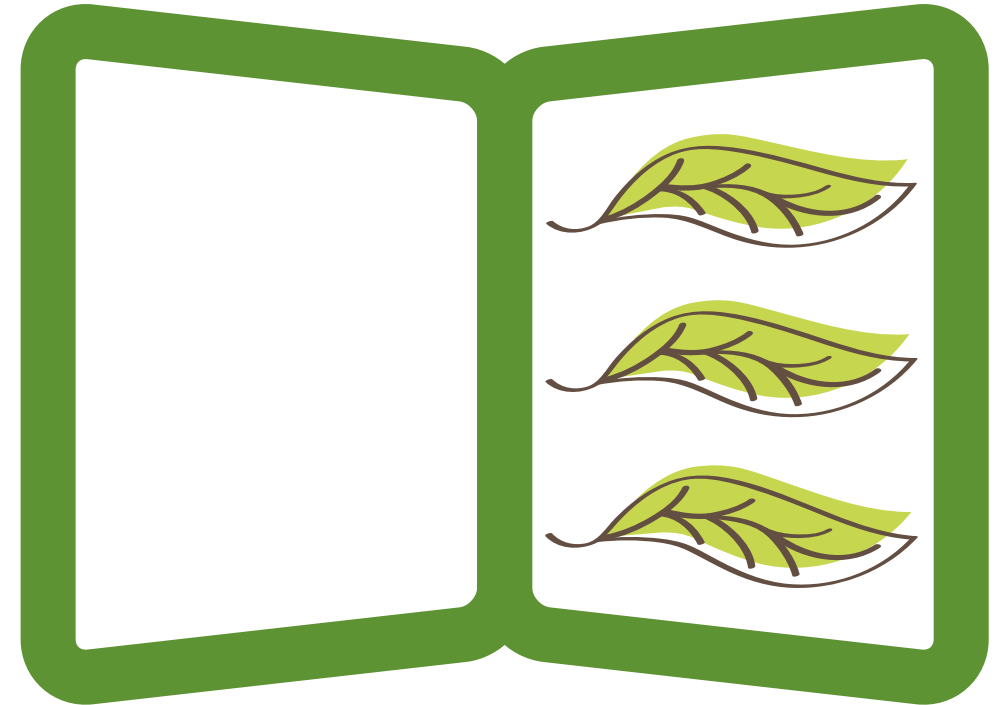




CarboNostrum
CLIMATE-SMART AGRICULTURE IN A CHANGING WORLD



Εγχειρίδιο

 Με συγχρηματοδότηση από το πρόγραμμα «Erasmus+» της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Αυτό το έργο 2021-1-PT01-KA220-VET-000033188 έχει χρηματοδοτηθεί με την υποστήριξη του Ευρωπαϊκού Προγράμματος Erasmus+. Αυτή η δημοσίευση αντικατοπτρίζει μόνο τις απόψεις των συγγραφέων και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτήν.

Συνεργασία CarboNostrum:





KA220-VET - Συμπράξεις συνεργασίας στην επαγγελματική εκπαίδευση και κατάρτιση

Εγχειρίδιο για προσαρμογή Μεσογειακή Γεωργία για την Κλιματική Αλλαγή CarboNostrum

Συμφωνία Νο 2021-1-PT01-KA220-VET-000033188

Εγχειρίδιο CarboNostrum

ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ::

Gonzalo Barberá, Carlos Álvaro και Henrique Cerqueira

Κριτική από

Francesca Poggi

Márcia Silva, Graça Gonçalves, Guilherme Bastos, Samuel Oliveira

Γραφικό σχέδιο

Carlota Flieg



Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη.....	8	Όργανο περιγράμματος.....	94
Εισαγωγή.....	9	Φυτικές Λωρίδες.....	103
Γενικά Θέματα.....	13	Συναφείς Καλλιέργειες.....	110
Γεωργία: Τάσεις, επιπτώσεις και οφέλη.....	14	Καλλιέργειες κάλυψης.....	118
Κλιματική αλλαγή:		Δέσμευση άνθρακα σε φτωχά και υποβαθμισμένα εδάφη.....	129
Τι συμβαίνει και πώς επηρεάζει τη γεωργία στη Μεσόγειο.....	22	Δέσμευση άνθρακα και πρακτικές διαχείρισης.....	133
Ερημοποίηση στη Μεσόγειο.....	34	Κινητοποίηση εδάφους.....	136
Αγροοικουστήματα και τα τοπία που τα περιβάλλουν.....	38	Διαχείριση απορριμάτων.....	138
Αγροτική και οικολογική εντατικοποίηση.....	42	Καλλιέργειες κάλυψης.....	140
Ο κύκλος του άνθρακα στα αγροτικά συστήματα.....	45	Φυσική και τεχνητή λίπανση.....	142
Μείωση των επιπτώσεων και Κλιματικά έξυπνη γεωργία (CSA).....	48	Διαχείριση αγρανάπαυσης.....	144
Κατανοώντας την Κοινή Αγροτική Πολιτική.....	51	Ολοκληρωμένα συστήματα: Πρακτικές αγροδοσκομίας, βόσκησής και αγροσιροκτηνοτροφίας.....	146
Διαχείριση πρακτικών.....	53	Εργαλεία Εφαρμογής και Παρακολούθησης.....	149
Διαχείριση υπολειμμάτων καλλιέργειας.....	54	Υπηρεσίες οικοσυστημάτων και αγορές άνθρακα.....	157
Φράκτες και συστάδες.....	64	Συμπέρασμα.....	163
Αμειψισπορά και Εναλλαγή Καλλιεργειών.....	78	Βιβλιογραφία.....	167
Ελάχιστη καλλιέργεια, χωρίς καλλιέργεια και αγρανάπαυση.....	86		

Περίληψη

Αυτό το εγχειρίδιο εξετάζει την περίπλοκη αλληλεπίδραση μεταξύ της γεωργίας, της κλιματικής αλλαγής και της ερημοποίησης στη Μεσόγειο, τονίζοντας την επείγουσα ανάγκη για μετασχηματισμούς στις γεωργικές πρακτικές. Ο οδηγός παρέχει μια εις βάθος εξερεύνηση του Climate-Smart Agriculture (CSA), μιας μεθοδολογίας που επικεντρώνεται στην υποστήριξη της αγροτικής παραγωγής, στην οικοδόμηση ανθεκτικότητας στην κλιματική αλλαγή και στην ελαχιστοποίηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Το εγχειρίδιο επεξεργάζεται περαιτέρω διάφορες πρακτικές βιώσιμης γεωργίας, πλαίσια πολιτικής όπως η Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης και εργαλεία όπως τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) για την αποτελεσματική παρακολούθηση και εφαρμογή της. Παρά τα πιθανά εμπόδια όπως το αρχικό κόστος και η τεχνική εμπειρογνωμοσύνη, υπογραμμίζεται η σημασία της συμμετοχής της κοινότητας και της ανάπτυξης ικανοτήτων. Παρέχοντας πρακτική καθοδήγηση και θεωρητικές γνώσεις, αυτό το εγχειρίδιο στοχεύει να εξοπλίσει τους αγρότες και τους διαχειριστές γης στην περιοχή της Μεσογείου να υιοθετήσουν βιώσιμες πρακτικές, συμβάλλοντας σε ένα πιο ανθεκτικό και περιβαλλοντικά υπεύθυνο μέλλον για τη γεωργία.

Λέξεις Κλειδιά: Κλιματικά έξυπνη γεωργία Climate-Smart Agriculture, Ερημοποίηση, Μεσογειακή Γεωργία, Βιώσιμες Πρακτικές, Αγροτική Πολιτική.

Εισαγωγή

Τα τελευταία 12.000 χρόνια, η γεωργία ήταν η ραχοκοκαλιά του πολιτισμού, ξεκινώντας από τη νεολιθική εποχή. Καθ' όλη τη διάρκεια της ιστορίας, οι αγρότες έχουν εξελίξει συνεχώς τις πρακτικές τους για να εξασφαλίσουν την ανάπτυξη και την παραγωγή των καλλιεργειών, διαδραματίζοντας καθοριστικό ρόλο στη διατήρηση της παραγωγικότητας της γης. Ωστόσο, είναι σημαντικό να παραμείνουμε σε επαγρύπνηση σχετικά με τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα αυτών των πρακτικών και τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις. Αυτό το κεφάλαιο θα διερευνήσει τις πιθανές επιζήμιες επιπτώσεις ορισμένων γεωργικών πρακτικών και την επιτακτική ανάγκη για βιώσιμες εναλλακτικές λύσεις. Επιπλέον, θα εμβαθύνουμε στον κρίσιμο δεσμό μεταξύ γεωργίας και κλιματικής αλλαγής, που απαιτεί νέες προοπτικές και προσεγγίσεις.

Συντριπτικά στοιχεία επιβεβαιώνουν ότι η κλιματική αλλαγή είναι μια πραγματικότητα, επηρεασμένη σε μεγάλο βαθμό από τις ανθρώπινες δραστηριότητες, ιδιαίτερα τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (GHG), με το CO₂ να είναι ο σημαντικότερος παράγοντας. Η παγκόσμια επιστημονική κοινότητα συμφωνεί απόλυτα με αυτή τη συσχέτιση, η οποία έχει τεράστιες επιπτώσεις τόσο για τη βίωση όσο και για την ανθρωπότητα. Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει βαθιά το αγροδιατροφικό σύστημα, συμπεριλαμβανομένης της φυτικής παραγωγής. Οι διακυμάνσεις του κλίματος επηρεάζουν άμεσα την παραγωγικότητα των καλλιεργειών, οδηγώντας σε μειωμένες αποδόσεις κατά τη διάρκεια ξηρασιών και άλλων ακραίων καιρικών φαινομένων. Επιπλέον, οι αλλαγές στη γεωργία και τις χρήσεις γης συμβάλλουν στο 24% περίπου των συνολικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στον άνθρωπο, με ένα επιπλέον 10% να προέρχεται από δραστηριότητες εντός του αγροδιατροφικού συστήματος, όπως

η μεταφορά και η συσκευασία. Ως εκ τούτου, η γεωργία συνεισφέρει σημαντικά και είναι θύμα της κλιματικής αλλαγής, υπογραμμίζοντας την επείγουσα ανάγκη για γεωργική βιωσιμότητα.

Η περιοχή της Μεσογείου, που χαρακτηρίζεται από το ιδιαίτερο κλίμα και τη βιοποικιλότητά της, εκτείνεται σε 24 χώρες και χαρακτηρίζεται από ζεστά, ξηρά καλοκαίρια και ήπιους, υγρούς χειμώνες. Αν και αυτό το κλιματικό πρότυπο, έχει διευκολύνει την ανάπτυξη πλούσιας βιοποικιλότητας και ειδικών γεωργικών πρακτικών, παρουσιάζει επίσης σημαντικές προκλήσεις. Αυτά κυμαίνονται από περιορισμένη διαθεσιμότητα νερού, λόγω επαναλαμβανόμενων ξηρασιών και ακανόνιστες βροχοπτώσεις, έως εύθραυστα εδάφη που είναι επιρρεπή στη διάβρωση, την ερημοποίηση και την υποβάθμιση. Αυτά τα μοναδικά και ποικιλόμορφα οικοσυστήματα αντιμετωπίζουν σοβαρές απειλές υπό το βάρος της κλιματικής αλλαγής. Οι τρέχουσες κλιματικές προβλέψεις υποδηλώνουν ότι η περιοχή θα αντιμετωπίσει έντονο καύσωνα, παρατεταμένες περιόδους ξηρασίας και αυξημένη συχνότητα ακραίων καιρικών φαινομένων. Αυτές οι αλλαγές ενέχουν σοβαρούς κινδύνους για τη σταθερότητα των οικοσυστημάτων, της γεωργίας και των ανθρώπινων κοινωνιών που εξαρτώνται από αυτούς τους πόρους. Ειδικά για τη γεωργία, αυτές οι κλιματικές αλλαγές θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε αλλαγές στις καλλιεργητικές περιόδους των καλλιεργειών, μειωμένες αποδόσεις και αύξηση στον αριθμό παρασίτων και ασθενειών. Σε συνδυασμό με τα υπάρχοντα ζητήματα λειψυδρίας, αυτές οι επιπτώσεις θα μπορούσαν να επιδεινώσουν την ήδη επισφαλής γεωργική κατάσταση στην περιοχή. Δεδομένης της πιθανής σοβαρότητας αυτών των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, η λήψη προληπτικών μέτρων για τον μετριασμό αυτών των κινδύνων είναι ζωτικής σημασίας.

Για την αντιμετώπιση αυτών των πιεστικών ζητημάτων, προέκυψε η έννοια της Κλιματικά έξυπνης γεωργίας (Climate-Smart Agriculture - CSA), τοποθετώντας τη γεωργία και τις σχετικές δραστηριότητες στο πλαίσιο της κλιματικής αλλαγής. Ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) εισήγαγε την CSA το 2009, περιγράφοντας τρεις βασικούς πυλώνες: βιώσιμη αύξηση της γεωργικής παραγωγικότητας και εισοδημάτων, προσαρμογή και ενίσχυση της ανθεκτικότητας στην κλιματική αλλαγή και μείωση ή αποφυγή εκπομπών GHG. Ενώ η CSA έχει τραβήξει σημαντικά την προσοχή, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι ο ορισμός και η εφαρμογή της αντιμετώπισαν προκλήσεις, που συχνά συνδέονται με ευρύτερες συζητήσεις σχετικά με τη γεωργική βιωσιμότητα. Ένα επίσημο εννοιολογικό πλαίσιο και εργαλεία εφαρμογής αναπτύχθηκαν αργότερα, αλλά ο όρος CSA είχε ήδη αποκτήσει ευρεία χρήση, οδηγώντας σε ποικίλες ερμηνείες και διαμάχες. Το 2013, ο FAO κυκλοφόρησε ένα βιβλίο πηγών που περιγράφει δύο βασικές αρχές της CSA: αύξηση της αποδοτικότητας των πόρων στα γεωργικά συστήματα και ενίσχυση της ανθεκτικότητας των συστημάτων και των ανθρώπων που εμπλέκονται στον γεωργικό τομέα.

Αυτό το εγχειρίδιο εστιάζει κυρίως σε βιώσιμες γεωργικές πρακτικές στην περιοχή της Μεσογείου, αν και μπορεί επίσης να παρέχει χρήσιμες πληροφορίες για άλλα άνυδρα κλιματικά περιβάλλοντα. Ο όρος «μεσόγειος» αναφέρεται τόσο σε γεωγραφική περιοχή όσο και σε κλιματικό τύπο που χαρακτηρίζεται από καλοκαιρινή ξηρασία. Η περιοχή της Μεσογείου, συμπεριλαμβανομένων περιοχών όπως η Καλιφόρνια, η κεντρική Χιλή, τμήματα της Νότιας Αφρικής και η νοτιοδυτική Αυστραλία, αντιμετωπίζει σημαντικές προκλήσεις όσον αφορά τη βλάστηση, τα εδάφη και τη γεωργία λόγω της περιορισμένης διαθεσιμότητας νερού. Η εύκρατη ζώνη ενισχύει τις επιζήμιες επιπτώσεις της ξηρασίας, δημιουργώντας ένα εύθραυστο περιβάλλον όπου η διατήρηση της μακροπρόθεσμης παραγωγικότητας της γης είναι ιδιαίτερα προκλητική και ασταθής. Δεδομένων αυτών των συνθηκών, η υιοθέτηση

βιώσιμων πρακτικών γίνεται ακόμη πιο κρίσιμη όταν εξετάζεται ο επικείμενος αντίκτυπος της κλιματικής αλλαγής, που θα επιδεινώσει υπάρχοντα ζητήματα όπως η διαθεσιμότητα νερού, η ποιότητα του εδάφους και τα ακραία καιρικά φαινόμενα.

Το εγχειρίδιο είναι οργανωμένο σε τρεις κύριες ενότητες. Η Ενότητα 1 παρέχει μια επισκόπηση των γενικών πτυχών, με στόχο να προσδιορίσει το ευρύτερο πλαίσιο της σύγχρονης γεωργίας, τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της και τη σχέση της με το γύρω τοπίο. Αυτή η κατανόηση είναι ζωτικής σημασίας για την εκτίμηση της περιγραφής, του σκοπού και της αποτελεσματικότητας των βιώσιμων γεωργικών πρακτικών. Η ενότητα 2 εμβαθύνει σε λεπτομερείς περιγραφές βιώσιμων πρακτικών στο μεσογειακό πλαίσιο, με ιδιαίτερη έμφαση στην CSA. Ενώ πολλές από αυτές τις πρακτικές αντλούν έμπνευση από παραδοσιακές τεχνικές που χρησιμοποιούνται εδώ και αιώνες, έχουν τελειοποιηθεί και προσαρμοστεί για να ενσωματώσουν νεότερες προοπτικές όπως ο κύκλος του άνθρακα, η κλιματική αλλαγή και η σημασία της βιοποικιλότητας. Κάθε πρακτική ακολουθεί μια δομημένη μορφή, που καλύπτει πτυχές όπως το όνομά της, τον τύπο, την περιγραφή, τις απεικονίσεις, τις επιπτώσεις στη διατήρηση του εδάφους και τη βιοποικιλότητα, τις συνθήκες εφαρμογής, τους απαραίτητους πόρους, τον σχεδιασμό και την εκτέλεση, τη σχέση με την κλιματική αλλαγή, τη σχέση με την Κοινή Αγροτική Πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης και αναφορές. Η Ενότητα 3 θα επικεντρωθεί στη δέσμευση άνθρακα σε φτωχά και υποβαθμισμένα εδάφη και στοχεύει να επισημάνει ορισμένες από τις κλιματικά έξυπνες τεχνικές, οι οποίες συσχετίζονται με ποσοστά δέσμευσης άνθρακα και άλλες επιπτώσεις στη γεωργική δραστηριότητα. Αυτή η ενότητα θα καλύπτει την ποσοτικοποίηση και την παρακολούθηση του άνθρακα, καθώς και την εισαγωγή της έννοιας των αγορών άνθρακα.

Διερευνώντας και εφαρμόζοντας βιώσιμες πρακτικές προσαρμοσμένες στις μοναδικές προκλήσεις της Μεσογείου, μπορούμε να καλλιεργήσουμε γεωργικά συστήματα που δεν είναι μόνο ανθεκτικά αλλά και περιβαλλοντικά υπεύθυνα.



ΓΕΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

Γεωργία: Τάσεις, επιπτώσεις και οφέλη

Η γεωργία ξεκινάει πριν περίπου 12.000 χρόνια, σημειώνοντας σημαντική μετατόπιση των ανθρώπινων κοινωνιών από τον νομαδικό τρόπο ζωής κυνηγών-συλλεκτών σε εγκατεστημένες γεωργικές κοινότητες. Η εμφάνιση της γεωργίας πιστεύεται ότι καθοδηγείται από διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των αλλαγών στο κλίμα, των πολιτιστικών εξελίξεων και της ανάγκης για σταθερές και αξιόπιστες πηγές τροφίμων. Από την έναρξή της, η γεωργία έχει αυξηθεί σε σημασία, διαμορφώνοντας τον κοινωνικό και πολιτιστικό ιστό των πολιτισμών παγκοσμίως και συνεχίζει να διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στον σύγχρονο κόσμο.

Η γεωργία θεωρείται ότι αναπτύχθηκε ανεξάρτητα σε πολλά μέρη του κόσμου, συμπεριλαμβανομένης της Μέσης Ανατολής, της Κίνας, της Νοτιοανατολικής Ασίας, των Αιθιοπικών υψηλάνων και εκείνων των Άνδεων στη Νότια Αμερική. Αυτές οι πρώιμες γεωργικές κοινωνίες προκάλεσαν μια μετάβαση από τον νομαδικό τρόπο ζωής σε πιο μόνιμο, σηματοδοτώντας την αυγή μιας εποχής που χαρακτηρίζεται από τη δημιουργία μόνιμων κατοικιών και την ανάπτυξη ολοένα και πιο σύνθετων κοινωνικών δομών.

Η άσκηση της γεωργίας αποτέλεσε καταλύτη σημαντικών κοινωνικών εξελίξεων, συμπεριλαμβανομένης της εξειδίκευσης της εργασίας και της τεχνολογικής καινοτομίας. Αρχικά, ένα μεγάλο ποσοστό του παγκόσμιου πληθυσμού συμμετείχε άμεσα στη γεωργία. Ωστόσο, με την πάροδο του χρόνου, η αυξημένη αποτελεσματικότητα και η εντατικοποίηση των γεωργικών πρακτικών οδήγησαν σε μικρότερο αριθμό ατόμων που ασχολούνταν με την γεωργία. Σήμερα, παρά την παγκόσμια εξάρτηση από τα γεωργικά προϊόντα, οι αγρότες αποτελούν μόνο περίπου το ένα έβδομο του παγκόσμιου εργατικού δυναμικού.

Στο ευρωπαϊκό πλαίσιο, η μεσογειακή περιοχή παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Οι πρώτες ενδείξεις γεωργικών πρακτικών στην περιοχή αυτή χρονολογούνται από περίπου το 8500 π.Χ. Το μοναδικό κλίμα της Μεσογείου, που χαρακτηρίζεται από ζεστά, ξηρά καλοκαίρια και ήπιους, υγρούς χειμώνες, διαμόρφωσαν γεωργικά συστήματα που ευδοκίμησαν σε αυτές τις συνθήκες, οδηγώντας σε καλλιέργειες όπως ελιές, σταφύλια, σύκα και διάφορα δημητριακά.

Αυτά τα γεωργικά συστήματα αποτελούν αναπόσπαστο μέρος του ευρωπαϊκού γεωργικού πλαισίου, συμβάλλοντας σημαντικά στην προσφορά και την οικονομία της περιοχής. Αντιπροσωπεύουν ένα διαφορετικό μωσαϊκό των συστημάτων καλλιέργειας, της κτηνοτροφίας και της αγρο-δασικής εκμετάλλευσης, που υποστηρίζονται από χιλιάδες χρόνια γεωργικής ιστορίας και πολιτιστικών παραδόσεων. Αυτή η περιοχή είναι ένα αξιοσημείωτο παράδειγμα του τρόπου με τον οποίο η γεωργία μπορεί να διαμορφώσει τις κοινωνικές δομές και τα τοπία, με εκτεταμένες επιδράσεις πέρα από την παραγωγή τροφίμων, όπως η διαμόρφωση της πολιτιστικής κληρονομιάς, η συμβολή στη βιοποικιλότητα και παίζοντας βασικό ρόλο στην κοινωνικοοικονομική δυναμική της περιοχής.

ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΚΑΙ ΕΝΤΑΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΓΗΣ

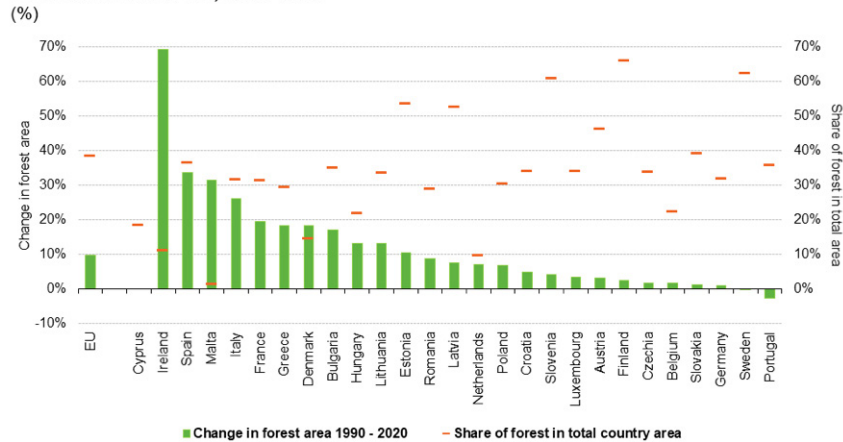
Η χωρική εξάπλωση και η επιρροή της γεωργίας στον πλανήτη μας είναι βαθιά. Οι τρέχουσες εκτιμήσεις υποδεικνύουν ότι οι γεωργικές δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένης της αρόσιμης και ποιμενικής καλλιέργειας, καταλαμβάνουν σχεδόν πέντε δισεκατομμύρια εκτάρια γης παγκοσμίως. Αυτό αντιπροσωπεύει ένα εκπληκτικό 38% της συνολικής ξηράς της Γης, παρουσιάζοντας το σημαντικό αποτύπωμα των γεωργικών πρακτικών.

Η γεωργική γη έχει επεκταθεί δραματικά τους τελευταίους δύο αιώνες, με τη μετατροπή των φυσικών οικοσυστημάτων σε γεωργικές εκτάσεις ή βοσκότοπους που εξαπλώνονται με επιταχυνόμενο ρυθμό. Έχουμε δει μια σχεδόν τριπλή αύξηση στη γη που προορίζεται για τη γεωργία από τον 18ο αιώνα, αλλάζοντας σημαντικά τα τοπία και τα οικοσυστήματα παγκοσμίως.

Ωστόσο, σημειώθηκε αξιοσημείωτη μετατόπιση κατά το τελευταίο μισό αιώνα. Ενώ ο παγκόσμιος πληθυσμός έχει υπερδιπλασιαστεί, αυξανόμενος πάνω από 100%, η συνολική έκταση που χρησιμοποιείται για τη γεωργία και τους βοσκότοπους έχει επεκταθεί κατά λιγότερο από 10%. Αυτή η φαινομενική αποσύνδεση μεταξύ της αύξησης του πληθυσμού και της επέκτασης της γεωργίας μπορεί να αποδοθεί κυρίως στη γεωργική εντατικοποίηση.

Η γεωργική εντατικοποίηση περιλαμβάνει την αύξηση της παραγωγής γεωργικών προϊόντων, όπως καλλιέργειες ή ζώα, από την ίδια έκταση. Αυτή η αύξηση επιτυγχάνεται συχνά μέσω της αποτελεσματικότερης χρήσης των εισροών, των προηγμένων τεχνολογιών και των βελτιωμένων γεωργικών πρακτικών. Με την ενεργοποίηση της αυξημένης παραγωγής τροφίμων σε λιγότερη γη, η γεωργική εντατικοποίηση ήταν ζωτικής σημασίας για την ικανοποίηση της αυξανόμενης παγκόσμιας ζήτησης για τρόφιμα, ακόμη και όταν το φυσικό αποτύπωμα της γεωργίας αυξάνεται πιο αργά.

Forest area in the EU, 1990–2020



Note: Data for 2020 are estimates. Data for Cyprus for 1990 are not available. Data for France refer to metropolitan France.
 Source: FAO, Eurostat (online data codes: for_area_efa and reg_area3)
 eurostat

Εικόνα 1. Αύξηση της δασικής έκτασης στην Ευρώπη (1990-2020). Πηγή: Eurostat (2021)

Στο πλαίσιο των Μεσογειακών και Ευρωπαϊκών Περιφερειών, η γεωργική χρήση και η εντατικοποίηση αποκαλύπτουν μια ξεχωριστή αφήγηση. Τις τελευταίες δεκαετίες, η Μεσογειακή Περιφέρεια έχει σημειώσει σημαντική μετατόπιση προς την εντατικοποίηση της γεωργίας, καθοδηγείται από τη ζήτηση να αυξήσει την παραγωγικότητα και να ανταποκριθεί στις αυξανόμενες απαιτήσεις τροφίμων.

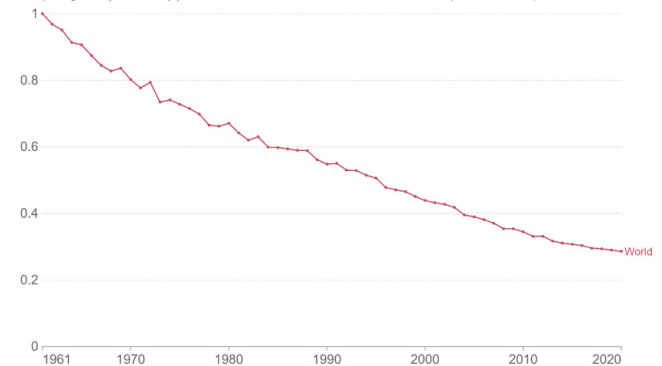
Η γεωργική εντατικοποίηση, αν και καθοριστική για την κάλυψη της παγκόσμιας ζήτησης τροφίμων, οδήγησε σε μια σειρά περιβαλλοντικών συνεπειών αυξανόμενης ανησυχίας. Η διαδικασία εντατικοποίησης συνήθως συνεπάγεται την απλούστευση των παραδοσιακών αγροσυστημάτων και την αύξηση της εξάρτησης από τις εξωτερικές εισροές, όπως τα συνθετικά λιπάσματα, τα φυτοφάρμακα και τους ενεργειακούς πόρους. Ενώ αυτές οι πρακτικές έχουν ενισχύσει την παραγωγικότητα των καλλιεργειών και διαδραμάτισαν σημαντικό ρόλο στην ανακούφιση της έλλειψης των τροφίμων, έχουν επίσης προκαλέσει μια σειρά περιβαλλοντικών προκλήσεων.

Μια τέτοια συνέπεια είναι η υπερβολική κατανάλωση πόρων. Τα εντατικά γεωργικά συστήματα είνονα απαιτούν σημαντικές ποσότητες νερού, ενέργειας και αγροχημικών. Αυτές οι απαιτήσεις μπορούν να οδηγήσουν σε υπερβολική άντληση των υδάτινων πόρων, συμβάλλοντας στην έλλειψη νερού και την υπερβολική χρήση ενέργειας, που συχνά συνδέονται με τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Επιπλέον, η βαριά χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων μπορεί να οδηγήσει σε υποβάθμιση του εδάφους και ρύπανση των υδάτων λόγω απορροής, συμβιβάζοντας τόσο την ποιότητα του περιβάλλοντος όσο και τη βιωσιμότητα των γεωργικών πρακτικών.

Επιπλέον, η γεωργική εντατικοποίηση συχνά συνεπάγεται μετατόπιση των γεωργικών πρακτικών και των προτύπων χρήσης γης, συμπεριλαμβανομένης της γεωργίας και της απλοποίησης του τοπίου. Αυτές οι αλλαγές μπορούν να διαταράξουν την τοπική βιοποικιλότητα και να μεταβάλουν τη δομή και τη λειτουργία των οικοσυστημάτων. Καθώς μειώνεται η βιοποικιλότητα, το ίδιο συμβαίνει και με την ανθεκτικότητα του οικοσυστήματος, που ενδεχομένως οδηγεί σε χαμηλότερη παραγωγικότητα και σταθερότητα μακροπρόθεσμα.

Arable land needed to produce a fixed quantity of crops, 1961 to 2020

Arable land needed to produce a fixed quantity of crops is calculated as arable land divided by the crop production index (PIN). The crop production index (PIN) here is the sum of crop commodities (minus crops used for animal feed), weighted by commodity prices. This is measured as an index relative to 1961 (where 1961 = 1).



Source: Food and Agriculture Organization of the United Nations
 OurWorldInData.org/land-use · CC BY

Εικόνα 2. Αρώσιμη γη απαραίτητη για την παραγωγή μιας μονάδας αγροτικής παραγωγής (1961 = 1; 1961-2014). Πηγή: ourworldindata.org, βασισμένη σε δεδομένα από FAO (2023).

Αυτά τα ζητήματα είναι ιδιαίτερα σημαντικά στην περιοχή της Μεσογείου, όπου η γεωργία είναι ήδη πιεσμένη λόγω της περιορισμένης διαθεσιμότητας νερού, των εύθραυστων εδαφών και της αυξανόμενης κλιματικής μεταβλητότητας. Η εντατικοποίηση της γεωργίας της περιοχής έχει συχνά οδηγήσει σε υπερβολική χρήση των πόρων, υποβάθμιση του εδάφους και απώλεια παραδοσιακών, φιλικών προς τη βιοποικιλότητα γεωργικών πρακτικών.

Επιπλέον, η ευρεία υιοθέτηση μονοκαλλιεργειών, ιδιαίτερα σε μέρη της Νότιας Ευρώπης, έχει απλοποιήσει τα τοπία και έχει διαταράξει την πλούσια βιοποικιλότητα της περιοχής. Αυτό όχι μόνο θέτει σε κίνδυνο την τοπική χλωρίδα και πανίδα, αλλά υπονομεύει επίσης την αγροοικολογική ανθεκτικότητα της περιοχής, καθιστώντας την πιο ευάλωτη σε παράσιτα, ασθένειες και ακραίες κλιματικές συνθήκες.

Η εξισορρόπηση των απαιτήσεων για αυξημένη γεωργική παραγωγή με τον επείγοντα χαρακτήρα της διατήρησης του περιβάλλοντος και της ανθεκτικότητας είναι ένα πολύπλοκο έργο. Απαιτεί μια έντονη κατανόηση των τοπικών πλαισίων και της συστημικής σκέψης. Αυτό το εγχειρίδιο εμβαθύνει σε αυτό το κρίσιμο ζήτημα, εστιάζοντας σε στρατηγικές για την προώθηση ενός βιώσιμου, ανθεκτικού και παραγωγικού γεωργικού μέλλοντος στη Μεσόγειο και σε άλλες περιοχές που αντιμετωπίζουν παρόμοιες προκλήσεις

Η ΑΞΙΑ ΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΤΟΥ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Οι υπηρεσίες οικοσυστήματος αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της ανθρώπινης ευημερίας, με τα οφέλη τους να εκτείνονται σε διάφορες πτυχές της ζωής μας. Αυτές οι υπηρεσίες είναι προϊόντα, συνθήκες και διαδικασίες που παρέχουν τα φυσικά οικοσυστήματα, προς όφελος των ανθρώπων άμεσα ή έμμεσα. Μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τέσσερις μεγάλους τύπους: υπηρεσίες υποστήριξης, ρύθμισης, παροχής και πολιτιστικών υπηρεσιών (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

- Οι υποστηρικτικές υπηρεσίες είναι οι θεμελιώδεις οικολογικές λειτουργίες που στηρίζουν όλες τις άλλες υπηρεσίες οικοσυστήματος. Περιλαμβάνουν τον κύκλο των θρεπτικών ουσιών, το σχηματισμό εδαφους και την πρωτογενή παραγωγή, παρέχοντας τη βασική παραγωγικότητα του οικοσυστήματος από την οποία εξαρτώνται όλα τα είδη, συμπεριλαμβανομένων των ανθρώπων.
- Οι ρυθμιστικές υπηρεσίες αναφέρονται στις φυσικές διαδικασίες που ρυθμίζονται από τα οικοσυστήματα, όπως η ρύθμιση του κλίματος, ο έλεγχος των πλημμυρών, η ρύθμιση ασθενειών και ο καθαρισμός του νερού. Για παράδειγμα, τα δάση ρυθμίζουν το κλίμα απορροφώντας CO₂, ένα αέριο του θερμοκηπίου, και απελευθερώνοντας οξυγόνο (Foley et al., 2005).
- Οι υπηρεσίες παροχής περιλαμβάνουν απτά προϊόντα που παρέχονται από τα οικοσυστήματα, όπως τρόφιμα, γλυκό νερό, ξύλο, ίνες και φαρμακευτικά φυτά. Η γεωργία είναι ένα πρωταρχικό παράδειγμα υπηρεσίας παροχής, παρέχοντας διάφορα προϊόντα διατροφής σε όλο τον κόσμο.
- Τέλος, οι πολιτιστικές υπηρεσίες περιλαμβάνουν τα μη υλικά οφέλη που αποκομίζουν οι άνθρωποι από τα οικοσυστήματα. Αυτές περιλαμβάνουν την αισθητική απόλαυση, την πνευματική ολοκλήρωση, την πνευματική ανάπτυξη, την αναψυχή και τις ευκαιρίες οικοτουρισμού (Daniel et al., 2012).

Σε μια θεμελιώδη μελέτη των Costanza et al. (1997), η συνολική παγκόσμια αξία αυτών των υπηρεσιών οικοσυστήματος εκτιμήθηκε ότι υπερβαίνει το παγκόσμιο ακαθάριστο εθνικό προϊόν (ΑΕΠ), υπογραμμίζοντας την τεράστια οικονομική τους σημασία.

Ωστόσο, αυτές οι ανεκτίμητες υπηρεσίες οικοσυστήματος απειλούνται λόγω παραγόντων που σχετίζονται με την εντατικοποίηση της γεωργίας. Η υπερβολική χρήση αγροχημικών μπορεί να υποβαθμίσει την ποιότητα του νερού και την υγεία του εδάφους, επηρεάζοντας αρνητικά τόσο την παροχή όσο και τη ρύθμιση των υπηρεσιών (Matson et al., 1997). Επιπλέον, η απλοποίηση του τοπίου - ένα κοινό χαρακτηριστικό των εντατικοποιημένων γεωργικών συστημάτων - μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια βιοποικιλότητας, υποβαθμίζοντας έτσι τις υποστηρικτικές και πολιτιστικές υπηρεσίες (Tscharnkte et al., 2005).

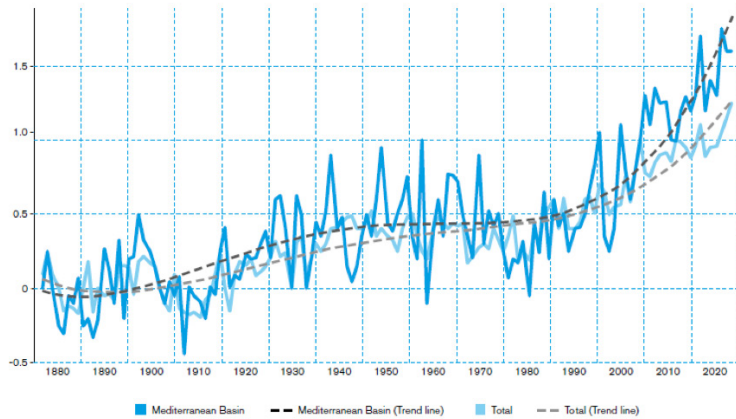
Η προστασία και η ενίσχυση των υπηρεσιών οικοσυστήματος δεν είναι απλώς ένα περιβαλλοντικό ζήτημα, αλλά μια αναγκαιότητα για τη βιώσιμη γεωργική παραγωγή και τη συνολική κοινωνική ευημερία. Ως εκ τούτου, η ανάγκη για γεωργία που σέβεται και αξιοποιεί τις υπηρεσίες των οικοσυστημάτων αντί να τις υποβαθμίζει είναι πιο επιτακτική από ποτέ.

Κλιματική αλλαγή: Τι συμβαίνει και πώς επηρεάζει τη γεωργία στη Μεσόγειο

Η κλιματική αλλαγή, που υποστηρίζεται ομόφωνα μεταξύ των επιστημόνων, είναι μια πραγματικότητα που συμβαίνει τώρα και προβλέπεται να επιδεινωθεί στο μέλλον, ακόμη και αν γίνουν επιθετικές περικοπές εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Σε παγκόσμιο επίπεδο, οι θερμοκρασίες της γης έχουν αυξηθεί κατά περίπου 1,2°C από τα τέλη του 19ου αιώνα, με τη σημαντικότερη αύξηση να σημειώνεται τις τελευταίες τέσσερις δεκαετίες. Το μεγαλύτερο μέρος αυτής της θέρμανσης συνέβη τις τελευταίες τέσσερις δεκαετίες, δείχνοντας ότι οι βιομηχανικές μας δραστηριότητες έχουν κλιμακώσει τον ρυθμό της κλιματικής αλλαγής, επιδεινώνοντας το φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου της ατμόσφαιρας της γης.

Η άνοδος της θερμοκρασίας δεν είναι ομοιόμορφη σε όλο τον κόσμο, με ορισμένες περιοχές να παρουσιάζουν πιο σοβαρές αυξήσεις από άλλες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η περιοχή της Μεσογείου, η οποία φέρει εντονότερα το μεγαλύτερο βάρος των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Οι θερμοκρασίες σε αυτήν την περιοχή έχουν εκτοξευθεί σε περίπου 1,7°C υψηλότερες από ό,τι στα τέλη του 19ου αιώνα.

Ο ρυθμός θέρμανσης της περιοχής της Μεσογείου είναι ταχύτερος από τον παγκόσμιο μέσο όρο, γεγονός που προκαλεί σοβαρές ανησυχίες καθώς ήδη οδηγεί και θα συνεχίσει να προκαλεί σοβαρές κοινωνικές, οικονομικές και οικολογικές επιπτώσεις. Η ζέστη προκαλεί μεγαλύτερους και πιο έντονους καύσωνες και πυρκαγιές, μειώνοντας τη διαθεσιμότητα νερού, απειλώντας τη γεωργία και προκαλώντας εκτεταμένες ζημιές στο οικοσύστημα.



Εικόνα 3. Μεταβολή στην παγκόσμια επιφανειακή θερμοκρασία στη Γη και στην λεκάνη της Μεσογείου (1880-2020). Πηγή: Cramer et al. (2018))

Οι αλλαγές στην παγκόσμια θερμοκρασία και τα ατμοσφαιρικά πρότυπα που προκαλούνται από την κλιματική αλλαγή επηρεάζουν κρίσιμους παράγοντες όπως η βροχόπτωση, η θερμοκρασία και η συχνότητα και η σοβαρότητα των ακραίων καιρικών φαινομένων, τα οποία με τη σειρά τους επηρεάζουν την παραγωγικότητα των καλλιεργειών και την επισιτιστική ασφάλεια.

Μια σημαντική επίδραση της κλιματικής αλλαγής στη γεωργία σχετίζεται με την ερημοποίηση σε ξηρές περιοχές. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες όπως η υπερβόσκηση, η αποψίλωση των δασών και οι ακατάλληλες γεωργικές πρακτικές υποβαθμίζουν το έδαφος και τη βλάστηση, οδηγώντας στην επέκταση των συνθηκών που μοιάζουν με την έρημο. Επιπλέον, η αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας μπορεί να εντείνει τους ρυθμούς εξάτμισης, συμβάλλοντας περαιτέρω στην ξήρανση αυτών των περιοχών.

Εάν οι παγκόσμιες θερμοκρασίες συνεχίσουν να αυξάνονται χωρίς αντίστοιχη αύξηση των βροχοπτώσεων, το φαινόμενο της ξηρασίας (ο βαθμός στον οποίο ένα κλίμα στερείται αποτελεσματικής υγρασίας που ευνοεί τη ζωή) θα ενταθεί.

Αυτή η ανάπτυξη θα οδηγήσει στην επέκταση των ξηρών και ημίξηρων περιοχών, θέτοντας περισσότερες περιοχές σε κίνδυνο ερημοποίησης. Αυτή η επέκταση μπορεί να μειώσει την έκταση γης που είναι κατάλληλη για καλλιέργεια, απειλώντας έτσι την επισιτιστική ασφάλεια.

Επιπλέον, η κλιματική αλλαγή είναι πιθανό να μεταβάλει την κατανομή και την ένταση των βροχοπτώσεων λόγω των αλλαγών στα ατμοσφαιρικά πρότυπα. Αυτές οι αλλαγές μπορούν να οδηγήσουν σε ένα πιο σύνθετο σύνολο προτύπων ερημοποίησης παγκοσμίως. Ορισμένες περιοχές ενδέχεται να αντιμετωπίσουν πιο συχνές και έντονες ξηρασίες, ενώ άλλες μπορεί να αντιμετωπίσουν ακανόνιστες και έντονες βροχοπτώσεις, οι οποίες και οι δύο μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά τη γεωργική παραγωγικότητα.

Τέτοιες αλλαγές στα πρότυπα βροχόπτωσης και οι αυξημένες θερμοκρασίες θα μπορούσαν να καταστήσουν τις τρέχουσες προσαρμογές των καλλιεργειών ακατάλληλες για τις αντίστοιχες περιοχές. Οι διαφορετικές καλλιέργειες έχουν διαφορετικές κλιματικές απαιτήσεις για βέλτιστη ανάπτυξη και αυτές οι απαιτήσεις βασίζονται στο τρέχον κλίμα. Οι αλλαγές στη θερμοκρασία και τα πρότυπα βροχόπτωσης θα μπορούσαν να σημαίνουν ότι οι καλλιέργειες που κάποτε ήταν κατάλληλες για μια συγκεκριμένη περιοχή ενδέχεται να μην ευδοκιμούν πλέον υπό τις νέες κλιματικές συνθήκες.

Οι αγρότες μπορεί να χρειαστεί να στραφούν σε πιο ανθεκτικές ποικιλίες καλλιεργειών ή εντελώς διαφορετικές καλλιέργειες, πρακτικές που συνεπάγονται σημαντικό κόστος και κινδύνους. Αυτό εγείρει επίσης το φάσμα της απώλειας της ποικιλομορφίας των καλλιεργειών εάν οι παραδοσιακές ποικιλίες καταστούν αβάσιμες υπό τις νέες κλιματικές συνθήκες. Επιπλέον, τέτοιες αλλαγές αυξάνουν επίσης την πιθανότητα εμφάνισης επιδημιών παρασίτων και ασθενειών, καθώς οι μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες μπορούν να αλλάξουν τους κύκλους ζωής των εντόμων και των παθογόνων.

Πέρα από τη φυτική παραγωγή, η κλιματική αλλαγή θέτει επίσης σημαντικές προκλήσεις για την κτηνοτροφία. Η αύξηση της θερμοκρασίας μπορεί να προκαλέσει θερμικό στρες στα ζώα, μειώνοντας την παραγωγικότητα και αυξάνοντας τα ποσοστά θνησιμότητας. Οι αλλαγές στη διαθεσιμότητα και την ποιότητα των ζωοτροφών λόγω αλλαγών βροχοπτώσεων μπορούν επίσης να επηρεάσουν την υγεία και την παραγωγικότητα των ζώων.

ΤΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΚΛΙΜΑ ΚΑΙ ΤΑ ΤΡΩΤΑ ΣΗΜΕΙΑ ΤΟΥ

Το μεσογειακό κλίμα χαρακτηρίζεται από τα ζεστά, ξηρά καλοκαίρια και τους ήπιους, υγρούς χειμώνες, τους οποίους οφείλει στη θέση του μεταξύ του υποτροπικού μετώπου υψηλής πίεσης και του πολικού μετώπου. Οι ετήσιες βροχοπτώσεις είναι συνήθως χαμηλές και το κλίμα παρουσιάζει υψηλή διαχρονική μεταβλητότητα, που σημαίνει ότι μπορεί να υπάρχουν σημαντικές διακυμάνσεις στις βροχοπτώσεις και τη θερμοκρασία από το ένα έτος στο άλλο.

Ενώ οι περισσότερες μεσογειακές περιοχές, όπως η νότια Καλιφόρνια, η Ισπανία, η Αυστραλία, η Χιλή και η Βόρεια Ιταλία, υφίστανται κυρίως ξηρές συνθήκες, ορισμένες περιοχές υπόκεινται σε υψηλές βροχοπτώσεις, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Αυτές οι περιοδικές έντονες βροχοπτώσεις μπορούν να οδηγήσουν σε ταχεία ανάπτυξη της βλάστησης, η οποία στη συνέχεια στεγνώνει τους ζεστούς, ξηρούς καλοκαιρινούς μήνες, οδηγώντας συχνά σε αυξημένο κίνδυνο πυρκαγιών.

Οι συνθήκες ξηρασίας κατά τους ζεστούς καλοκαιρινούς μήνες είναι συχνό φαινόμενο στο μεσογειακό κλίμα. Αυτό πιέζει περισσότερο την κατάσταση με το νερό έναν κρίσιμο παράγοντα που επηρεάζει τόσο τα φυσικά οικοσυστήματα όσο και τις γεωργικές πρακτικές. Τα φυτά και τα ζώα της περιοχής έχουν εξελιχθεί για να επιβιώνουν με περιορισμένη διαθεσιμότητα νερού κατά τη διάρκεια

του καλοκαιριού, αλλά οι επίμονες και έντονες ξηρασίες μπορούν ακόμα να προκαλέσουν σημαντική οικολογική ζημιά.

Οι πρόσφατες κλιματικές τάσεις έχουν δείξει μια γενική μείωση των ετήσιων βροχοπτώσεων σε αυτές τις μεσογειακές περιοχές. Για παράδειγμα, ορισμένες περιοχές παρουσιάζουν ακόμη και μειωμένες βροχοπτώσεις κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Αυτό, σε συνδυασμό με το χαρακτηριστικό των υψηλών θερμοκρασιών των μεσογειακών καλοκαιριών, θα μπορούσε να επιδεινώσει τη λειψυδρία, οδηγώντας σε σοβαρές γεωργικές ξηρασίες και αυξημένη ευπάθεια στις πυρκαγιές.

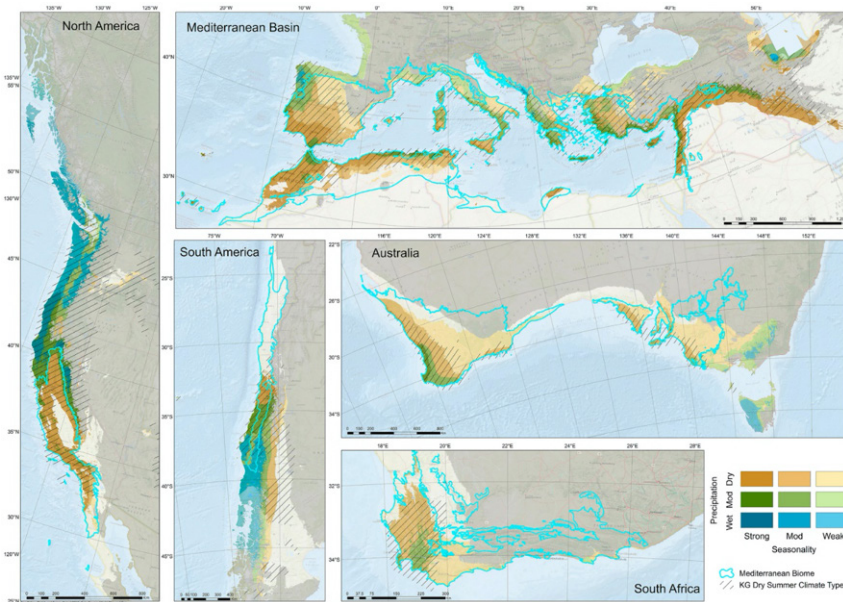
Η κλιματική αλλαγή προσθέτει άλλο ένα επίπεδο πολυπλοκότητας στην κατάσταση. Η υπερθέρμανση του πλανήτη λόγω της αυξανόμενης συγκέντρωσης αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα προβλέπεται να εντείνει την ξηρασία του μεσογειακού κλίματος. Η αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε αυξημένα ποσοστά εξάτμισης, γεγονός που μπορεί να μειώσει περαιτέρω τη διαθεσιμότητα επιφανειακών και υπόγειων υδάτων. Αυτό θα έκανε τα ήδη ξηρά καλοκαίρια ακόμη πιο ξηρά και πιθανώς θα επεκτείνει την ξηρή περίοδο στους συνήθως πιο υγρούς χειμερινούς μήνες.

Εκτός από την αύξηση της θερμοκρασίας, η κλιματική αλλαγή αναμένεται επίσης να επηρεάσει τα μοτίβα βροχοπτώσεων. Ενώ η συνολική τάση είναι προς τη μείωση των βροχοπτώσεων, η κατανομή των βροχοπτώσεων μπορεί επίσης να γίνει πιο άνιση, με πιο έντονες βροχοπτώσεις που χωρίζονται από μεγαλύτερες περιόδους ξηρασίας. Αυτή η αυξημένη εποχικότητα των βροχοπτώσεων μπορεί να οδηγήσει σε συχνότερες και σοβαρές πλημμύρες κατά τις υγρές περιόδους και πιο έντονες ξηρασίες κατά τις περιόδους ξηρασίας.

Αυτές οι κλιματικές αλλαγές επιδεινώνουν την ευπάθεια των εδαφών της Μεσογείου στην ερημοποίηση, μια διαδικασία όπου τα εύφορα εδάφη γίνονται ολόένα και πιο άνυδρα και χάνουν την παραγωγικότητά τους. Αυτό θα μπορούσε να

έχει σοβαρές επιπτώσεις για τη γεωργία, τη βιοποικιλότητα και τους ανθρώπινους οικισμούς στην περιοχή.

Τα ευάλωτα σημεία της περιοχής της Μεσογείου στην κλιματική αλλαγή υπογραμμίζουν την επείγουσα ανάγκη για στρατηγικές προσαρμογής και μετριασμού. Αυτά θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν τη βελτιωμένη διαχείριση των υδάτων, την ανάπτυξη καλλιεργειών ανθεκτικών στην ξηρασία, την αναδάσωση για την πρόληψη της διάβρωσης του εδάφους και τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Επιπλέον, υπάρχει ανάγκη για αυστηρή κλιματική μοντελοποίηση για την πρόβλεψη των μελλοντικών αλλαγών και τον ανάλογο σχεδιασμό για αυτές.



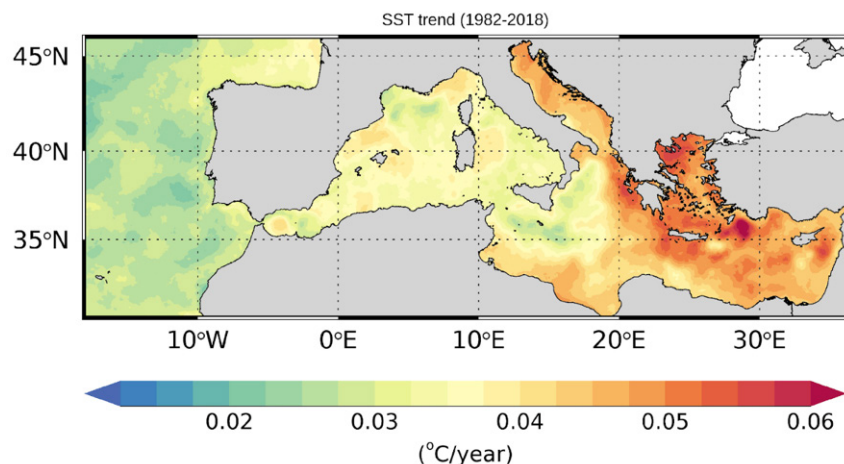
Εικόνα 4. Κατανομή των Μεσογειακών κλιμάτων παγκοσμίως. Η μπλε γραμμή ορίζει μεσογειακούς βιότοπους με τις εγκάρσιες γραμμές να δείχνουν τις περιοχές ξηρού καλοκαιριού. Τα χρώματα υποδηλώνουν καθεστώς βροχόπτωσης και η ένταση του χρώματος αντιπροσωπεύει την εποχικότητα.

Πηγή: Deitch et al. (2017)

Η Μεσόγειος Θάλασσα, όπως και πολλά άλλα θαλάσσια οικοσυστήματα σε όλο τον κόσμο, βιώνει τις αρνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Τα δεδομένα παρατήρησης από το 1982-2018 δείχνουν μια σταθερή αύξηση της θερμοκρασίας του κατά περίπου 0,04°C ετησίως. Αν και αυτή η αύξηση μπορεί να φαίνεται ασήμαντη, είχε ως αποτέλεσμα η θάλασσα να γίνει πάνω από 1,5°C θερμότερη από ό,τι στις αρχές της δεκαετίας του 1980. Αυτή η συνεχής θέρμανση είναι συνέπεια της ευαίσθητης οικολογικής ισορροπίας της Μεσογείου, επηρεάζοντας τη βιοποικιλότητα, τις αλιευτικές βιομηχανίες και το περιφερειακό κλίμα.

Μια αξιοσημείωτη πτυχή αυτής της τάσης θέρμανσης είναι η γεωγραφική ανισότητα στη Μεσόγειο Θάλασσα. Η ανατολική Μεσόγειος θερμαίνεται πιο γρήγορα από το δυτικό τμήμα, που συνδέεται με τον Ατλαντικό Ωκεανό. Αυτή η χωρική μεταβλητότητα στους ρυθμούς θέρμανσης μπορεί να επηρεάσει την κατανομή των θαλάσσιων ειδών, επηρεάζοντας δυνητικά τα τοπικά οικοσυστήματα και την αλιευτική βιομηχανία. Ορισμένα είδη μπορεί να μετακινηθούν προς τις ψυχρότερες δυτικές περιοχές, ενώ άλλα μπορεί να μην είναι σε θέση να επιβιώσουν καθόλου στις αυξημένες θερμοκρασίες, οδηγώντας σε αλλαγές στην τοπική βιοποικιλότητα.

Η θερμοκρασία της Μεσογείου επηρεάζει σημαντικά τις καιρικές συνθήκες της περιοχής. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι οι έντονες φθινοπωρινές βροχοπτώσεις που συνήθως σημειώνονται στην περιοχή. Όσο πιο ζεστή είναι η θάλασσα, τόσο περισσότερη εξάτμιση συμβαίνει και αυτή η πρόσθετη υγρασία μπορεί να τροφοδοτήσει πιο έντονες βροχοπτώσεις. Αυτή η έντονη βροχόπτωση, ιδιαίτερα μετά τους ξηρούς καλοκαιρινούς μήνες, μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρή διάβρωση του εδάφους, καταστρέφοντας τις γεωργικές εκτάσεις και αυξάνοντας τον κίνδυνο κατολισθήσεων σε λοφώδεις περιοχές.



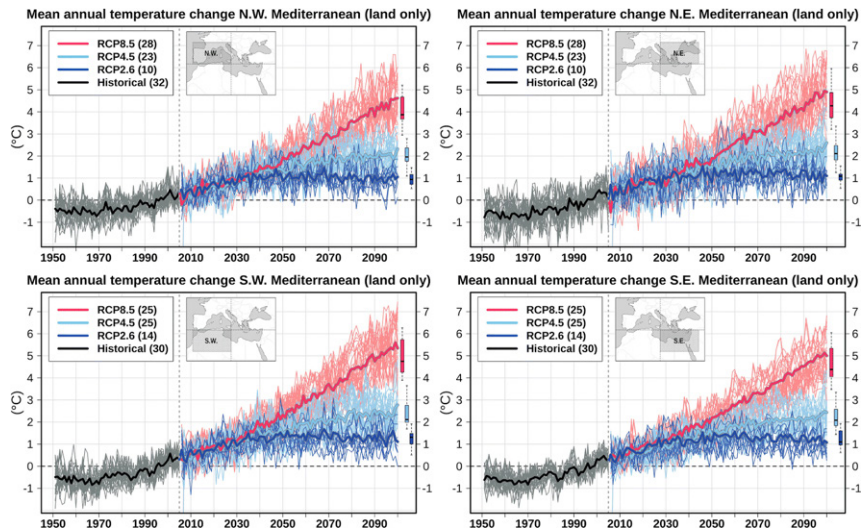
Εικόνα 5. Τάσεις προειδοποίησης στη θάλασσα της Μεσογείου. Πηγή: Pisano et al. (2020)

Τα κλιματικά μοντέλα παρέχουν πληροφορίες για τις πιθανές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στη γεωργική δραστηριότητα. Η περιοχή της Μεσογείου είναι ιδιαίτερα ευάλωτη λόγω των μοναδικών κλιματικών χαρακτηριστικών της και της μεγάλης εξάρτησης από τη γεωργία. Όπως αναφέρεται από το Institut Europeu de la Mediterrània το 2018, οι προβλέψεις προβλέπουν ότι ακόμη και με προσπάθειες μείωσης των εκπομπών, η μέση θερμοκρασία στη Μεσόγειο θα μπορούσε να αυξηθεί κατά 2°C μέχρι τα μέσα του αιώνα (RCP 4,5). Ωστόσο, ένα πιο ανησυχητικό σενάριο «business as usual» υποδηλώνει πιθανή αύξηση 3,5°C-4°C (RCP 8,5).

Το RCP σημαίνει Αντιπροσωπευτικές Διαδρομές Συγκέντρωσης. Είναι σενάρια που χρησιμοποιεί η ερευνητική κοινότητα για το κλίμα για να προβάλει το πιθανό μέλλον των συγκεντρώσεων αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρά μας. Αυτά τα σενάρια, ή μονοπάτια, ορίζονται με βάση τη συνολική τους δύναμη ακτινοβολίας (μετρούμενη σε watt ανά τετραγωνικό μέτρο) μέχρι το έτος 2100 σε σχέση με τις προβιομηχανικές τιμές.

- Το **RCP 4.5** αντιπροσωπεύει ένα «σενάριο σταθεροποίησης» όπου θεσπίζονται πολιτικές για τη σταθεροποίηση της ακτινοβολίας λίγο μετά το έτος 2100, οδηγώντας σε αύξηση 4,5 W/m² (βατ ανά τετραγωνικό μέτρο) στο τέλος του αιώνα. Σε αυτό το σενάριο, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κορυφώνονται γύρω στο 2040 και στη συνέχεια μειώνονται. Συχνά θεωρείται ένα ενδιάμεσο σενάριο, καθώς προϋποθέτει σημαντικές μειώσεις στις εκπομπές, αλλά είναι λιγότερο φιλόδοξο από ορισμένα από τα άλλα RCP.
- Το **RCP 8.5** είναι ένα σενάριο «business as usual» χωρίς συγκεκριμένες πολιτικές για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Αντιπροσωπεύει την υψηλότερη τροχιά συγκέντρωσης αερίων θερμοκηπίου μεταξύ των RCP. Η τιμή της δύναμης της ακτινοβολίας φτάνει τα 8,5 W/m² έως το έτος 2100. Σε αυτό το σενάριο, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου θα συνεχίσουν να αυξάνονται κατά τον 21ο αιώνα και οι συγκεντρώσεις CO₂ της ατμόσφαιρας θα φτάσουν περίπου τα 950 μέρη ανά εκατομμύριο (ppm) έως το 2100, υπερδιπλάσιες από τις τιμές συγκέντρωσης των περίπου 400 ppm το 2015.

Αυτές οι διαδρομές χρησιμοποιούνται σε κλιματικά μοντέλα για την προβολή των πιθανών επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, συμπεριλαμβανομένης της αύξησης της θερμοκρασίας, των αλλαγών βροχοπτώσεων, της άνοδος της στάθμης της θάλασσας και άλλων παραγόντων, κάτω από διαφορετικά σενάρια εκπομπών. Βοηθούν τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και τους επιστήμονες να κατανοήσουν το εύρος των πιθανών μελλοντικών και να σχεδιάσουν διαφορετικά πιθανά κλιματικά αποτελέσματα.



Εικόνα 6. Προβλέψιμες αλλαγές στη μέση ετήσια θερμοκρασία στην ξηρά γύρω από την Μεσόγειο. RCP2.6 είναι ένα σενάριο αυστηρού ελέγχου των εκπομπών; το RCP4.5 σενάριο αυξάνει τις εκπομπές μέχρι το 2040 και μετά ελαττώνονται; το RCP8.5 είναι ένα 'business as usual' σενάριο χωρίς έλεγχο των εκπομπών. Πηγή: Zittis et al. (2019)

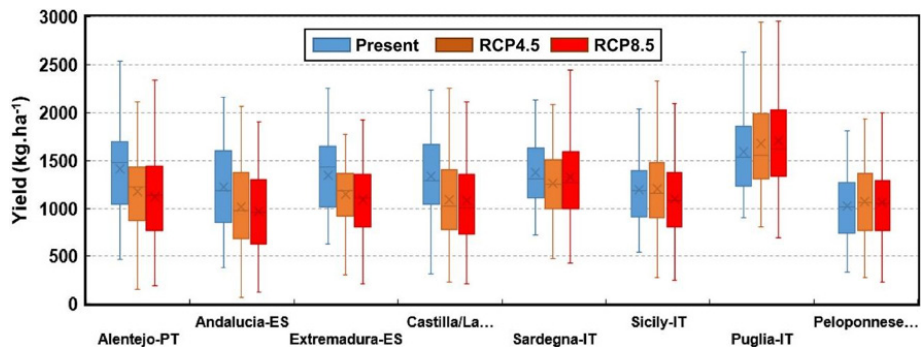
Αυτή η αλλαγή θερμοκρασίας δεν είναι μεμονωμένο φαινόμενο. Τα μοτίβα βροχοπτώσεων αναμένεται επίσης να υποστούν σημαντικό μετασχηματισμό. Πιο συγκεκριμένα, αναμένονται μειώσεις στις χειμερινές βροχοπτώσεις. Περιοχές όπως το Μαγκρέμπ και η Ανατολική Μεσόγειος προκαλούν ιδιαίτερη ανησυχία, όπου οι σημαντικές μειώσεις των βροχοπτώσεων θα μπορούσαν να έχουν τρομερές συνέπειες για τη διαθεσιμότητα νερού, την υγρασία του εδάφους και τη γεωργική παραγωγικότητα.

Τα θερμότερα και ξηρότερα καλοκαίρια στη Μεσόγειο, ως αποτέλεσμα της κλιματικής αλλαγής, θέτουν μια σειρά από προκλήσεις για τη γεωργία. Οι βασικές καλλιέργειες στην περιοχή, όπως οι ελιές, τα σταφύλια και διάφορα δημητριακά, ενδέχεται να αντιμετωπίσουν πίεση από τον καύσωνα και την ανεπαρκή ποσότητα

νερού. Η μειωμένη διαθεσιμότητα νερού επηρεάζει όχι μόνο την απόδοση αλλά και την ποιότητα του προϊόντος. Επιπλέον, η αυξημένη συχνότητα ακραίων καιρικών φαινομένων όπως η ξηρασία μπορεί να διαβρώσει το έδαφος, μειώνοντας τη γονιμότητά του με την πάροδο του χρόνου.

Είναι ενδιαφέρον ότι, ενώ σε ορισμένες περιοχές ενδέχεται να σημειωθούν μειωμένες βροχοπτώσεις, ο παγκόσμιος υδρολογικός κύκλος αναμένεται να ενταθεί, πράγμα που σημαίνει ότι ορισμένες περιοχές ενδέχεται να παρουσιάσουν αυξημένες βροχοπτώσεις. Ωστόσο, αυτό θα μπορούσε να σημαίνει πιο συγκεντρωμένες, έντονες βροχοπτώσεις για τη Μεσόγειο αντί για σταθερή, ευεργετική βροχή που εξαπλώνεται με την πάροδο του χρόνου. Τέτοιες σποραδικές και έντονες βροχοπτώσεις μπορεί να οδηγήσουν σε ξαφνικές πλημμύρες, οι οποίες μπορούν να ξεπλύνουν το έδαφος και να καταστρέψουν τις καλλιέργειες αντί να αναπληρώσουν τα αποθέματα νερού.

Τα αποτελέσματα της δυναμικής των καλλιεργειών έχουν επιπτώσεις στις αποδόσεις και την καταλληλότητα των καλλιεργειών στη Μεσόγειο. Για παράδειγμα, οι προσομοιώσεις υποδηλώνουν ότι η καλλιέργεια ηλίανθου σε ορισμένους τύπους εδάφους στη Νότια Ισπανία μπορεί να καταστεί εν μέρει ακατάλληλη, οδηγώντας σε μειωμένη παραγωγή καλλιεργειών έως το 2100. Η καλλιέργεια της ελιάς αντιμετωπίζει επίσης προκλήσεις, με προβλεπόμενη μείωση της απόδοσης έως και 45% στη Δυτική Ευρώπη λόγω αυξημένων θερμοκρασιών και μειωμένη βροχόπτωση. Οι αμπελώνες και οι ελιές, άλλες μεσογειακές καλλιέργειες ζωτικής σημασίας, ενδέχεται να παρουσιάσουν αλλαγές επηρεάζοντας τόσο την ποσότητα όσο και την ποιότητα.



Εικόνα 7. Οι αποδόσεις της ελιάς κάτω από διαφορετικά σενάρια κλιματικής αλλαγής κατά μήκος της Μεσογείου. Πηγή: Fraga et al. (2019)

Επιπλέον, οι επιπτώσεις στον υδρολογικό κύκλο θα επηρεάσουν την προσφορά και τη ζήτηση νερού, οδηγώντας σε προκλήσεις για την αρδευόμενη γεωργία καθώς οι ξηρασίες θα είναι πιο συχνό φαινόμενο. Προσθέτοντας σε αυτό και την εντατική κλιματική αλλαγή, η Μεσόγειος γίνεται επίσης πολύ ευαίσθητη στην ερημοποίηση, η οποία επιδεινώνει περαιτέρω τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής και των γεωργικών δραστηριοτήτων στη Μεσόγειο.

Ερημοποίηση στη Μεσόγειο

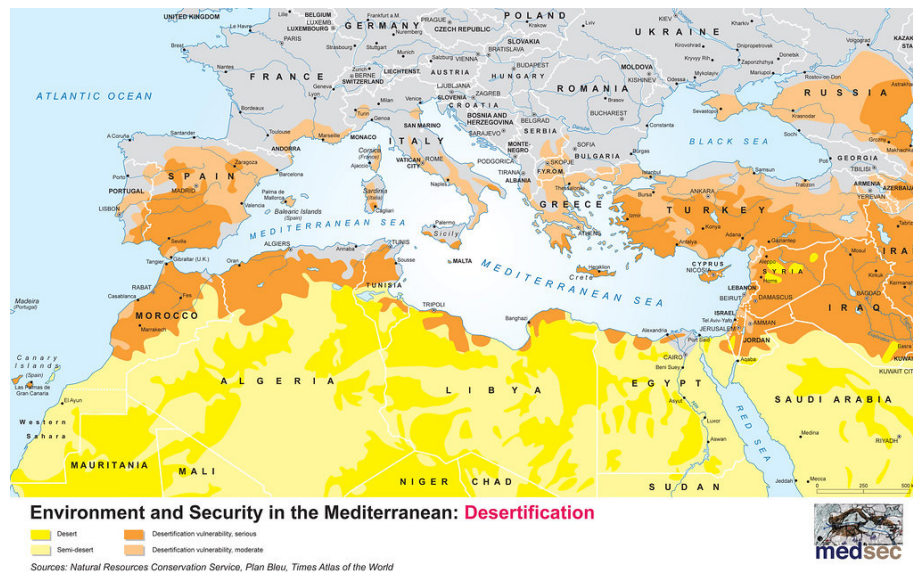
Ερημοποίηση είναι η υποβάθμιση της γης σε ξηρές, ημίξηρες και ξηρές υπο-υγρές περιοχές λόγω διαφόρων παραγόντων, συμπεριλαμβανομένων των κλιματικών διακυμάνσεων και των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Επηρεάζει περίπου το ένα τρίτο της επιφάνειας του πλανήτη και πάνω από ένα δισεκατομμύριο ανθρώπους παγκοσμίως. Σε αντίθεση με τη δημοφιλή πεποίθηση, η ερημοποίηση δεν αναφέρεται στην επέκταση των υπαρχουσών ερήμων αλλά στη δημιουργία συνθηκών που μοιάζουν με την έρημο σε προηγούμενες μη ερημικές περιοχές. Εμφανίζεται λόγω μιας μακροπρόθεσμης ανισορροπίας μεταξύ της ζήτησης και της προσφοράς υπηρεσιών οικοσυστήματος, με αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγικότητας της γης.



Εικόνα 8. Ένα παράδειγμα μιας περιοχής που παρουσιάζει ευαισθησία στην ερημοποίηση στην Serra de Mértola, Alentejo, Πορτογαλία – Από: Henrique Cerqueira

ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗ

Η λεκάνη της Μεσογείου, με το μοναδικό της κλίμα που χαρακτηρίζεται από υγρούς χειμώνες και ζεστά, ξηρά καλοκαίρια, είναι μια από τις πιο ευάλωτες στην ερημοποίηση περιοχές. Περίπου το 75% της γης στη νότια Ευρώπη, σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος (ΕΟΠ, 2008), είναι επιρρεπές στην ερημοποίηση. Μελέτες δείχνουν αυξημένο κίνδυνο ερημοποίησης στη Μεσόγειο τις τελευταίες δεκαετίες, κυρίως λόγω της κλιματικής αλλαγής και των ανθρωπογενών παραγόντων όπως η υπερεκμετάλλευση της γης, η υπερβόσκηση και η αποψίλωση των δασών. Αυτοί οι παράγοντες συμβάλλουν στη διάβρωση του εδάφους, στην απώλεια φυτικής κάλυψης και στην υποβάθμιση της γης, προάγοντας τη διαδικασία της ερημοποίησης.



Εικόνα 9. Τρωτότητα στην ερημοποίηση στην λεκάνη της Μεσογείου.

Πηγή: Emmanuelle Bournay and Matthias Beilstein, Zoi Environment Network (2013).

ΔΕΙΚΤΕΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΡΗΜΟΠΟΙΗΣΗΣ

Η αναγνώριση των πρώιμων ενδείξεων ερημοποίησης είναι ζωτικής σημασίας για τον μετριασμό των επιπτώσεών της. Οι βασικοί δείκτες περιλαμβάνουν αλλαγές βλάστησης, υποβάθμιση της ποιότητας του εδάφους, λειψυδρία, αλλοιωμένα κλιματικά πρότυπα και κοινωνικοοικονομικούς δείκτες όπως η μείωση της γεωργικής παραγωγικότητας και η αυξημένη αγροτική φτώχεια. Η ερημοποίηση στην περιοχή της Μεσογείου έχει πολλές επιπτώσεις, όπως:

- 1. Αγροτική παραγωγικότητα:** Η ερημοποίηση επηρεάζει σημαντικά τη γεωργική παραγωγικότητα. Η υποβάθμιση του εδάφους και η λειψυδρία οδηγούν σε μείωση της απόδοσης των καλλιεργειών. Οι ελαιώνες, οι αμπελώνες και η παραγωγή σιτηρών, που είναι ζωτικής σημασίας για την περιοχή της Μεσογείου, κινδυνεύουν ιδιαίτερα. Η μειωμένη γεωργική παραγωγικότητα μπορεί να οδηγήσει σε επισιτιστική ανασφάλεια και οικονομική αστάθεια, δεδομένης της σημασίας του κλάδου για την οικονομία της περιοχής.
- 2. Απώλεια βιοποικιλότητας:** Η λεκάνη της Μεσογείου είναι ένα hotspot βιοποικιλότητας, που φιλοξενεί σημαντικό αριθμό φυτικών ειδών, πολλά από τα οποία είναι μοναδικά για την περιοχή. Η ερημοποίηση απειλεί τη βιοποικιλότητα, οδηγώντας σε απώλεια ειδών και επηρεάζοντας την υγεία και την ανθεκτικότητα των οικοσυστημάτων.
- 3. Λειψυδρία:** Οι μειωμένες βροχοπτώσεις και οι αυξημένοι ρυθμοί εξάτμισης λόγω υψηλότερων θερμοκρασιών συμβάλλουν στη λειψυδρία. Αυτό επηρεάζει τη γεωργική χρήση νερού και τη διαθεσιμότητα πόσιμου νερού, επιδεινώνοντας το υπάρχον υδατικό στρες στην περιοχή.

4. Κοινωνικοοικονομικές συνέπειες: Η μειωμένη γεωργική παραγωγικότητα και το αυξημένο κόστος που προκαλείται από τη λειψυδρία και τη στειρότητα του εδάφους μπορεί να οδηγήσει σε ανεργία στην ύπαιθρο, αυξημένη φτώχεια και, ενδεχομένως, αναγκαστική μετανάστευση, καθώς οι άνθρωποι αναζητούν τα προς το ζην αλλού. Οι κοινωνικοοικονομικές συνέπειες της ερημοποίησης είναι σημαντικές και μπορούν να έχουν μακροχρόνιες επιπτώσεις στις τοπικές κοινωνίες.

ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΜΕΤΡΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ

Η ερημοποίηση δεν είναι αναπόφευκτη και μπορούν να ληφθούν μέτρα για τον μετριασμό των επιπτώσεών της. Οι πρακτικές βιώσιμης διαχείρισης της γης, όπως η αναγεννητική γεωργία, η αγροδασοκομία και οι πρακτικές βιώσιμης άρδευσης, μπορούν να βοηθήσουν στην αποκατάσταση των υποβαθμισμένων εδαφών και να ενισχύσουν την ανθεκτικότητα στην ερημοποίηση. Τα συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης και οι στρατηγικές προσαρμογής, συμπεριλαμβανομένης της καλλιέργειας ανθεκτικών στην ξηρασία καλλιεργειών και της αποτελεσματικής διαχείρισης των υδάτων, μπορούν να βοηθήσουν τους αγρότες να αντιμετωπίσουν τις μεταβαλλόμενες συνθήκες.

Η ερημοποίηση αποτελεί σημαντική απειλή για την περιοχή της Μεσογείου, με την κλιματική αλλαγή και τις ανθρώπινες δραστηριότητες να επιδεινώνουν τον κίνδυνο. Η αναγνώριση των δεικτών ερημοποίησης και η εφαρμογή κατάλληλων στρατηγικών μετριασμού και προσαρμογής είναι ουσιαστικής σημασίας για τη διατήρηση της γεωργικής παραγωγικότητας, της βιοποικιλότητας και της κοινωνικοοικονομικής σταθερότητας της Μεσογείου. Η προώθηση πρακτικών βιώσιμης διαχείρισης της γης και η υιοθέτηση ανθεκτικών γεωργικών προσεγγίσεων μπορεί να μετριάσει τις επιπτώσεις της ερημοποίησης και να οικοδομήσει ένα πιο βιώσιμο μέλλον για την περιοχή.

Αγροοικοσυστήματα και τα τοπία που τα περιβάλλουν

Τα αγροοικοσυστήματα είναι μοναδικά οικοσυστήματα που σχεδιάστηκαν και διαχειρίζονται σκόπιμα οι άνθρωποι για γεωργικούς σκοπούς. Αυτά τα συστήματα περιλαμβάνουν διάφορα στοιχεία, συμπεριλαμβανομένων των καλλιεργειών, των ζώων, των εδαφών, του νερού, του κλίματος και των διαφορετικών ζωντανών οργανισμών στο περιβάλλον. Σε αντίθεση με τα φυσικά οικοσυστήματα, τα οποία λειτουργούν ανεξάρτητα, τα αγροοικοσυστήματα είναι προσεκτικά δομημένα ώστε να βελτιστοποιούν την παραγωγικότητα και το οικονομικό κέρδος. Το σχήμα 10 δείχνει, στα αριστερά, ένα μετρίως βελτιωμένο τοπίο. Στα δεξιά είναι ένα εκτενώς εξορθολογισμένο τοπίο. Η ανθρώπινη συμμετοχή αναδεικνύεται ως βασική επιρροή στην αναμόρφωση του χωρικού πλαισίου του περιβάλλοντος. Όταν η δραστηριότητα είναι μέτρια, προωθείται η διαφοροποίηση του τοπίου, ενώ η έντονη ανθρώπινη συμμετοχή οδηγεί σε αυξημένη απλοποίηση.



Εικόνα 10. Διαχείριση αγροτικών τοπίων δύο καλλιεργητικών οικοσυστημάτων στην βόρεια Ισπανία. Πηγή: G. Clemente-Orta (2019).

Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΑΓΡΟ-ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Τα αγροοικοσυστήματα διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη διατήρηση της ανθρώπινης ζωής και στην υποστήριξη της κοινωνικοοικονομικής ανάπτυξης. Είναι υπεύθυνα για την παραγωγή του μεγαλύτερου μέρους των τροφίμων στον κόσμο, συμπεριλαμβανομένων των βασικών καλλιεργειών όπως τα δημητριακά, τα φρούτα και τα λαχανικά, καθώς και βασικές πηγές πρωτεΐνης όπως το κρέας, το γάλα και τα αυγά. Πέρα από την παραγωγή τροφίμων, τα αγροοικοσυστήματα προσφέρουν ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών οικοσυστήματος, συμπεριλαμβανομένου του καθαρισμού του νερού, της δέσμευσης άνθρακα, της δημιουργίας οικοτόπων για τη βιοποικιλότητα και των οπτικά ελκυστικών τοπίων. Επιπλέον, τα αγροοικοσυστήματα διευκολύνουν τη γεωργία, παρέχοντας απασχόληση σε πάνω από ένα δισεκατομμύριο ανθρώπους παγκοσμίως και συμβάλλοντας σημαντικά στην παγκόσμια οικονομική ανάπτυξη και τη μείωση της φτώχειας.

Τα αγροοικοσυστήματα δεν υπάρχουν μεμονωμένα: αλληλεπιδρούν και επηρεάζονται από τα γύρω φυσικά οικοσυστήματα με διάφορους τρόπους. Τα γεωργικά τοπία συχνά χρησιμεύουν ως ενδιαιτήματα για την άγρια ζωή και η ενίσχυση της ποικιλότητας των οικοτόπων εντός των αγροοικοσυστημάτων μπορεί να υποστηρίξει τις προσπάθειες διατήρησης της βιοποικιλότητας. Τα αγροοικοσυστήματα επηρεάζουν επίσης τους κύκλους θρεπτικών ουσιών και νερού στα γύρω τοπία τους, επηρεάζουν τη ρύθμιση του κλίματος δεσμεύοντας άνθρακα στα εδάφη και τη βλάστηση, βασίζονται σε υπηρεσίες επικονίασης από τους περιβάλλοντες φυσικούς οικοτόπους και συμβάλλουν στη συνδεσιμότητα του τοπίου, διευκολύνοντας την κίνηση της άγριας ζωής και τη ροή γονιδίων.

Η κατανόηση των περίπλοκων σχέσεων μεταξύ των αγροοικοσυστημάτων και των γύρω οικοσυστημάτων είναι κρίσιμη για τον αποτελεσματικό σχεδιασμό και διαχείριση σε επίπεδο τοπίου. Επιτυγχάνοντας μια ισορροπία μεταξύ της γεωργικής

παραγωγής και της διατήρησης του περιβάλλοντος και της βιοποικιλότητας, μπορούμε να προωθήσουμε τη βιώσιμη γεωργία. Αυτό περιλαμβάνει την υιοθέτηση βιώσιμων γεωργικών πρακτικών, τη διατήρηση της βιοποικιλότητας, την εκτίμηση της πολιτιστικής κληρονομιάς και τη διασφάλιση της μακροπρόθεσμης ανθεκτικότητας και παραγωγικότητας των αγροοικοσυστημάτων με παράλληλη προστασία του φυσικού περιβάλλοντος.

Ενώ τα αγροοικοσυστήματα παρέχουν πολλά οφέλη, είναι σημαντικό να αντιμετωπιστούν οι συμβιβασμοί που σχετίζονται με τη μη βιώσιμη γεωργία. Πρακτικές που σχετίζονται με την υποβάθμιση της γης, την απώλεια βιοποικιλότητας και τη ρύπανση του περιβάλλοντος μπορεί να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα των αγροοικοσυστημάτων. Επομένως, το κλειδί για την επίτευξη τόσο της επισιτιστικής ασφάλειας όσο και της διατήρησης του περιβάλλοντος βρίσκεται στη βιώσιμη διαχείριση αυτών των συστημάτων.

Η περιοχή της Μεσογείου είναι γνωστή για τα ποικίλα αγροοικοσυστήματά της, που διαμορφώνονται από το μοναδικό κλίμα, την τοπογραφία και τις πλούσιες ιστορικο-πολιτιστικές επιρροές της. Η Μεσόγειος φιλοξενεί μια πλούσια γεωργική κληρονομιά, από τους γραφικούς ελαιώνες, τους αμπελώνες και τους οπωρώνες με εσπεριδοειδή κατά μήκος των ακτών μέχρι τα παραγωγικά χωράφια με σιτηρά, τα λιβάδια και τα κτηνοτροφικά συστήματα στο εσωτερικό. Συγκεκριμένα, τα παραδοσιακά αγροοικοσυστήματα όπως το Dehesa στην Ισπανία ή το Montado στην Πορτογαλία, που χαρακτηρίζονται από έναν συνδυασμό γεωργίας, δασοκομίας και ποιμενικών πρακτικών, αναγνωρίζονται παγκοσμίως για την υψηλή βιοποικιλότητα και την πολιτιστική τους αξία.

Τις τελευταίες δεκαετίες, τα μεσογειακά αγροοικοσυστήματα έχουν αντιμετωπίσει σημαντικές προκλήσεις. Η αστικοποίηση, η εγκατάλειψη γης, η εντατικοποίηση της γεωργίας, η κλιματική αλλαγή και η ερημοποίηση έχουν

θέσει όλα απειλές για τη βιωσιμότητα αυτών των συστημάτων. Η μετάβαση σε πιο βιώσιμες γεωργικές πρακτικές είναι επιτακτική για να ξεπεραστούν αυτές οι προκλήσεις. Αυτή η μετάβαση περιλαμβάνει τη διατήρηση της μοναδικής βιοποικιλότητας και της πολιτιστικής κληρονομιάς της Μεσογείου, διασφαλίζοντας παράλληλα την επισιτιστική ασφάλεια και την ευημερία των τοπικών κοινωνιών.

Αγροτική και οικολογική εντατικοποίηση

Η γεωργική και η οικολογική εντατικοποίηση είναι δύο αντικρουόμενες προσεγγίσεις για την ενίσχυση της γεωργικής παραγωγικότητας. Η εντατικοποίηση της γεωργίας επικεντρώνεται στη μεγιστοποίηση των αποδόσεων μέσω αυξημένων εισροών και προηγμένων τεχνολογιών. Αντίθετα, η οικολογική εντατικοποίηση στοχεύει στην επίτευξη κερδών παραγωγικότητας με παράλληλη ελαχιστοποίηση των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων με τη βελτιστοποίηση των υπηρεσιών οικοσυστήματος και την προώθηση της βιοποικιλότητας.

Στην περιοχή της Μεσογείου, η εντατικοποίηση της γεωργίας επικρατεί λόγω της αυξανόμενης ζήτησης για τρόφιμα και της επιδίωξης υψηλότερης κερδοφορίας. Αυτό οδήγησε σε μια μετατόπιση από τα παραδοσιακά συστήματα καλλιέργειας χαμηλών εισροών σε πιο εντατικές μονοκαλλιεργητικές πρακτικές που εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από συνθετικές εισροές και μηχανοποίηση. Ωστόσο, οι αρνητικές συνέπειες της εντατικοποίησης της γεωργίας, όπως η απώλεια βιοποικιλότητας, η υποβάθμιση του εδάφους, η ρύπανση των υδάτων και οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, έχουν οδηγήσει σε μια στροφή προς την οικολογική εντατικοποίηση.



Εικόνα 11. Υπερ εντατική παραγωγή ελαιών στην Alqueva Region, Alentejo. Πηγή: Miguel Manso (2019), Público.

Η εντατικοποίηση καθοδηγείται από την ανάγκη τροφοδοσίας ενός αυξανόμενου πληθυσμού, τις τεχνολογικές εξελίξεις, τις δυνάμεις της αγοράς και τις κυβερνητικές πολιτικές. Ωστόσο, ενώ η παραγωγή τροφίμων αυξάνεται, προκαλεί επίσης σημαντική περιβαλλοντική ζημιά.

Η οικολογική εντατικοποίηση προσφέρει μια πιο βιώσιμη εναλλακτική λύση εστιάζοντας στη διατήρηση της βιοποικιλότητας, στη βελτίωση της υγείας του εδάφους και στη μείωση των εισροών χημικών. Αυτή η προσέγγιση ευθυγραμμίζεται με πολλούς Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης, συμπεριλαμβανομένης της επισιτιστικής ασφάλειας, του μετριασμού της κλιματικής αλλαγής και της διατήρησης της βιοποικιλότητας.



Εικόνα 12. Καλλιέργεια Καλλιέργειας Καλλιέργειας στην Ελαιοκαλλιέργεια στην Τουρκία. Πηγή: Το τουρκικό Ίδρυμα για την καταπολέμηση της διάβρωσης του εδάφους, για την αναδάσωση και την προστασία των φυσικών οικοτόπων, ΤΕΜΑ (ν.δ).

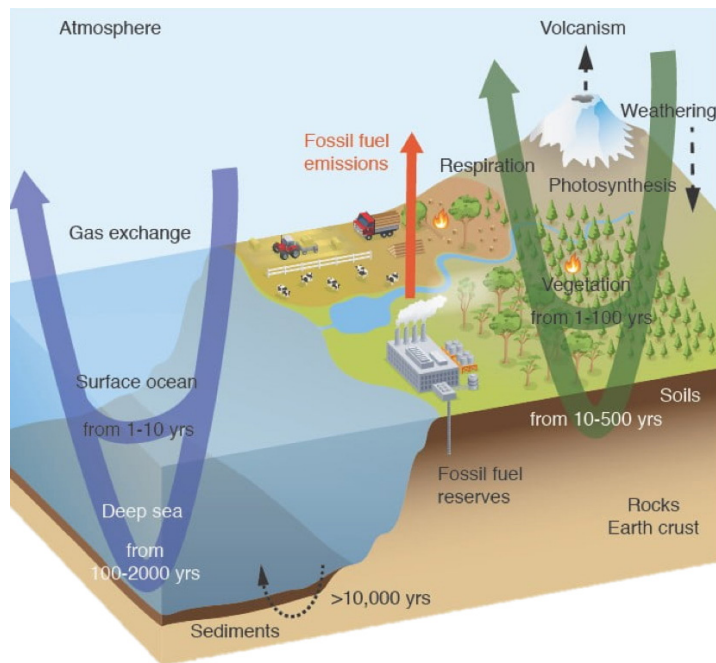
Η βασική διαφορά μεταξύ της γεωργικής και της οικολογικής εντατικοποίησης έγκειται στις προσεγγίσεις τους για την αύξηση της παραγωγικότητας. Η εντατικοποίηση της γεωργίας βασίζεται σε μεγάλο βαθμό σε εξωτερικές εισροές, οδηγώντας σε περιβαλλοντική υποβάθμιση, ενώ η οικολογική εντατικοποίηση αξιοποιεί οικολογικές διαδικασίες για την ενίσχυση της παραγωγικότητας και της βιωσιμότητας. Ωστόσο, η οικολογική εντατικοποίηση αντιμετωπίζει προκλήσεις όπως η μετατόπιση των γεωργικών πρακτικών, η αυξημένη κατανόηση των οικολογικών διαδικασιών και η πολιτική υποστήριξη για την παροχή κινήτρων για βιώσιμες προσεγγίσεις.

Στην περιοχή της Μεσογείου, η οικολογική εντατικοποίηση προσφέρει πολυάριθμα οφέλη. Με τη βελτιστοποίηση των υπηρεσιών οικοσυστήματος και την προώθηση της βιοποικιλότητας, ενισχύει την ανθεκτικότητα των αγροοικοσυστημάτων απέναντι στην κλιματική αλλαγή και τους περιβαλλοντικούς στρεσογόνους παράγοντες. Διατηρεί επίσης την αγροβιοποικιλότητα και τα πολιτιστικά τοπία της περιοχής που διαμορφώνονται από παραδοσιακές γεωργικές πρακτικές. Επιπλέον, με τη μείωση της χρήσης συνθετικών εισροών, η οικολογική εντατικοποίηση συμβάλλει στον μετριασμό της περιβαλλοντικής ρύπανσης και των σχετικών κινδύνων για την υγεία που σχετίζονται με τα χημικά υπολείμματα στα τρόφιμα.

Αγκαλιάζοντας την οικολογική εντατικοποίηση, η περιοχή της Μεσογείου μπορεί να επιτύχει τόσο αυξημένη γεωργική παραγωγικότητα όσο και περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Αυτή η μετάβαση απαιτεί μια ολιστική προσέγγιση που ενσωματώνει οικολογικές αρχές, σύγχρονες γνώσεις των αγροτών και υποστηρικτικές πολιτικές για τη δημιουργία ενός ανθεκτικού και βιώσιμου γεωργικού συστήματος για το μέλλον.

Ο κύκλος του άνθρακα στα αγροτικά συστήματα

Ο κύκλος του άνθρακα είναι μια θεμελιώδης διαδικασία που περιλαμβάνει ανταλλαγή άνθρακα μεταξύ της βιόσφαιρας, της γεωσφαιρας, της υδρόσφαιρας και της ατμόσφαιρας της Γης. Διαδραματίζει ζωτικό ρόλο στη ρύθμιση του κλίματος της Γης και στην υποστήριξη της παραγωγικότητας του οικοσυστήματος. Η κατανόηση και η αξιοποίηση του κύκλου του άνθρακα στα γεωργικά συστήματα είναι ζωτικής σημασίας για τη βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους, τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής και την οικοδόμηση ανθεκτικότητας.



Εικόνα 13. Απλοποιημένο σχήμα του παγκόσμιου κύκλου του άνθρακα παρουσιάζοντας τον τυπικό κύκλο εργασιών των χρονικών κλιμάκων για τη μεταφορά άνθρακα μέσω των μεγάλων ταμιευτήρων.

Πηγή: IPCC (2013)

Ο κύκλος του άνθρακα ξεκινά με τη φωτοσύνθεση, όπου τα πράσινα φυτά και το φυτοπλαγκτόν μετατρέπουν το διοξείδιο του άνθρακα σε οργανικές ενώσεις χρησιμοποιώντας την ηλιακή ενέργεια. Αυτή η διαδικασία αποτελεί τη βάση της τροφικής αλυσίδας, με τον άνθρακα να μεταφέρεται από τους πρωτογενείς παραγωγούς στα φυτοφάγα και τα σαρκοφάγα. Όταν οι οργανισμοί πεθαίνουν, το σώμα τους αποσυντίθεται, απελευθερώνοντας άνθρακα πίσω στην ατμόσφαιρα μέσω της αναπνοής από τα μικρόβια. Η καύση, τόσο φυσική όσο και προκαλούμενη από τον άνθρωπο, απελευθερώνει επίσης διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες όπως η αποψίλωση των δασών, η καύση ορυκτών καυσίμων και οι αλλαγές στη χρήση γης διαταράσσουν τον κύκλο του άνθρακα, οδηγώντας σε αυξημένες συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα και συμβάλλοντας στην κλιματική αλλαγή. Τα γεωργικά συστήματα, ειδικότερα, μπορούν να επηρεαστούν από αυτές τις διαταραχές. Πρακτικές όπως η υπερβόσκηση, η υπερβολική άρωση και η μονοκαλλιέργεια μπορούν να μειώσουν τον οργανικό άνθρακα του εδάφους και να υποβαθμίσουν την υγεία του εδάφους. Αυτές οι πρακτικές όχι μόνο επηρεάζουν τη γονιμότητα του εδάφους αλλά αυξάνουν επίσης τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Ο κύκλος του άνθρακα παίζει σημαντικό ρόλο στα αγροοικοσυστήματα ενισχύοντας τη γονιμότητα του εδάφους και μετριαζοντας την κλιματική αλλαγή. Ο άνθρακας είναι βασικό συστατικό της οργανικής ύλης του εδάφους, το οποίο βελτιώνει τη δομή του εδάφους, την κατακράτηση νερού και τον κύκλο των θρεπτικών ουσιών. Επιπλέον, τα αγροοικοσυστήματα μπορούν να λειτουργήσουν ως καταβόθρες άνθρακα όταν διαχειρίζονται κατάλληλα.

Η πρόωθηση ενός υγιούς κύκλου του άνθρακα στα αγροοικοσυστήματα συμβάλλει στην ανθεκτικότητά τους απέναντι στις περιβαλλοντικές αλλαγές. Τα εδάφη πλούσια σε οργανικό άνθρακα μπορούν να συγκρατούν καλύτερα το

νερό, μειώνοντας την ευπάθεια στην ξηρασία. Αυτά τα εδάφη επίσης ρυθμίζουν τις απώλειες θρεπτικών συστατικών, διατηρώντας την παραγωγικότητα υπό μεταβαλλόμενες συνθήκες.

Μπορούν να εφαρμοστούν διάφορες στρατηγικές για την αξιοποίηση του κύκλου του άνθρακα στα αγροοικοσυστήματα. Η δέσμευση άνθρακα στα εδάφη μπορεί να επιτευχθεί μέσω πρακτικών όπως οι καλλιέργειες και το όργανο διατήρησης. Η αγροδασοκομία, η οποία ενσωματώνει τα δέντρα στα αγροτικά τοπία, όχι μόνο δεσμεύει άνθρακα αλλά παρέχει επίσης πρόσθετα οφέλη, όπως σκιά και ενδιαίτημα για ωφέλιμα είδη. Οι πρακτικές βιολογικής γεωργίας, συμπεριλαμβανομένης της κομποστοποίησης και της πράσινης λίπανσης, ενισχύουν την περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανικό άνθρακα και μειώνουν την εξάρτηση από συνθετικά λιπάσματα. Η διαφοροποίηση και οι αμειψισπορές των καλλιεργειών συμβάλλουν στην υγεία του εδάφους και αυξάνουν τη δέσμευση άνθρακα.

Μείωση των επιπτώσεων και Κλιματικά έξυπνη γεωργία (CSA)

Η Κλιματικά έξυπνη γεωργία (CSA) είναι μια ολιστική προσέγγιση που αντιμετωπίζει την περίπλοκη αλληλεπίδραση της αγροτικής ανάπτυξης, την ανταπόκριση στο κλίμα και τη μείωση των εκπομπών. Αποσκοπεί στον μετασχηματισμό και τον επαναπροσανατολισμό των γεωργικών συστημάτων για την υποστήριξη της βιώσιμης ανάπτυξης και τη διασφάλιση της επισιτιστικής ασφάλειας υπό τις νέες πραγματικότητες της κλιματικής αλλαγής. Δεδομένων των αναμφισβήτητων επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στη μεσογειακή γεωργία - αύξηση της θερμοκρασίας, μειωμένες βροχοπτώσεις και συχνότερα και πιο έντονα ακραία καιρικά φαινόμενα - οι αρχές της CSA είναι πολύ σημαντικές.

Επιτυχημένα παραδείγματα βιώσιμων πρακτικών υπάρχουν ήδη σε τοπία όπως το «montado» στην Πορτογαλία, το «dehesa» στην Ισπανία και οι παραδοσιακές αρδευόμενες πλημμυρικές πεδιάδες στην Ανατολική Ισπανία. Ενώ καλλιεργούνται, αυτά τα τοπία διατηρούν υψηλά επίπεδα υπηρεσιών οικοσυστήματος, συμπεριλαμβανομένης της δέσμευσης άνθρακα, του φιλτραρίσματος του νερού και της διατήρησης της βιοποικιλότητας. Χρησιμεύουν ως μοντέλα για το πώς η γεωργία μπορεί να είναι συμβατή με τη διατήρηση και την ανθεκτικότητα του περιβάλλοντος.

Η υιοθέτηση πρακτικών CSA μπορεί να βοηθήσει στον μετριασμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της γεωργίας με διάφορους τρόπους:

- **Προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή:** Η CSA προωθεί την προσαρμογή των γεωργικών συστημάτων στις μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες. Αυτό περιλαμβάνει την ανάπτυξη και την εφαρμογή νέων γεωργικών

πρακτικών, ποικιλιών καλλιεργειών και τεχνολογιών που είναι ανθεκτικές στα ακραία κλίματα, όπως ποικιλίες καλλιεργειών ανθεκτικές στην ξηρασία, συστήματα άρδευσης ακριβείας και συστήματα αγροδασοκομίας.

- **Μείωση των αερίων του θερμοκηπίου:** Η CSA επιδιώκει να μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τη γεωργία, οι οποίες συμβάλλουν σημαντικά στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την εφαρμογή πρακτικών όπως η αποτελεσματική χρήση λιπασμάτων, η ολοκληρωμένη διαχείριση παρασίτων, το όργωμα διατήρησης και η βιολογική γεωργία.
- **Βιώσιμη εντατικοποίηση της παραγωγής τροφίμων:** Η CSA στοχεύει να αυξήσει την παραγωγή τροφίμων για να καλύψει την αυξανόμενη παγκόσμια ζήτηση, ελαχιστοποιώντας παράλληλα τις αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω πρακτικών όπως η γεωργία ακριβείας, η διακαλλιέργεια και η αγροοικολογία, που αυξάνουν την απόδοση ανά μονάδα γης διατηρώντας ή ακόμα και βελτιώνοντας την υγεία του εδάφους και τη βιοποικιλότητα

Εκτός από αυτούς τους τρεις πυλώνες, η CSA τονίζει τη σημασία ενός ευνοϊκού περιβάλλοντος πολιτικής και ισχυρών θεσμών που μπορούν να διευκολύνουν την υιοθέτηση πρακτικών CSA. Αυτό περιλαμβάνει πολιτικές που δίνουν κίνητρα για βιώσιμες γεωργικές πρακτικές, προγράμματα ανάπτυξης ικανοτήτων για αγρότες και ισχυρά συστήματα γεωργικής έρευνας και επέκτασης.

Συνολικά, η Κλιματικά έξυπνη γεωργία παρέχει ένα ολοκληρωμένο και ευέλικτο πλαίσιο για την αντιμετώπιση των προκλήσεων που θέτει η κλιματική αλλαγή στη μεσογειακή γεωργία. Με την υιοθέτηση πρακτικών CSA, είναι δυνατό να διασφαλιστεί η ανθεκτικότητα και η βιωσιμότητα της γεωργίας σε αυτήν την

περιοχή, συμβάλλοντας επίσης στις παγκόσμιες προσπάθειες για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. Αυτό θα περιλαμβάνει όχι μόνο τους αγρότες αλλά όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη στο σύστημα τροφίμων, από τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και τους ερευνητές έως τους καταναλωτές. Η μετάβαση στην CSA είναι ταυτόχρονα περιβαλλοντική αναγκαιότητα και ευκαιρία για καινοτομία, βελτιωμένη παραγωγικότητα και βιώσιμη αγροτική ανάπτυξη. Υιοθετώντας αυτές τις πρακτικές CSA, οι αγρότες μπορούν να συμβάλουν στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής βελτιώνοντας παράλληλα την παραγωγικότητα και τη βιωσιμότητα των αγροοικουσυστημάτων τους. Η κατανόηση και η αξιοποίηση του κύκλου του άνθρακα, της σχέσης των διαφορετικών συστατικών των αγροοικουσυστημάτων και των προκλήσεων που τα επηρεάζουν είναι ουσιαστικής σημασίας για την επίτευξη τόσο περιβαλλοντικών όσο και γεωργικών οφελών.

Κατανοώντας την Κοινή Αγροτική Πολιτική

Η Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ) διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη διαμόρφωση της γεωργίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) και έχει υποβληθεί σε μεταρρυθμίσεις για την αντιμετώπιση των εξελισσόμενων προκλήσεων και προτεραιοτήτων. Ενώ η ΚΑΠ εστιαζόταν παραδοσιακά στη διασφάλιση ενός δίκαιου βιοτικού επιπέδου για τους αγρότες, στη σταθεροποίηση των αγορών και στη διασφάλιση του εφοδιασμού τροφίμων, έχει αναγνωριστεί όλο και περισσότερο η ανάγκη ενσωμάτωσης περιβαλλοντικών παραμέτρων και προώθησης βιώσιμων γεωργικών πρακτικών.

Η κλιματική αλλαγή και η ερημοποίηση έχουν αναδειχθεί ως πιεστικές προκλήσεις με σημαντικές επιπτώσεις για τη βιωσιμότητα της γεωργίας στην ΕΕ. Σε απάντηση, η ΚΑΠ έχει ενσωματώσει στο πλαίσιο της περιβαλλοντικούς και κλιματικούς στόχους. Έχει εισαχθεί η έννοια του «πρασίνου», η οποία περιλαμβάνει την παροχή άμεσων ενισχύσεων στους αγρότες υπό τον όρο της προσήλωσής τους σε διάφορες φιλικές προς το περιβάλλον και το κλίμα γεωργικές πρακτικές. Αυτές οι πρακτικές περιλαμβάνουν τη διαφοροποίηση των καλλιεργειών, τη διατήρηση μόνιμων λιβαδιών και την κατανομή ενός συγκεκριμένου ποσοστού καλλιεργήσιμης γης σε περιβαλλοντικά ευεργετικά στοιχεία, γνωστά ως «περιοχές οικολογικής εστίασης».

Επιπλέον, η ΚΑΠ παρέχει χρηματοδότηση για την αγροτική ανάπτυξη, η οποία περιλαμβάνει μέτρα που στοχεύουν στον μετριασμό και την προσαρμογή της κλιματικής αλλαγής, καθώς και στην καταπολέμηση της ερημοποίησης. Στο πλαίσιο αυτών των προγραμμάτων υποστηρίζονται πρωτοβουλίες όπως η βιολογική γεωργία, η αγροδοασοκομία και η βελτιωμένη διαχείριση των υδάτων. Ο στόχος είναι να παρακινήθούν οι αγρότες να υιοθετήσουν πρακτικές που μειώνουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, ενισχύουν τη δέσμευση άνθρακα, βελτιώνουν την απόδοση του νερού και προάγουν τη συνολική περιβαλλοντική βιωσιμότητα.

Τα μέτρα της ΚΑΠ στοχεύουν στην προώθηση πρακτικών βιώσιμης διαχείρισης της γης σε περιοχές ιδιαίτερα ευάλωτες στην ερημοποίηση, όπως η Νότια Ευρώπη και η Μεσόγειος. Αυτό είναι απαραίτητο για την πρόληψη της υποβάθμισης του εδάφους, τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και την προστασία πολύτιμων οικοσυστημάτων. Ενθαρρύνοντας πρακτικές όπως η αγροδοασοκομία, η γεωργία διατήρησης και οι καλλιέργειες κάλυψης, η ΚΑΠ επιδιώκει να βελτιώσει την υγεία του εδάφους, να διατηρήσει τους υδάτινους πόρους και να βελτιώσει τη συνολική ανθεκτικότητα των αγροοικοσυστημάτων σε αυτές τις περιοχές.

Τα τελευταία χρόνια, υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον για τις αναδυόμενες γεωργικές προσεγγίσεις, όπως η αναγεννητική γεωργία και η κλιματικά έξυπνη γεωργία. Αυτές οι προσεγγίσεις δίνουν έμφαση στη δημιουργία οργανικής ύλης του εδάφους, στην αποκατάσταση της βιοποικιλότητας του εδάφους, στην αύξηση της δέσμευσης άνθρακα και στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας στην κλιματική αλλαγή. Ενώ η ΚΑΠ έχει σημειώσει πρόοδο στην υποστήριξη βιώσιμων πρακτικών μέσω των γεωργοπεριβαλλοντικών-κλιματικών μέτρων της (AECM), οι επικριτές υποστηρίζουν ότι η τρέχουσα δομή και η εστίαση της ΚΑΠ εξακολουθούν να υπολείπονται στην προώθηση τέτοιων πρακτικών στον βαθμό που είναι απαραίτητο.

Για την αντιμετώπιση αυτών των ανησυχιών, υπάρχει ανάγκη για περαιτέρω εξέλιξη της ΚΑΠ ώστε να ευθυγραμμιστεί καλύτερα με τις αρχές της βιωσιμότητας και της ανθεκτικότητας. Αυτό περιλαμβάνει μεγαλύτερη έμφαση στην υποστήριξη αγροοικολογικών προσεγγίσεων, την ενθάρρυνση της υιοθέτησης καινοτόμων τεχνολογιών και πρακτικών και την παροχή κινήτρων στους αγρότες για μετάβαση σε πιο βιώσιμα και ανθεκτικά στο κλίμα συστήματα γεωργίας. Αγκαλιάζοντας αυτές τις αλλαγές, η ΚΑΠ μπορεί να συμβάλει στην ανάπτυξη πιο βιώσιμων και φιλικών προς το περιβάλλον γεωργικών συστημάτων, διασφαλίζοντας μια ισορροπία μεταξύ της παραγωγής τροφίμων, της προστασίας του περιβάλλοντος και της ευημερίας των αγροτών και των αγροτικών κοινοτήτων.



ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ

Διαχείριση υπολειμμάτων καλλιέργειας

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ: Τεμαχισμός των υπολειμμάτων των καλλιεργειών

ΑΛΛΕΣ ΟΝΟΜΑΣΙΕΣ: Διαχείριση υπολειμμάτων καλλιέργειας, Διαχείριση υπολειμμάτων κλαδέματος, Βιολογικό κάλυμμα

ΤΥΠΟΣ: Διαχείριση καλλιεργειών

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ:

Αυτή η τεχνική, γνωστή ως τεμαχισμός υπολειμμάτων καλλιεργειών, χρησιμοποιείται στη γεωργία εδώ και πολλά χρόνια. Αποτελεί μέρος της Conservation Agriculture, η οποία εφαρμόζεται ευρέως σε διάφορες περιοχές του κόσμου, ιδιαίτερα στην Αμερική, όπου καλλιεργούνται εκτεταμένες πλώδεις καλλιέργειες όπως δημητριακά, ηλίανθοι, καλαμπόκι και σόγια. Η τεχνική περιλαμβάνει το κλάδεμα ή τον τεμαχισμό των υπολειμμάτων φυτικών υλικών στην επιφάνεια του χωραφιού και τη διανομή τους στο έδαφος. Αυτά τα υπολείμματα περιλαμβάνουν τα μέρη των ποωδών φυτών που μένουν μετά τη συγκομιδή και τα κλαδιά και τους μικρούς κορμούς που απομένουν μετά το κλάδεμα των ξυλωδών καλλιεργειών. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα οργανικά απόβλητα που παράγονται στο γεωργικό σύστημα δεν πρέπει να θεωρούνται υπολείμματα αλλά μάλλον υποπροϊόν που μπορούν να επανεισαχθούν στο σύστημα γεωργικής παραγωγής.

Στην Ισπανία, οι παραγωγοί εσπεριδοειδών και οπωροφόρων δέντρων, ιδίως στην περιοχή της Μούρθια, έχουν υιοθετήσει όλο και περισσότερο αυτές τις τεχνικές στις κύριες περιοχές παραγωγής τους. Παρόμοιες πρακτικές χρησιμοποιούνται

επίσης για ξυλώδη είδη όπως οι ελιές στην Ανδαλουσία και τα υπολείμματα αμπέλου, προσφέροντας μια εναλλακτική λύση στην καύση των απορριμμάτων κλαδέματος. Με την πάροδο του χρόνου, όταν αφήνονται στην επιφάνεια του εδάφους, αυτά τα υπολείμματα αποσυντίθενται και σχηματίζουν ένα στρώμα οργανικού υλικού γνωστό ως σάπια φύλλα. Το πάχος του καλύμματος μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με τα είδη δέντρων και την ηλικία τους, με τους ώριμους οπωρώνες με λεμονιές και πορτοκαλιές να φτάνουν έως και τα 20 εκατοστά σε πάχος. Αυτή η τεχνική συχνά συνδυάζεται με ελάχιστη ή καθόλου άρωση, όπως εφαρμόζεται στην Αμερική. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης αυτών των υπολειμμάτων ενισχύονται περαιτέρω όταν συνδυάζονται με άλλες τεχνικές όπως όργωμα περιγράμματος, ελάχιστο όργωμα, μειωμένο όργωμα, άμεση σπορά και καλύμματα φυτών.

Ο πρωταρχικός στόχος του τεμαχισμού των φυτικών υπολειμμάτων είναι να βοηθήσει τους αγρότες να ξεπεράσουν την πρόκληση της διαχείρισης αυτών των υπολειμμάτων και να αποφύγουν την καύση τους. Η καύση υπολειμμάτων ξυλώδους καλλιέργειας, όπως αμυγδαλιά, εσπεριδοειδή, οπωροφόρα δέντρα και αμπέλια, έχει προκαλέσει ανησυχίες στην ισπανική κοινωνία, παρόλο που ο όγκος των υπολειμμάτων που καίγονται είναι σχετικά μικρός και εμφανίζεται κυρίως σε γεωργικές εργασίες μικρής κλίμακας όπου η πρόσβαση σε συστήματα τεμαχισμού ή διαχειριστές υπολειμμάτων είναι περιορισμένη. Ως αποτέλεσμα, σημαντικές αλλαγές στη νομοθεσία έχουν εφαρμοστεί τα τελευταία χρόνια, που οδήγησαν στην πρακτική απαγόρευση ή την αυστηρά περιορισμένη καύση γεωργικών απορριμμάτων, υπογραμμίζοντας έτσι τη σημασία του τεμαχισμού των υπολειμμάτων για την ενσωμάτωσή τους στο έδαφος.

Το σάπια φύλλα που δημιουργούνται με αυτή την τεχνική χρησιμεύει ως προστατευτικό στρώμα για το έδαφος και δρα ως οργανικό βελτιωτικό πλούσιο σε κντταρικά συστατικά. Αυτή η τεχνική έχει αποκτήσει εξέχουσα θέση τα τελευταία 15 χρόνια, ιδιαίτερα στη βιολογική γεωργία, η οποία επεκτείνεται ταχέως στην

Περιφέρεια της Μούρθια. Έχει γίνει κοινή πρακτική στους σύγχρονους οπωρώνες εσπεριδοειδών και πυρηνόκαρπων φρούτων, ακόμη και σε μικρότερου μεγέθους επιχειρήσεις. Σε περιοχές όπως η κοιλάδα Guadalentin και το Campo de Cartagena, όπου επικρατούν οι καλλιέργειες λαχανικών, τα υπολείμματα πράσινου χρώματος που έχουν απομείνει χρησιμοποιούνται συχνά ως ζωοτροφή. Στη συνέχεια, τα υπόλοιπα μέρη του κορμού και της ρίζας κόβονται και προστίθενται στο χώμα. Ωστόσο, αυτή η πρακτική μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα μόνο μια μικρή ποσότητα υπολειμμάτων να μείνει στο έδαφος, μειώνοντας έτσι τα οφέλη από την εδαφοκάλυψη.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, είναι δυνατός ο συνδυασμός της χρήσης υπολειμμάτων καλλιεργειών με πράσινα λιπάσματα ή ετήσια πράσινα καλύμματα. Ωστόσο, η αποτελεσματικότητα μπορεί να είναι περιορισμένη λόγω της κατασταλτικής επίδρασης του υπάρχοντος οργανικού στρώματος. Επομένως, πρέπει να ληφθούν υπόψη προσαρμογές στις πρακτικές διαχείρισης και τα αποτελέσματα μπορεί να μην είναι τόσο αποτελεσματικά όσο όταν η τεχνική εφαρμόζεται ανεξάρτητα.



Εικόνα 14: Υπολείμματα σάπιων φύλλων στην επιφάνεια, υπολείμματα καλλιεργειών μπορούν να ενσωματωθούν ή να διατηρηθούν για την προστασία του εδάφους από την διάβρωση και την διατάραξη. Πηγή: Ghasal et al., 2016.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ:

Ο τεμαχισμός των υπολειμμάτων των καλλιεργειών έχει διάφορες επιπτώσεις στο έδαφος: Φυσικές Επιδράσεις: Το στρώμα σάπιας στρώσης, όταν φτάσει σε ένα ελάχιστο πάχος περίπου 5 cm, παρέχει σημαντική προστασία στο έδαφος. Μειώνει την επίδραση των σταγόνων της βροχής στα σωματίδια του εδάφους, ελαχιστοποιώντας την τάση τους να διασπώνται. Επιπλέον, το στρώμα του ψιλοκομμένου ξύλου λειτουργεί σαν σφουγγάρι, συγκρατώντας το νερό από την αρχική βροχόπτωση. Μόλις κορεσθεί, επιβραδύνει τη ροή του νερού, ελέγχοντας την απορροή και μειώνοντας τη διάβρωση του εδάφους.

Βελτιώσεις στις ιδιότητες του εδάφους: Με την πάροδο του χρόνου, η συνεχής προσθήκη και αποσύνθεση οργανικής ύλης δημιουργεί ένα κλάσμα χουμικών ουσιών εντός του προφίλ του εδάφους. Αυτό ενισχύει τις ιδιότητες του εδάφους με διάφορους τρόπους. Από φυσικής πλευράς, βελτιώνει τη διαπερατότητα του εδάφους και τη σταθερότητα των αδρανών του εδάφους. Από χημικής πλευράς, επιστρέφει μερικά από τα θρεπτικά συστατικά που εξάγονται από τις καλλιέργειες πίσω στο έδαφος, τα οποία πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τον υπολογισμό του ισοζυγίου αζώτου. Η αύξηση των χουμικών ουσιών και η αλληλεπίδρασή τους με τα μεταλλικά σωματίδια του εδάφους ενισχύει επίσης την ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων του εδάφους. Επιπλέον, η παρουσία των σάπιων φύλλων βοηθά το έδαφος να συγκρατήσει ή να διασπάσει τυχόν φυτοϋγειονομικά κατάλοιπα που χρησιμοποιούνται στην καλλιέργεια, εμποδίζοντας τη μετακίνησή τους σε πηγές νερού.

Μείωση της εξάτμισης του νερού: Η επίστρωση, ιδιαίτερα αυτός ο τύπος, μειώνει την εξάτμιση του νερού δημιουργώντας θύλακες αέρα μέσα στο στρώμα σάπιων φύλλων που περιορίζουν την απώλεια υδρατμών στην ατμόσφαιρα. Οι μονωτικές ιδιότητες του στρώματος σάπιων φύλλων συμβάλλουν επίσης σε μια πιο σταθερή θερμοκρασία του εδάφους, μειώνοντας τις απότομες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας.

Ενίσχυση της Βιολογικής Δραστηριότητας: Το σάπια φύλλα καλλιεργούν μια ποικιλόμορφη κοινότητα μικροοργανισμών, σαπροφυτικών οργανισμών και αρθρόποδων αποσύνθεσης, δημιουργώντας ένα ευνοϊκό περιβάλλον για αυτούς παρόμοιο με ένα δασικό περιβάλλον. Αυτό αυξάνει τα τροφικά επίπεδα και τις αλληλεπιδράσεις εντός του οικοσυστήματος, ωφελώντας τη συνολική υγεία της καλλιέργειας. Η παρουσία αυτών των οργανισμών ανταγωνίζεται επίσης τα παθογόνα, περιορίζοντας την επέκτασή τους και παρέχοντας ένα ανταγωνιστικό αποτέλεσμα που βοηθά στην προστασία της καλλιέργειας.

Καταστολή των τυχαιών φυτών: Ένα απρόβλεπτο αλλά επιθυμητό αποτέλεσμα της σάπιας επιφάνειας, ιδιαίτερα με παχύτερα στρώματα, είναι η καταστολή της ανάπτυξης ζιζανίων. Το στρώμα σάπιας επιφάνειας λειτουργεί ως φράγμα, καθιστώντας δύσκολη την ανάπτυξη ανεπιθύμητων φυτών. Επιπλέον, η χρήση σάπιων φύλλων βελτιώνει τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους, καθιστώντας το πιο κατάλληλο για μηχανήματα και εργάτες, ακόμη και μετά από έντονες βροχοπτώσεις.

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ:

Ο τεμαχισμός ή το κλάδεμα των φυτικών υπολειμμάτων μπορεί να εφαρμοστεί σε εδάφη με ελαφριές ή μέτριες κλίσεις, αλλά χρειάζεται περισσότερο για τις απότομες κλίσεις. Σε απότομες πλαγιές, η ροή του βρόχινου νερού θα μπορούσε ενδεχομένως να μεταφέρει αυτά τα υπολείμματα έξω από τα γεωργικά χωράφια. Σε τέτοιες περιπτώσεις, είναι απαραίτητος ο συνδυασμός αυτής της τεχνικής με άλλα συστήματα που μειώνουν τη ροή του νερού και συμβάλλουν στη διατήρηση της οργανικής κάλυψης. Δεν υπάρχουν περιορισμοί όσον αφορά τον τύπο του εδάφους, καθώς αυτό το οργανικό υλικό βελτιώνει σημαντικά τη δομή του εδάφους, τη συνοχή και το πορώδες.

Υπάρχουν, ωστόσο, λειτουργικοί περιορισμοί που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Η διάταξη της καλλιέργειας, οι διαστάσεις του οπωρώνα ή της φυτείας και η

προσβασιμότητα μπορεί να δημιουργήσουν προκλήσεις για τη χρήση του απαραίτητου εξοπλισμού, όπως τεμαχιστές ή μπαλτάδες. Για παράδειγμα, στενές ή ακανόνιστες φυτείες ή οπωρώνες, καθώς και μικροί λαχανόκηποι που βρίσκονται σε δυσπρόσιτες περιοχές, μπορεί να παρουσιάσουν δυσκολίες.

Ίσως ο πιο κρίσιμος παράγοντας που θα μπορούσε να περιορίσει ή να αποθαρρύνει αυτήν την τεχνική είναι η παρουσία μυκητιακών ή βακτηριακών ασθενειών που θα μπορούσαν να επηρεάσουν σοβαρά την καλλιέργεια. Οι ασθένειες που μεταδίδονται από το ξύλο, των οποίων οι κύκλοι αναπαραγωγής και διασποράς θα μπορούσαν να ευνοηθούν από οργανικά υπολείμματα, προκαλούν ιδιαίτερη ανησυχία. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η μέθοδος των σάπιων φύλλων αποθαρρύνεται έντονα από την άποψη της υγείας των φυτών. Η ελεγχόμενη καύση για άμεση εξάλειψη θα ήταν η συνιστώμενη δράση σε αυτές τις συγκεκριμένες περιπτώσεις, παρά τις ανησυχίες ορισμένων τομέων. Δυστυχώς, πολλές μυκητιακές ασθένειες, και σε μικρότερο βαθμό, βακτηριακές ασθένειες, μπορούν να βρεθούν. Παραδείγματα περιλαμβάνουν το Esca και το Eutypa lata στα αμπέλια, τη γούμωση στα εσπεριδοειδή, τους βακτηριακούς μύκητες στα αχλάδια, τη μολίνια και το Fusisocum στα αμύγδαλα και τα πυρηνόκαρπα, μεταξύ άλλων. Επιπλέον, διάφορα αρθρόποδα μπορεί να μην εξαλειφθούν ή να διασκορπιστούν αποτελεσματικά όταν αυτή η πρακτική δεν εκτελείται επαρκώς (π.χ. σκαθαράκι ή ξυλοκόπος)

Μια άλλη εναλλακτική λύση σχετικά με το προαναφερθέν πρόβλημα είναι η άμεση ενσωμάτωση φρεσκοτεμαχισμένων υπολειμμάτων στο έδαφος με χρήση σπαρτήρα ή καλλιεργητή. Ωστόσο, αυτή η προσέγγιση θα είχε ως αποτέλεσμα την απώλεια ορισμένων προστατευτικών ιδιοτήτων που παρέχει η οργανική κουβέρτα. Πριν επιλέξετε αυτή την επιλογή, είναι σημαντικό να συγκεντρώσετε επαρκείς πληροφορίες σχετικά με τη συγκεκριμένη ασθένεια για να αξιολογήσετε τη βιωσιμότητά της.

Από κανονιστική άποψη, οι κώδικες ορθών γεωργικών πρακτικών για την πρόληψη της μόλυνσης του νερού με νιτρικά άλατα από γεωργικές πηγές συνιστούν αυτή την πρακτική λόγω της απαγόρευσης της καύσης υπολειμμάτων καλλιεργειών.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΠΗΓΕΣ:

Όταν εργάζεστε με ξυλώδεις καλλιέργειες, η χρήση ενός κλαδευμένου τεμαχιστή ή τεμαχιστή ξύλου είναι απαραίτητη. Ενώ είναι δυνατός ο στατικός εξοπλισμός παρόμοιος με αυτόν που χρησιμοποιείται σε κήπους πόλεων και χώρους πρασίνου, αυτός δεν είναι πρακτικός ή οικονομικός για τακτικές γεωργικές εργασίες. Τέτοιος εξοπλισμός θα απαιτούσε διπλάσια εργασία, πρώτα συλλογή των υπολειμμάτων και στη συνέχεια τεμαχισμός τους πριν τη διανομή τους στο χωράφι. Η πιο αποτελεσματική χρήση αυτού του εξοπλισμού θα ήταν η κομποστοποίηση μαζί με άλλα οργανικά υπολείμματα όπως η ζωική κοπριά, αλλά αυτό θα σήμαινε διαφορετική τεχνική.

Ο φορητός εξοπλισμός προσφέρει μεγαλύτερη ευελιξία, με τα εργαλεία που τοποθετούνται σε τρακτέρ να είναι τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα. Ανάλογα με τον τύπο της καλλιέργειας και τα χαρακτηριστικά του ξύλου, διατίθενται διάφορα πλάτη εργασίας και συστήματα τεμαχισμού (σφυριά, σκούπες, δόντια κ.λπ.). Είναι σημαντικό να επιλέξετε τον εξοπλισμό που ταιριάζει καλύτερα στη συγκεκριμένη λειτουργία, διασφαλίζοντας το λεπτό τεμαχισμό των κλαδευμένων τεμαχίων για την αποφυγή προβλημάτων παρασίτων και τη διευκόλυνση της μετέπειτα αποσύνθεσής τους. Ορισμένος εξοπλισμός περιλαμβάνει επίσης συστήματα διανομής ή καθοδήγησης για τη συλλογή ή την τοποθέτηση των υπολειμμάτων. Επιπλέον, εάν η πρόθεση είναι να ενσωματωθούν τα υπολείμματα στο έδαφος, θα πρέπει να επιλεγεί εξοπλισμός κατάλληλος για αυτήν την εργασία, ευθυγραμμισμένος με τη συνολική στρατηγική διατήρησης του εδάφους.

Από την άλλη, η ανάγκη για εξειδικευμένα μηχανήματα για πλώδεις καλλιέργειες εξαρτάται από το είδος και τα χαρακτηριστικά των παραγόμενων καλαμιών. Σε ορισμένες περιπτώσεις, το συμβατικό άροσμα μπορεί να είναι αρκετό για να τεμαχιστεί επαρκώς το υπόλειμμα. Ωστόσο, σε άλλες περιπτώσεις, μπορεί να απαιτείται ειδικός εξοπλισμός, όπως περιστροφικός μηχανισμός ή παρόμοιο εργαλείο, για να επιτευχθεί ο απαραίτητος βαθμός τεμαχισμού

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ:

Όσον αφορά τη σχεδίαση, δεν υπάρχουν πολλά να προσθέσουμε, εκτός από το ότι για τις ξυλώδεις καλλιέργειες σε νεοσύστατες φυτείες, είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη ο εξοπλισμός που θα χρησιμοποιηθεί για τον τεμαχισμό των μελλοντικών υπολειμμάτων κλαδέματος. Αυτό θα βοηθήσει στη βελτιστοποίηση της λειτουργίας όσον αφορά το κόστος και την απόδοση, δεδομένου ότι τα έξοδα θα σχετίζονται με την καλλιέργεια.

Κατά την εκτέλεση, ο στόχος είναι να επιτευχθεί σχολαστικός και λεπτός τεμαχισμός των υπολειμμάτων, με διαμέτρους που κυμαίνονται συνήθως από 1-3 cm. Μικρότερα κομμάτια διευκολύνουν την ταχύτερη αποσύνθεση. Στις καλλιέργειες εσπεριδοειδών, χρειάζεται επιπλέον προσοχή στα αγκάθια στο ξύλο, καθιστώντας τον επαρκή τεμαχισμό ζωτικής σημασίας για την αποφυγή του κινδύνου τρυπήματος των ελαστικών ή βλάβης στους χειριστές.

Η συνήθης πρακτική είναι να αφήνουμε τα υπολείμματα κλαδέματος στη μεσαία σειρά, όπου στη συνέχεια τεμαχίζονται με περαστικούς τεμαχιστές και στη συνέχεια τα σάπια φύλλα διανέμονται σε όλο το χωράφι. Τα ροκανίδια ξύλου μπορούν να ταφούν χρησιμοποιώντας μια θεριζοαλωνιστική μηχανή ή παρόμοια μηχανήματα για την αντιμετώπιση ανησυχιών για τα παράσιτα.

Όσον αφορά τη συντήρηση, πρέπει να σημειωθούν δύο πτυχές. Πρώτον, μπορεί να υπάρξει ανάγκη ενσωμάτωσης συσσωρευμένων υπολειμμάτων στο έδαφος μετά από αρκετά χρόνια, ιδιαίτερα για ορισμένα είδη και ώριμες φυτείες. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας μια θεριζοαλωνιστική μηχανή ή παρόμοιο εξοπλισμό. Δεύτερον, με νεαρές φυτείες με περιορισμένη βιομάζα, η συμπλήρωση με εφαρμογή ζιζανιοκτόνου μπορεί να είναι απαραίτητη για τον έλεγχο της ανάπτυξης τυχαίων φυτών κοντά στα νεαρά δέντρα μέχρι το στρώμα υπολειμμάτων να γίνει επαρκές για αποτελεσματικό έλεγχο των ζιζανίων.

ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΕΛΑΤΤΩΣΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ:

Η επίδρασή του στο κλίμα είναι διπλή. Πρώτον, η μειωμένη ή η εξάλειψη άροσης που σχετίζεται με αυτήν την τεχνική συμβάλλει στη δέσμευση άνθρακα στο έδαφος. Η σταθερή αποθήκευση άνθρακα στα υπολείμματα για παρατεταμένη περίοδο υποστηρίζει περαιτέρω αυτό. Δεύτερον, πρέπει να αναγνωριστεί ότι ο ίδιος ο τεμαχισμός είναι ενεργοβόρος. Ωστόσο, σε σύγκριση με την εναλλακτική της καύσης, η οποία απελευθερώνει CO₂ στην ατμόσφαιρα, το ισοζύγιο είναι θετικό παρά τη χρήση καυσίμου. Η ίδια σκέψη ισχύει και όταν το συγκρίνουμε με τη μεταφορά και τη διάθεση υπολειμμάτων σε κέντρα κομποστοποίησης ή χώρους υγειονομικής ταφής, ειδικά εάν οι αποστάσεις που αφορούν είναι σημαντικές λόγω του μεγάλου όγκου που καταλαμβάνουν αυτά τα υπολείμματα.

Εκτός από τις άμεσες επιπτώσεις στις εκπομπές CO₂ και την αποθήκευση, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι έμμεσες επιπτώσεις της τεχνικής στη γονιμότητα του εδάφους, στην ανάκτηση θρεπτικών στοιχείων για την καλλιέργεια και στη μείωση της διάβρωσης. Αυτοί οι παράγοντες μπορούν ενδεχομένως να μειώσουν την ανάγκη για γονιμοποίηση και να βελτιώσουν τη συνολική απόδοση.

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΚΟΙΝΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ:

Η Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ) απαγορεύει ρητά την καύση υπολειμμάτων ως απαίτηση σύμφωνα με τις γενικές απαιτήσεις «Καλές Γεωργικές και Περιβαλλοντικές Συνθήκες (ΚΓΠΣ)». Αυτή η απαγόρευση περιλαμβάνεται επίσης στα πιο πρόσφατα σχέδια ΚΑΠ, συμπεριλαμβανομένης της νέας ΚΑΠ 2023-2027 υπό την «Ενισχυμένες Προϋποθέσεις». Ισχύει για όλους τους γεωργούς ή τους καλλιεργητές που λαμβάνουν άμεσες πληρωμές, ανεξάρτητα από τη χρηματοδότηση της ΚΑΠ.

Φράκτες και συστάδες

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ: Φράκτες και συστάδες

ΑΛΛΕΣ ΟΝΟΜΑΣΙΕΣ: Φράγματα Φυτών, Ζωντανοί Φράχτες, Δομές Διατήρησης Φυτών, Ζωντανές Νησίδες, συστάδες και Όρια

ΤΥΠΟΣ: Φυτικές δομές

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ:

Οι φράκτες είναι γραμμικές δομές φυτών, που συχνά σχηματίζονται τόσο από φυσικά όσο και από καλλιεργούμενα είδη, συνήθως ξυλώδη (δέντρα ή θάμνοι). Ωστόσο, μπορούν να ενσωματωθούν και μεγαλύτερα ποώδη είδη. Παραδοσιακά, οι φράκτες είναι διατεταγμένοι κατά μήκος των άκρων γεωργικών εκτάσεων ή μεμονωμένων αγροτεμαχίων. Στο παρελθόν, ειδικά στη Νοτιοανατολική Ισπανία, ήταν συνηθισμένο να φυτεύονται είδη φρούτων όπως μουριά, συκιά, κυδώνι, μουσμουλιά, αχλαδιά, μηλιά, δαμάσκηνο, βερίκοκο, λεμονιά, πορτοκαλιά και άλλα όπως ελιές ή αμυγδαλιές. Φυτεύτηκαν επίσης χουρμαδιές, φραγκοσυκιές, δάφνη, αρωματικά φυτά όπως λεμονόχορτο, δεντρολίβανο, φασκόμηλο και καλλωπιστικά είδη όπως τριανταφυλλίες και ορισμένα δασικά είδη (λεύκες, κυπαρίσσια, πεύκα, ιτιές κ.λπ.). Ο σκοπός αυτών των φράχτων ποικίλλει: μπορούν να χρησιμεύσουν ως ανεμοφράκτες, φυσικά εμπόδια ή απλώς για εξωραϊσμό. Σήμερα, αυτοί οι φράκτες φυτεύονται και μεταξύ των καλλιεργειών (intercropped) για αποτελεσματικότερο έλεγχο της διάβρωσης ή για την προσέλκυση ωφέλιμων εντόμων.

Στην παραδοσιακή ισπανική γεωργία, οι στενές λωρίδες γης, συχνά στα περιθώρια καλλιεργειών, οι πλευρές των δρόμων που διασχίζουν το αγρόκτημα,

τα αναχώματα σε αναβαθμίδες, οι λόφοι κ.λπ., όπου συνήθως δεν εκτελείται γεωργία ή άροση, αναφέρονται ως πλαγιές. Αυτές οι πλαγιές γεμίζουν με θαμνώδη και μικρή ξερόφυτη ποώδη βλάστηση. Λόγω της προέλευσης και του είδους τους, ευθυγραμμίζονται περισσότερο με αυτή την κατηγορία από λωρίδες, οι οποίες δημιουργούνται ειδικά με ποώδη είδη για έναν ξεχωριστό σκοπό.

Από την άλλη πλευρά, οι συστάδες είναι ακανόνιστες φυτικές δομές που αποτελούνται από μεμονωμένα ή δασικά είδη, τα οποία μπορεί να είναι δέντρα, θαμνώδη ή ποώδη. Συνήθως βρίσκονται κατά μήκος ποταμών, ξηρών κοιτών ποταμών, αρδευτικών ή αποστραγγιστικών καναλιών ή οποιουδήποτε άλλου υδάτινου δρόμου, οι συστάδες είναι συχνά διατεταγμένα κατά μήκος προς την κατεύθυνση της πλαγιάς ή, για να είμαστε πιο ακριβείς, σύμφωνα με τη ροή του νερού. Συνήθως εμφανίζονται σε κοιλάδες ή χαράδρες, σχηματίζοντας μερικές φορές μικρά δάση. Κατά κύριο λόγο, η λειτουργία τους είναι να προστατεύουν αυτά τα όρια ή τις κοίτες. Ωστόσο, χρησιμεύουν επίσης ως σημαντικά καταφύγια, περιοχές τροφοδοσίας και αναπαραγωγής για την άγρια ζωή, λειτουργώντας ως οικολογικοί διάδρομοι.

Πολλοί από αυτούς τους φράκτες, ειδικά τις συστάδες στις όχθες του ποταμού, είναι απομεινάρια της φυσικής δενδρώδους και θαμνώδους βλάστησης της περιοχής, που άφησαν πίσω τους μετά από αιώνες καθαρισμού γης για καλλιέργεια. Αυτές οι συστάδες έχουν διατηρηθεί κυρίως ως διαχωριστικά μεταξύ αγροκτημάτων ή λόγω της ακαταλληλότητας της γης για γεωργία (π.χ. υψηλός κίνδυνος πλημμύρας ή βραχώδες έδαφος). Σε ορισμένες περιπτώσεις, προκύπτουν από την αυθόρμητη ανάπτυξη της βλάστησης στις άκρες των καλλιεργειών, τα περιθώρια, τις πλαγιές ή τις υψομετρικές διαφορές μεταξύ γεωργικής γης και αναβαθμίδων.

Ιστορικά, πολλοί φράκτες και συστάδες σε αγροτικές περιοχές χάθηκαν λόγω των εντατικοποιημένων γεωργικών πρακτικών, κυρίως λόγω της μηχανοποίησης,

που έκανε τη γη πιο ομοιόμορφη και ευκολότερη στην καλλιέργεια. Μια τέτοια προσέγγιση εστιασμένη στην παραγωγικότητα ήταν τόσο διαδεδομένη που κάποτε αυτές οι περιοχές θεωρούνταν επιλέξιμες για άμεσες ενισχύσεις των γεωργών. Ευτυχώς, αυτή η τάση έχει αντιστραφεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, κυρίως λόγω της αναγνώρισης από την ΕΕ αυτών των περιοχών ως βασικών συνιστωσών του τοπίου που διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη διατήρηση του εδάφους και των υδάτων και στη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Σήμερα, η Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ) τα αναγνωρίζει ως περιοχές οικολογικού ενδιαφέροντος, που συχνά περιλαμβάνονται στους υπολογισμούς των ενισχύσεων των αγροτών ή ως άμεσοι δικαιούχοι ειδικής ενίσχυσης για τη διατήρηση-προαγωγή (Fernández, M.A., 2015).

Από την οπτική της ολοκληρωμένης διαχείρισης παρασίτων, οι φράκτες και τα κοψίματα αναγνωρίζονται ως κρίσιμα στοιχεία του αγροοικοσυστήματος, συμβάλλοντας στη διατήρηση και την ενίσχυση της βιοποικιλότητας των αρθρώσεων των καλλιεργειών. Αυτό, με τη σειρά του, βελτιώνει την ολοκληρωμένη διαχείριση παρασίτων στα αγροκτήματα. Οι πρωτοπόροι της βιολογικής γεωργίας αναγνώρισαν τα οφέλη αυτών των στοιχείων του τοπίου σε διάφορες πτυχές της γεωργικής παραγωγής, ιδιαίτερα την ικανότητά τους να προσελκύουν ωφέλιμα έντομα.

Σήμερα, οι φράκτες χρησιμοποιούνται συχνά σε όλο τον κόσμο για τον έλεγχο της απορροής και της απώλειας εδάφους σε επικλινείς περιοχές. Για αυτό, θα πρέπει να τοποθετηθούν όσο το δυνατόν κάθετα στη γραμμή μέγιστης κλίσης, ακολουθώντας τις ισοϋψείς καμπύλες. Οι συστάδες, από την άλλη πλευρά, χρησιμοποιούνται συνήθως για τη διόρθωση υδρολογικών προβλημάτων όταν εμφανίζεται έντονη διάβρωση σε αγροκτήματα ή για τον μετριασμό της διάχυτης μόλυνσης από τη χρήση αγροχημικών σε καλλιέργειες. Παρά τα πλεονεκτήματά τους, αυτές οι ζωντανές δομές εξακολουθούν να είναι περιορισμένες ή προσεκτικά υιοθετημένες από τεχνικούς και αγρότες, κυρίως λόγω έλλειψης κατανόησης ή εμπιστοσύνης στα πλεονεκτήματά τους. Παρόμοια με τον προηγούμενο διαταγμό

για την απελευθέρωση φυσικών εχθρών για βιολογικό έλεγχο, αυτές οι δομές θεωρούνται πλέον αναπόσπαστο εργαλείο για την προστασία των καλλιεργειών.



Εικόνα 15: Φράκτες που λειτουργεί ως ανεμοθραύστης για την προστασία του χωραφιού.
Πηγή: Michael Patterson (2006)

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ:

Κατά κύριο λόγο, αυτή η τεχνική ενισχύει σημαντικά τη φυτική και ζωική ποικιλότητα. Αρχικά, η ποικιλία των φυτικών ειδών αυξάνεται λόγω των φυτών που εισάγει ο αγρότης. Με την πάροδο του χρόνου, τα τοπικά αυτοφυή είδη αυξάνονται καθώς εκμεταλλεύονται αυτές τις μη διαταραγμένες επιφάνειες του εδάφους. Τελικά, τα ζώα (τόσο τα σπονδυλωτά όσο και τα ασπόνδυλα) αποικίζουν αυτά τα μίνι οικοσυστήματα αναζητώντας νέες περιοχές τροφής, καταφύγιο ή περιοχές αναπαραγωγής. Ως εκ τούτου, υπάρχει μια σημαντική αύξηση στην ποικιλότητα των ειδών στις φάρμες όπου αυτές οι δομές είναι εγκατεστημένες σε σύγκριση με την προηγούμενη κατάστασή τους.

Μια άλλη κρίσιμη πτυχή είναι ο ρόλος τους ως συνδετικά στοιχεία μεταξύ των υπαρχόντων φυσικών χώρων (οικολογικοί διάδρομοι), ιδιαίτερα για τις συστάδες

που βρίσκονται σε υδάτινα ρεύματα. Επιπλέον, αυτοί οι φράκτες χρησιμοποιούνται ευρέως ως δομές φυτών διατήρησης σε στρατηγικές ολοκληρωμένης διαχείρισης παρασίτων λόγω της εξαιρετικής τους ικανότητας να φιλοξενούν ωφέλιμα αρθρόποδα (φυσικούς εχθρούς φυτών ή επικονιαστές).

Όσον αφορά τη διατήρηση του εδάφους, η δημιουργία αυτών των ζωντανών δομών προσφέρει σημαντικά οφέλη:

Κατά κύριο λόγο, ελέγχουν αποτελεσματικά την απορροή, μειώνοντας τη διάβρωση του γόνιμου εδάφους, ιδιαίτερα των θρεπτικών ουσιών και της οργανικής ύλης. Ομοίως, το ριζικό τους σύστημα και η επιβράδυνση της ροής των επιφανειακών υδάτων μπορούν να διατηρήσουν μέρος αυτών των θρεπτικών συστατικών και την περίσσεια του κυκλοφορούντος νερού, που απορροφάται σε μεγάλο βαθμό από αυτά τα φυτά. Επίσης, μειώνουν τη διάχυτη μόλυνση από φυτοϋγειονομικά προϊόντα μέσω της drift και της απορροής. Τέλος, οι περιοχές αυτές γίνονται τοποθεσίες όπου παράγεται άφθονη βιομάζα, μέρος της οποίας επιστρέφεται στο έδαφος. Αυτό, σε συνδυασμό με την απουσία επεξεργασιών και άρωσης σε αυτές τις περιοχές, ευνοεί τον πολλαπλασιασμό των αποσυντιθέμενων μικροοργανισμών και των φυτών.

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ:

Αυτές οι σταθερές κατασκευές μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε όλους τους τύπους εδαφών και καλλιεργειών. Οι κύριοι περιορισμοί είναι οικονομικοί παράγοντες (κόστος υλοποίησης) και η διαθεσιμότητα χώρου για την εφαρμογή τους.

Στην πραγματικότητα, η χρήση αυτών των φρακτών είναι εξαιρετικά επωφελής όταν η γη έχει απότομες κλίσεις και άλλες τεχνικές που σχετίζονται με την άρωση είναι ανεπαρκείς για τον έλεγχο της απορροής.

Τέλος, αυτή η τεχνική μπορεί εύκολα να συνδυαστεί με άλλες μεθόδους διατήρησης του εδάφους (όπως εξέδρες και όργωμα κατά μήκος των ισοϋψών, μεταξύ άλλων).

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΠΗΓΕΣ:

Η πρώτη απαίτηση είναι οι σπόροι ή τα φυτά για τον φράκτη ή οι συστάδες δένδρων. Η ποσότητα αυτών των φυτών είναι καθοριστική. Μερικές φορές, το είδος μπορεί να μην είναι άμεσα διαθέσιμο σε φυτώρια, καθιστώντας δύσκολη την απόκτηση των απαραίτητων ποσοτήτων. Ως εκ τούτου, είναι ζωτικής σημασίας να προγραμματίσετε εκ των προτέρων για την απόκτηση αυτών των φυτών. Το να ζητήσετε επιβεβαίωση για τη δυνατότητα προμήθειας είναι μια καλή στρατηγική, αν και συνιστάται ο εγκλιματισμός στις τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες πριν την μεταφύτευση.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα αγροκτήματα μπορεί να έχουν φυτικά υλικά κατάλληλα για πολλαπλασιασμό σε φράκτες. Αυτή η κοινή πρακτική μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση κόστους. Ωστόσο, είναι απαραίτητο να διασφαλιστεί ότι αυτά τα φυτά είναι υγιή.

Όσον αφορά τον εξοπλισμό, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε εργαλεία που είναι ήδη διαθέσιμα στο αγρόκτημα για την εφαρμογή αυτής της τεχνικής. Για παράδειγμα, το όργανο με άροτρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δημιουργηθεί ένα βαθύ αυλάκι για την προετοιμασία της γης, το οποίο είναι κρίσιμο για την καλή ανάπτυξη των ριζών.

Κατά την προετοιμασία του εδάφους, εάν είναι δυνατόν, θα ήταν ωφέλιμο να εφαρμόζονται οργανικές τροποποιήσεις ή ακόμη και βαθείς λιπαντές.

Σε θερμότερες περιοχές με χαμηλές βροχοπτώσεις, μπορεί να απαιτείται συμπληρωματική άρδευση. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας μια πλευρική γραμμή άρδευσης με σταγόνες εάν υπάρχει ή, εναλλακτικά, με διανομή νερού από δεξαμενή.

Στα αρχικά στάδια, μπορεί να είναι απαραίτητη η διαχείριση αυτοφυών ειδών που θα μπορούσαν να ανταγωνιστούν με τα φυτεμένα. Για αυτό, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ένα χορτοκοπτικό ή να γίνει χειροκίνητο ξεβοτάνισμα εάν η

περιοχή δεν είναι πολύ μεγάλη. Προαιρετικά, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί βιοδιασπώμενο πλαστικό από σάπια φύλλα, κάνοντας μικρές τρύπες για τα σπορόφυτα, αν και αυτό συνήθως δεν απαιτείται.

Τέλος, ανάλογα με το είδος που φυτεύεται, μπορεί να χρειαστεί να διαχειριστούμε την ανάπτυξη των φυτών. Αυτό θα μπορούσε να γίνει με χειροκίνητο κλάδεμα ή, πιο αποτελεσματικά, με ένα πριόνι ή ένα εξειδικευμένο μηχανικό κουρευτικό.

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ:

Ο σχεδιασμός των δομών των φυτών προσφέρει ένα ευρύ φάσμα επιλογών. Πρώτον, είναι σημαντικό να καθοριστούν οι κύριοι στόχοι αυτών των δομών. Ανάλογα με το αν ο σκοπός είναι να φυτευτούν φράκτες ως ανεμοφράκτες, να μειωθούν οι απορροές και να αποφευχθεί η διάβρωση του εδάφους, η εφαρμογή ολοκληρωμένης διαχείρισης παρασίτων, η ενίσχυση του αγροτικού τοπίου, η δημιουργία οικολογικών διαδρόμων, η επίτευξη πρόσθετης παραγωγής για ιδιοκατανάλωση ή απλώς ο καθορισμός ορίων ιδιοκτησίας ή περιφράξεων για τα ζώα, οι απαιτήσεις σχεδιασμού θα διαφέρουν σημαντικά. Ενώ είναι δυνατό να ενσωματωθούν πολλαπλοί στόχοι, παράγοντες όπως η επιφάνεια, η διάταξη, η γεωμετρία, η επιλογή των ειδών και οι πυκνότητες θα διαφέρουν σημαντικά. Ως εκ τούτου, δεν μπορούν να παρασχεθούν συγκεκριμένες κατευθυντήριες γραμμές σε αυτό το συνοπτικό τεχνικό φύλλο. Ωστόσο, είναι σημαντικό να αναλύσετε αυτές τις πληροφορίες εκ των προτέρων και να συμβουλευτείτε τη διαθέσιμη βιβλιογραφία για συγκεκριμένα παραδείγματα που μπορούν να βοηθήσουν στο σχεδιασμό προσαρμοσμένων φρακτών. Αυτή η τεχνική επιτρέπει την εκτεταμένη προσαρμογή με βάση τις προσωπικές προτιμήσεις και κριτήρια, χρησιμοποιώντας θεμελιώδεις έννοιες.

Συνήθως, γύρω από το αγρόκτημα ή μεμονωμένα αγροτεμάχια τοποθετούνται διαφορετικοί τύποι φρακτών, με ιδιαίτερη προσοχή στις πλευρές που διασχίζουν

πλαγιές για να ελέγξουν ρέματα ή μικρές ξηρές κοίτες ποταμών. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η κύρια λειτουργία τους είναι να χρησιμεύουν ως οικονομικά αποδοτικά και μακροχρόνια όρια ιδιοκτησίας, να λειτουργούν ως ανεμοφράκτες για την προστασία των καλλιεργειών, την ενίσχυση του τοπίου ή την προώθηση της ιδιοκατανάλωσης. Για γεωργική γη με αναβαθμίδες, τοποθετούνται φράκτες στην κορυφή των αναβαθμίδων για να διευκολύνουν τη διατήρηση αυτών των κατασκευών. Οι ρίζες της φυτεμένης βλάστησης παίζουν καθοριστικό ρόλο στη σταθεροποίηση και την αγκύρωση του περιβάλλοντος εδάφους, αποτρέποντας τη διάβρωση που προκαλείται από την απορροή. Για να μεγιστοποιηθεί η ποικιλομορφία και η ποσότητα των φυσικών εχθρών ή χρήσιμων εντόμων όπως οι επικονιαστές, καθώς και για την ελαχιστοποίηση της διάβρωσης του εδάφους, θα πρέπει να δημιουργούνται φράκτες όχι μόνο κατά μήκος της περιμέτρου αλλά και εντός των καλλιεργειών. Είναι σημαντικό να καθοριστεί η κατάλληλη απόσταση μεταξύ των φρακτών για αποτελεσματικό βιολογικό έλεγχο, λαμβάνοντας υπόψη την καλλιέργεια, τα επιλεγμένα φυτικά είδη για τον φράκτη και το εύρος κίνησης ή τον στόχο των φυσικών εχθρών που κατοικούν στους φράκτες. Ο στόχος είναι να επιτραπεί σε αυτά τα έντομα να ελέγχουν συγκεκριμένα παράσιτα. Ως εκ τούτου, συνιστάται η επιλογή διαφορετικού μείγματος ειδών και η διατήρηση αποστάσεων μεταξύ των φρακτών που κυμαίνονται από 20 έως το πολύ 50 μέτρα.

Όσον αφορά τον έλεγχο της υδάτινης διάβρωσης, οι φράκτες θα πρέπει ιδανικά να φυτεύονται σε συγκεκριμένα διαστήματα κατά μήκος των ισοϋψών καμπυλών. Το κατάλληλο διάστημα εξαρτάται από πολλούς βασικούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένου του τύπου καλλιέργειας, των επιλεγμένων φυτικών ειδών, του πλάτους του φράκτη, της κλίσης και του μήκους. Αυτά τα διαστήματα επηρεάζουν τη σωρευτική επίδραση της κινητικής ενέργειας του νερού κατά την απορροή. Ενδεικτικά στοιχεία είναι διαθέσιμα για καθοδήγηση. Μια μεγαλύτερη αποτελεσματική επιφάνεια που καλύπτεται από αυτές τις δομές αποφέρει πιο

σημαντικά αποτελέσματα. Για βιολογικό έλεγχο, ο φράκτης καταλαμβάνει περίπου το 5-7% της επιφάνειας. Ωστόσο, για τον έλεγχο της διάβρωσης, συνιστάται η έναρξη με μια ελάχιστη κάλυψη αυτού του ποσοστού, η οποία μπορεί να αυξηθεί έως και 50% για απότομες κλίσεις. Σε τέτοιες περιπτώσεις, συνιστάται η κατασκευή αναβαθμίδων.

Μια άλλη ζωτική πτυχή που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι η πυκνότητα σποράς ή/και φύτευσης. Μια υψηλή πυκνότητα φύτευσης είναι απαραίτητη για τη γρήγορη δημιουργία λειτουργικών φρακτών. Ωστόσο, ορισμένα μεγάλα είδη δεν πρέπει να φυτεύονται πολύ κοντά μεταξύ τους για να αποφευχθεί ο ανταγωνισμός για χώρο και πόρους, που μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα βιωσιμότητας ή να ευνοήσει επιβλαβή παράσιτα και ασθένειες.

Όσον αφορά το πλάτος του φράκτη, στενότεροι φράκτες 1 έως 2 μέτρων είναι κατάλληλοι για την προώθηση φυσικών εχθρών, χρησιμοποιώντας ποώδη και θαμνώδη είδη. Για σκοπούς ελέγχου της διάβρωσης, προτιμώνται ελαφρώς φαρδύτεροι φράκτες που κυμαίνονται από 2 έως 4 μέτρα, χρησιμοποιώντας μεγαλύτερα είδη, συμπεριλαμβανομένων των δέντρων.

Κατά την επιλογή φυτικών ειδών, είναι απαραίτητη η διεξαγωγή προκαταρκτικών μελετών ή η συλλογή πληροφοριών για τον προσδιορισμό σημαντικών χαρακτηριστικών. Αυτά τα χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν το βάθος και τον τύπο της ρίζας, την ανάπτυξη (διάμετρος και ύψος), τον ρυθμό ανάπτυξης, την προσαρμογή στο τοπικό κλίμα (σκληρότητα), τον χρόνο ανθοφορίας, την παραγωγή καρπών και σπόρων και πιθανή επεμβατικότητα. Πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη η ικανότητα του είδους να φιλοξενεί φυσικούς εχθρούς και πιθανά παράσιτα που επηρεάζουν την καλλιέργεια. Η συνεχής έρευνα και δοκιμές στοχεύουν στον εντοπισμό των ειδών και των αμοιβαίων σχέσεών τους με αυτά τα έντομα. Διατίθενται εφαρμογές Ιστού και εφαρμογές για κινητά για το σκοπό αυτό. Γενικά, χρησιμοποιείται ένα μείγμα τουλάχιστον πέντε διαφορετικών ειδών, που ενσωματώνει ξυλώδη είδη με θάμνους ή ποώδη είδη. Ωστόσο, στις

κηπευτικές καλλιέργειες, η επιλογή μόνο θαμνωδών και ποωδών ειδών είναι συνηθισμένη, εξαιρουμένων των δέντρων για την αποφυγή προβλημάτων όπως η υπερβολική σκίαση, η πτώση των φύλλων στις καλλιέργειες ή ο περιορισμένος χώρος για μηχανήματα. Η διαδικασία επιλογής ειδών είναι κρίσιμη λόγω των πολλών διαθέσιμων επιλογών. Η ακατάλληλη επιλογή μπορεί να οδηγήσει σε δυσκολίες συντήρησης ή στην είσοδο παρασίτων που θα μπορούσαν να βλάψουν την καλλιέργεια για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Είναι σημαντικό να αξιολογηθεί η πιθανή αρνητική επίδραση επιλεγμένων ειδών, ιδιαίτερα όταν ένα είδος χρησιμεύει ως ιδανικός ξενιστής για ένα παράσιτο ή ασθένεια που επηρεάζει την καλλιέργεια. Οι εξειδικευμένοι ιστότοποι για τα παράσιτα μπορούν να παρέχουν καθοδήγηση σχετικά με αυτό το θέμα. Για να ελαχιστοποιήσετε αυτό το πρόβλημα, αποφύγετε τη φύτευση ειδών από την ίδια βοτανική οικογένεια ή ακόμα και το ίδιο γένος με την καλλιέργεια, καθώς μπορεί να έχουν κοινά παράσιτα ή ασθένειες. Χρησιμοποιώντας ένα ποικίλο μείγμα ειδών αντί να βασίζεστε σε ένα μόνο είδος, είναι δυνατό να αποτρέψετε οποιοδήποτε είδος να κυριαρχήσει στη δομή. Σκεφτείτε ότι για να ευδοκιμήσουν οι φυσικοί εχθροί σε αυτούς τους φράκτες, πρέπει να υπάρχει ένας μικρός πληθυσμός των ίδιων των παρασίτων ή παρόμοιων ειδών για να διατηρήσει αυτά τα έντομα σε περιόδους που η καλλιέργεια δεν έχει μολυνθεί.

Ο προσδιορισμός της διάταξης των φυτεύσεων στο έδαφος συχνά περιλαμβάνει την παρακολούθηση καθορισμένων μοτίβων φύτευσης, με μια συγκεκριμένη σειρά ή δομή φύτευσης να επαναλαμβάνεται σε όλο τον φράκτη. Για παράδειγμα, μια συνεχής δομή μπορεί να αποτελείται από επαναλαμβανόμενη φύτευση τριών δεντρολίβανων, μιας πικροδάφνης, μιας αλιμιάς και μιας μαστίχας. Ωστόσο, συνιστάται η δημιουργία ενός τυχαίου μείγματος εκτός εάν μια τεχνική αιτιολόγηση απαιτεί ένα συγκεκριμένο μοτίβο. Αυτή η προσέγγιση έχει ως αποτέλεσμα ένα πιο φυσικό και ευνοϊκό αποτέλεσμα.

Ένα σενάριο αφορά το σχεδιασμό φραχτών ως ανεμοφράκτες. Σε αυτή την περίπτωση, οι άνεμοι που επικρατούν και ο κίνδυνος παγετού λόγω αναστροφής θα πρέπει να αναλυθούν για να αποφευχθεί η ζημιά από το ψύχος στην καλλιέργεια. Η διάταξη του ανεμοφράκτη δεν πρέπει να λειτουργεί ως φράγμα στον ψυχρό αέρα που συσσωρεύεται κατά τη θερμική αναστροφή, όπως στο τέλος μιας πλαγιάς βουνού. Ως εκ τούτου, ο προσανατολισμός των ανεμοφράκτη μπορεί να διαφέρει σημαντικά από άλλου τύπου φράκτες. Επιπρόσθετα, πρέπει να ληφθεί υπόψη ο βαθμός προστασίας ή η περιοχή επιρροής που παρέχουν οι ανεμοφράκτες, που καθορίζεται από το μέγιστο ύψος των φυτευμένων δέντρων (που είναι συνήθως περίπου δεκαπλάσιο του ύψους των δέντρων). Κατά την επιλογή φυτικών ειδών για ανεμοφράκτες, είναι απαραίτητο να εστιάσετε σε δέντρα με γνωστή προστατευτική δράση. Επιπλέον, η πυκνότητα φύτευσης θα πρέπει να είναι κατάλληλη για το επιλεγμένο είδος, λαμβάνοντας υπόψη το τελικό τους μέγεθος. Ο ανεμοφράκτης δεν πρέπει να είναι υπερβολικά συμπαγής, επιτρέποντας στον αέρα να διέρχεται με ελεγχόμενο τρόπο για να αποτρέπονται δυσμενείς επιπτώσεις που προκαλούνται από ισχυρές δίνες στην υπήνεμη πλευρά του φράχτη.

Για παραποτάμια ή συστάδες σε κοιλάδες, η ακανόνιστη φύτευση με εναλλασσόμενα είδη είναι ιδανική για να δημιουργήσετε μια πιο φυσική εμφάνιση. Για να ενισχυθούν οι λειτουργίες φιλτραρίσματος και προστασίας των πλευρών, τα ποώδη είδη θα πρέπει να τοποθετούνται ανάντη, ακολουθούμενα από θάμνους, με δέντρα πιο κοντά στην όχθη. Με την πάροδο του χρόνου, η φυσική βλάστηση θα αποικίσει εκ νέου τμήματα αυτών των περιθωρίων, με αποτέλεσμα την τυπική εμφάνιση των παραποτάμιων δασών. Σε περιπτώσεις όμως που απαιτείται τοπική υδρολογική διόρθωση λόγω ανεξέλεγκτων ρεμάτων ή ρεμάτων στο αγρόκτημα, απαιτούνται μηχανολογικές παρεμβάσεις. Αυτές οι επεμβάσεις, συνοδευόμενες από φυτεύσεις για την επίτευξη μεγαλύτερης σταθερότητας και φυσικότητας μέσω των κορμών, δεν εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής αυτού του εγχειριδίου.

Η σωστή προετοιμασία του εδάφους είναι ζωτικής σημασίας κατά τη φύτευση φρακτών. Αυτό περιλαμβάνει ενδελεχή καλλιέργεια του εδάφους για την εξάλειψη τυχόν hardpan. Ανάλογα με το είδος που πρόκειται να φυτευτεί, η προετοιμασία μπορεί να επιτευχθεί μέσω συνεχών φυτευμένων τάφρων χρησιμοποιώντας κατάλληλα εργαλεία όπως sweep, moldboard, or subsoiler. Εναλλακτικά, μπορούν να δημιουργηθούν μεμονωμένες τρύπες φύτευσης χρησιμοποιώντας εκσκαφέα ή τρυπάνι. Συνιστάται η προσθήκη οργανικής ύλης και η βαθιά εφαρμογή ορυκτών λιπασμάτων. Τέλος, το χώμα is mounded και συμπιέζεται. Αφήνοντας τη μία πλευρά των φρακτών να φυτεύονται κάτω από τη φυτεία (ανάντι) ή δημιουργώντας μια μικρή παράλληλη τάφρο μπορεί να ενισχύσει τη συγκράτηση του βρόχινου νερού κατά τα πρώτα στάδια της φύτευσης. Εναλλακτικά, ένα μικρό ανάχωμα παράλληλο στον φράκτη προς τα κατάντη μπορεί να εξυπηρετήσει τον ίδιο σκοπό. Σε ορισμένες περιπτώσεις, ο φράκτης μπορεί να ανυψωθεί ψηλότερα από το έδαφος, δημιουργώντας μία μικρή επίπεδη επιφάνεια ή λόφο για ενίσχυση του ελέγχου της διάβρωσης, ιδιαίτερα κατά τα πρώτα χρόνια ανάπτυξης των φυτών.

Σε εξαιρετικά ξηρές περιοχές, μπορεί να χρειαστεί πρόσθετη υποστήριξη άρδευσης ανάλογα με την εποχή φύτευσης και την ανθεκτικότητα του επιλεγμένου είδους. Τα προσωρινά συστήματα άρδευσης ή οι δεξαμενές νερού μπορούν να παρέχουν συμπληρωματικό νερό. Ωστόσο, είναι σημαντικό να μειωθεί σταδιακά ή να εξαλειφθεί η άρδευση για να επιτραπεί η σωστή εγκατάσταση των ριζών και η αυτάρκεια στη σταθεροποίηση του εδάφους.

Όσον αφορά τη συντήρηση, μπορεί να είναι απαραίτητο το περιοδικό κλάδεμα και η αφαίρεση των κλαδιών για να διατηρηθεί το επιθυμητό μέγεθος του φράκτη χωρίς να παραβιαστεί η καλλιέργεια ή για να αντικατασταθούν τα γηράσκοντα φυτά. Είναι σημαντικό ότι αυτές οι επιφάνειες δεν πρέπει να υποβάλλονται σε μεταγενέστερη λίπανση ή επεξεργασία, ειδικά όταν δημιουργούνται φράκτες για

την προώθηση και τη διατήρηση της ευεργετικής πανίδας (φυσικοί εχθροί), καθώς τέτοιες επεξεργασίες μπορεί να είναι επιζήμιες για την επιβίωσή τους.

Τέλος, είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη οι πιθανοί ρυθμιστικοί κανονισμοί που ενδέχεται να επηρεάσουν τη δημιουργία φρακτών σε ορισμένες τοποθεσίες.

Η συλλογή πληροφοριών που αφορά το νομικό κομμάτι συνιστάται ιδιαίτερα για να διασφαλιστεί ο σωστός σχεδιασμός και να αποφευχθούν μελλοντικές αποτυχίες. Για παράδειγμα, σύμφωνα με το άρθρο 5 του ισπανικού νόμου για τα δάση, μετά από μια ορισμένη περίοδο (συνήθως δέκα χρόνια ή λιγότερο για τις συστάδες), οι θαμνώδεις ή δασώδεις επιφάνειες μπορούν να ταξινομηθούν ως επιφανειακά δάση. Οι περιοχές αυτές θεωρούνται «δασικοί θύλακες σε γεωργική γη» από τη δασική αρχή της Αυτόνομης Κοινότητας. Μια τέτοια ταξινόμηση μπορεί να επιβάλει περιορισμούς στο μέλλον, επηρεάζοντας τις ενισχύσεις που σχετίζονται με το τοπίο ή τη βιοποικιλότητα και μπορεί να απαιτήσει ειδική άδεια για την απομάκρυνση.

ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΕΛΑΤΤΩΣΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ:

Η χρήση αυτών των φυτικών δομών προσφέρει δύο βασικά οφέλη στην κλιματική αλλαγή. Πρώτον, συμβάλλουν στη βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους μειώνοντας τις απώλειες του εδάφους και των θρεπτικών ουσιών. Επιπλέον, μπορούν να αποθηκεύσουν σημαντικές ποσότητες CO₂ μέσω της παραγωγής βιομάζας. Αυτή η ικανότητα αποθήκευσης μπορεί να είναι ιδιαίτερα υψηλή όταν εμπλέκονται δέντρα, φτάνοντας σε επίπεδα συγκρίσιμα με τα δάση. Επιπλέον, η περιοχή που επηρεάζεται από τον φράκτη παρουσιάζει σημαντική αύξηση της περιεκτικότητας σε οργανική ύλη, ξεπερνώντας το πραγματικό πλάτος της δομής.

Επιπλέον, οι μειωμένες απώλειες λιπασμάτων και η τοπική αύξηση της οργανικής ύλης που προκύπτει από την παρουσία αυτών των δομών μπορεί να συμβάλει σε κάποιο βαθμό στη μείωση της εξάρτησης από τα λιπάσματα.

Επιπρόσθετα, η φύτευσή τους, ειδικά όταν είναι διάσπαρτα μέσα στη φυτεία, οδηγεί σε μείωση της άροσης, με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση καυσίμων, αν και μέτρια, με την πάροδο του χρόνου.

Συνολικά, αυτές οι δομές των φυτών έχουν θετικό αντίκτυπο στη δέσμευση άνθρακα, καθιστώντας τις πολύτιμες ως αποθήκες άνθρακα.

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΚΟΙΝΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ:

Στο παρελθόν, οι πολυλειτουργικές πτυχές αυτών των στοιχείων στο γεωργικό τοπίο δεν αναγνωρίζονταν επαρκώς στο μοντέλο της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (ΚΑΠ) της ΕΕ. Κατά συνέπεια, μειώθηκαν τα ποσά που καταβλήθηκαν στους αγρότες για αυτές τις εκτάσεις, θεωρώντας τις «μη παραγωγικές». Ευτυχώς, οι ευρωπαϊκές αρχές αναγνωρίζουν τώρα τη σημασία αυτών των στοιχείων ως αναπόσπαστα στοιχεία των διαφορετικών αγροτικών περιοχών σε ολόκληρη την Ευρώπη. Αναγνωρίζοντας τα οφέλη τους για τη βιοποικιλότητα και την κλιματική αλλαγή, έχουν πλέον ενσωματωθεί έντονα στις απαιτήσεις για άμεσες πληρωμές στους γεωργούς (ενισχυμένες προϋποθέσεις) και στην πληρωμή βασικής βοήθειας.

Επιπλέον, πολλές περιφέρειες έχουν ήδη συμπεριλάβει μέτρα που σχετίζονται με αυτά τα στοιχεία στα προηγούμενα προγράμματα αγροτικής ανάπτυξης, τόσο για τη διατήρησή τους όσο και για νέες φυτεύσεις, καθιστώντας τα υποχρεωτική απαίτηση για τη λήψη αγρο-περιβαλλοντικής βοήθειας (Fernández, M.A., 2015).

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι το κόστος φύτευσης αυτών των φυτικών δομών διατήρησης μπορεί να αντισταθμιστεί μέσω των επιχειρησιακών κονδυλίων των Οργανώσεων Παραγωγών Οπωροκηπευτικών Προϊόντων (ΟΠΟΠ). Οι δομές αυτές θεωρούνται μέρος των υποχρεωτικών περιβαλλοντικών μέτρων που πρέπει να εφαρμοστούν στο πλαίσιο αυτών των κονδυλίων.

Αμειψισπορά και Εναλλαγή Καλλιεργειών

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ: Αμειψισπορά και Εναλλαγή Καλλιεργειών

ΤΥΠΟΣ: Διαχείριση καλλιεργειών

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ:

Η αμειψισπορά είναι μια παραδοσιακή μέθοδος που χρησιμοποιείται από την αρχαιότητα για τη διατήρηση της φυσικής γονιμότητας του εδάφους και την προστασία των αγροτικών καλλιεργειών, ιδιαίτερα των κηπευτικών, από ανεπιθύμητα φυτοϋγειονομικά προβλήματα που προκύπτουν από την επανειλημμένη φύτευση των ίδιων καλλιεργειών.

Αυτή η προσέγγιση επικεντρώνεται στη δημιουργία μιας ακολουθίας ή εναλλαγής καλλιεργειών στο ίδιο κομμάτι γης για μια συγκεκριμένη περίοδο, συνήθως 1 έως 3 χρόνια. Αυτή η διάρκεια εξαρτάται από την ένταση και τη διάρκεια ζωής κάθε καλλιέργειας. Η μέθοδος περιλαμβάνει τη χρήση φυτικών ειδών που μπορούν να συνυπάρχουν για κάποιο χρονικό διάστημα ενώ έχουν μοναδικά χαρακτηριστικά. Αυτά τα διακριτά χαρακτηριστικά τους επιτρέπουν να σπάσουν τον κύκλο ζωής συγκεκριμένων παρασίτων, να προσαρμόζονται σε διάφορα προφίλ εδάφους, να διαθέτουν διαφορετικά ριζικά συστήματα, να ενισχύουν την ατμοσφαιρική δέσμευση αζώτου και να προσφέρουν άλλα χρήσιμα χαρακτηριστικά.

Συνιστάται να συμπεριληφθούν τουλάχιστον δύο, ιδανικά τρεις, καλλιέργειες ή παραλλαγές σε αυτήν την αμειψισπορά. Αυτές θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν περιόδους αγρανάπαυσης (χρόνους ανάπαυσης για το έδαφος) ή τη χρήση χλωρής κοπριάς. Αυτή η τεχνική μπορεί επίσης να συνδυαστεί με τη λογική διαχείριση των

ζών. Τα υπολείμματα των καλλιεργειών ή ορισμένα βοσκήσιμα φυτά ευεργετικά για τα ζώα μπορούν ακόμη και να ενσωματωθούν στον κύκλο αμειψισποράς.

Παρά τα πολυάριθμα πλεονεκτήματα που προσφέρει η αμειψισπορά, η εντατικοποίηση της γεωργίας —που χαρακτηρίζεται από την παροχή λιπασμάτων και φυτοϋγειονομικών προϊόντων και την εστίαση σε ορισμένες εξαγωγικές καλλιέργειες σε συγκεκριμένες περιοχές όπως το Campo de Cartagena ή η κοιλάδα του Guadalentín— έχει οδηγήσει σε παρακμή αυτής της πρακτικής. Αυτό συνέβη επειδή η διαφοροποίηση των καλλιεργειών έκανε δύσκολη τη διαχείριση της εκμετάλλευσης λόγω του μικρού μεγέθους πολλών εκμεταλλεύσεων. Αυτό δεν ήταν ευνοϊκό για τις εταιρείες οπωροκηπευτικών που απαιτούσαν μεγάλους όγκους συγκεκριμένου προϊόντος όλο το χρόνο για να καλύψουν την εμπορική ζήτηση.

Ωστόσο, η αυξανόμενη δημοτικότητα της Βιολογικής Γεωργίας στην περιοχή της Μούρθια, η εμφάνιση ορισμένων φυτοϋγειονομικών προβλημάτων με περιορισμένα μέτρα ελέγχου και οι νέες ρυθμιστικές απαιτήσεις αρχίζουν να μετατοπίζουν αυτήν την τάση. Ως αποτέλεσμα, πολλές μεγάλες αγροτικές επιχειρήσεις, μαζί με παραγωγούς μικρότερης κλίμακας, έχουν αρχίσει να ενσωματώνουν κάποια μορφή εναλλαγής ή εναλλαγής στον κύκλο παραγωγής τους. Αυτό περιλαμβάνει τη χρήση προσωρινών περιόδων αγρανάπαυσης, δημητριακών, φασολιών, ηλίανθων, πατατών και άλλων, τα οποία εναλλάσσονται με ορισμένες από τις πιο συχνά καλλιεργούμενες καλλιέργειες της περιοχής.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες και αλλού στην Αμερική, οι αμειψισπορές εξυπηρετούν επίσης το σκοπό της διατήρησης του εδάφους. Αυτό το επιτυγχάνουν εισάγοντας συγκεκριμένα είδη ικανά να ενισχύσουν την ανθεκτικότητα του συστήματος εδάφους-φυτών έναντι της διάβρωσης που προκαλείται από τον άνεμο ή το νερό.



Εικόνα 16: Οικόπεδα αμειψισποράς μπιζελιού και σιταριού. Πηγή: Mervin St. Luce (2022).

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ:

Η αμειψισπορά μπορεί να έχει σημαντική επίδραση στη διατήρηση του εδάφους και στη βιοποικιλότητα με διάφορους τρόπους:

Πρώτον, ένα βασικό πλεονέκτημα της αμειψισποράς είναι το πώς διαταράσσει τον αναπαραγωγικό κύκλο διαφόρων παρασίτων και ασθενειών που είναι δυνητικά επιβλαβή για συγκεκριμένες καλλιέργειες. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την εναλλαγή διαφορετικών ειδών καλλιεργειών από διακριτές βοτανικές οικογένειες ή με την ενσωμάτωση περιόδων αγρανάπαυσης ορισμένων μηκών. Για παράδειγμα, αυτή η μέθοδος είναι ευεργετική για σταυρανθή (όπως το μπρόκολο, το κουνουπίδι και το λάχανο) που συχνά προσβάλλονται από νηματώδεις από το γένος *Heterodera*, μαρούλια που επηρεάζονται από τον μύκητα *Sclerotinia* ή δημητριακά που επηρεάζονται από *Septoria* ή το κουνούπι δημητριακών.

Επιπλέον, η αμειψισπορά ενθαρρύνει τη βιοποικιλότητα με την εισαγωγή νέων φυτικών ειδών. Αυτή η αύξηση της βιοποικιλότητας δεν προκύπτει μόνο από τα ίδια τα νέα είδη καλλιέργειας αλλά και από τα παράσιτα ή τους φυσικούς εχθρούς που συνδέονται με αυτές τις καλλιέργειες και τη μικροχλωρίδα που επωφελείται από τα υπολείμματά τους στο έδαφος. Σε μικρότερη κλίμακα, η ύπαρξη μεγαλύτερης ποικιλίας καλλιεργειών διαφοροποιεί επίσης τις πηγές τροφής για μικρότερη πανίδα, όπως πτηνά και τρωκτικά.

Μια άλλη ζωτική πτυχή της αμειψισποράς είναι η διαφοροποίηση που εισάγει στο προφίλ του εδάφους. Επιλέγοντας καλλιέργειες με διαφορετικά ριζικά συστήματα που λειτουργούν σε διαφορετικά βάθη εδάφους και απορροφούν διαφορετικά θρεπτικά συστατικά και νερό, η αμειψισπορά επιτρέπει στο έδαφος και τα αποθέματα θρεπτικών ουσιών του να ξεκουραστούν και να ανακάμψουν φυσικά.

Όσον αφορά τη διάβρωση του εδάφους, ορισμένες καλλιέργειες όπως τα δημητριακά μπορούν να ενισχύσουν άμεσα την προστασία του εδάφους από τη διάβρωση των φύλλων. Αυτό οφείλεται στην πυκνή ανάπτυξή τους, το ριζικό τους σύστημα και τα καλάμακρια που αφήνουν πίσω τους, τα οποία μπορούν να ενισχύσουν το πορώδες του εδάφους και την περιεκτικότητα σε οργανική ύλη. Ομοίως, τα πράσινα λιπάσματα ή τα βοσκοτόπια μπορούν επίσης να καταπολεμήσουν τη διάβρωση, ειδικά όταν συνδυάζονται με άλλες τεχνικές όπως το περίγραμμα ή το ελάχιστο όργωμα, λωρίδες, φράκτες ή αναβαθμίδες. Τέλος, η χρήση της αμειψισποράς γενικά μειώνει τη διάρκεια κατά την οποία το έδαφος μένει εκτεθειμένο και απροστάτευτο, καθώς ο χρόνος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί καλύτερα για την καλλιέργεια αυτών των εναλλασσόμενων καλλιεργειών.

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ:

Αυτή η τεχνική είναι ιδανική για ποώδεις καλλιέργειες, τυπικά ετήσιες ή διετές, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά σε όλους τους τύπους εδάφους

που χρησιμοποιούνται σε αγρούς καλλιέργειας. Τα οφέλη της αμειψισποράς των καλλιεργειών —η αποφυγή της φύτευσης της ίδιας καλλιέργειας χρόνο με το χρόνο— βοηθούν στην πρόληψη σημαντικών εδαφικών προβλημάτων που θα μπορούσαν τελικά να επηρεάσουν την απόδοση των καλλιεργειών.

Από κανονιστική άποψη, οι κώδικες για καλές γεωργικές πρακτικές για τον έλεγχο της νιτρορύπανσης από γεωργικές πηγές συνήθως συνιστούν την αμειψισπορά.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΠΗΓΕΣ:

Η εφαρμογή αμειψισπορών μπορεί να απαιτήσει πρόσθετους πόρους, όπως αυξημένο εξοπλισμό για φύτευση, μεταφύτευση, όργωμα ή/και συγκομιδή ή ακόμα και αποθήκευση υπολειμμάτων καλλιεργειών για τη διατροφή των ζώων.

Συχνά, η κύρια πρόκληση ή περιοριστικός παράγοντας είναι ο χρόνος, καθώς η μετάβαση μεταξύ των καλλιεργειών, καθώς και ο χρόνος τους στο έδαφος, πρέπει να αντιμετωπίζονται προσεκτικά. Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό να προγραμματιστεί διεξοδικά η επιλογή των καλλιεργειών που χρησιμοποιούνται στην αμειψισπορά, λαμβάνοντας υπόψη ότι οι καιρικές συνθήκες μπορούν να αλλάξουν σημαντικά αυτά τα χρονοδιαγράμματα, απαιτώντας από τους αγρότες να προσαρμοστούν και να ανταποκριθούν σε πιθανές απρόβλεπτες καταστάσεις.

Καθώς ο αριθμός των καλλιεργειών ή των φυτικών ειδών αυξάνεται, οι απαιτούμενοι πόροι μπορεί να ποικίλλουν. Όταν εισάγονται ασυνήθιστα περιφερειακά είδη, οι αγρότες θα πρέπει να σχεδιάσουν ή να προβλέψουν την προμήθεια νέων ειδών σπόρων για την αμειψισπορά. Για να βοηθήσουν σε αυτό, οι τράπεζες γερμπλασμάτων, που ιδρύονται σε πολλές χώρες, μπορούν να παρέχουν φυτικό υλικό που μπορεί να είναι χρήσιμο. Αυτό το υλικό συχνά περιλαμβάνει παραδοσιακές ποικιλίες που θα μπορούσαν να προσαρμοστούν καλύτερα στις τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες των καλλιεργειών.

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ:

Στην αμειψισπορά, η αλληλουχία των καλλιεργειών αντιμετωπίζεται ως ενιαία μονάδα παραγωγής. Ωστόσο, μια άλλη προσέγγιση περιλαμβάνει την εφαρμογή αυτής της ακολουθίας σε διαφορετικές μονάδες ή διαγράμματα. Αυτή η στρατηγική, γνωστή ως εναλλαγή, περιλαμβάνει τη διαίρεση του αγροκτήματος σε πολλές μονάδες ή οικόπεδα (ονομάζονται επίσης «φύλλα»). Σε κάθε φύλλο, οι καλλιεργείες φυτεύονται διαδοχικά, συμπεριλαμβανομένων περιόδων αγρανάπαυσης και χλωρών λιπασμάτων. Οι καλλιεργείες αλλάζουν με κάθε κύκλο, μετακινούνται σε άλλο οικόπεδο με συστηματικό τρόπο. Μετά από ένα ορισμένο διάστημα, οι καλλιεργείες επιστρέφουν στο αρχικό οικόπεδο όπου ξεκίνησε η αμειψισπορά. Ο αριθμός και το μέγεθος των φύλλων πρέπει να καθορίζονται με βάση τις ανάγκες παραγωγής (τύποι καλλιεργειών και απόδοση) και το χρονικό πλαίσιο που λαμβάνεται υπόψη για αυτή την εναλλαγή. Αυτό θα εξαρτηθεί από τις περιόδους ανάπτυξης κάθε είδους, μαζί με τον απαραίτητο χρόνο για τη φύτευση και τις προπαρασκευαστικές εργασίες.

Όσον αφορά το σχεδιασμό της αμειψισποράς, η επιλογή ειδών ή εναλλακτικών καλλιεργειών που θα συμπεριληφθούν στην αμειψισπορά είναι ένα κρίσιμο βήμα. Θα πρέπει να ληφθούν υπόψη διάφοροι παράγοντες ή παράμετροι, οι οποίοι μπορεί να περιλαμβάνουν μερικά ή όλα από τα ακόλουθα:

1. Επιλέξτε είδη σημαντικού οικονομικού ενδιαφέροντος για τον αγρότη ή την εταιρεία εμπορίας.
2. Εξασφαλίστε τη συμβατότητα με άλλες καλλιεργείες όσον αφορά τους χρόνους φύτευσης και συγκομιδής. Στόχος είναι η φύτευση ενός νέου είδους αμέσως μετά τη συγκομιδή του προηγούμενου ή η επιλογή ειδών με σύντομους κύκλους παραγωγής που θα τα καθιστούν συμβατά με άλλα.
3. Η αλληλουχία των καλλιεργειών θα πρέπει να ευθυγραμμίζεται με τις εποχές της περιοχής.

4. Χρησιμοποιήστε είδη από διαφορετικές βοτανικές οικογένειες, καθώς ορισμένα παράσιτα ή ασθένειες μπορούν να επηρεάσουν ολόκληρα γένη.
5. Συμπεριλάβετε είδη με διαφορετικά ριζικά συστήματα, όπως φασκόμηλο, ρίζα, ινώδη κ.λπ., ή με διαφορετικά βάρη.
6. Αποφύγετε είδη που μοιράζονται σημαντικά παράσιτα ή ασθένειες.
7. Για να επιλέξετε είδη με ποικίλες διατροφικές ανάγκες.
8. Επιλέξτε καλλιεργείες που μπορούν να ανεχθούν ορισμένες εδαφικές συνθήκες, όπως αλατότητα, αργιλώδη ή βαριά εδάφη, εάν υπάρχουν.
9. Εξετάστε είδη που μπορούν να σταθεροποιήσουν το ατμοσφαιρικό άζωτο, όπως τα όσπρια.
10. Η συμπερίληψη ενός είδους με χαμηλές απαιτήσεις σε νερό πρέπει να εξισορροπεί την υψηλότερη κατανάλωση ενός άλλου.
11. Εξετάστε είδη με ευεργετικά αλληλοπαθητικά αποτελέσματα. Δηλαδή αυτά των οποίων η παρουσία ή τα υπολείμματα μπορούν να απωθήσουν ορισμένα παράσιτα.
12. Εξετάστε είδη με ευεργετικά αλληλοπαθητικά αποτελέσματα. Δηλαδή αυτά των οποίων η παρουσία ή τα υπολείμματα μπορούν να απωθήσουν ορισμένα παράσιτα.
13. Σε περίπτωση προβλημάτων διάβρωσης, εξετάστε τα είδη που παρέχουν μεγαλύτερο έλεγχο της διάβρωσης.

Μια ευρέως χρησιμοποιούμενη αμειψισπορά περιλαμβάνει μια κύρια κηπευτική καλλιέργεια, ακολουθούμενη από αγρανάπαυση, δημητριακά ή/και χλωρή κοπριά, ή δύο κύριες καλλιεργείες κηπευτικών από διαφορετικές οικογένειες για διαφορετικές εποχές, με ενδιάμεσες περιόδους αγρανάπαυσης ή πράσινου κομποστ/σιτηρών. Υπάρχει άφθονη βιβλιογραφία που περιγράφει καλούς συνδυασμούς τόσο για πώδεις καλλιεργείες ξηράς όσο και για αρδευόμενες κηπευτικές καλλιεργείες.

ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΕΛΑΤΤΩΣΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ:

Οι αμειψισπορές μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση της ανάγκης για ορυκτά λιπάσματα συνολικά. Επιπλέον, ορισμένα είδη που ενδέχεται να συμπεριληφθούν στην αμειψισπορά μπορεί να απαιτούν λιγότερη λίπανση ή άρρωση (όπως με ορισμένα δημητριακά), μειώνοντας τη χρήση καυσίμου ή ενέργειας. Εάν συμπεριληφθούν και τα όσπρια στην αμειψισπορά, η ανάγκη για λιπάσματα με βάση το άζωτο θα μειωθεί σημαντικά, μειώνοντας έτσι το κόστος των λιπασμάτων.

Συμπληρωματικά, αν και μέτρια, η ικανότητα αποθήκευσης CO₂ μπορεί επίσης να αυξηθεί όταν η περιεκτικότητα σε οργανική ύλη αυξάνεται λόγω της αυξημένης ποσότητας υπολειμμάτων καλλιεργειών.

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΚΟΙΝΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ:

Σε προηγούμενες περιόδους Προγραμμάτων Αγροτικής Ανάπτυξης (ΠΑΑ) σε πολλές περιοχές της Ισπανίας, συμπεριλήφθηκαν αγροπεριβαλλοντικά μέτρα όπως οι αμειψισπορές, η περιβαλλοντική αγρανάπαυση ή η χρήση πράσινων λιπασμάτων (Fernández, M.A. 2015). Η βιολογική γεωργία, η οποία καθιστά τις αμειψισπορές απαραίτητες για ένα πιο βιώσιμο γεωργικό σύστημα, γίνεται βασικό μέτρο σε αυτού του είδους τις ενισχύσεις.

Επιπλέον, η νέα Κοινή Αγροτική Πολιτική περιλαμβάνει, στο πλαίσιο των Καλών Γεωργικών και Περιβαλλοντικών Συνθηκών (ΚΓΠΣ), την υποχρεωτική χρήση ενός ελάχιστου αριθμού εναλλαγών κάτω από την ενισχυμένη Προϋπόθεση. Αυτές οι εναλλαγές πρέπει να περιλαμβάνουν περιόδους αγρανάπαυσης και τη χρήση ειδών που δεσμεύουν το άζωτο. Οι απαιτήσεις αυτές είναι υποχρεωτικές για τις άμεσες ενισχύσεις στους γεωργούς, μια πτυχή που απαιτείται ήδη την προηγούμενη περίοδο στο οικολογικό σκέλος της βασικής ενίσχυσης των γεωργών.

Ελάχιστη καλλιέργεια, χωρίς καλλιέργεια και αγρανάπαυση

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ: Ελάχιστη καλλιέργεια, καθόλου καλλιέργεια και αγρανάπαυση *minimum*

ΑΛΛΕΣ ΟΝΟΜΑΣΙΕΣ: Μειωμένη καλλιέργεια, Άμεση σπορά, Μηδενική όργωση, Διατήρηση σποράς

ΤΥΠΟΣ: Διαχείριση όργωσης

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ:

Το ελάχιστο όργωμα, γνωστό και ως μειωμένο όργωμα, περιλαμβάνει τη μείωση της συχνότητας ή της έντασης του οργώματος σε σύγκριση με τις συμβατικές πρακτικές σε μια δεδομένη περιοχή. Αυτό επιτυγχάνεται με τη μείωση του αριθμού των εργασιών που εκτελούνται στο έδαφος. Μπορεί επίσης να περιλαμβάνει τη χρήση εργαλείων που προκαλούν λιγότερες διαταραχές στο προφίλ του εδάφους, όπως αυτά που το αλλοιώνουν ελάχιστα (αναστροφή του προφίλ) ή εργάζονται σε μικρότερο βάθος (επιφανειακή εργασία).

Στην περίπτωση των ξυλωδών καλλιεργειών, ο πρωταρχικός στόχος της μη άρρωσης είναι να αποφευχθεί πλήρως κάθε όργωμα στο έδαφος, καθώς εκθέτει την επιφάνεια σε διαδικασίες διάβρωσης. Για τις ποώδεις καλλιέργειες, η αντίστοιχη πρακτική ονομάζεται άμεση σπορά. Στην απευθείας σπορά, οι σπόροι ή οι μεταφυτεύσεις φυτεύονται απευθείας στο έδαφος, με μερικά υπολείμματα από την προηγούμενη καλλιέργεια (καλάμια) να έχουν μείνει στη θέση τους. Οι ελάχιστες εργασίες αρχικής προετοιμασίας του εδάφους διεξάγονται κατά τη

φύτευση ή τη μεταφύτευση. Αυτή η τεχνική έχει αναδειχθεί ως μια πιο βιώσιμη εναλλακτική λύση για την καύση καλαμιών, η οποία βρέθηκε ότι είναι επιβλαβής για τη γονιμότητα του εδάφους και είχε ως αποτέλεσμα αυξημένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Μια άλλη εναλλακτική λύση, που χρησιμοποιείται συνήθως σε ειδικά προγράμματα γεωργο-περιβαλλοντικής βοήθειας στο πλαίσιο της ΚΑΠ (Κοινή Αγροτική Πολιτική) στην Ισπανία, περιλαμβάνει τον περιορισμό της άρωσης κατά τη διάρκεια ορισμένων περιόδων του έτους, συνήθως σε περιόδους κινδύνου έντονων βροχοπτώσεων (άνοιξη ή φθινόπωρο) ή σε περιοχές που έχουν χαρακτηριστεί για την προστασία των πτηνών (εκτάσεις ΖΕΡΑ) σε επιφάνειες δημητριακών κατά τις περιόδους αναπαραγωγής ειδών ενδιαφέροντος. Αυτός ο περιορισμός μειώνει αποτελεσματικά το όργωμα με την πάροδο του χρόνου. Επεκτείνοντας περαιτέρω αυτήν την προσέγγιση, η τεχνική της αγρανάπαυσης περιλαμβάνει το να αφήνεις το έδαφος εντελώς ακαλλιέργητο για μια περίοδο που κυμαίνεται από μερικούς μήνες έως ένα ολόκληρο έτος. Αυτή η παραδοσιακή πρακτική, που χρησιμοποιήθηκε ευρέως στο παρελθόν όταν δεν υπήρχαν διαθέσιμα λιπάσματα και φυτοφάρμακα, ήταν απαραίτητη για την αποκατάσταση της ελάχιστης γονιμότητας του εδάφους και τον έλεγχο των παρασίτων και των παθογόνων παραγόντων των καλλιεργειών, ιδιαίτερα σε καλλιέργειες με βροχή. Σήμερα, η τεχνική της αγρανάπαυσης αναβιώνει ως απαίτηση στους κανονισμούς της ΚΑΠ και στα Προγράμματα Αγροτικής Ανάπτυξης (ΠΑΑ), καθώς και λόγω της αυξανόμενης υιοθέτησης της Βιολογικής Γεωργίας, η οποία περιορίζει τη χρήση αγροχημικών. Η τεχνική της αγρανάπαυσης θεωρείται συστατικό των αμειψισπορών, οι οποίες περιγράφονται σε άλλη ενότητα αυτού του εγχειριδίου.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ:



Εικόνα 17: Φυτεία καλαμποκιού χωρίς τεχνική άρωσης. Πηγή: Shutterstock (n.d)

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ:

Οι πρακτικές άρωσης έχουν διάφορες αρνητικές επιπτώσεις στο έδαφος, συμπεριλαμβανομένης της διάσπασης της δομής του εδάφους, της αυξημένης ανοργανοποίησης της οργανικής ύλης όταν εκτίθεται στον αέρα και της αποξήρανσης, του σχηματισμού ζώνης συμπίεσης (ένα σκληρυμένο στρώμα λόγω της διέλευσης των μηχανημάτων και της κοπής του εργαλείου) και σημαντικές αλλοιώσεις στο η μικροχλωρίδα του εδάφους λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας. Επομένως, οποιαδήποτε τεχνική που ελαχιστοποιεί το όργωμα μειώνοντας τη συχνότητα, το βάθος ή τον βαθμό περιστροφής του εδάφους θα έχει θετική επίδραση μετριάζοντας τις πιθανές επιπτώσεις αυτών των πρακτικών. Η παραμονή της γης σε αγρανάπαυση για επαρκή περίοδο ή σε κατάλληλες στιγμές μπορεί να ενισχύσει περαιτέρω αυτά τα οφέλη.

Συμπερασματικά, η εφαρμογή αυτών των τεχνικών καλλιέργειας μπορεί να οδηγήσει σε βελτίωση της δομής του εδάφους, αύξηση της διαπερατότητας, ενισχυμένη ικανότητα διείσδυσης νερού, υψηλότερη περιεκτικότητα σε οργανική ουσία και μεγαλύτερη βιολογική δραστηριότητα στις περισσότερες περιπτώσεις. Οι περίοδοι άμεσης σποράς και αγρανάπαυσης, ειδικότερα, συμβάλλουν στην ενσωμάτωση σημαντικής ποσότητας βιομάζας στον κύκλο του εδάφους μέσω μικροβιακής δράσης. Αυτές οι πρακτικές ενισχύουν την ανθεκτικότητα του εδάφους έναντι της διάβρωσης και βελτιώνουν την ποιότητά του.

Ωστόσο, συγκεκριμένες δυσμενείς επιπτώσεις μπορεί να συμβούν υπό ορισμένες συνθήκες και τύπους εδάφους. Αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν την υπερβολική συμπίεση του εδάφους, την εμφάνιση παθογόνων μικροοργανισμών (ειδικά χωρίς την κατάλληλη αμειψισπορά), την απώλεια λιπασμάτων λόγω καθυστερημένης ενσωμάτωσης στο έδαφος και το σχηματισμό επιφανειακής κρούστας που εμποδίζει την ανάδυση των σπόρων. Για παράδειγμα, στην περίπτωση της ελάχιστης άροσης σε ξυλώδεις καλλιέργειες όπως οι ελαιώνες, ορισμένοι παραγωγοί έχουν καταφύγει σε εφαρμογή ζιζανιοκτόνων για τον έλεγχο των ζιζανίων, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε μόλυνση του εδάφους με ζιζανιοκτόνο ή σε μετατόπιση της απορροής. Αυτή η τεχνική έχει προωθηθεί σε μεγάλο βαθμό από εταιρείες που εμπορεύονται τέτοια προϊόντα. Ευτυχώς, ένας αυξανόμενος αριθμός ανθρώπων επιλέγει εναλλακτικές μεθόδους όπως το κούρεμα, η κοπή, η σύνθλιψη της αυθόρμητης βλάστησης ή η χρήση της για βοσκή ζώων.

Παρά την αρχική μείωση της απόδοσης στις βροχερές καλλιέργειες κατά τα πρώτα χρόνια εφαρμογής της μη άροσης, μακροχρόνιες μελέτες δείχνουν ότι αυτές οι τεχνικές βελτιώνουν σταδιακά τις αποδόσεις, φτάνοντας ή και ξεπερνώντας τα επίπεδα της συμβατικής καλλιέργειας. Επιπρόσθετα, επιτυγχάνεται σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, με αποτέλεσμα τη μείωση του γεωργικού κόστους.

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ:

Αυτές οι πρακτικές είναι γενικά κατάλληλες για τους περισσότερους τύπους εδάφους, εκτός από εδάφη με συγκεκριμένα φυσικά προβλήματα, όπως η δημιουργία κρούστας ή η υψηλή περιεκτικότητα σε άργιλο. Σε αυτές τις περιπτώσεις, οι πρακτικές ενδέχεται να παρέχουν προσωρινές βελτιώσεις ενισχύοντας την ικανότητα διείσδυσης στο έδαφος. Ένα άλλο ζήτημα είναι η κλίση του εδάφους, καθώς η εφαρμογή αυτών των πρακτικών από μόνη της δεν συνιστάται για κλίσεις μεταξύ 5-10% χωρίς πρόσθετες δομές διατήρησης.

Η ελάχιστη άροση ή η μη άροση είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για ξυλώδεις καλλιέργειες, ενώ στις πώδεις καλλιέργειες, μπορεί να εφαρμοστεί σχετικά εύκολα σε πιο εκτεταμένες καλλιέργειες όπως το καλαμπόκι, ο ηλίανθος και τα δημητριακά. Ωστόσο, μπορεί να είναι λιγότερο εφικτό σε κηπευτικές καλλιέργειες λόγω της ανάγκης για ορισμένες εργασίες προετοιμασίας του εδάφους, όπως η απομάκρυνση των τυχαίων ζιζανίων. Αυτή η πτυχή σχετίζεται στενότερα με τις πρακτικές άμεσης σποράς.

Όταν γίνεται εφαρμογή μειωμένου οργώματος, είναι σημαντικό να επιλέγετε κατάλληλες περιόδους για την εργασία, αποφεύγοντας τις πιο έντονες περιόδους βροχών. Εναλλακτικά, μπορούν να εφαρμοστούν περίοδοι αγρανάπαυσης, κάτι που συνιστάται ιδιαίτερα για κηπευτικές καλλιέργειες.

Όσον αφορά τις αμειψισπορές, η συνεχής και επαναλαμβανόμενη φύτευση κηπευτικών ειδών με την πάροδο του χρόνου μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση ασθενειών που προκαλούν σημαντικές ζημιές, μειώνοντας την παραγωγικότητα και αυξάνοντας το κόστος ελέγχου. Σε ακραίες περιπτώσεις, μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα εδάφους ειδικά για τη συγκεκριμένη καλλιέργεια. Αυτό το ζήτημα έχει παρατηρηθεί τα τελευταία χρόνια με ορισμένους μύκητες ή νηματώδεις που επηρεάζουν καλλιέργειες όπως το μαρούλι ή τα είδη brassica (λάχανο, κουνουπίδι ή μπρόκολο) στην κοιλάδα Guadalentin ή στο Campo de Cartagena στη Μούρθια.

Αυτές οι τεχνικές μπορούν να συνδυαστούν με άλλες πρακτικές διατήρησης του εδάφους, όπως όργωμα περιγράμματος, περιστροφές, πράσινες στέγες, βεράντες και σύνθλιψη φυτικών υπολειμμάτων για την επίτευξη σωρευτικών οφελών μέσω της ολοκληρωμένης χρήσης τους.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΠΗΓΕΣ:

Η κύρια απαίτηση για ελάχιστη ή μειωμένη άροση είναι να υπάρχουν κατάλληλα εργαλεία που να μπορούν να εκτελούν όργωμα με ελάχιστη επίδραση στο έδαφος. Παραδείγματα περιλαμβάνουν την επιλογή συγκεκριμένων υπολειμμάτων που τοποθετούνται σε μια πλάκα καλουπιού, τη χρήση ενός καλλιεργητή με μικρότερο μήκος δοντιού, τη χρήση λεπίδων για το κούρεμα χόρτου κ.λπ.

Στην περίπτωση της απευθείας σποράς απαιτούνται πιο εξειδικευμένα μηχανήματα. Αυτό το μηχάνημα συνδυάζει τις δυνατότητες αυτόματης σποράς ή μεταφύτευσης με ελάχιστη εργασία για να δημιουργήσει τις βέλτιστες συνθήκες για την ανάπτυξη των φυτών. Μπορεί επίσης να περιλαμβάνει χαρακτηριστικά για την τοποθέτηση βαθέων λιπασμάτων.

Για την επιτυχή εφαρμογή αυτών των τεχνικών, οι αγρότες θα χρειαστούν πρόσβαση στα κατάλληλα εργαλεία και μηχανήματα με βάση τη συγκεκριμένη μέθοδο που επιλέγεται, διασφαλίζοντας ικανοποιητική και αποτελεσματική εκτέλεση πρακτικών ελάχιστης ή μη άροσης καθώς και άμεσης σποράς.

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ:

Όσον αφορά το σχεδιασμό, το πρώτο βήμα είναι η αξιολόγηση της πιο κατάλληλης και συμβατής τεχνικής εναλλακτικής με βάση παράγοντες όπως οι επιθυμητές καλλιέργειες ή οι υπάρχουσες (για ξυλώδη φυτά), οι φυσικές και φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους, η διαθεσιμότητα μηχανημάτων και άλλες σχετικές

εκτιμήσεις. Μόλις γίνει αυτή η αξιολόγηση, μπορούν να ληφθούν αποφάσεις για το πώς να ελαχιστοποιηθεί το όργωμα, αποφεύγοντας ή ελαχιστοποιώντας τυχόν πιθανές δυσμενείς επιπτώσεις, λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτήσεις παραγωγής. Όσον αφορά την εκτέλεση, δεν μπορούμε να πούμε πολλά, εκτός από τη μείωση του αριθμού των γεγονότων άροσης. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η βασική απόφαση είναι η επιλογή των φαινολογικών σταδίων της καλλιέργειας ή των καιρικών συνθηκών που μεγιστοποιούν τα οφέλη της άροσης ενώ ελαχιστοποιούν τον κίνδυνο διάβρωσης. Για παράδειγμα, σε μια τυπική καλλιέργεια αμυγδάλου στην περιοχή της Μούρθια, μπορούν να γίνουν έως και πέντε περάσματα, αλλά αυτός ο αριθμός μπορεί να μειωθεί σε μερικές μόνο εργασίες. Από την άλλη πλευρά, σε καλλιέργειες εσπεριδοειδών ή φρούτων με τοπική άρδευση, είναι σχετικά εύκολο να εξαλειφθεί ή να ελαχιστοποιηθεί το όργωμα (π.χ. χωρίς άροση ή μία φορά κάθε ένα ή δύο χρόνια) με την ενσωμάτωση και αύξησης οργανικής ύλης και σπάσιμο της κρούστας που μπορεί να έχει σχηματιστεί αν δεν υπάρχει φυτική κάλυψη.

Κατά την εφαρμογή ελάχιστης ή μη άροσης σε ξυλώδεις καλλιέργειες, η διαχείριση της ανάπτυξης της φυτικής κάλυψης μπορεί να είναι απαραίτητη σε ορισμένα σημεία. Παραδοσιακά, αυτό γινόταν με χρήση ζιζανιοκτόνων, αλλά πιο πρόσφατα, υιοθετούνται εναλλακτικές λύσεις όπως το κούρεμα σε συγκεκριμένο ύψος ή ο τεμαχισμός μαζί με τα υπολείμματα κλαδέματος. Σε κρίσιμες περιόδους, όπου το φυτικό κάλυμμα πρέπει να εξαλειφθεί πλήρως (όπως κατά τους καλοκαιρινούς μήνες), ολόκληρο το έδαφος μπορεί να κουρευτεί με ζιζανιοκτόνα ή να ισιωθεί με περάσματα με λεπίδα, αν και είναι σημαντικό να διασφαλιστεί ότι το έδαφος είναι καλά ισοπεδωμένο .

Για περιόδους αγρανάπαυσης σε δημητριακά και άλλες εκτεταμένες πώδεις καλλιέργειες, οι προπαρασκευαστικές εργασίες μπορεί να συμπέσουν με την έναρξη της περιόδου των βροχών (αρχές φθινοπώρου ή άνοιξης). Ο στόχος είναι η δέσμευση όσο το δυνατόν περισσότερου νερού για να διασφαλιστεί η βέλτιστη

ανάδυση και ανάπτυξη των καλλιεργειών τους πρώτους μήνες. Ως εκ τούτου, είναι ζωτικής σημασίας να εφαρμοστεί η κατεργασία περιγράμματος παράλληλα με άλλες τεχνικές, όπως λωρίδες χωρίς όργωμα, φράκτες κ.λπ., για τον μετριασμό των κινδύνων διάβρωσης.

ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΕΛΑΤΤΩΣΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ:

Αυτές οι τεχνικές έχουν σημαντικές θετικές επιπτώσεις στην κλιματική αλλαγή. Πρώτον, συμβάλλουν στη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου που απαιτείται για τις τακτικές γεωργικές δραστηριότητες, με αποτέλεσμα μια αξιοσημείωτη μείωση των εκπομπών CO₂. Δεύτερον, ελαχιστοποιώντας τη διαταραχή του εδάφους, ενισχύουν την ικανότητα του εδάφους να αποθηκεύει οργανικό άνθρακα με τη μορφή ενώσεων όπως το χούμο και υποστηρίζουν μια πιο υγιή μικροχλωρίδα. Τέλος, οι μειωμένες απώλειες εδάφους και θρεπτικών ουσιών οδηγούν επίσης σε μείωση της χρήσης ορυκτών λιπασμάτων, επηρεάζοντας θετικά τις έμμεσες εκπομπές που σχετίζονται με την παραγωγή λιπασμάτων.

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΚΟΙΝΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ:

Η Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ) θεωρεί αυτές τις πρακτικές υποχρεωτικές σε επικλινείς περιοχές ως μέρος των γενικών απαιτήσεων για «Καλές Γεωργικές και Περιβαλλοντικές Συνθήκες (ΚΓΠΣ).» Η συμμόρφωση με αυτούς τους όρους είναι απαραίτητη για να πληρούνται οι προϋποθέσεις για τις περισσότερες άμεσες γεωργικές ενισχύσεις. Επιπλέον, την προσεχή προγραμματική περίοδο για την Ισπανία συνολικά και συγκεκριμένα στη Μούρθια, θα εφαρμοστεί ένα από τα οικολογικά καθεστώτα στο πλαίσιο των καθεστώτων άμεσων ενισχύσεων για τους αγρότες, δίνοντας έμφαση στις πρακτικές αμειψισποράς και άμεσης σποράς στις γεωργικές εκτάσεις.

Όργωμα περιγράμματος

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ: Όργωμα περιγράμματος

ΑΛΛΕΣ ΟΝΟΜΑΣΙΕΣ: Ισοπεδωτική όργωση

ΤΥΠΟΣ: Διαχείριση Όργωσης

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ:

Το όργωμα περιγράμματος περιλαμβάνει την εργασία στο έδαφος κατά μήκος των ισοϋψών όσο το δυνατόν πλησιέστερα, ανεξάρτητα από τη γεωργική εργασία ή την εφαρμογή που χρησιμοποιείται. Αυτό σημαίνει εργασία κάθετα στη γραμμή της μέγιστης κλίσης, δημιουργώντας αυλάκια και ραβδώσεις που επιβραδύνουν την απορροή και συγκρατούν το νερό σε μικρά κανάλια (αυλάκια) μέσα στο έδαφος. Μειώνοντας τη διάβρωση του νερού και αυξάνοντας τη συσσώρευση νερού στο προφίλ του εδάφους, αυτή η τεχνική ενισχύει την αξιοποίηση του νερού από τις καλλιέργειες. Η κατεργασία περιγράμματος συνδέεται συχνά με τη δημιουργία αναβαθμίδων, οι οποίες χρησιμεύουν επίσης ως σημεία αναφοράς για την εφαρμογή αυτής της πρακτικής κατά την ανάπτυξη της καλλιέργειας.

Αυτή η παραδοσιακή πρακτική χρησιμοποιείται ευρέως σε καλλιέργειες με βροχή, ιδιαίτερα σε περιοχές με παρατεταμένες περιόδους χαμηλών βροχοπτώσεων. Σκοπός της είναι να βελτιστοποιήσει τη χρήση των βροχοπτώσεων κατά την περίοδο των βροχών. Το όργωμα περιγράμματος χρησιμοποιείται παραδοσιακά, σχεδόν ως απαίτηση, σε μεσογειακές περιοχές με λόφους, πλαγιές ή χαράδρες που χαρακτηρίζονται από ήπιες έως μέτριες κλίσεις. Χρησιμοποιείται τόσο για πώδεις καλλιέργειες (όπως δημητριακά, ηλιάνθους

και όσπρια) όσο και για ξυλώδεις καλλιέργειες όπως ελιές ή αμυγδαλιές. Ωστόσο, λόγω της εκμηχάνισης και της επέκτασης των καλλιεργειών, αυτή η πρακτική έχει παρακμάσει. Το κάθετο όργωμα κατά μήκος της πλαγιάς έγινε πιο δημοφιλές καθώς ήταν πιο βολικό και ταχύτερο από το όργωμα περιγράμματος. Επιπλέον, η αυξημένη χρήση λιπασμάτων μείωσε τη σημασία της φυσικής γονιμότητας του εδάφους από την οπτική γωνία του αγρότη.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι, ενώ η κατεργασία περιγράμματος μπορεί να ελέγξει τη διάβρωση σε πώδεις καλλιέργειες, μπορεί να λειτουργήσει σε βάρος μας σε απότομες πλαγιές, περιοχές με έντονες βροχοπτώσεις σε σύντομες περιόδους ή σε εδάφη με χαμηλή διαπερατότητα (αργιλώδη ή αργιλώδη). Σε τέτοιες περιπτώσεις, μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία ρεμάτων όταν εργάζονται υπέρ της κλίσης. Επιπλέον, οι κηπευτικές καλλιέργειες μπορεί να αντιμετωπίσουν την πρόσθετη πρόκληση της αυξημένης συχνότητας εμφάνισης μυκητιακών ασθενειών λόγω παρατεταμένου κορεσμού του εδάφους.

Στις ξυλώδεις καλλιέργειες, το όργωμα περιγράμματος μπορεί να συνδυαστεί με μειωμένο όργωμα για να ελαχιστοποιηθεί η συχνότητα άροσης ανά έτος. Εναλλακτικά, ένα τμήμα της μεσαίας σειράς, ανάμεσα στις σειρές των δέντρων, μπορεί να αφεθεί μέχρι να κοπεί, μειώνοντας την περιοχή που απαιτεί άροση. Και οι δύο προσεγγίσεις ενισχύουν σημαντικά τον έλεγχο της διάβρωσης. Η φύτευση ακαλλιέργητων περιοχών ως λωρίδες διατήρησης θα ήταν ακόμη πιο ωφέλιμη, καθώς οι λωρίδες διατήρησης είναι εξαιρετικά αποτελεσματικές στη διατήρηση του εδάφους.

Με την πάροδο του χρόνου, η εκ νέου όργωση ακολουθώντας το περίγραμμα των μεσαίων σειρών σε ξυλώδεις καλλιέργειες μπορεί να δημιουργήσει απαλές ραβδώσεις γύρω από τη βάση του κορμού του δέντρου λόγω της βαρύτητας. Αυτό αυξάνει την ανωμαλία του εδάφους και καθιστά τις μέτριες διαβρωτικές διεργασίες πιο δύσκολες.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ:



Εικόνα 18: Παράδειγμα γεωργίας περιγράμματος ενός χωραφιού στην Georgia, Η.Π.Α.

Πηγή: Jeff Vanuga / USDA Natural Resources Conservation Service (2011)

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ:

Η άροση περιγράμματος δημιουργεί αυλάκια στο έδαφος κάθετα στη ροή της απορροής, με αποτέλεσμα ανωμαλίες του εδάφους που μειώνουν εν μέρει την κινητική ενέργεια του νερού και τη διαβρωτική του ικανότητα (γνωστό ως φαινόμενο τοπικής ελασματοποίησης). Ταυτόχρονα, προωθεί τη συσσώρευση νερού σε μικρή κλίμακα, σε όλο το μήκος και σε ορισμένο βάθος ανάλογα με το εργαλείο που χρησιμοποιείται. Αυτό μπορεί να μειώσει σημαντικά τον αρχικό όγκο αποστράγγισης και τον κίνδυνο σχηματισμού ρεμάτων ενώ ενισχύει τη διείσδυση του νερού.

Ωστόσο, μια πρόσφατη μελέτη που διεξήχθη σε μεσογειακές συνθήκες στην κεντρική Ισπανία έδειξε ότι η κατεργασία περιγράμματος μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη διάβρωση σε σύγκριση με την κατεργασία προς την κατεύθυνση της πλαγιάς, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια επεισοδίων έντονης βροχής σε σύντομες

χρονικές περιόδους (Cernieño, I. 2018). Αυτό αποκαλύπτει τους περιορισμούς αυτής της τεχνικής σχετικά με την κλίση του εδάφους όπου εφαρμόζεται και την παρουσία ή απουσία άλλων μέτρων που ενισχύουν την ανθεκτικότητα του εδάφους έναντι τέτοιων ακραίων επεισοδίων με υψηλότερο δυναμικό διάβρωσης.

Από την άλλη πλευρά, πιο πρόσφατες μελέτες υποδεικνύουν ότι η κατεργασία περιγράμματος έχει μεγαλύτερη επίδραση στη μηχανική διάβρωση, η οποία αναφέρεται στη διάβρωση που προκαλείται από την κίνηση των ψηγμάτων του εδάφους που προκύπτουν από την όργωση και την επίδραση της βαρύτητας. Ως μέθοδος όργωσης διατήρησης, είναι πιο ευνοϊκή για τη μείωση της μηχανικής διάβρωσης σε σύγκριση με την άροση προς την κατεύθυνση της κλίσης.

Όσον αφορά τη βιοποικιλότητα, η κατεργασία περιγράμματος δεν έχει αξιοσημείωτη άμεση επίδραση, αλλά συμβάλλει έμμεσα στη διατήρηση του εδάφους, των θρεπτικών ουσιών και της οργανικής ύλης. Αυτό βοηθά στη διατήρηση της ποιότητας και της ικανότητας του εδάφους να υποστηρίζει τη ζωή των φυτών, των ζώων και των μικροβίων.

Τέλος, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η κατεργασία περιγράμματος δεν είναι μια μόνιμη τεχνική. Τα αποτελέσματά του διαρκούν μόνο λίγους μήνες, μετά από τους οποίους χρειάζεται επανάληψη σε ξυλώδεις καλλιέργειες (τουλάχιστον μία φορά το χρόνο) ή κατά την προετοιμασία της γης για σπορά ή φύτευση σε ποώδεις καλλιέργειες. Στην περίπτωση των κηπευτικών, θα πρέπει να εκτελείται κάθε φορά που απαιτείται άροση για την καταπολέμηση των ζιζανίων ή τη διάσπαση της σκληρυμένης επιφάνειας.

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ:

Η άροση περιγράμματος θεωρείται γενικά κατάλληλη για όλους τους τύπους εδάφους και καλλιέργειες. Είναι πολύ αποτελεσματικό στη συγκράτηση του νερού μετά από μέτριες βροχοπτώσεις, ιδιαίτερα σε ήπιες πλαγιές που κυμαίνονται από 1% έως 10%. Στην περίπτωση των ξυλωδών ειδών, οι κλίσεις έως και 15% είναι διαχειρίσιμες. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι αυτή η τεχνική από μόνη της μπορεί να μην είναι επαρκής για την πρόληψη της απορροής μετά από δυνατή βροχή ή σε πιο απότομες πλαγιές. Ως εκ τούτου, συνιστάται ο συνδυασμός της κατεργασίας περιγράμματος με άλλες τεχνικές διατήρησης. Εναλλακτικές μέθοδοι όπως βεράντες, λόφοι, λωρίδες φυτών και/ή φράκτες είναι πιο ενδεδειγμένες για πολύ απότομες πλαγιές όπου η δυνατότητα ελιγμών του τρακτέρ είναι δύσκολη.

Συνήθως, ο προσανατολισμός της φύτευσης ποωδών καλλιεργειών ή της δενδροφύτευσης ευθυγραμμίζεται με την κατεύθυνση της καλλιέργειας για να διευκολυνθεί η καλλιέργεια. Επί του παρόντος, σε πολλές φυτείες ξυλωδών καλλιεργειών, αυτού του είδους οι εργασίες εκτελούνται χρησιμοποιώντας πλατό φυτειών, ιδιαίτερα στην περίπτωση των εσπεριδοειδών στην Ανατολική Ισπανία ή αναβαθμίδες σε ελαιώνες, περιβόλια, αμπελώνες ή αμυγδαλιές.

Ενώ η θεμελιώδης αρχή της κατεργασίας περιγράμματος είναι να παρακολουθούνται στενά οι ισοϋψείς, μπορεί να υπάρχουν περιπτώσεις όπου η δυσμενής τοπογραφία (φαράγγια, ρεματιές, βράχοι κ.λπ.), ο περιορισμένος χώρος ελιγμών ή μια φυσική ροή απορροής διαφορετική από την κατεύθυνση της πλαγιάς το καθιστούν ανέφικτο ή δεν είναι χρήσιμο να τηρείτε αυστηρά αυτόν τον κανόνα σε ορισμένες ενότητες.

Από κανονιστικής σκοπιάς, οι κώδικες ορθών γεωργικών πρακτικών θεωρούν γενικά την κατεργασία περιγράμματος ως συνιστώμενη ή υποχρεωτική, ανάλογα με την κλίση του εδάφους.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΠΗΓΕΣ:

Το όργανο περιγράμματος δεν απαιτεί εξειδικευμένα μηχανήματα ή εξοπλισμό, εκτός από τα αγροκτήματα με μεγάλες κλίσεις όπου το τρακτέρ που χρησιμοποιείται πρέπει να είναι κατάλληλο για εργασία προς αυτή την κατεύθυνση χωρίς κίνδυνο ανατροπής ή ολίσθησης, διασφαλίζοντας την ασφάλεια του χειριστή. Ο εξοπλισμός με δυνατότητα GPS είναι εξαιρετικά πλεονεκτικός, καθώς επιτρέπει την ακριβέστερη εφαρμογή όργωσης, ειδικά για ποώδεις καλλιέργειες.

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS) παρέχουν επί του παρόντος ακριβείς χάρτες με γραμμές περιγράμματος ή ακρίβεια μεγάλου υψομέτρου για τη στοχευμένη περιοχή. Ελλείψει σύγχρονων εργαλείων όπως το GPS, οι θεοδολίχοι ή οι σταθμοί συνολικής τοπογραφίας, μπορούν να χρησιμοποιηθούν απευθείας τοπογραφικοί χάρτες του εδάφους. Εναλλακτικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν παλαιότερες μέθοδοι για τον καθορισμό των γραμμών περιγράμματος. Μια άλλη σχετικά απλή προσέγγιση για την προσέγγιση των γραμμών της μέγιστης κλίσης είναι η χρήση εφαρμογών όπως το Google Earth™, το οποίο παρέχει υψομετρικές τιμές του εδάφους, επιτρέποντας τη δημιουργία προφίλ εδάφους κατά μήκος συγκεκριμένων διαδρομών, αν και με δυνητικά χαμηλότερη ακρίβεια.

Στην περίπτωση των ξυλωδών καλλιεργειών, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην τοποθέτηση των γραμμών φύτευσης, καθώς οι προσαρμογές δεν μπορούν να γίνουν εύκολα στη συνέχεια, σε αντίθεση με τις εκμεταλλεύσεις ποωδών φυτών.

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ:

Όσον αφορά το σχεδιασμό, υπάρχουν λίγες συγκεκριμένες κατευθυντήριες γραμμές για το όργανο περιγράμματος εκτός από τη θεμελιώδη απαίτηση της στενής ευθυγράμμισης των γραμμών οργώματος με τις ισοϋψείς καμπύλες.

Ένας περιοριστικός παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι η κλίση του εδάφους, η οποία δεν πρέπει να είναι απότομη. Συνιστάται η κλίση να είναι το πολύ 3-5% για τα ποώδη φυτά, ενώ για τα ξυλώδη δεν πρέπει να ξεπερνά το 7-10% εάν εφαρμόζεται μόνο το όργανο περιγράμματος χωρίς την υποστήριξη άλλων συμπληρωματικών τεχνικών. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό όταν πρόκειται για λιγότερο διαπερατά εδάφη.

Κατά την εφαρμογή όργωσης κατά την προετοιμασία του εδάφους για σπορά ή φύτευση, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ακόλουθες σκέψεις:

Η απόσταση των γραμμών εξαρτάται από τη συγκεκριμένη καλλιέργεια ή την προβλεπόμενη καλλιέργεια. Γενικά, ένα μεγαλύτερο βάθος και πλάτος του αυλακιού θα αυξήσει την ικανότητα συγκράτησης νερού. Ωστόσο, αυτό μπορεί να περιορίζεται από τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους, όπως η διαπερατότητα και η δομή.

Το πλάτος του αυλακιού έχει τυπικά ελάχιστη απόσταση 25 cm μεταξύ των κορυφών της κορυφογραμμής, ενώ το βάθος πρέπει να είναι τουλάχιστον 20 cm κατά την προετοιμασία του εδάφους. Ωστόσο, το πραγματικό βάθος μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τα διαθέσιμα εργαλεία στο αγρόκτημα, όπως καλουπώματα, σβάρνες, δίσκους και σκούπες.

Εάν ελέγχεται η υπερβολική αποστράγγιση του νερού, όπως μέσω ενός καναλιού αποστράγγισης, οι γραμμές άροσης μπορούν να δημιουργηθούν με ελαφρά κλίση 1,5-2%. Αυτό διευκολύνει την αποστράγγιση του πλεονάζοντος νερού που διαφορετικά θα μπορούσε να οδηγήσει σε ανεξέλεγκτα ρέματα και φυτοϋγειονομικά προβλήματα, ειδικά στις κηπευτικές καλλιέργειες. Ένας τέτοιος

σχεδιασμός είναι ιδιαίτερα σημαντικός σε εδάφη με χαμηλή διαπερατότητα, όπως αργιλώδη εδάφη.

Σε περιοχές επιρρεπείς σε επεισόδια έντονων βροχοπτώσεων, ειδικά σε απότομες πλαγιές, θα πρέπει να ενσωματωθούν πρόσθετες κατασκευές για την ενίσχυση της κατακράτησης του νερού ή τη διευκόλυνση της ελεγχόμενης αποστράγγισης. Επομένως, συνιστάται το μέγιστο μήκος των λωρίδων καλλιέργειας να μην υπερβαίνει τα 50-100 μέτρα χωρίς την εισαγωγή αυτών των δομών. Ωστόσο, αυτή η σύσταση μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την κλίση της πλαγιάς και τη συγκεκριμένη καλλιέργεια που καλλιεργείται.

Για να διευκολυνθεί η καθιέρωση όργωσης περιγράμματος, είναι επωφελές να δημιουργηθεί ένα προκαταρκτικό σχέδιο ή/και να επανεξεταστεί η χρήση γης. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση δεικτών, όπως πασσάλων, σε τακτά διαστήματα 10-15 μέτρων ή περισσότερο στην περίπτωση των ξυλωδών καλλιεργειών. Αυτοί οι δείκτες χρησιμεύουν ως γραμμές αναφοράς από τις οποίες θα διεξαχθεί η άροση κατά μήκος των ισοϋψών καμπυλών.

Όσον αφορά τα εργαλεία, συνιστάται η χρήση εργαλείων που εκτελούν κατακόρυφες εργασίες χωρίς περιστροφή, όπως άροτρα με αιχμές ή σμίλες, σκούπες, δίσκους ή υποστρώματα. Θα πρέπει να αποφεύγονται τα παραδοσιακά άροτρα με χυτοσίδηρο.

Η συντήρηση για την όργωση περιγράμματος δεν είναι απαραίτητη καθώς δεν περιλαμβάνει μόνιμες φυσικές δομές. Η εργασία ανανεώνεται με κάθε νέα πώδη καλλιέργεια ή σε ετήσια βάση για ξυλώδεις καλλιέργειες. Ωστόσο, μπορεί να διεξαχθεί βαθύτερο υπέδαφος για τη βελτίωση της ικανότητας διείσδυσης του εδάφους, ειδικά μετά από πολλά χρόνια άροσης. Η χρήση ενός εργαλείου τύπου «υποστράγγισης» είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική, καθώς διασπά την κρούστα που σχηματίζεται από το όργωμα και βοηθά στη δημιουργία βαθιών καναλιών αποστράγγισης.

ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΕΛΑΤΤΩΣΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ:

Η εφαρμογή όργωσης περιγράμματος μπορεί να δημιουργήσει ορισμένες προκλήσεις ή να μην βολέψει τους αγρότες, αλλά μπορεί να συμβάλει στην ελαφρά μείωση της κατανάλωσης καυσίμου. Αυτό συμβαίνει γιατί η κίνηση του τρακτέρ δεν περιλαμβάνει διέλευση από υψηλότερα προς χαμηλότερα επίπεδα και αντίστροφα, όπως συμβαίνει με το όργωμα μετά την κλίση.

Επιπλέον, το όργωμα περιγράμματος συμβάλλει στη μείωση της απώλειας εδάφους και θρεπτικών ουσιών, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε ελαφρώς υψηλότερες αποδόσεις ανά εκτάριο μακροπρόθεσμα σε σύγκριση με το όργωμα μετά την κλίση. Επιπλέον, η ανάγκη για ορυκτά λιπάσματα μπορεί να μειωθεί ελαφρώς.

Είναι σημαντικό ότι η όργωση περιγράμματος βοηθά επίσης στην πρόληψη της απώλειας του στρώματος του επιφανειακού εδάφους (γόνιμη στρώση) που μπορεί να συμβεί σε μακροπρόθεσμη κατεργασία με κλίση. Η διατήρηση αυτού του στρώματος είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση της ικανότητας της γης να υποστηρίξει την ανάπτυξη των καλλιεργειών, ιδιαίτερα σε ακραίες περιπτώσεις.

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΚΟΙΝΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ:

Για πολλά χρόνια, η Κοινή Αγροτική Πολιτική θεωρούσε το όργωμα περιγράμματος ως απαίτηση για επικλινείς περιοχές σύμφωνα με τις γενικές απαιτήσεις «Καλές Γεωργικές και Περιβαλλοντικές Συνθήκες (ΚΓΠΣ)». Περιλαμβάνεται στο πιο πρόσφατο πρόγραμμα ως μέρος των προϋποθέσεων που η συμμόρφωση τους είναι απαραίτητη για τις περισσότερες άμεσες ενισχύσεις που παρέχονται στους αγρότες.

Φυτικές Λωρίδες

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ: Φυτικές Λωρίδες

ΑΛΛΕΣ ΟΝΟΜΑΣΙΕΣ: :Καλλιέργεια σε γραμμές που εναλλάσσονται, συγκαλλιέργεια σε λωρίδες με αυτοφυή βλάστηση

ΤΥΠΟΣ: Διαχείριση όργωσης, Κάλυψη φυτών

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ:

Η καλλιέργεια σε εναλλασόμενες γραμμές είναι μια εξαιρετικά αποτελεσματική στρατηγική διατήρησης του εδάφους που υιοθετείται ευρέως στην Ισπανία εδώ και πολλά χρόνια (Andreu, J. 1945). Συνεπάγεται τη δημιουργία λεπτών σειρών ή «λωρίδων» πολυετών ποωδών φυτών, συνήθως χόρτων, που ακολουθούν την κλίση του εδάφους. Αυτές οι λωρίδες χρησιμεύουν ως διακοπτόμενη βλάστηση και συνήθως βρίσκονται ανάμεσα σε σειρές καλλιεργειών.

Ενώ αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται συχνά με ποώδεις καλλιέργειες, δείχνει επίσης αποτελεσματικότητα με ξυλώδεις καλλιέργειες, ιδιαίτερα όταν δεν απαιτείται πλήρης φυτική κάλυψη. Τα ποώδη είδη φυτεύονται πυκνά. Εάν οι λωρίδες διατηρηθούν, τα αυτοφυή είδη μπορεί φυσικά να πολλαπλασιαστούν με την πάροδο του χρόνου. Το πλάτος και η απόσταση μεταξύ αυτών των λωρίδων μπορεί να είναι σταθερό ή μεταβλητό, ιδανικά αποφασίζεται με βάση την κλίση του εδάφους και τον τύπο της καλλιέργειας που καλλιεργείται.

Η τυπική διαδικασία περιλαμβάνει άροση της γης κατά μήκος των ισοϋψών για να φυτευτούν αυτές οι λωρίδες. Ωστόσο, μια διαφορετική ευθυγράμμιση των καλλιεργειών μπορεί να προσδιοριστεί όταν πρόκειται για μια πιο ήπια κλίση ή μεγαλύτερη απόσταση των λωρίδων.

Μια εναλλακτική προσέγγιση είναι να χρησιμοποιηθούν αυτές οι λωρίδες ως μακροχρόνιες εκτάσεις αγρανάπαυσης, εναλλάξ με αμειψισπορά. Στη μέθοδο αυτή, οι ποώδεις λωρίδες οργώνονται για καλλιέργειες μετά από σημαντική διάρκεια, ενώ η προηγούμενος καλλιεργούμενη έκταση προετοιμάζεται ως νέες λωρίδες. Σε τέτοιες περιπτώσεις, οι λωρίδες θα κάλυπταν το 50% της καλλιεργούμενης έκτασης και θα επιλέγονταν γεωργικά ωφέλιμα είδη όπως τα δημητριακά.

Μια άλλη δυνατότητα είναι να χρησιμοποιηθούν αυτές οι λωρίδες ως βοσκότοποι για τα ζώα, ενσωματωμένες με την κύρια καλλιέργεια. Για να εξασφαλιστεί η συνεχιζόμενη αποτελεσματικότητά τους, θα πρέπει να γίνεται διαχείριση του αριθμού των ζώων ή να διακόπτεται περιοδικά η βόσκηση, ώστε να επιτρέπεται η φυσική αναγέννηση του οικοσυστήματος.



Εικόνα 19: Παράδειγμα συγκαλλιέργειας σε λωρίδες στις ΗΠΑ.
Πηγή: Tin Man (2021), The Combien Forum.

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ:

Η δημιουργία λωρίδων φυτών μπορεί να έχει βαθιά θετική επίδραση στη διατήρηση του εδάφους. Αυτές οι μη διαταραγμένες επιφάνειες με φυτική κάλυψη είναι εξαιρετικά ικανές να συγκρατούν νερό και θρεπτικά συστατικά όπως νιτρικά άλατα, μειώνοντας έτσι την απώλεια εδάφους και ελαχιστοποιώντας το σχηματισμό ρεμάτων. Η αποτελεσματικότητα αυτών των λωρίδων είναι ευθέως ανάλογη με το πλάτος τους και τη συχνότητα χρήσης τους. Επιπλέον, οι περιοχές που καταλαμβάνονται από τις λωρίδες παρουσιάζουν συνήθως υψηλότερη περιεκτικότητα σε οργανική ύλη, μεγαλύτερη παρουσία μικροοργανισμών και αυξημένη βιοποικιλότητα σε σύγκριση με τις καλλιεργούμενες εκτάσεις. Αυτή η βιοποικιλότητα μπορεί να είναι ακόμη πιο πλούσια εάν η φυτική κάλυψη προκύψει αυθόρμητα αντί να φυτευτεί σκόπιμα. Τούτου λεχθέντος, ένα φυτευμένο είδος θα μπορούσε να αποδειχθεί ωφέλιμο για αγρονομικούς λόγους, όπως η ενσωμάτωση πράσινης κοπριάς στην αμειψισπορά ή η προώθηση ωφέλιμων εντόμων όπως οι επικονιαστές ή τα φυσικά αρπακτικά που σχετίζονται με την καλλιέργεια.

Όταν δημιουργούνται φυτικές λωρίδες σημαντικού πλάτους (που εκτείνονται σε αρκετά ή και δεκάδες μέτρα), μπορούν να λειτουργήσουν ως σημαντικοί οικολογικοί διάδρομοι για την τοπική άγρια ζωή. Όπως συμβαίνει με πολλές πρακτικές διατήρησης, όσο περισσότερο διατηρούνται αυτές οι λωρίδες, τόσο πιο ευεργετικά γίνονται τα αποτελέσματά τους.

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ:

Οι λωρίδες φυτών συνήθως συνδέονται με εκτεταμένες πώδεις καλλιέργειες, όπως τα δημητριακά ή βιομηχανικές καλλιέργειες όπως η σόγια, ο ηλιάνθος και το καλαμπόκι. Σε σενάρια που περιλαμβάνουν σημαντικές κλίσεις, η τεχνική μπορεί επίσης να εφαρμοστεί σε φυτείες ξυλωδών καλλιεργειών εάν η διάταξη του αγροκτήματος παρέχει επαρκή χώρο για τις λωρίδες.

Όσον αφορά τη συμβατότητα του εδάφους, δεν υπάρχουν συγκεκριμένοι περιορισμοί, αν και οι απότομες πλαγιές ενδέχεται να απαιτούν την ενσωμάτωση πρόσθετων δομών διατήρησης για την πρόληψη του σχηματισμού ρεμάτων ή ρεμάτων.

Σε ρυθμιστικό επίπεδο, οι κώδικες ορθών γεωργικών πρακτικών θεωρούν συχνά τη χρήση φυτικών λωρίδων ως ενδεδειγμένη ή ακόμη και υποχρεωτική, ανάλογα σε μεγάλο βαθμό με την κλίση της γης.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΠΗΓΕΣ:

Οι απαραίτητοι πόροι είναι παρόμοιοι με εκείνους που απαιτούνται για την κατεργασία κατά ισοϋψείς, συμπεριλαμβανομένου ενός σπαρτήρα και ενός κυλίνδρου για τη φύτευση των επιλεγμένων ειδών σε αυτές τις λωρίδες. Επιπλέον, για τη συντήρησή τους είναι απαραίτητο ένα χλοοκοπτικό ή μηχάνημα ζιζανίων ή μπορεί να χρησιμοποιηθεί θεριζοαλωνιστική μηχανή εάν οι λωρίδες είναι από καλλιέργειες δημητριακών ή παρόμοια.

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ:

Κατά το σχεδιασμό των λωρίδων, τυπικά τοποθετούνται κατά μήκος, τρέχοντας συνεχώς κατά μήκος των ισοϋψών καμπυλών. Εάν υπάρχουν άλλες δομές διατήρησης, όπως πεζούλια ή όχθες, αυτές οι λωρίδες τοποθετούνται γενικά ανάντη από αυτές, επιτρέποντας στις πλαγιές να φιλοξενούν προστατευτική βλάστηση (είτε φυσική είτε φυτεμένη) για ενίσχυση της σταθερότητας και της προστασίας από τη διάβρωση.

Για τα ξυλώδη είδη, η φύτευση γίνεται συνήθως κοντά στη γραμμή των δέντρων, συνήθως ανάντη. Ωστόσο, μερικές φορές οι λωρίδες φυτεύονται στη μέση της λωρίδας ως κάλυμμα. Σε αντίθεση με τις πώδεις καλλιέργειες, αυτές οι λωρίδες δεν εφαρμόζονται σε όλες τις λωρίδες, αλλά ακολουθούν ένα εναλλασσόμενο σχέδιο ανάλογα με τις ανάγκες.

Δύο βασικά ζητήματα κατά τη φύτευση είναι το πλάτος της λωρίδας και η συχνότητα κατανομής τους, ή ο χώρος μεταξύ τους, σε σχέση με την τοποθέτησή τους.

Η προτεινόμενη σχεδιαστική προσέγγιση τοποθετεί μία καλλιεργημένη έκταση στο υψηλότερο τμήμα της πλαγιάς, ακολουθούμενη από μια λωρίδα κατάντη. Αυτή η ακολουθία επαναλαμβάνεται, κινούμενη σε φθίνουσα κατεύθυνση. Ιδανικά, θα πρέπει να δημιουργηθεί μια τελική φαρδύτερη λωρίδα στο κάτω όριο της φυτείας, ειδικά εάν υπάρχει υδάτινο ρεύμα ή κανάλι αποστράγγισης από κάτω που θα μπορούσε να δέχεται απορροή.

Όταν οι καλλιεργούμενες εκτάσεις αποτελούν μέρος του Δικτύου Natura 2000 και κοντά σε δασώδεις ή θαμνώδεις περιοχές, οι λωρίδες μπορούν να σχεδιαστούν για να συνδέουν αυτά τα φυσικά στοιχεία, λειτουργώντας ως οικολογικοί διάδρομοι για την άγρια ζωή.

Όσον αφορά τη συχνότητα των λωρίδων ή την απόσταση στο έδαφος, ο περιοριστικός παράγοντας θα ήταν το πλάτος των μηχανημάτων που απαιτούνται για τις αγροτικές εργασίες και τη συγκομιδή των καλλιεργειών. Το πλάτος καλλιέργειας μεταξύ των προστατευτικών ταινιών πρέπει να υπερβαίνει τουλάχιστον το μέγιστο πλάτος οποιωνδήποτε εργαλείων ή εξοπλισμού που χρησιμοποιούνται. Οι λωρίδες πρέπει να απέχουν τουλάχιστον 25 m μεταξύ τους και όχι περισσότερο από 100 m το πολύ. Ωστόσο, για μεγαλύτερες λωρίδες, μπορούν να ληφθούν υπόψη μεγαλύτερες αποστάσεις. Μια πρακτική μέθοδος για τον προσδιορισμό αυτής της απόστασης θα ήταν η παρατήρηση της μέγιστης απόστασης στην οποία αρχίζει να εμφανίζεται η απορροή και ο σχηματισμός φρεατίων στο έδαφος και στην καλλιέργεια. Αυτή η παρατηρούμενη απόσταση θα πρέπει να είναι η μέγιστη ξεταζόμενη.

Το πλάτος των λωρίδων μπορεί να ποικίλλει πολύ. Θα πρέπει να έχουν πλάτος τουλάχιστον 2-3 m για να συγκρατούν αποτελεσματικά το νερό, αλλά όχι μεγαλύτερο από το μισό μήκος της σειράς καλλιέργειας όπου τοποθετείται. Για παράδειγμα, σε καλλιέργειες δημητριακών χαμηλής κλίσης, οι λωρίδες μπορεί

να έχουν πλάτος 5-10 m, αλλά θα πρέπει να έχουν μεγάλη απόσταση. Η συνολική επιφάνεια που καταλαμβάνεται πρέπει να είναι μεταξύ 7-50%, ανάλογα με την κλίση.

Μια ποικιλία φυτικών ειδών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αυτές τις λωρίδες, συμπεριλαμβανομένων ποωδών ειδών με αγρονομικό ενδιαφέρον, όπως όσπρια, δημητριακά, άλλα χόρτα ή σύνθετα υλικά, ή τα μείγματά τους, είδη με πιθανές αλλοπαθητικές επιδράσεις (έλξη ή απώθηση εντόμων), ή καταφύγιο για χρήσιμα έντομα. Με την πάροδο του χρόνου, το αρχικώς εγκατεστημένο είδος θα μπορούσε να επιτραπεί να υποχωρήσει προς όφελος των τοπικών ποωδών ειδών που σταδιακά επανεποικίζουν αυτές τις περιοχές. Ωστόσο, τα χόρτα είναι γενικά τα καταλληλότερα σε ημίξηρες συνθήκες με στόχο τη μείωση της διάβρωσης και τη βελτίωση της συγκράτησης του εδάφους.

Κατά τη φύτευση του επιλεγμένου είδους, είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη οι περίοδοι του έτους κατά τις οποίες σημειώνονται οι κύριες βροχοπτώσεις στην περιοχή για να διασφαλιστεί η επαρκής ανάπτυξη αυτών των λωρίδων. Εάν η βροχόπτωση είναι περιορισμένη, μπορεί να χρειαστεί λίγη άρδευση.

Η συντήρηση μπορεί να περιλαμβάνει επανασπορά για ετήσια είδη με χαμηλή ικανότητα αυτοσποράς ή κούρεμα, τεμαχισμό ή βόσκηση για πολυετή είδη για να αποτραπεί η υπερβολική ανάπτυξη ή πολλαπλασιασμός ειδών θάμνων. Το διάστημα μεταξύ κάθε παρέμβασης εξαρτάται από το είδος των φυτών στις λωρίδες, τον ρυθμό ανάπτυξής τους και τις καιρικές συνθήκες. Αξίζει να σημειωθεί ότι αυτές οι επιφάνειες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως χώροι φωλιάς για πτηνά, επομένως οι περίοδοι φωλεοποίησης θα πρέπει να αποφεύγονται για την αποφυγή βλάβης. Ορισμένες γεωργοπεριβαλλοντικές ενισχύσεις από την ΚΑΠ προβλέπουν προσωρινούς περιορισμούς στις περιόδους συγκομιδής.

Σε περιπτώσεις σημαντικής συσώρευσης ιζημάτων σε αυτές τις επιφάνειες, μπορεί να συνιστάται η ανακατανομή αυτού του ιζήματος κάθε λίγα χρόνια. Εάν δεν

ανακαταμεμηθεί, μπορεί να σχηματιστούν τύμβοι ή αναβαθμίδες, προσφέροντας πρόσθετα οφέλη στη διατήρηση του εδάφους.

ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΕΛΑΤΤΩΣΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ:

Παρόλο που αυτή η τεχνική μειώνει αποτελεσματικά την καλλιεργούμενη επιφάνεια, μειώνει επίσης αναλογικά ή ακόμα πιο σημαντικά την κατανάλωση καυσίμου λόγω της εφαρμογής όργωσης κατά μήκος των ισοϋψών. Η απώλεια εδάφους και θρεπτικών συστατικών μειώνεται, αυξάνοντας δυνητικά τις μακροπρόθεσμες αποδόσεις ανά εκτάριο για την πραγματική καλλιεργούμενη έκταση, ακόμη και αν αυτό δεν ισχύει για τη συνολική έκταση. Κατά συνέπεια, οι απαιτήσεις σε λίπασμα μειώνονται επίσης σημαντικά.

Είναι σημαντικό ότι αυτή η μέθοδος ενισχύει την περιεκτικότητα σε οργανική ύλη στις περιοχές που υλοποιούνται. Αυτό επιτυγχάνεται με τη μείωση των απωλειών από το όργωμα και μέσω της βιομάζας που συσσωρεύεται σε αυτές τις λωρίδες από τα φυτεμένα υπολείμματα ποωδών φυτών. Το συνδυασμένο αποτέλεσμα είναι οι χαμηλότερες εκπομπές CO₂ και αυξημένο οργανικό άνθρακα.

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΚΟΙΝΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ:

Για πολλά χρόνια, η Κοινή Αγροτική Πολιτική επιβάλλει αυτή την πρακτική σε περιοχές με κλίσεις σύμφωνα με τις γενικές απαιτήσεις «Καλές Γεωργικές και Περιβαλλοντικές Συνθήκες (ΚΓΠΣ)». Στον πιο πρόσφατο προγραμματισμό της ενότητας «Προϋποθέσεις», αυτή η πρακτική αποτελεί απαίτηση για τις περισσότερες άμεσες ενισχύσεις.

Συναφείς Καλλιέργειες

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ: Συναφείς Καλλιέργειες

ΑΛΛΕΣ ΟΝΟΜΑΣΙΕΣ: Μικτές καλλιέργειες, Καλλιέργειες σε διαστήματα, Πολλαπλές ή συναφείς, Καλλιέργειες κατά ζώνες, Πολυκαλλιέργειες

ΤΥΠΟΣ: Διαχείριση καλλιεργειών

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ:

Σε αντίθεση με την αμειψισπορά, η ενδοκαλλιέργεια ενσωματώνει την ταυτόχρονη καλλιέργεια διαφορετικών ειδών φυτών στο ίδιο χωράφι, χωρισμένα σε μικρότερες ή πλήρως αναμειγμένες υπομονάδες. Συνήθως, δύο διαφορετικές καλλιέργειες αλληλοφυτεύονται, αν και ο αριθμός μπορεί να αυξηθεί, συμβάλλοντας έτσι στη βιοποικιλότητα του γεωργικού οικοσυστήματος. Αυτή η τεχνική στοχεύει στη διαφοροποίηση του πληθυσμού των καλλιεργειών σε ένα χωράφι, μετριάζοντας ζητήματα που σχετίζονται με τη μονοκαλλιέργεια και ενθαρρύνοντας τους φυσικούς εχθρούς των παρασίτων παρέχοντας εναλλακτικές ευκαιρίες διατροφής ή καταφύγια παρασίτων. Ορισμένοι αγρότες σημειώνουν επίσης πιθανές αυξήσεις της απόδοσης όταν χρησιμοποιούν ενδοκαλλιέργεια σε αντίθεση με την καλλιέργεια μεμονωμένων καλλιεργειών.

Σε πολλές περιπτώσεις, τα ενδοκαλλιεργούμενα φυτά διατάσσονται σε μια συγκεκριμένη γεωμετρική κατανομή, όπως εκτεταμένες λωρίδες καλλιέργειας ή συνδυασμός ειδών δέντρων με ποώδη ακολουθώντας ένα γραμμικό σχέδιο, όπως οι σειρές καλλιέργειας των ψηλότερων ειδών. Μπορεί επίσης να υπάρχουν

λιγότερα κανονικά σχέδια, και σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορεί να παρατηρηθεί ένα συνολικό μείγμα ειδών, όπως με καλλιέργειες που προορίζονται για ζωοτροφές ή χορτονομές.

Οι αγρότες των αστικών κηπευτικών που χρησιμοποιούν ενδοκαλλιέργεια μπορούν να παραδώσουν ένα ευρύτερο φάσμα προϊόντων στους πελάτες τους χάρη σε αυτήν την τεχνική καλλιέργειας. Για τις ξυλώδεις καλλιέργειες, η ενδοκαλλιέργεια προσφέρει οικονομική ώθηση, ιδιαίτερα όταν τα δέντρα είναι ακόμη νεαρά και αφήνουν μια ανοιχτή επιφάνεια που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μια συγκεκριμένη περίοδο με αυτήν την πρακτική, καλλιεργώντας λαχανικά ή άλλες καλλιέργειες ενδιαφέροντος. Σε ορισμένες περιπτώσεις, βλέπουμε σειρές δέντρων ή φυτών που επιτρέπεται να αναπτυχθούν όταν η αρχική ξυλώδης φυτεία αντικαταστάθηκε από μια άλλη καλλιέργεια, η οποία παρατηρείται συχνά στην καλλιέργεια λαχανικών.

Η ενδοκαλλιέργεια χρησιμοποιείται επίσης για διάφορους άλλους λόγους, όπως η χρήση ορισμένων ειδών για τη βελτίωση της ποιότητας του εδάφους και την υποβοήθηση της πρωτογενούς καλλιέργειας, τον περιορισμό των υπερβολικών θρεπτικών συστατικών του εδάφους (όπως το άζωτο) ή παραδοσιακά, η χρήση ορισμένων ειδών για προσωπική κατανάλωση. π.χ. σπυροφόρα δέντρα, ελιές, ή μικρής κλίμακας παραγωγή βιοτεχνικών προϊόντων όπως κονσερβοποιημένα τρόφιμα, σαπούνια κ.λπ. Στην τελευταία περίπτωση, αυτές οι καλλιέργειες μοιάζουν περισσότερο με φράκτες παρά με πραγματικές καλλιέργειες.



Εικόνα 20: Άγρια σπαράγγια και άλλες καλλιέργειες σε ελαιώνες στην Ιταλία.

Πηγή: Adolfo Rosati (2017).

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ:

Ο αντίκτυπος αυτής της τεχνικής καλλιέργειας στη βιοποικιλότητα είναι αξιοσημείωτος, καθώς η αύξηση της ποικιλίας των ειδών σε μια ενιαία φυτεία επεκτείνει εγγενώς τον αριθμό των σχετικών οργανισμών όπως τα αρθρόποδα, οι μικροοργανισμοί κ.λπ. Φυσικά, εάν περισσότεροι αγρότες υιοθετήσουν αυτήν τη μέθοδο καλλιέργειας, η επίδρασή της θα ενισχυθεί.

Επιπλέον, η πιο πλούσια διαστρωμάτωση των φυτών συμβαίνει όταν συνδυάζονται ποώδη και ξυλώδη είδη. Αυτό οδηγεί σε περισσότερες περιοχές για καταφύγιο ή αναπαραγωγή και νέες πηγές τροφής, ενθαρρύνοντας σε μεγάλο βαθμό την εμφάνιση άλλων ειδών αρκετά διαφορετικών από τα διακαλλιεργημένα σε σύγκριση με κάθε καλλιέργεια που καλλιεργείται χωριστά.

Αυτή η ποικιλομορφία ωφελεί επίσης το έδαφος. Ανάλογα με το είδος που χρησιμοποιείται, μπορεί να ενισχύσει την προστασία του εδάφους και να αυξήσει την περιεκτικότητα σε οργανική ουσία.

Ένα βασικό πλεονέκτημα της ενδοκαλλιέργειας είναι η δυνατότητά της για έλεγχο παρασίτων ή ασθενειών. Οι ασυνέχειες που δημιουργούνται, για παράδειγμα, από εναλλασσόμενες ζώνες, εμποδίζουν την εξάπλωση τυχόν φυτοϋγειονομικών ζητημάτων. Ορισμένα φυτά, όπως τα ψηλά δέντρα ή τα ποώδη είδη, μπορούν ακόμη και να προσφέρουν φυσική προστασία (ενεργώντας ως εμπόδια) έναντι των παρασίτων για άλλες καλλιέργειες. Επιπλέον, ορισμένα καλλιεργούμενα είδη εμφανίζουν αλληλοπαθητικά χαρακτηριστικά, λειτουργώντας ως απωθητικά (πολλά αρωματικά είδη), ως ελκυστικά (σοδιές παγίδευσης) ή ενισχύοντας την ανάπτυξη φυσικών εχθρών ή ανταγωνιστών που βοηθούν στον έλεγχο της ανάπτυξης παρασίτων. Ένα παράδειγμα αυτού είναι η καλλιέργεια δημητριακών παράλληλα με τα εσπεριδοειδή. Οι προσβολές από arhid στις καλλιέργειες δημητριακών μπορούν να προκαλέσουν την εμφάνιση αρπακτικών και παρασιτοειδών, τα οποία μπορεί στη συνέχεια να μετακινηθούν στα εσπεριδοειδή, βοηθώντας στον έλεγχο των διαφορετικών ειδών arhid που τα επιτίθενται. Αυτή η στρατηγική Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Παρασίτων (ΟΔΠ) θα μπορούσε να μειώσει αποτελεσματικά τη χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων.

Επιπλέον, ορισμένα φυτά μπορούν να προσελκύσουν επικονιαστές, οι οποίοι μπορούν να βοηθήσουν στην επικονίαση άλλων καλλιεργειών. Για παράδειγμα, αυτό φαίνεται όταν αμυγδαλιές και κερασιές εναλλάσσονται με χιλιανθή και σύνθετα είδη και οπωροκηπευτικά όπως πιπεριές ή τομάτες.

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ:

Υπάρχουν λίγοι περιορισμοί σε αυτή την τεχνική και γενικά, μπορεί να προσαρμοστεί ώστε να ταιριάζει σχεδόν σε όλες τις καλλιέργειες, είτε πρόκειται για ποώδη, κηπευτικά ή ξυλώδη είδη. Η βασική εξαίρεση είναι το μέγεθος της επέμβασης, καθώς σε πολύ μικρές φυτείες, η ενδοκαλλιέργεια δεν είναι πρακτική, και η υποδιαίρεση της παραγωγής σε διάφορες καλλιέργειες δεν είναι επικερδής. Για αυτά τα σενάρια, μπορεί ακόμα να εφαρμοστεί αλλά σε μικρότερη κλίμακα ή για προσωπική κατανάλωση.

Στην περίπτωση των ξυλωδών καλλιεργειών, εάν η διάταξη της φυτείας είναι πολύ πυκνή, η διαχείριση της ποώδης ή κηπευτικής καλλιέργειας που φυτεύεται μπορεί να είναι δύσκολη.

Ένα άλλο εμπόδιο προέρχεται από τη διαχείριση των ίδιων των καλλιεργούμενων φυτών. Συχνά, έχουν διαφορετικές ανάγκες λίπανσης ή ποτίσματος, γεγονός που μπορεί να περιπλέξει τη χρήση αυτής της τεχνικής. Θα πρέπει επίσης να εξεταστεί η εφαρμογή φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Σε πολλές περιπτώσεις, ορισμένα ενεργά συστατικά δεν εγκρίνονται και για τις δύο καλλιέργειες και η γειτνίασή τους αυξάνει τον κίνδυνο μόλυνσης λόγω μετατόπισης ή απορρόφησης του προϊόντος. Ως εκ τούτου, η βιολογική γεωργία είναι πιο ευνοϊκή για αυτήν την τεχνική, καθώς οι λίγες εγκεκριμένες δραστικές ενώσεις τείνουν να είναι πιο γενικές. Εναλλακτικά, ενδέχεται να μην υπάρχουν διαθέσιμα προϊόντα για την καταπολέμηση ορισμένων από αυτά τα παράσιτα.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΠΗΓΕΣ:

Η εφαρμογή της αμειψισποράς μπορεί να απαιτήσει αύξηση του εξοπλισμού για εργασίες όπως φύτευση, μεταφύτευση, περιποίηση και συγκομιδή, παρόμοια με την αμειψισπορά, αν και το αποτέλεσμα είναι λιγότερο σημαντικό. Ωστόσο, μια άλλη πρόκληση σε επαγγελματικό επίπεδο είναι η ανάγκη αξιολόγησης της συμβατότητας των σχετικών καλλιεργειών. Είναι σημαντικό να διασφαλιστεί ότι αυτές οι καλλιέργειες είναι προσαρμοσμένες στους κύκλους καλλιέργειας, τη διαχείριση και τη μηχανοποίηση, τη λίπανση και την άρδευση, τις θεραπείες παρασίτων κ.λπ., για να αποφευχθούν τυχόν προβλήματα διαχείρισης. Εξαιτίας αυτού, η χρήση της ενδοκαλλιέργειας έχει αυξηθεί στα συστήματα βιολογικής γεωργίας. Ωστόσο, με προσεκτικό σχεδιασμό, ορισμένοι ωφέλιμοι συνδυασμοί καλλιεργειών θα μπορούσαν επίσης να εισαχθούν σε πιο εντατικά γεωργικά συστήματα, λαμβάνοντας υπόψη τις προφυλάξεις παραπάνω.

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ:

Διάφορα σχέδια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εφαρμογή της ενδοκαλλιέργειας. Τυπικά, χρησιμοποιούνται σχετικά μεγάλες λωρίδες διάσπαρτες με την πρωτογενή καλλιέργεια. Το μέγεθος αυτών των λωρίδων εξαρτάται από τον στόχο και το είδος που θα συνδυαστεί με την κύρια καλλιέργεια. Σε ορισμένες περιπτώσεις, όταν και οι δύο καλλιέργειες έχουν την ίδια σημασία, το αγρόκτημα πρέπει να χωριστεί σε δύο ίσα μέρη με διαφορετικά σχήματα, με τις καλλιέργειες να τοποθετούνται εναλλακτικά. Για τις ξυλώδεις καλλιέργειες, η πώδης καλλιέργεια τοποθετείται σε σειρές μεταξύ των δένδρογραμμών. Στην περίπτωση των κηπευτικών, είναι σύνηθες να χρησιμοποιείται ένα είδος πιο συχνά, συχνά ως περιμετρικοί φράκτες γύρω από τα όρια του ακινήτου.

Μια άλλη προσέγγιση, δημοφιλής για μικρούς βιολογικούς κήπους ή για την παραγωγή χόρτων, είναι ένα τυχαίο μείγμα ειδών στην ίδια περιοχή. Αυτή

η προσέγγιση μπορεί να ενισχύσει την αλληλεπίδραση μεταξύ των ειδών όσον αφορά τις αλληλοπαθητικές δραστηριότητες, την υποστήριξη της διατροφής, τη δέσμευση αζώτου και πολλά άλλα. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σε φυτείες που έχουν σχεδιαστεί για την παραγωγή ποιοτικών ζωοτροφών.

Η επιλογή του είδους θα εξαρτηθεί από τα συμφέροντα του αγρότη σχετικά με την εμπορική βιωσιμότητα, την κερδοφορία ή άλλα επιθυμητά οφέλη ή αποτελέσματα.

Όσον αφορά τη συντήρηση, δεν ξεχωρίζει τίποτα σημαντικό εκτός από την ανάγκη για αποτελεσματική διαχείριση των διακαλλιεργούμενων φυτών, η οποία είναι κατανοητά πιο περίπλοκη από τη διαχείριση μιας μονοκαλλιέργειας.

ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΕΛΑΤΤΩΣΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ:

Η ένωση καλλιεργειών μπορεί να μην είναι γνωστή για τα περιβαλλοντικά της οφέλη, αλλά προσφέρει ορισμένα πλεονεκτήματα σχετικά με την κλιματική αλλαγή. Για παράδειγμα, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η χρήση συσχέτισης καλλιεργειών μπορεί να βοηθήσει στη μείωση της εμφάνισης βασικών παρασίτων, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε λιγότερη χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Αυτή η μείωση θα μπορούσε στη συνέχεια να μειώσει το κόστος και τη χρήση καυσίμων λόγω λιγότερων απαιτούμενων παρεμβάσεων.

Ανάλογα με τους τύπους των φυτών που καλλιεργούνται, ορισμένα πώδη είδη μπορεί να βοηθήσουν στη βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους και στην ενίσχυση της ικανότητας αποθήκευσης CO₂. Επιπλέον, ο συνδυασμός μιας καλλιέργειας με ένα είδος που προστατεύει το έδαφος προσφέρει μια πρακτική επιλογή. Σε αυτήν την κατάσταση, η διάβρωση του εδάφους θα μπορούσε να μειωθεί, οδηγώντας σε αυξημένη γονιμότητα, χαμηλότερο κόστος λιπασμάτων λόγω μειωμένης απώλειας θρεπτικών ουσιών και αυξημένη οργανική αποθήκευση.

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΚΟΙΝΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ:

Παρόλο που η συσχέτιση των καλλιεργειών είναι μια ενδιαφέρουσα πρακτική που ευθυγραμμίζεται καλά με διάφορες προσεγγίσεις παραγωγής και υιοθετείται ολοένα και περισσότερο, δεν έχουν ακόμη εξεταστεί τα μέτρα γεωργοπεριβαλλοντικής στήριξης για την προώθηση αυτής της τεχνικής, σε αντίθεση με τις αμειψισπορές. Ωστόσο, έχει ενσωματωθεί στις καλές γεωργικές ή περιβαλλοντικές πρακτικές των Κοινών Αγροτικών Πολιτικών (ΚΑΠ). Σε σχέση με τη διαφοροποίηση των καλλιεργειών που διαπιστώνεται στις απαιτήσεις πρασίνου, αυτές περιλαμβάνονται πλέον στη νέα ΚΑΠ στο πλαίσιο των Καλών Γεωργικών και Περιβαλλοντικών Συνθηκών (ΚΓΠΣ) της Ενισχυμένης Προϋπόθεσης. Αυτή η συμπερίληψη συνεπάγεται ότι η ένωση καλλιεργειών θα μπορούσε να είναι μια πιθανή εναλλακτική λύση για την κάλυψη των απαιτήσεων για άμεσες πληρωμές από την ΚΑΠ.

Καλλιέργειες κάλυψης

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ: Καλλιέργειες κάλυψης

ΑΛΛΕΣ ΟΝΟΜΑΣΙΕΣ: Πράσινα ή ζωντανά καλύμματα, Καλύμματα βλάστησης, Πράσινα λιπάσματα, Φυσικά καλύμματα

ΤΥΠΟΣ: Καλύμματα φυτών

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ:

Όπως και σε άλλες τεχνικές που περιγράφονται, η παρούσα ενότητα ενσωματώνει τεχνικές που είναι κάπως διαφορετικές ως προς την εστίαση ή τον στόχο τους, αλλά των οποίων το τελικό αποτέλεσμα είναι πολύ παρόμοιο ως προς τα συνολικά τους αποτελέσματα. Τα φυτικά καλύμματα περιλαμβάνουν τη μόνιμη παρουσία ενός ή περισσότερων ποωδών, ετήσιων ή πολυετών ειδών, είτε που σπέρνονται από τον γεωργό είτε φυσικά απαντώμενα τοπικά είδη. Όταν δεν υπάρχει άροση ή χρήση ζιζανιοκτόνων σε ξυλώδεις καλλιέργειες, αυτά τα φυτικά καλύμματα περιβάλλουν είτε μέρος είτε ολόκληρη την επιφάνεια της καλλιέργειας. Η ανάπτυξή τους τυπικά ελέγχεται μέσω του θερισμού ή της βοσκής των ζώων.

Επί του παρόντος, αυτά τα καλύμματα εκτιμώνται ιδιαίτερα για τη συμβολή τους στην ολοκληρωμένη διαχείριση παρασίτων. Προσφέρουν οφέλη όπως η διατήρηση των φυσικών αρπακτικών παρασίτων που βλάπτουν τις καλλιέργειες, συμπεριλαμβανομένων των αφίδων, των ακάρεων, των λευκών μυγών και άλλων. Ωστόσο, το κύριο πλεονέκτημά τους έγκειται στην προστασία του εδάφους από τη διάβρωση που προκαλείται από το νερό ή τον άνεμο. Στη νοτιοανατολική Ισπανία, τα φυτικά καλύμματα χρησιμοποιούνται όλο και

περισσότερο σε ελαιώνες, φυτείες εσπεριδοειδών, οπωρώνες με πυρηνόκαρπο και φρέσκο φρούτο και περιστασιακά σε αμπελώνες. Η χρήση τους αποτελεί κρίσιμο στοιχείο των εργασιών βιολογικής γεωργίας.

Σε πολλές περιπτώσεις, αυτά τα καλύμματα δημιουργούν ένα εκτεταμένο πράσινο στρώμα πάνω από τη γη, που συνήθως φυτεύεται στους χώρους μεταξύ σειρών δέντρων, με ένα κενό να διατηρείται γύρω από τη βάση των κορμών των δέντρων. Περιστασιακά, φυτεύονται γύρω από τη βάση του δέντρου, αφήνοντας το μέσο της σειράς ανοιχτό για άροση. Ωστόσο, σε ορισμένες περιοχές, το κάλυμμα εκτείνεται σε ολόκληρη την επιφάνεια της καλλιέργειας, εμφανίζεται σαν λιβάδι. Αυτό είναι ακόμα ορατό σε διάφορα μέρη της Ευρώπης, όπως σε φυτείες ξηρών περιοχών που χρησιμοποιούνται για βοσκότοπους και σε γνωστούς ελαιώνες με πουρνάρια. Παρατηρείται επίσης σε αμυγδαλιές, ελιές ή χαρουπιές και σε ορισμένα είδη οπωροφόρων δέντρων στην Κεντρική Ευρώπη. Οι παραδοσιακές αρδευόμενες πεδινές εκτάσεις στα νότια και νοτιοανατολικά της Ισπανίας εξακολουθούν να παρουσιάζουν μικρούς οπωρώνες εσπεριδοειδών με μόνιμα καλύμματα παντού, που αποτελούνται κυρίως από βότανα όπως η ξυλόζωτη (*Oxalis* sp.).

Η κοινή πρακτική συχνά περιλαμβάνει τη σπορά ενός ή περισσότερων επιλεγμένων ειδών για ένα συγκεκριμένο όφελος, όπως η ατμοσφαιρική δέσμευση αζώτου (στην περίπτωση των ψυχανθών), με αποτέλεσμα αυτό που είναι γνωστό ως πράσινη λίπανση. Η Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ) τα προωθεί έντονα και η σημασία τους για τη διατήρηση των ωφέλιμων εντόμων για την καταπολέμηση των παρασίτων αυξάνεται. Επίσης, υπάρχει μια ανοδική τάση στη χρήση καλυμμάτων τοπικών βοτάνων και αυτοφυών λουλουδιών, τα οποία σταδιακά εγκαθίστανται στη φυτεία μέσω επιλεκτικής κοπής. Πρέπει να λάβουμε υπόψη τις βροχοπτώσεις στην περιοχή καθώς η ποσότητα και η κατανομή της βροχής μπορεί να είναι περιοριστικός παράγοντας για πολλά είδη χόρτου, είτε σπαρμένα είτε φυσικά. Στις μεσογειακές συνθήκες, συνιστάται λίγη άρδευση για την υποστήριξη της αρχικής

ανάπτυξης ή για την ανακούφιση κατά τη διάρκεια της ξηρασίας την άνοιξη και το καλοκαίρι, αν και δεν είναι ιδανική.

Μέχρι στιγμής, έχουμε συζητήσει κυρίως τα φυτικά καλύμματα σε ξυλώδεις καλλιέργειες, τα οποία αποτελούν το κύριο επίκεντρο. Ωστόσο, μπορούν επίσης να εφαρμοστούν σε ποώδεις καλλιέργειες, ιδιαίτερα στα λαχανικά. Η εισαγωγή βελτιωτικών ειδών όπως τα όσπρια (πράσινη κοπριά) ή τα δημητριακά είναι ολοένα και πιο συνηθισμένη στις ετήσιες αμειψισπορές. Η κύρια διαφορά με τα ξυλώδη είδη είναι ότι αυτές οι καλύψεις τείνουν να είναι ετήσιες και όχι μόνιμες για να ευθυγραμμίζονται με τους κύκλους καλλιέργειας. Σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως η περίσσεια αζώτου του εδάφους ή η παρουσία παθογόνου, μπορεί να είναι ωφέλιμο για να δημιουργηθεί ένα κάλυμμα που μετριάξει το πρόβλημα, επιτρέποντας την ανάπτυξη εμπορικά πολύτιμων ειδών. Ανεξάρτητα, τόσο στις ξυλώδεις όσο και στις ποώδεις καλλιέργειες, ο απώτερος στόχος είναι να διασφαλιστεί ότι το έδαφος προστατεύεται αποτελεσματικά από ένα ποώδες κάλυμμα, ελαχιστοποιώντας τις περιόδους μερικώς ή εντελώς γυμνού εδάφους και συνειδητοποιώντας τα διάφορα άλλα οφέλη που προσφέρουν.



Εικόνα 21: Καλλιέργειες Καλύμματος που χρησιμοποιούνται σε έναν αμπελώνα για τον έλεγχο των παρασίτων. Πηγή: Jacqueline Macou (2016).

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ:

Η εφαρμογή φυτικών καλυμμάτων παράγει αποτελέσματα παρόμοια με αυτά που προκαλούνται από τις φυτικές λωρίδες αλλά με μεγαλύτερη ένταση, δεδομένης της μεγαλύτερης περιοχής κάλυψης. Τα βασικά οφέλη περιλαμβάνουν σημαντικές βελτιώσεις στην ικανότητα κατακράτησης νερού και θρεπτικών συστατικών, ειδικά για το Άζωτο (N) και το Φώσφορο (P). Ταυτόχρονα, μειώνουν την εξάρτηση από φυτοπροστατευτικά προϊόντα, περιορίζοντας πιθανές περιβαλλοντικές απώλειες. Επιπλέον, ενθαρρύνουν τη στρωματοποίηση της απορροής, ελαχιστοποιώντας έτσι ουσιαστικά την απώλεια εδάφους και το σχηματισμό ρεμάτων.

Η γονιμότητα του εδάφους, ιδιαίτερα όσον αφορά την περιεκτικότητα σε οργανική ύλη, την παρουσία μικροοργανισμών και τη συνολική βιοποικιλότητα, σημειώνει σημαντική ώθηση. Αυθόρμητα αναπτυσσόμενα, τοπικά καλύμματα με βάση τα είδη αποδίδουν πολύ μεγαλύτερη βιοποικιλότητα. Αν και ορισμένα είδη που σπέρνονται σκόπιμα μπορεί να προσφέρουν συγκεκριμένα οφέλη, όπως το να ενεργούν ως χλωρή λίπανση, να επηρεάζουν την καλλιέργεια ή να προωθούν ωφέλιμα έντομα (επικονιαστές ή φυσικοί εχθροί), παρατηρείται γενικά ότι και οι δύο τύποι καλυμμάτων αυξάνουν σημαντικά τον αριθμό των φυσικών εχθρών (αρπακτικά και παρασιτοειδών) σε ώριμο φυτικό κάλυμμα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα αξιοσημείωτη εξοικονόμηση σε συγκεκριμένα εντομοκτόνα που απαιτούνται συνήθως για τον έλεγχο των παρασίτων σε συμβατικές φυτείες.

Στο μέτωπο της πολιτικής, εκτός από τον προαναφερθέντα ρόλο της ολοκληρωμένης διαχείρισης παρασίτων στη βιώσιμη χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων, οι κώδικες ορθών γεωργικών πρακτικών που έχουν θεσπιστεί για τον έλεγχο της διάχυτης ρύπανσης από νιτρικά ιόντα γεωργικής προέλευσης συχνά συνιστούν ή επιβάλλουν αυτήν την πρακτική, ξεκινώντας από μια συγκεκριμένη πρακτική, κλίση του ξυλώδους εδάφους καλλιέργειας.

Τέλος, έχει παρατηρηθεί στην πράξη ότι τα φυτικά καλύμματα μειώνουν σημαντικά την πιθανότητα πλημμύρας στο έδαφος, χάρη στο αυξημένο πορώδες του εδάφους και τη βελτιωμένη δομή. Αυτά παρέχουν έμμεσα οφέλη στον αγρότη, επιτρέποντας τη διέλευση του αγρού μετά τη βροχόπτωση και μειώνοντας τη συχνότητα εμφάνισης μυκητιακών ασθενειών.

ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ:

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, τα φυτικά καλύμματα εφαρμόζονται κυρίως σε ξυλώδεις καλλιέργειες. Ωστόσο, οι πλώδεις καλλιέργειες (ιδιαίτερα τα λαχανικά) χρησιμοποιούνται ως χλωρή λίπανση και άλλα ωφέλιμα πλώδη είδη, τα οποία θα μπορούσαν επίσης να εμπίπτουν σε αυτήν την κατηγορία.

Τυπικά, αυτές οι καλύψεις μπορούν να εφαρμοστούν σε οποιονδήποτε τύπο εδάφους ή κλίση, με κύριους περιοριστικούς παράγοντες την ελάχιστη βροχόπτωση που απαιτείται για την επιτυχή ανάπτυξη των επιλεγμένων ποωδών ειδών και τον διαθέσιμο χώρο μεταξύ των δέντρων για την εγκατάσταση και την επακόλουθη διαχείρισή τους. Ωστόσο, η ποιότητα του εδάφους και οι τοπικές καιρικές συνθήκες μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την ανάπτυξη ορισμένων ειδών φυτεμένων καλυμμάτων λόγω των ειδικών απαιτήσεών τους. Ως εκ τούτου, ενδέχεται να μην συνιστώνται υπό ορισμένες συνθήκες, όπως για είδη που απαιτούν συγκεκριμένο εύρος θερμοκρασίας ή εκείνα που επηρεάζονται αρνητικά από ασβεστούχα εδάφη.

Αυτά τα καλύμματα προσαρμόζονται εύκολα σε προκαθορισμένα σχέδια σε ώριμες φυτείες, ένα πλεονέκτημα που ενισχύεται εάν η φυτεία σχεδιάστηκε αρχικά με γνώμονα τα φυτικά καλύμματα, είτε ευθυγραμμισμένα είτε με την κλίση είτε ενάντια στην πλαγιά. Αυτό το χαρακτηριστικό καθιστά αυτήν την τεχνική εξαιρετικά κατάλληλη και ευέλικτη σε σύγκριση με άλλες τεχνικές, οι οποίες ενδέχεται να παρουσιάζουν περισσότερους περιορισμούς από αυτή την άποψη.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΠΗΓΕΣ:

Ορισμένος εξοπλισμός είναι απαραίτητος για την εφαρμογή αυτών των φυτικών καλυμμάτων. Αρχικά, απαιτούνται ένα ή δύο μηχανήματα για την προετοιμασία του εδάφους για σπορά. Απαιτούνται επίσης ένας σπαρτήρας και ένας κύλινδρος για την ισοπέδωση της επιφάνειας, εξασφαλίζοντας καλή επαφή μεταξύ των σπόρων και των σωματιδίων του εδάφους. Προαιρετικά, μπορεί να θέλετε να εφαρμόσετε μια οργανική τροποποίηση για τον εμπλουτισμό του εδάφους. Επιπλέον, απαιτείται σημαντική ποσότητα σπόρων του επιλεγμένου είδους για τη φύτευση.

Τέλος, για τη συντήρηση, θα ήταν συνετό να έχετε ένα χλοοκοπτικό, τεμαχιστή ή βοτανόφορα. Σε σχέση με αυτό, υπάρχουν τώρα χλοοκοπτικά ακριβείας εξοπλισμένα με αρθρωτούς βραχίονες και αισθητήρες, που διευκολύνουν το κούρεμα μεταξύ των κορμών δέντρων χωρίς να τους προκαλούν καμία ζημιά.

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ:

Μια σημαντική πτυχή που πρέπει να αποφασίσετε είναι η συνολική έκταση της κάλυψης σε σχέση με την καλλιέργεια. Για παράδειγμα, σε πολλούς οπωρώνες ή αμπελώνες με οπωροφόρα δέντρα, οι καλλιέργειες καταλαμβάνουν συχνά ολόκληρη τη λωρίδα ανάμεσα σε σειρές δέντρων, με μόνο μια μικρή περιοχή κοντά στον κορμό, μεταξύ 20-100 cm, να παραμένει χωρίς κάλυψη. Αυτή η περιοχή χωρίς κάλυψη τυπικά είτε ελέγχεται μηχανικά μέσω κοπής είτε χημικά ελέγχεται με ζιζανιοκτόνα. Για άλλες καλλιέργειες με χαμηλότερα και πυκνότερα κλαδιά, όπως τα εσπεριδοειδή ή οι ελαιώνες, ο χώρος χωρίς κάλυψη μπορεί να είναι ελαφρώς μεγαλύτερος, αφήνοντας εκτεθειμένη την περιοχή ακριβώς κάτω από τον θόλο του δέντρου. Σε παλαιότερες φυτείες όπως οι πεδινές, είναι συνηθισμένο να βρίσκουμε πλήρεις καλλιέργειες που φτάνουν στους κορμούς των δέντρων.

Όπως σημειώθηκε προηγουμένως, τα παραδοσιακά συστήματα γεωργίας στην Ισπανία και την Ιταλία, ειδικά σε ξυλώδεις καλλιέργειες, χρησιμοποιούν συχνά βοσκοτόπια. Εδώ, η φυτική κάλυψη είναι τυπικά αυτοφυής, επιτρέποντας την ανάπτυξη της να δημιουργήσει επιφάνειες κατάλληλες για βοσκή ζώων με μειωμένο ζωικό φορτίο κατάλληλο για το τοπικό κλίμα. Αυτές οι καλύψεις μπορούν να ενισχυθούν με τη σπορά ειδών που παρέχουν οφέλη για το ζωικό κεφάλαιο.

Ενώ ο ανταγωνισμός για νερό και θρεπτικά συστατικά μεταξύ των καλλιεργειών κάλυψης και της κύριας καλλιέργειας είναι γενικά ελάχιστος λόγω της φύσης των δενδρωδών καλλιεργειών, η απόφαση για την εφαρμογή καλλιεργειών κάλυψης θα πρέπει να βασίζεται σε πρόσθετες πτυχές διαχείρισης. Αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν την τοπική άρδευση σε φυτείες, την παρουσία πλατώ σε εσπεριδοειδή και δομές στήριξης σε αμπελώνες, μεταξύ άλλων.

Το επόμενο ζήτημα είναι ο τύπος της καλλιέργειας που πρέπει να δημιουργηθεί, λαμβάνοντας υπόψη το τοπικό κλίμα, τις συνθήκες του εδάφους και τα συγκεκριμένα οφέλη που επιδιώκονται από αυτήν την τεχνική. Θα πρέπει επίσης να λαμβάνεται υπόψη η σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας κάθε τύπου καλλιέργειας κάλυψης, συγκρίνοντας το κόστος της σποράς με τις αυτοφυείς καλλιέργειες κάλυψης.

Παρά τη σπανιότητα εκτενών πληροφοριών σχετικά με αυτό το θέμα, τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει πολυάριθμες μελέτες και δοκιμές για να ελεγχθεί η συμπεριφορά και οι επιπτώσεις συγκεκριμένων ειδών και η διαχείρισή τους ανάλογα με τον τύπο της καλλιέργειας. Στην Ισπανία, οι πληροφορίες είναι ιδιαίτερα άφθονες για τα ελαιόδεντρα, αν και το ενδιαφέρον αυξάνεται για άλλα σημαντικά είδη όπως τα εσπεριδοειδή, οι αμπελώνες ή οι αμυγδαλιές. Μεταξύ των ειδών κάλυψης που έχουν σπαρθεί, συναντάμε όσπρια όπως βίκο και κτηνοτροφικό τριφύλλι, χόρτα όπως βρώμη ή κριθάρι και διάφορα είδη χλοοτάπητα όπως *Festuca* sp., *Hordeum* sp., *Bromus* sp. κ.λπ., καθώς και είδη από την οικογένεια των σταυρανθών. Πολλές

δοκιμές έχουν διερευνήσει συνδυασμούς ειδών για συνδυασμό ή προσθήκη πλεονεκτημάτων, όπως ένας συνδυασμός δημητριακών/όσπριων για τη βελτίωση της αναλογίας άνθρακα/αζώτου όταν τα υπολείμμά τους χουμιοποιούνται.

Μεταξύ αυτών των πλεονεκτημάτων, είναι γνωστή η ικανότητα αζωτοδέσμευσης των ψυχανθών, η οποία συμβάλλει σημαντικά στο έδαφος. Αυτό βοηθά στη μείωση της ανάγκης για μεταλλική λίπανση, οδηγώντας σε εξοικονόμηση πόρων. Έχουν επίσης παρατηρηθεί περιπτώσεις αλλοπαθητικών επιδράσεων (έλξη ή απώθηση εντόμων) και ανταγωνιστικές επιδράσεις (όπως νηματώδης σίκαλης και εδάφους). Σε άλλες περιπτώσεις, είναι αξιοσημείωτες οι φυσικές βελτιώσεις του εδάφους. Τα χόρτα συνήθως βελτιώνουν τη διαπερατότητα του εδάφους λόγω του ριζικού τους συστήματος.

Επιπλέον, με τη μείωση της διαθεσιμότητας φυτοϋγειονομικών προϊόντων για χρήση σε ξυλώδεις καλλιέργειες για την καταπολέμηση των παρασίτων, ορισμένες ερευνητικές ομάδες φυτοπροστασίας προσπάθησαν να κατανοήσουν τις βιολογικές επιπτώσεις της φύτευσης καλλιεργειών με συγκεκριμένα ποώδη είδη. Αυτές οι ομάδες στοχεύουν να προσδιορίσουν ποιοι φυσικοί εχθροί μπορούν να προσελκυστούν από αυτά τα καλύμματα για να ενισχύσουν τον φυσικό έλεγχο των παρασίτων, μια πρακτική που είναι γνωστή ως βιολογικός έλεγχος διατήρησης. Ενώ είναι ακόμη στα αρχικά στάδια, έχουν ήδη υπάρξει περιπτώσεις που παρέχουν προστιθέμενη αξία σε αυτή την προσέγγιση βιολογικού ελέγχου στις καλλιέργειες, όπως η χρήση του *Festuca sp.* σε οπωρώνες εσπεριδοειδών.

Επί του παρόντος, προϊόντα με βάση τους σπόρους από διάφορα είδη διατίθενται στο εμπόριο για χρήση ως καλλιέργειες σε συγκεκριμένες καλλιέργειες. Ωστόσο, οι αγρότες μπορεί να θεωρήσουν ωφέλιμο να δημιουργήσουν το δικό τους μείγμα ειδών με βάση συγκεκριμένες ανάγκες και ενδιαφέροντα.

Η σπορά πρέπει να γίνεται εν αναμονή των εποχών των βροχών, με κατάλληλη προετοιμασία του εδάφους και σπορά λίγες μέρες πριν από την αναμενόμενη

βροχόπτωση για να εξασφαλιστεί η καλή βλάστηση των σπόρων. Στην Ισπανία, η σπορά γίνεται συνήθως την άνοιξη ή το φθινόπωρο. Εάν οι βροχοπτώσεις είναι ανεπαρκείς μετά τη σπορά, μπορεί να απαιτηθεί υποστηρικτική άρδευση χρησιμοποιώντας δεξαμενή ή δεξαμενή που σύρεται μέσα από τις λωρίδες. Η δόση σποράς (αριθμός σπόρων ανά περιοχή) μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με το ποώδες είδος, αλλά γενικά συνιστάται μια πυκνή σπορά λόγω του υψηλού δυναμικού μη βλάστησης και της ανάγκης να μεγιστοποιηθεί ο έλεγχος της διάβρωσης σε απότομες πλαγιές.

Όταν ο στόχος είναι να δημιουργηθεί μια αυθόρμητη κάλυψη φυσικής βλάστησης, είναι σύνηθες να ξεκινά η διαδικασία ταυτόχρονα με τη φύτευση της κύριας καλλιέργειας, όταν τα δέντρα είναι νεαρά και υπάρχει άφθονο κατακόρυφο χώρο και φως. Το φρέσκο καλλιεργημένο έδαφος επιτρέπει επίσης στα φυτά να βλασταίνουν πιο εύκολα. Μια εναλλακτική προσέγγιση θα μπορούσε να είναι αρχικά η σπορά ενός φυτού ή ενός μείγματος που μπορεί αρχικά να βοηθήσει στην προστασία του εδάφους, αλλά τελικά να επιτρέψει στα φυσικά χόρτα να αποικίσουν την περιοχή.

Η συντήρηση μπορεί να απαιτεί περιοδική επανασπορά εάν το είδος δυσκολεύεται να πολλαπλασιαστεί ή εάν η καλυπτική καλλιέργεια γεράσει (ανανέωση). Η ανάπτυξη των καλυμμάτων καλλιεργειών γίνεται συνήθως για να αποτραπεί το να μεγαλώσουν πολύ ή να ανταγωνίζονται για νερό. Έτσι, συχνά κουρεύονται ή θρυμματίζονται ή και βόσκονται από τα ζώα κατά καιρούς. Η συχνότητα αυτών των επεμβάσεων θα εξαρτηθεί από τον ρυθμό ανάπτυξης των φυτικών ειδών και τις τοπικές καιρικές συνθήκες. Πολλοί ερευνητές συνιστούν ότι σε μεσογειακές συνθήκες, οι καλλιέργειες καλυμμάτων πρέπει να κουρεύονται κατά την περίοδο της ανθοφορίας τους (μεταξύ τέλους Μαρτίου και Απριλίου). Ωστόσο, σε περιοχές όπως η Μούρθια, το κούρεμα μπορεί να χρειαστεί να γίνει νωρίτερα λόγω χαμηλότερων βροχοπτώσεων. Παρατηρήσεις σε φυτείες

με αυτοφυή καλύμματα αποκαλύπτουν ότι τα υπάρχοντα είδη είναι μικρά και απαιτούν λίγο νερό, επομένως η διαχείρισή τους είναι σπάνια απαραίτητη.

Με την πάροδο του χρόνου, σε αυτά τα αυτοφυή καλύμματα, λαμβάνει χώρα μια διαδικασία επιλογής είδους μετά από εργασίες κοπής ή εκκαθάρισης και καλλιέργειας. Αυτή η διαδικασία μετατοπίζει τη χλωρίδα από τα αρχικά ετήσια, ευκαιριακά, νιτρόφιλα και χωροκατακτητικά είδη (στην περίπτωση των σταυρανθών) σε πιο πολυετή με πιο αργή, έρπουσα ανάπτυξη (όπως χόρτα, όσπρια κ.λπ.).

Μόλις εδραιωθεί καλά η καλλιέργεια καλύμματος, μπορεί να εκτελείται ρηχή άροση κάθε ένα ή δύο χρόνια. Αυτή η διαδικασία αφαιρεί ένα μικρό μέρος του επιφανειακού στρώματος της καλυπτικής καλλιέργειας, βοηθώντας στην αυτοσπορά, βελτιώνοντας τον αερισμό και διευκολύνοντας την ενσωμάτωση οργανικών υπολειμμάτων στο έδαφος. Αυτή η εργασία μπορεί επίσης να γίνει εναλλάξ, σε κάθε άλλη λωρίδα κάθε χρόνο.

ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΕΛΑΤΤΩΣΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ:

Η χρήση τεχνικών καλλιέργειας σε ξυλώδεις καλλιέργειες περιορίζει σημαντικά την ανάγκη για συχνή άροση. Αυτή η πρακτική περιορίζει το κούρεμα περίπου μία ή δύο φορές το χρόνο, συμπληρωμένο με περιστασιακή επιφανειακή και κάθετη άροση. Η τελευταία μέθοδος χρησιμοποιείται για να βοηθήσει στην αποτελεσματική ενσωμάτωση της οργανικής ύλης που παράγεται από καλλιέργειες και για να μαλακώσει την επιφάνεια του εδάφους για φυσικές διαδικασίες αυτοσποράς. Αυτή η πρακτική μειώνει σημαντικά την κατανάλωση καυσίμου στις γεωργικές εργασίες, συμβάλλοντας έτσι στη διατήρηση του περιβάλλοντος.

Η εφαρμογή καλλιεργειών κάλυψης οδηγεί σε μείωση της απώλειας εδάφους και θρεπτικών στοιχείων. Αυτό έχει διπλή θετική επίδραση: ενισχύει την απόδοση των καλλιεργειών και μειώνει την ανάγκη για τεχνητά λιπάσματα.

Επιπλέον, λόγω της μειωμένης ανοργανοποίησης και της αύξησης της βιομάζας που ενσωματώνεται στο έδαφος από τις καλλιέργειες, παρατηρείται σημαντική αύξηση στη συσσώρευση οργανικής ύλης. Αυτή η αύξηση της οργανικής ύλης, με τη σειρά της, έχει πολύ θετική επίδραση στην ικανότητα αποθήκευσης διοξειδίου του άνθρακα του εδάφους, συμβάλλοντας στις προσπάθειες για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής.

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΚΟΙΝΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ:

Για πολλά χρόνια, η ΚΑΠ θεωρούσε την εφαρμογή καλλιεργειών κάλυψης ως υποχρεωτική πρακτική σε περιοχές με απότομες κλίσεις. Αυτή η απαίτηση εμπίπτει στις γενικές προϋποθέσεις «Καλές Γεωργικές και Περιβαλλοντικές Συνθήκες (ΚΓΓΠ)» και έχει ενσωματωθεί στο πιο πρόσφατο πρόγραμμα βάσει της ρήτρας υπό όρους, που αποτελεί απαίτηση για τις περισσότερες μορφές άμεσης ενίσχυσης. Πιο πρόσφατα, αυτή η πρακτική επιβάλλεται ιδιαίτερα στα υποχρεωτικά μέτρα στο πλαίσιο της πράσινης πληρωμής, «πρασίνισμα», που αφορούν την ελάχιστη κάλυψη του εδάφους και τον καθορισμό περιοχών οικολογικού ενδιαφέροντος. Μάλιστα, η πρόσφατα επικαιροποιημένη ΚΑΠ για τα έτη 2023-2027 περιλαμβάνει ρήτρα Ενισχυμένης Προϋπόθεσης.



ΔΕΣΜΕΥΣΗ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΕ ΦΤΩΧΑ ΚΑΙ ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΜΕΝΑ ΕΔΑΦΗ

Η δέσμευση άνθρακα στο έδαφος είναι ζωτικής σημασίας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και τη διασφάλιση της βιώσιμης διαχείρισης του εδάφους. Η δέσμευση άνθρακα αναφέρεται στη διαδικασία αφομοίωσης του ατμοσφαιρικού διοξειδίου του άνθρακα μέσω της πρωτογενούς παραγωγής και αποθήκευσης του στη βιομάζα και στο έδαφος. Σε αυτό το κεφάλαιο, θα διερευνήσουμε τη σημασία της δέσμευσης άνθρακα σε φτωχά και υποβαθμισμένα εδάφη, ιδιαίτερα σε περιοχές της Μεσογείου. Θα εμβαθύνουμε στις πολυπλοκότητες που σχετίζονται με την εφαρμογή πρακτικών δέσμευσης άνθρακα, τις διαφορετικές οδούς δέσμευσης και τις μεθόδους μέτρησης που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των ρυθμών δέσμευσης άνθρακα στο έδαφος.

Η δέσμευση άνθρακα σε φτωχά και υποβαθμισμένα εδάφη είναι μια πολύπλευρη διαδικασία που επηρεάζεται από μια σειρά παραγόντων. Αυτές περιλαμβάνουν παλαιότερες εδαφοκλιματικές συνθήκες, ιστορικές πρακτικές χρήσης γης, πολιτικές αποφάσεις, δομές ιδιοκτησίας και συστήματα κατοχής γης. Επιπλέον, η τρέχουσα κατάσταση της επικράτειας και οι μελλοντικοί προβληματισμοί συμβάλλουν περαιτέρω στην πολυπλοκότητα της εφαρμογής πρακτικών δέσμευσης άνθρακα. Με τις φυσικές ευπάθειές τους και τις ενισχυμένες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, οι περιοχές της Μεσογείου παρέχουν ένα μοναδικό πλαίσιο για την ανάλυση των στρατηγικών δέσμευσης άνθρακα.

Η εφαρμογή πρακτικών δέσμευσης άνθρακα σε αυτές τις περιοχές είναι μια πολύπλευρη διαδικασία που επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες. Προηγούμενες εδαφοκλιματικές συνθήκες, ιστορικές πρακτικές χρήσης γης, πολιτικές αποφάσεις, συστήματα κατοχής γης και η τρέχουσα κατάσταση της επικράτειας συμβάλλουν στην πολυπλοκότητά του. Επιπλέον, πρέπει να ληφθούν υπόψη μελλοντικοί παράγοντες για να διασφαλιστεί η μακροπρόθεσμη αποτελεσματικότητα.

Στις μεσογειακές περιοχές, η δέσμευση άνθρακα βασίζεται κυρίως σε δύο μονοπάτια: αγροδασοκομικές πρακτικές και διαχείριση χρήσης γης. Οι αγροδασοκομικές πρακτικές συνεπάγονται άμεσες εδαφικές παρεμβάσεις, όπως αμειψισπορές, αναδάσωση και χρήση βοσκοτόπων. Αντίθετα, η διαχείριση της χρήσης γης περιλαμβάνει ευρύτερες αλλαγές τοπίου που επηρεάζουν το ισοζύγιο άνθρακα, όπως η δημιουργία προστατευόμενων περιοχών ή η τροποποίηση των γεωργικών πρακτικών.

Η εκτίμηση του ρυθμού δέσμευσης άνθρακα στο έδαφος επιτυγχάνεται με δύο διακριτές μεθόδους. Η μία ποσοτικοποιεί την ποσότητα άνθρακα που αποθηκεύεται ανά εκτάριο ανά έτος (tC/ha/έτος), παρέχοντας μια άμεση ετήσια μέτρηση. Η άλλη χρησιμοποιεί τον «IPCC Change Factor» (IPCCf), ένα εργαλείο που αναπτύχθηκε από τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή, το οποίο προσφέρει ένα σχετικό μέτρο της αλλαγής στην περιεκτικότητα σε άνθρακα του εδάφους με την πάροδο του χρόνου.

Κατά την επιδίωξη αυτών των οδών, είναι σημαντικό να λαμβάνεται υπόψη το δευτερογενές κόστος άνθρακα, διασφαλίζοντας ότι ο καθαρός αντίκτυπος στο κλίμα είναι θετικός. Οι πρακτικές που επιλέγονται μπορεί να έχουν έμμεσες εκπομπές, οι οποίες μπορεί να υπερβαίνουν τα οφέλη από τη δέσμευση άνθρακα. Μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τόσο την άμεση αποθήκευση άνθρακα στη βιομάζα και το έδαφος όσο και τις έμμεσες εκπομπές που συνδέονται με τις επιλεγμένες πρακτικές.

Οι πρακτικές βιώσιμης διαχείρισης του εδάφους, που περιλαμβάνουν αμειψισπορά, καλλιέργειες, μειωμένη άροση και εφαρμογή βιοαπανθράκων, προσφέρουν ένα χαρτοφυλάκιο στρατηγικών που μπορούν να βελτιώσουν την υγεία του εδάφους, να προάγουν τη βιοποικιλότητα, να αυξήσουν την αγροτική απόδοση και να δεσμεύσουν άνθρακα. Η δάσωση, η υιοθέτηση πολυετών καλλιεργειών και

τα αγροδασοκομικά συστήματα αυξάνουν περαιτέρω τις δυνατότητες δέσμευσης άνθρακα. Ο σχεδιασμός και η διαχείριση της χρήσης γης, ευθυγραμμισμένες με τις αρχές της αναγεννητικής γεωργίας, προάγουν ανθεκτικά τοπία με μακροπρόθεσμη δυνατότητα δέσμευσης άνθρακα.

Η δέσμευση άνθρακα μπορεί να αποδειχθεί ζωτικής σημασίας για τη βιώσιμη διαχείριση του εδάφους, ειδικά σε περιοχές όπως η Μεσόγειος, όπου ενισχύονται οι ευπάθειες στην κλιματική αλλαγή. Κατανοώντας την πολυπλοκότητά του, εξερευνώντας διαφορετικές οδούς δέσμευσης και χρησιμοποιώντας κατάλληλες μεθόδους μέτρησης, μπορούμε να ενσωματώσουμε αποτελεσματικά τη δέσμευση άνθρακα στα γεωργικά συστήματα. Ενσωματώνοντας πρακτικές βιώσιμης διαχείρισης του εδάφους, μπορούμε να βελτιώσουμε την υγεία του εδάφους, να ενισχύσουμε την αγροτική παραγωγικότητα και να συμβάλουμε στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής.

Δέσμευση άνθρακα και πρακτικές διαχείρισης

Οι διάφορες πρακτικές διαχείρισης του εδάφους στη γεωργία μπορούν να ωφελήσουν τόσο την απόδοση των καλλιεργειών όσο και το περιβάλλον. Αυτές οι πρακτικές υπερβαίνουν τις συμβατικές μεθόδους και μπορούν ενδεχομένως να αυξήσουν την περιεκτικότητα σε άνθρακα στο έδαφος. Είναι σημαντικό να αναγνωρίσουμε ότι αυτό που θεωρείται «συμβατικό» μπορεί να διαφέρει με βάση παράγοντες όπως το κλίμα, ο τύπος του εδάφους, η παραδοσιακή γνώση, η δομή ιδιοκτησίας και οι κοινωνικοοικονομικές συνθήκες. Η εφαρμογή πολλαπλών πρακτικών φιλικών προς τον άνθρακα οδηγεί συχνά σε ακόμη πιο θετικά αποτελέσματα (Aguilera et al., 2013).

Υπάρχουν δύο πορείες για την αύξηση της δέσμευσης άνθρακα:

- **Πρακτικές που ενισχύουν την παραγωγή βιομάζας:** Αυτές οι πρακτικές εισάγουν περισσότερο άνθρακα στο έδαφος προάγοντας την ανάπτυξη της βιομάζας. Παραδείγματα περιλαμβάνουν διαφορετικούς τύπους άρωσης καλλιεργειών, επιφανειακή καλλιέργεια, διαχείριση απορριμμάτων και χρήση φυσικών ή τεχνητών λιπασμάτων.
- **Πρακτικές που μειώνουν τη διάβρωση του εδάφους:** Εφαρμόζοντας πρακτικές που μειώνουν τη διάβρωση του εδάφους, μπορούμε να ελαχιστοποιήσουμε την απώλεια άνθρακα που υπάρχει ήδη στο έδαφος. Οι καλλιέργειες, το όργωμα διατήρησης και τα μέτρα ελέγχου της διάβρωσης είναι μερικά παραδείγματα πρακτικών που μπορούν να βοηθήσουν στη διατήρηση του άνθρακα στο έδαφος.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΤΩΝ ΠΟΣΟΣΤΩΝ ΔΕΣΜΕΥΣΗΣ ΑΝΘΡΑΚΑ:

Μια ολοκληρωμένη μετα-ανάλυση που διεξήχθη το 2013 συνέθεσε δεδομένα από 174 σύνολα δεδομένων και 79 δημοσιεύσεις για να αξιολογήσει το δυναμικό δέσμευσης άνθρακα διαφόρων πρακτικών διαχείρισης του εδάφους σε μεσογειακά γεωργικά συστήματα. Η ανάλυση κατηγοριοποίησε τα αποτελέσματα σε δύο ομάδες: ευρήματα από την πραγματική γεωργική εργασία πεδίου και αποτελέσματα από πειραματική εργασία πεδίου. Επιπλέον, έκανε διαφοροποίηση μεταξύ «βιολογικών» επεξεργασιών (συμπεριλαμβανομένης της οργανικής λίπανσης και μεθόδων καλλιέργειας εκτός της μηδενικής άρωσης με ζιζανιοκτόνα) και των «συμβατικών» επεξεργασιών (χωρίς λίπανση ή μόνο φυτοκάλυψη και παραδοσιακή άρωση) (Aguilera et al., 2013).

Ακολουθεί μια περίληψη των ποσοστών δέσμευσης άνθρακα για διάφορες πρακτικές διαχείρισης:

- **Όχι καλλιέργεια Μέχρι:** 0,44 tC/εκτάριο/έτος
- **Μειωμένη καλλιέργεια έως:** 0,32 tC/εκτάριο/έτος
- **Επιφανειακές Καλλιέργειες:** 0,27 tC/εκτάριο/έτος
- **Κομποστ:** 1,32 tC/εκτάριο/έτος
- **Ενσωμάτωση:** 0,97 tC/εκτάριο/έτος
- **Κοπριά + Επιφανειακές Καλλιέργειες:** 0,97 tC/εκτάριο/έτος
- **Συνδυασμός πρακτικών:** 0,52 tC/εκτάριο/έτος
- **Βιολογική γεωργία σε σύγκριση με τη συμβατική γεωργία:** 0,97 tC/εκτάριο/έτος

Για να δείξουμε τον πιθανό αντίκτυπο, ας εξετάσουμε τη μειωμένη άρωση ως παράδειγμα για ένα κομμάτι γης 100 εκταρίων. Με ρυθμό δέσμευσης άνθρακα 0,32 tC/εκτάριο/έτος, αυτή η πρακτική θα είχε ως αποτέλεσμα τη δέσμευση 32

τόνων άνθρακα (tC) ετησίως σε πάνω από 100 εκτάρια. Για να μετατρέψετε αυτήν την τιμή σε CO₂, πολλαπλασιάστε το tC επί 3,7 (καθώς το μοριακό βάρος του CO₂ είναι 3,7 φορές μεγαλύτερο από αυτό του άνθρακα), δίνοντας 118,4 τόνους CO₂ που δεσμεύονται κάθε χρόνο.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα ποσοστά δέσμευσης άνθρακα μπορεί να ποικίλλουν σημαντικά ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες. Παράγοντες όπως ο τύπος του εδάφους, η τοπογραφία, το κλίμα (συμπεριλαμβανομένης της μεταβλητότητας της θερμοκρασίας και των βροχοπτώσεων), η επιλογή των καλλιεργειών, η αμειψισπορά και οι τεχνικές λίπανσης μπορούν να επηρεάσουν τους πραγματικούς ρυθμούς δέσμευσης άνθρακα. Επομένως, δεν είναι ρεαλιστικό να περιμένουμε μια καθολική ή ακόμα και μια «μεσογειακή» τιμή για την ικανότητα δέσμευσης άνθρακα κάθε πρακτικής.

Οι παρεχόμενοι ρυθμοί δέσμευσης άνθρακα χρησιμεύουν ως σημείο εκκίνησης για τους αγρότες να κατανοήσουν τα πιθανά οφέλη από τις διαφορετικές πρακτικές διαχείρισης του εδάφους. Ωστόσο, αυτά τα στοιχεία υπογραμμίζουν την ανάγκη για περαιτέρω έρευνα και ρυθμίσεις προσαρμοσμένες στις συγκεκριμένες τοπικές συνθήκες. Διεξάγοντας μελέτες για συγκεκριμένες τοποθεσίες και κάνοντας προσαρμογές, οι αγρότες μπορούν να επιτύχουν υψηλότερα ισοζύγια άνθρακα και να επωφεληθούν από τα οφέλη της δέσμευσης άνθρακα στο ευρύτερο πλαίσιο των στρατηγικών μετριασμού της κλιματικής αλλαγής.

Τα ακόλουθα παραδείγματα απεικονίζουν στοιχεία διαχείρισης εδάφους και γης που μπορούν να υιοθετήσουν οι αγρότες και οι διαχειριστές γης για να ενισχύσουν τη δέσμευση άνθρακα στα γεωργικά συστήματα. Αυτές οι πρακτικές βασίζονται στην επιστημονική βιβλιογραφία και παρέχουν πληροφορίες για πιθανά κέρδη στον άνθρακα του εδάφους. Τονίζοντας τη σημασία αυτών των πρακτικών, υπογραμμίζουμε τον ρόλο τους στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής σε φτωχά και υποβαθμισμένα εδάφη εντός των μεσογειακών κλιμάτων.

Κινητοποίηση εδάφους

Η άροση, ή η κινητοποίηση του εδάφους, είναι ένας σημαντικός παράγοντας που συμβάλλει στην απώλεια του εδάφους και στην επακόλουθη απώλεια άνθρακα του εδάφους. Έρευνες έχουν δείξει ότι η άροση μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τη διάβρωση του άνθρακα του εδάφους μέσω μηχανικών και βιοχημικών διεργασιών. Μηχανικοί παράγοντες, όπως η διάσπαση της σωματιδιακής οργανικής ύλης, και βιοχημικοί παράγοντες, όπως οι αυξημένοι ρυθμοί οξείδωσης λόγω της έκθεσης στον αέρα και το ηλιακό φως, συμβάλλουν στην απώλεια άνθρακα του εδάφους (Roxo, 1994; Van Muysen et al., 1999; FAO, 2004· Bot & Benites, 2005).

Για τον μετριασμό της απώλειας άνθρακα του εδάφους και την ενίσχυση της δέσμευσης άνθρακα, έχουν μελετηθεί διαφορετικοί τύποι πρακτικών άροσης σε ημίξηρες συνθήκες και μεσογειακά γεωργικά συστήματα. Αυτές οι πρακτικές περιλαμβάνουν μειωμένο όργωμα (RT), ελάχιστη άροση (MT), χωρίς άροση (NT), άροση υπεδάφους (ST), ρηχή άροση (ShT) και άροση πλήρους αναστροφής (FiT). Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι ο ακριβής ορισμός κάθε πρακτικής ποικίλλει λόγω τοπικών αποχρώσεων και λαμβάνει υπόψη παράγοντες όπως ο τύπος της καλλιέργειας, η δομή ιδιοκτησίας και τα χαρακτηριστικά της γης.

Μελέτες έχουν δείξει ότι μετά από 20 χρόνια, μια χρονική αλληλουχία σε μεσογειακές συνθήκες αποκάλυψε μια διαφορά 5,7 τόνων άνθρακα ανά εκτάριο (t C/ha) μεταξύ μη άροσης και συμβατικής άροσης, που αντιστοιχεί σε ετήσιο ρυθμό δέσμευσης 0,285 t C/εκτάριο/έτος (Álvaro-Fuentes et al., 2014). Τα οφέλη της μη άροσης γίνονται πιο έντονα με την πάροδο του χρόνου. Αρχικά, παρατηρείται σημαντική αύξηση του άνθρακα στο επιφανειακό στρώμα (0-5 cm), ενώ ενδέχεται να σημειωθούν κάποιες απώλειες στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους (έως 30 cm). Ωστόσο, αυτή η τάση αντιστρέφεται μετά από περίπου πέντε χρόνια, με αποτέλεσμα ένα αντισταθμιστικό αποτέλεσμα (Álvaro-Fuentes et al., 2014).

Μια ανασκόπηση 66 μακροχρόνιων πειραμάτων ανέφερε μέσο ρυθμό δέσμευσης άνθρακα 0,3 t C/εκτάριο/έτος για μη άροση, σε σύγκριση με 0,17 t C/εκτάριο/έτος σε συμβατική άροση, υποδεικνύοντας διαφορά 0,13 t C/εκτάριο/έτος. Η μελέτη τόνισε επίσης ότι τα οφέλη από τη μη άροση είναι μεγαλύτερα όταν συνδυάζονται με ποικίλες αμειψιοπορές. Επιπλέον, χαμηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν στο ελάχιστο όργωμα σε σύγκριση με το συμβατικό όργωμα, υποδηλώνοντας ότι η ερμηνεία των αποτελεσμάτων μπορεί να επηρεαστεί από τις τοπικές αποχρώσεις της έννοιας του «ελάχιστου» οργώματος (Francaviglia, Di Bene, et al., 2017).

Μια άλλη μακροπρόθεσμη μελέτη που συνέκρινε τη μη άροση με την επιφανειακή άροση και την πλήρη αναστροφή όργωσης διαπίστωσε ότι οι ρυθμοί δέσμευσης άνθρακα ήταν αρχικά έντονοι κατά τα πρώτα τέσσερα χρόνια, αλλά άρχισαν να σταθεροποιούνται στο 24ο έτος και να μειώνονται μετά το 28ο έτος. Ωστόσο, αυτή η στασιμότητα και η μείωση στη δέσμευση του άνθρακα συνδέθηκε με μια ιδιαίτερα βροχερή περίοδο, αναδεικνύοντας την ευπάθεια αυτών των πρακτικών σε εξωτερικούς παράγοντες όπως το κλίμα και τη διάρκεια εφαρμογής τους (Dimassi et al., 2014). Ως εκ τούτου, κατά την εφαρμογή πρακτικών διαχείρισης για τη δέσμευση άνθρακα, είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη οι μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στη δέσμευση και αποθήκευση άνθρακα και η ευαισθησία τους σε εξωγενείς παράγοντες όπως η μεταβλητότητα του κλίματος και η απρόβλεπτη κατάσταση.

Αυτά τα ευρήματα υπογραμμίζουν τη σημασία της υιοθέτησης πρακτικών κινητοποίησης του εδάφους που μειώνουν τη διαταραχή του εδάφους και προάγουν τη δέσμευση άνθρακα. Η εφαρμογή μη άροσης και άλλων πρακτικών μειωμένης ή ελάχιστης άροσης μπορεί να συμβάλει στη μακροπρόθεσμη δέσμευση του άνθρακα στα γεωργικά συστήματα. Ωστόσο, είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη το τοπικό πλαίσιο, συμπεριλαμβανομένων των χαρακτηριστικών του εδάφους, των αμειψιοπορών και των κλιματικών συνθηκών, για να βελτιστοποιηθεί η αποτελεσματικότητα αυτών των πρακτικών για τη δέσμευση άνθρακα.

Διαχείριση απορριμάτων

Οι αποτελεσματικές πρακτικές διαχείρισης απορριμάτων, ιδιαίτερα η επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση γεωργικών υπολειμμάτων, διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στη δέσμευση άνθρακα στα γεωργικά συστήματα. Η προσέγγιση στη διαχείριση των απορριμάτων συνδέεται στενά με τις πρακτικές κινητοποίησης του εδάφους και μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τον ρυθμό αποσύνθεσης, την ενσωμάτωση στην οργανική ύλη του εδάφους και την επακόλουθη δέσμευση άνθρακα.

Παραδοσιακά, τα αγροτικά υπολείμματα, όπως αυτά από τους ελαιώνες, καίγονται, με αποτέλεσμα την άμεση απελευθέρωση άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Ωστόσο, μια εναλλακτική προσέγγιση που προτείνεται από τους Nieto et al. (2011) περιλαμβάνει το στρώσιμο αυτών των υπολειμμάτων απευθείας στο έδαφος. Αυτή η πρακτική έχει αποδειχθεί ότι ενισχύει την ικανότητα του εδάφους να δεσμεύει άνθρακα, οδηγώντας σε αύξηση της περιεκτικότητας σε άνθρακα του εδάφους κατά περίπου 0,5 έως 0,6 τόνους άνθρακα ανά εκτάριο ετησίως (t C/ha/έτος).

Ο θετικός αντίκτυπος της διαχείρισης απορριμάτων στη δέσμευση άνθρακα μπορεί να ενισχυθεί περαιτέρω όταν συνδυαστεί με πρακτικές που προάγουν τη διατήρηση της αυτοφυούς βλάστησης. Μελέτες των Ruibérriz et al. (2012) προτείνουν ότι η πιθανότητα δέσμευσης άνθρακα μπορεί να αυξηθεί έως και 1,36 t C/εκτάριο/έτος σε τέτοια σενάρια. Η παρουσία αυτοφυούς βλάστησης συνεισφέρει επιπλέον βιομάζα, εμπλουτίζοντας την περιεκτικότητα σε οργανική ουσία του εδάφους και ενισχύοντας την ικανότητα δέσμευσης άνθρακα. Αυτό υπογραμμίζει τη σημασία της διατήρησης και της ενίσχυσης της βιοποικιλότητας στα αγροοικοσυστήματα ως μέσο αποτελεσματικής διαχείρισης του άνθρακα.

Μια άλλη μελέτη που διεξήχθη σε έναν οπωρώνα αμυγδάλων, όπως αναφέρεται από τους Garcia-Franco et al. (2015), εξέτασε δύο πρακτικές: πράσινη λίπανση με

χρήση βίκου και βρώμης και μηδενική άροση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η χλωρή λίπανση οδήγησε σε 14% αύξηση της περιεκτικότητας σε άνθρακα του εδάφους στο επίπεδο της επιφάνειας σε σύγκριση με την αρχική περίοδο. Τα υπολείμματα από τον βίκο και τη βρώμη έπαιξαν σημαντικό ρόλο στο σχηματισμό νέων αδρανών εδάφους, βελτιώνοντας έτσι τη σταθεροποίηση της οργανικής ουσίας στο έδαφος.

Η σταθεροποίηση της οργανικής ύλης είναι κρίσιμης σημασίας για τη δυναμική του άνθρακα του εδάφους, καθώς βοηθά στη συγκράτηση του άνθρακα μέσα στο έδαφος, μειώνοντας την ευαισθησία του στην αποσύνθεση και εμποδίζοντας την απελευθέρωσή του ως CO₂. Με την εισαγωγή φρέσκιας οργανικής ύλης μέσω πρακτικών όπως η πράσινη λίπανση, ενισχύεται η δομή και η ικανότητα του εδάφους να συγκρατεί άνθρακα, συμβάλλοντας ουσιαστικά στις προσπάθειες δέσμευσης άνθρακα.

Καλλιέργειες κάλυψης

Στα μεσογειακά γεωργικά συστήματα, τα φτωχά και υποβαθμισμένα εδάφη παρουσιάζουν σημαντικές προκλήσεις για τη βιώσιμη παραγωγή. Ωστόσο, η χρήση επιφανειακών καλλιεργειών, γνωστών και ως καλλιέργειες κάλυψης, έχει αποδειχθεί ότι αποφέρει σημαντικά οφέλη σε τέτοια εδάφη προάγοντας την υγεία του εδάφους και τη δέσμευση άνθρακα.

Μια μελέτη που διεξήχθη από τους Albaladejo et al. (1998) τόνισε τον κρίσιμο ρόλο των επιφανειακών καλλιεργειών στη διατήρηση της περιεκτικότητας και της δομής του εδάφους σε άνθρακα. Η έρευνα διαπίστωσε ότι τεσσεράμισι χρόνια μετά την αφαίρεση των επιφανειακών καλλιεργειών από ένα πειραματικό αγροτεμάχιο, η περιεκτικότητα του εδάφους σε άνθρακα μειώθηκε κατά 35%. Επιπλέον, η σταθερότητα των αδρανών του εδάφους μειώθηκε κατά 31%, οδηγώντας σε αύξηση 8% στη μεικτή πυκνότητα σε σύγκριση με τα αγροτεμάχια ελέγχου. Αυτά τα ευρήματα υπογραμμίζουν τη σημασία των καλλιεργειών κάλυψης για τη διατήρηση της δομής του εδάφους και τη δέσμευση του άνθρακα.

Οι Marquez-Garcia et al. (2013) ερεύνησε τις επιπτώσεις των επιφανειακών καλλιεργειών στη διάβρωση και τη δέσμευση άνθρακα σε ξηρούς ελαιώνες. Σε σύγκριση με τη συμβατική πρακτική της χρήσης ζιζανιοκτόνων (glyphosate) για αφαίρεση βοτάνων, οι επιφανειακές καλλιέργειες μείωσαν τη διάβρωση του εδάφους κατά 80,5% και τη μεταφορά άνθρακα κατά 67,7%. Οι επιφανειακές καλλιέργειες δέσμευσαν επίσης 3,35 τόνους άνθρακα ανά εκτάριο ετησίως (t C/ha/έτος), αποδεικνύοντας την αποτελεσματικότητά τους και την αποδοτικότητά τους ως μέθοδος δέσμευσης άνθρακα. Ωστόσο, ο ρυθμός δέσμευσης άνθρακα φάνηκε να κορένεται ή να μειώνεται με την πάροδο του χρόνου.

Τα οφέλη από τις επιφανειακές καλλιέργειες εκτείνονται πέρα από τους ξηρούς ελαιώνες και στα αρδευτικά συστήματα επίσης. Προκαταρκτικά δεδομένα από μια συνεχιζόμενη μελέτη από τους Ballesteros et al. (2020) προτείνουν ότι οι επιφανειακές καλλιέργειες σε αρδευόμενους ελαιώνες μπορούν δυνητικά να αυξήσουν την περιεκτικότητα σε άνθρακα στον ορίζοντα του επιφανειακού εδάφους, οδηγώντας σε βελτιωμένη απόδοση χρήσης νερού και αντιστάθμιση απωλειών εξατμισοδιαπνοής. Αυτό δείχνει ότι οι επιφανειακές καλλιέργειες μπορούν να συμβάλουν στη διατήρηση της υγείας και της παραγωγικότητας του εδάφους ακόμη και σε εντατικά, αρδευόμενα γεωργικά συστήματα.

Μια ολοκληρωμένη μετα-ανάλυση από τους Roerlau & Don (2015) που ενσωμάτωσε 139 δείγματα από 37 τοποθεσίες, κυρίως σε εύκρατες ζώνες, σε πειράματα διάρκειας έως και 54 ετών, ανέφερε μέση αύξηση της περιεκτικότητας σε άνθρακα του εδάφους κατά $0,32 \pm 0,8$ τόνους άνθρακα ανά εκτάριο ανά έτος (t C/ha/έτος). Όταν αυτά τα δεδομένα μοντελοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας το μοντέλο κύκλου άνθρακα RothC, προέβλεψε συσσώρευση άνθρακα 16,5 τόνων άνθρακα ανά εκτάριο (t C/ha) μετά από 155 χρόνια σε σύγκριση με τις συμβατικές πρακτικές, με μέσο όρο περίπου 0,11 τόνους C/εκτάριο/έτος.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι πιθανές εκπομπές οξειδίου του αζώτου (N₂O) που σχετίζονται με τη χρήση καλλιεργειών θα πρέπει να αξιολογούνται κατά περίπτωση. Το N₂O είναι ένα ισχυρό αέριο θερμοκηπίου και οι εκπομπές του επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τοπικούς και πολιτισμικούς παράγοντες, καθιστώντας δύσκολη τη γενίκευση δεδομένων σε παγκόσμια κλίμακα. Θα πρέπει να δίνεται προσοχή για την ελαχιστοποίηση των εκπομπών N₂O μεγιστοποιώντας παράλληλα τα οφέλη των επιφανειακών καλλιεργειών για τη δέσμευση άνθρακα.

Φυσική και τεχνητή λίπανση

Οι φυσικές και τεχνητές πρακτικές λίπανσης είναι ζωτικής σημασίας για τη γονιμότητα του εδάφους και τη δέσμευση άνθρακα στα γεωργικά συστήματα. Ο τύπος της λίπανσης που χρησιμοποιείται, είτε οργανική είτε ανόργανη, μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την περιεκτικότητα του εδάφους σε άνθρακα και τη συνολική δυνατότητα δέσμευσης άνθρακα.

Η οργανική λίπανση, συμπεριλαμβανομένων υλικών όπως η κοπριά, η λάσπη και το λίπασμα, έχει βρεθεί ότι έχει σημαντικά οφέλη για τη δέσμευση άνθρακα του εδάφους. Μια παγκόσμια μετα-ανάλυση από τους Maillard & Angers (2014) έδειξε ότι η λίπανση με κοπριά αντιπροσώπευε τουλάχιστον το 53% της διακύμανσης στην περιεκτικότητα σε άνθρακα του εδάφους σε σύγκριση με την ορυκτή λίπανση ή τη μη λίπανση. Αυτό οδήγησε σε αύξηση 12% στην αφομοίωση άνθρακα και αύξηση άνθρακα του εδάφους $1,26 \pm 0,14$ τόνων άνθρακα ανά εκτάριο ετησίως (t C/ha/έτος) στα κορυφαία 30 cm εδάφους. Αυτά τα ευρήματα υπογραμμίζουν τη σημαντική δυνατότητα της οργανικής λίπανσης, ιδιαίτερα με κοπριά, στην ενίσχυση της δέσμευσης άνθρακα στο έδαφος.

Η ανόργανη λίπανση, που αντιπροσωπεύεται από ορυκτά λιπάσματα, μπορεί επίσης να συμβάλει στη δέσμευση άνθρακα μέσω της αυξημένης παραγωγής βιομάζας. Η υπόθεση είναι ότι μεγαλύτερη βιομάζα οδηγεί στην επιστροφή περισσότερης οργανικής ύλης στο έδαφος, αυξάνοντας έτσι την περιεκτικότητα του εδάφους σε άνθρακα. Ωστόσο, είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη οι έμμεσες εκπομπές που σχετίζονται με την ανόργανη λίπανση, όπως οι εκπομπές CO₂ κατά την παραγωγή, τη μεταφορά και την εφαρμογή, καθώς και τις πιθανές εκπομπές N₂O από την απονιτροποίηση. Αυτές οι εκπομπές μπορούν να αντισταθμίσουν τα οφέλη από τη δέσμευση άνθρακα εάν δεν διαχειρίζονται προσεκτικά (FAO, 2004).

Μια μετα-ανάλυση από τους Han et al. (2016) εξέτασε το ρυθμό δέσμευσης άνθρακα που σχετίζεται με διαφορετικούς τύπους χημικής λίπανσης σε σύγκριση με ένα συμβατικό βασικό σενάριο. Τα αποτελέσματα έδειξαν αυξημένα ποσοστά δέσμευσης άνθρακα σε διάφορες κατηγορίες: αύξηση 10% στην απλή χημική λίπανση, αύξηση 15% στην προσαρμοσμένη χημική λίπανση, αύξηση 19,5% στη χημική λίπανση με ενσωμάτωση άχυρου και σημαντική αύξηση 36,2% στη χημική λίπανση με εισαγωγή κοπριάς. Αυτό υποδηλώνει ότι η προσεκτική διαχείριση και η εντατικοποίηση των πρακτικών λίπανσης μπορεί να είναι ένα ισχυρό εργαλείο για τη δέσμευση άνθρακα στα γεωργικά συστήματα.

Για να μεγιστοποιηθούν τα οφέλη της λίπανσης για τη δέσμευση άνθρακα, είναι απαραίτητο να υιοθετήσουμε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση που θα λαμβάνει υπόψη τόσο τα οργανικά όσο και τα ανόργανα λιπάσματα. Αυτή η προσέγγιση θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις και να προσπαθεί να ελαχιστοποιεί τις έμμεσες εκπομπές που σχετίζονται με τις πρακτικές λίπανσης. Με προσεκτική διαχείριση και βελτιστοποίηση των τεχνικών λίπανσης, οι αγρότες μπορούν να ενισχύσουν τη γονιμότητα του εδάφους, να αυξήσουν την παραγωγή βιομάζας και να συμβάλουν στις προσπάθειες δέσμευσης άνθρακα στα γεωργικά συστήματα, ιδιαίτερα σε φτωχά ή υποβαθμισμένα εδάφη.

Διαχείριση αγρανάπαυσης

Η διαχείριση της αγρανάπαυσης είναι ζωτικής σημασίας για τη δέσμευση άνθρακα του εδάφους στα γεωργικά συστήματα. Ο τύπος κάλυψης γης κατά τις περιόδους αγρανάπαυσης επηρεάζει σημαντικά την ικανότητα του εδάφους να δεσμεύει άνθρακα και να αποτρέπει τη διάβρωση.

Η γυμνή αγρανάπαυση, όπου η γη μένει χωρίς σπορά χωρίς φυτική κάλυψη, προσφέρει περιορισμένη προστασία από τη διάβρωση και ελάχιστες ευκαιρίες για δέσμευση άνθρακα. Ενώ επιτρέπει τη φυσική αποκατάσταση των θρεπτικών στοιχείων του εδάφους, δεν συμβάλλει σημαντικά στην αποθήκευση άνθρακα στο έδαφος.

Η οργωμένη αγρανάπαυση, όπου η γη καλλιεργείται κατά την περίοδο της αγρανάπαυσης, μπορεί να βοηθήσει στον έλεγχο των ζιζανίων και των παρασίτων. Ωστόσο, μπορεί επίσης να επιταχύνει τη διάσπαση και την απώλεια οργανικής ύλης, μειώνοντας την αποθήκευση άνθρακα στο έδαφος.

Αντίθετα, η αγρανάπαυση με επιφανειακές καλλιέργειες παρέχει σημαντικά οφέλη για τη δέσμευση άνθρακα και τον έλεγχο της διάβρωσης. Οι επιφανειακές καλλιέργειες, είτε αυθόρμητες είτε σκόπιμα σπαρμένες, συμβάλλουν στην πρωτογενή παραγωγή μέσω της φωτοσύνθεσης. Σε αντίθεση με τις κανονικές αγροτικές καλλιέργειες που συλλέγονται, οι επιφανειακές καλλιέργειες σε αγρανάπαυση συνήθως αφήνονται στο χωράφι, επιτρέποντας την πλήρη ενσωμάτωσή τους στο έδαφος. Αυτή η διαδικασία αυξάνει σημαντικά την περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία και ενισχύει την ικανότητα δέσμευσης άνθρακα.

Επιπλέον, οι επιφανειακές καλλιέργειες παρέχουν μηχανική προστασία από τη διάβρωση. Η παρουσία ριζών των φυτών σταθεροποιεί το έδαφος, μειώνοντας τον κίνδυνο να ξεπλυθούν ή να εκτιναχθούν από τον άνεμο τα σωματίδια του εδάφους. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε περιοχές με έντονες βροχοπτώσεις ή ισχυρούς ανέμους, όπου η διάβρωση του εδάφους μπορεί να

έχει αρνητικές επιπτώσεις στη γονιμότητα του εδάφους και στην ικανότητα αποθήκευσης άνθρακα.

Η παράταση της διάρκειας των περιόδων αγρανάπαυσης, ιδίως με την ενσωμάτωση επιφανειακών καλλιεργειών, μπορεί να αυξήσει περαιτέρω τη δέσμευση άνθρακα στο έδαφος. Μια μελέτη των Freibauer et al. (2004) προτείνει ότι η αύξηση της διάρκειας των βοσκοτόπων αγρανάπαυσης μπορεί να οδηγήσει σε μέση αύξηση του άνθρακα του εδάφους που κυμαίνεται από 0,1 έως 0,5 τόνους άνθρακα ανά εκτάριο ανά έτος (t C/ha/έτος). Αυτό υπογραμμίζει τη σημασία της στρατηγικής διαχείρισης της αγρανάπαυσης για την ενίσχυση της δέσμευσης άνθρακα του εδάφους στα γεωργικά συστήματα.

Εφαρμόζοντας πρακτικές διαχείρισης αγρανάπαυσης που ενσωματώνουν επιφανειακές καλλιεργείες και παρατείνουν τη διάρκεια της αγρανάπαυσης, οι αγρότες μπορούν να προάγουν την υγεία του εδάφους, να αυξήσουν τη δέσμευση άνθρακα και να μετριάσουν τη διάβρωση του εδάφους, συμβάλλοντας σε πιο βιώσιμα και ανθεκτικά γεωργικά συστήματα.

Ολοκληρωμένα συστήματα: Πρακτικές αγροδασοκομίας, βόσκησης και αγροσιροκτηνοτροφίας

Ολοκληρωμένα συστήματα που συνδυάζουν αγροδασοκομία, βόσκηση και αγροσιροκτηνοτροφικές πρακτικές προσφέρουν βιώσιμες γεωργικές προσεγγίσεις με σημαντικές δυνατότητες δέσμευσης άνθρακα και πολλαπλές υπηρεσίες οικοσυστήματος. Αυτές οι πρακτικές ενσωματώνουν δέντρα, καλλιεργείες και ζώα στην ίδια έκταση γης, ενισχύοντας την ανθεκτικότητα και τα περιβαλλοντικά οφέλη.

Οι αγροδασοκομικές πρακτικές, όπως τα δασολιβαδικά και τα δασογεωργικά συστήματα, μπορούν να δεσμεύσουν άνθρακα μέσω των συνδυασμένων επιπτώσεων των δέντρων και των γεωργικών δραστηριοτήτων. Τα δασολιβαδικά συστήματα, τα οποία ενσωματώνουν δέντρα, βοσκότοπους και ζώα, έχουν αναφέρει ρυθμούς δέσμευσης άνθρακα που κυμαίνονται από 0,29 έως 1,31 τόνους άνθρακα ανά εκτάριο ετησίως (tC/ha/έτος) (Tsonkova et al., 2012). Δασογεωργικά συστήματα, τα οποία συνδυάζουν δέντρα και καλλιεργείες, μπορούν να δεσμεύσουν άνθρακα σε ρυθμούς από 0,42 έως 0,71 tC/εκτάριο/έτος (Feliciano et al., 2018). Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη δέσμευση άνθρακα περιλαμβάνουν την επιλογή ειδών δέντρων, την πυκνότητα των δέντρων και πρακτικές διαχείρισης όπως το κλάδεμα και το αραίωμα.

Οι πρακτικές διαχείρισης βόσκησης και βοσκοτόπων παίζουν επίσης ρόλο στη δέσμευση άνθρακα. Τα καλά διαχειριζόμενα συστήματα βόσκησης, συμπεριλαμβανομένης της εκ περιτροπής βόσκησης, προωθούν τη βιώσιμη κτηνοτροφία, διατηρώντας παράλληλα την παραγωγικότητα των λιβαδιών και την ικανότητα δέσμευσης άνθρακα. Αυτές οι πρακτικές ενισχύουν την οργανική ύλη του εδάφους και τη δομή του εδάφους, συμβάλλοντας στην αυξημένη αποθήκευση άνθρακα.

Τα αγροδασικά συστήματα ενσωμάτωσης, τα οποία ενσωματώνουν δέντρα, καλλιέργειες και ζώα, παρέχουν συνδυαστικά οφέλη από τη δέσμευση άνθρακα στη βιομάζα και το έδαφος, μαζί με άλλες υπηρεσίες οικοσυστήματος. Τα συγκεκριμένα είδη δέντρων, η διάταξη και οι πρακτικές διαχείρισης επηρεάζουν τη δυνατότητα δέσμευσης άνθρακα.

Ολοκληρωμένα συστήματα όπως το σύστημα Montado στην Πορτογαλία και το σύστημα Dehesa στην Ισπανία αποτελούν παράδειγμα της επιτυχούς εφαρμογής πρακτικών ενσωμάτωσης. Αυτά τα παραδοσιακά συστήματα ενσωματώνουν είδη δέντρων όπως φελλοβελανιδιές και βελανιδιές μαζί με βοσκοτόπια και ζώα. Παρέχουν οικονομικούς πόρους, όπως φελλό και προϊόντα κρέατος υψηλής ποιότητας, ενώ συμβάλλουν στη δέσμευση άνθρακα, τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και τη διατήρηση του τοπίου.



Εικόνα 22. Montado στο Évora Alentejo. Σε αυτό το σύστημα, τα δέντρα καλλιεργούνται για τον φελλό τους και παρέχουν επίσης τροφή στους χοίρους. Οι χοίροι, με τη σειρά τους, βοηθούν στη γονιμοποίηση της γης για να κλείσει ο κύκλος. Πηγή: David Germano (2020).

Εκτός από τη δέσμευση άνθρακα, τα ολοκληρωμένα συστήματα προσφέρουν συν-πλεονεκτήματα όπως ενισχυμένη γονιμότητα του εδάφους, αυξημένη βιοποικιλότητα, βελτιωμένο μικροκλίμα, διαφοροποιημένο γεωργικό εισόδημα και βελτιωμένη ποιότητα νερού. Συμβάλλουν επίσης στην καλή διαβίωση και την παραγωγικότητα των ζώων, παρέχοντας πρόσθετα οικονομικά και κοινωνικά οφέλη.

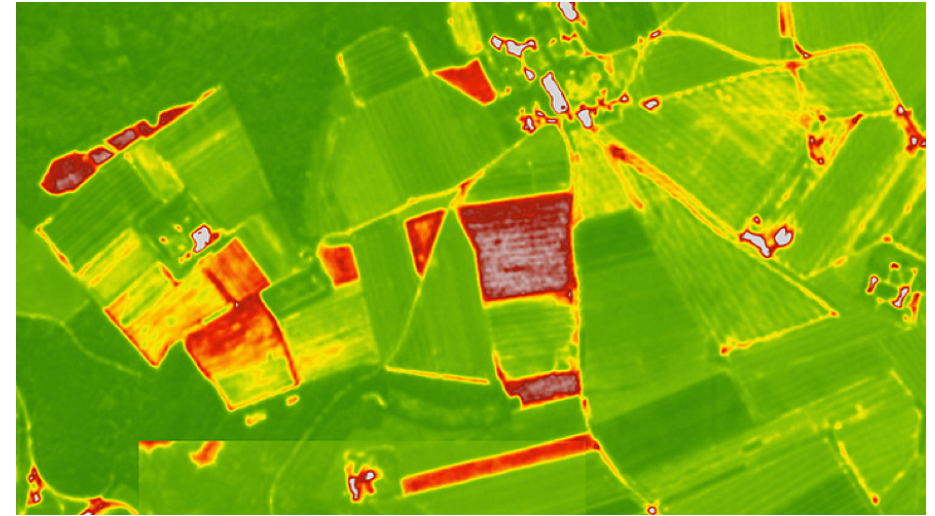
Για την επιτυχή εφαρμογή ολοκληρωμένων συστημάτων, απαιτείται προσεκτική διαχείριση, λαμβάνοντας υπόψη τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των στοιχείων. Η επιλογή των κατάλληλων ειδών δέντρων, οι βέλτιστες εντάσεις βόσκησης και οι αποτελεσματικές πρακτικές διαχείρισης είναι απαραίτητες για τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα και παραγωγικότητα αυτών των συστημάτων. Συνολικά, τα ολοκληρωμένα συστήματα προσφέρουν μια ολιστική προσέγγιση στη βιώσιμη γεωργία, προάγοντας τη δέσμευση άνθρακα και την περιβαλλοντική διαχείριση, ενώ υποστηρίζουν τα προς το ζην των αγροτών και των αγροτικών κοινοτήτων.

Εργαλεία Εφαρμογής και Παρακολούθησης

Η εφαρμογή και η παρακολούθηση είναι ζωτικής σημασίας για τη διασφάλιση της επιτυχούς υιοθέτησης και αποτελεσματικότητας των πρακτικών δέσμευσης άνθρακα στα γεωργικά συστήματα. Η εφαρμογή αναφέρεται στην πραγματική εφαρμογή και ενσωμάτωση αυτών των πρακτικών στο αγρόκτημα ή τη γη, ενώ η παρακολούθηση περιλαμβάνει συνεχή αξιολόγηση, μέτρηση και παρακολούθηση των αποτελεσμάτων και των επιπτώσεων αυτών των πρακτικών. Εφαρμόζοντας και παρακολουθώντας πρακτικές δέσμευσης άνθρακα, οι αγρότες και οι διαχειριστές γης μπορούν να αξιολογήσουν την αποτελεσματικότητα των προσπαθειών τους, να εντοπίσουν τομείς προς βελτίωση και να λάβουν τεκμηριωμένες αποφάσεις για τη βελτιστοποίηση του δυναμικού δέσμευσης άνθρακα. Αυτή η διαδικασία επιτρέπει τον εντοπισμό επιτυχημένων πρακτικών και την ανάπτυξη στρατηγικών για την αντιμετώπιση των προκλήσεων, συμβάλλοντας τελικά στη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα και ανθεκτικότητα των γεωργικών συστημάτων στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. Παρέχει επίσης πολύτιμα δεδομένα και πληροφορίες για την έρευνα, την ανάπτυξη πολιτικών και την προώθηση βέλτιστων πρακτικών, διασφαλίζοντας ότι οι προσπάθειες για την ενίσχυση της δέσμευσης άνθρακα στη γεωργία είναι στοχευμένες και αποτελεσματικές.

ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (GIS):

Η τηλεπισκόπηση είναι μια μέθοδος λήψης πληροφοριών σχετικά με την επιφάνεια της γης χωρίς φυσική παρουσία. Αυτή η τεχνολογία έχει φέρει επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε την επιφάνεια της γης, συμπεριλαμβανομένων των γεωργικών εκτάσεων, και είναι καθοριστική για την παρατήρηση και την ερμηνεία των αλλαγών.



Εικόνα 23. Δείκτης κανονικοποιημένης διαφοράς βλάστησης (NDVI) σε ένα αγροτικό τοπίο. Το NDVI είναι ένας ευρέως χρησιμοποιούμενος δείκτης που χρησιμοποιεί τη διαφορά μεταξύ της φασματικής απόκρισης των ζωνών RED και του εγγύς υπέρυθρου του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Τα υγιή φυτά έχουν χαμηλή φασματική ανάκλαση στο ΚΟΚΚΙΝΟ και Υψηλότερη στο Εγγύς Υπέρυθρο, επιτρέποντάς τους έτσι να μετρούν την υγεία τους με σχετική ευκολία. Πηγή: Open Weather (2019).

Οι αγρότες μπορούν να χρησιμοποιήσουν συσκευές τηλεπισκόπησης και GIS για να παρακολουθούν τη γη τους, παρακολουθώντας προσεκτικά την υγεία του εδάφους, τη βλάστηση και τις αλλαγές στη χρήση της γης. Αυτά τα εργαλεία μπορούν να βοηθήσουν στον εντοπισμό περιοχών υποβάθμισης του εδάφους και στη χαρτογράφηση των αποθεμάτων άνθρακα. Για παράδειγμα, οι πολυφασματικοί δορυφόροι μπορούν να εντοπίσουν περιοχές με προβληματική βλάστηση προτού γίνουν εμφανείς με γυμνό μάτι, επιτρέποντας την έγκαιρη παρέμβαση. Ομοίως, τα δεδομένα από αυτά τα εργαλεία μπορούν να βοηθήσουν τους αγρότες να διαχειρίζονται τη γη τους πιο αποτελεσματικά και να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με το πού θα εφαρμόσουν λιπάσματα, νερό ή άλλες θεραπείες.

- **Οφέλη:** Η τηλεπισκόπηση και η τεχνολογία GIS επιτρέπουν στους αγρότες να παρακολουθούν τη γη τους από μια ευρύτερη προοπτική. Μπορούν να εντοπίσουν αλλαγές και πιθανά προβλήματα, όπως την πίεση στην βλάστηση ή την υποβάθμιση του εδάφους, νωρίς πριν αυτά τα ζητήματα κλιμακωθούν. Η ικανότητα παρακολούθησης αυτών των αλλαγών με την πάροδο του χρόνου μπορεί να βοηθήσει τους αγρότες να λάβουν καλύτερα ενημερωμένες αποφάσεις σχετικά με τη διαχείριση της γης, όπως πότε και πού να ποτίσουν, να εφαρμόσουν λιπάσματα ή να εφαρμόσουν άλλες θεραπείες. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της παραγωγικότητας των καλλιεργειών και σε οικονομικό κέρδος.
- **Προκλήσεις:** Παρά τα πολλά οφέλη της, η εφαρμογή της τεχνολογίας της τηλεπισκόπησης και των GIS μπορεί να είναι προκλητική. Πρώτον, ο εξοπλισμός και το λογισμικό μπορεί να είναι ακριβά, καθιστώντας τα δυνητικά απρόσιτα για τους αγρότες μικρής κλίμακας. Επιπλέον, αυτές οι τεχνολογίες απαιτούν συχνά ένα ορισμένο επίπεδο τεχνικής εμπειρογνωμοσύνης για να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά και η ερμηνεία των δεδομένων που συλλέγονται μπορεί να είναι περίπλοκη.
- **Εφαρμογή:** Αν και η πλήρης εφαρμογή αυτών των τεχνολογιών μπορεί να φαίνεται τρομακτική, οι αγρότες μπορούν να ξεκινήσουν σε μικρή κλίμακα. Για παράδειγμα, η χρήση δωρεάν διαδικτυακών δορυφορικών εικόνων για την παρατήρηση των αλλαγών στη χρήση γης με την πάροδο του χρόνου ή η χρήση βασικού λογισμικού GIS για τη χαρτογράφηση της γεωργικής τους γης. Διάφορα διαδικτυακά μαθήματα και τοπικές υπηρεσίες επέκτασης μπορούν επίσης να παρέχουν την απαραίτητη εκπαίδευση.

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΙΚΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

Η περιεκτικότητα του εδάφους σε άνθρακα είναι βασικός δείκτης της υγείας του εδάφους και των δυνατοτήτων του να δεσμεύσει άνθρακα. Η μέτρηση της περιεκτικότητας του εδάφους σε άνθρακα μπορεί να επιτευχθεί με μεθόδους όπως η ξηρή καύση, η υγρή οξείδωση και η υπέρυθη φασματοσκοπία.



Εικόνα 24. Δείγματα εδάφους στο φούρνο. Η απώλεια κατά την ανάφλεξη είναι μια τεχνική όπου τα δείγματα εδάφους ζυγίζονται, θερμαίνονται σε υψηλές θερμοκρασίες και ζυγίζονται ξανά. Η υψηλή θερμοκρασία θα οξειδώσει οποιαδήποτε οργανική ύλη στο δείγμα και η διαφορά βάρους θα χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της ποσότητας της οργανικής ύλης.

Πηγή της εικόνας: USGS – NMWSC 2021.

Η ξηρή καύση ή απώλεια κατά την ανάφλεξη περιλαμβάνει την καύση ενός δείγματος ξηρού εδάφους σε έναν κλίβανο και τη μέτρηση του CO₂ που παράγεται. Αντίθετα, η υγρή οξείδωση περιλαμβάνει την επεξεργασία ενός δείγματος εδάφους με έναν ισχυρό οξειδωτικό παράγοντα. Η υπέρυθη φασματοσκοπία, από την άλλη

πλευρά, περιλαμβάνει τη χρήση υπέρυθρης ακτινοβολίας για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε άνθρακα.

Αυτές οι τεχνικές μπορούν να παρέχουν στους αγρότες λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση δέσμευσης του εδάφους τους, βοηθώντας τους να υιοθετήσουν τις βέλτιστες πρακτικές διαχείρισης για τη βελτίωση της αποθήκευσης του εδάφους. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι ενώ αυτές οι τεχνικές παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες, ενδέχεται να απαιτούν ειδικό εξοπλισμό και τεχνική εμπειρογνομosύνη.

- **Οφέλη:** Η κατανόηση της περιεκτικότητας του εδάφους τους σε άνθρακα επιτρέπει στους αγρότες να παρακολουθούν την υγεία του και να προσαρμόζουν τις πρακτικές τους ανάλογα. Αυτή η γνώση μπορεί να καθοδηγήσει αποφάσεις σχετικά με πρακτικές διαχείρισης γης που ενισχύουν τη δέσμευση άνθρακα και βελτιώνουν την υγεία του εδάφους, οδηγώντας τελικά σε καλύτερες αποδόσεις των καλλιεργειών.
- **Προκλήσεις:** Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της περιεκτικότητας σε άνθρακα του εδάφους απαιτούν ειδικό εξοπλισμό και τεχνικές γνώσεις. Μπορεί να είναι χρονοβόρα και μπορεί να είναι δαπανηρό για τους μεμονωμένους γεωργούς να τις εφαρμόσουν μόνοι τους.
- **Εφαρμογή:** Μερικά φθηνά, εύχρηστα κιτ δοκιμών εδάφους είναι διαθέσιμα στην αγορά που μπορούν να δώσουν στους αγρότες μια βασική κατανόηση της υγείας του εδάφους τους. Για πιο λεπτομερή ανάλυση, οι αγρότες μπορεί να εξετάσουν το ενδεχόμενο να σχηματίσουν συνεταιριστικές ομάδες για να μοιραστούν το κόστος και την τεχνογνωσία που απαιτούνται για πιο προηγμένες δοκιμές εδάφους.

ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ

Τα εργαλεία μοντελοποίησης είναι ουσιαστικά προγράμματα υπολογιστών που χρησιμοποιούν δεδομένα σχετικά με τις τρέχουσες συνθήκες και πρακτικές για να προβλέψουν μελλοντικά αποτελέσματα. Στο πλαίσιο της γεωργίας και της δέσμευσης άνθρακα, αυτά τα εργαλεία μπορεί να είναι πολύ χρήσιμα. Λαμβάνουν υπόψη διάφορους παράγοντες, όπως τις τρέχουσες συνθήκες του εδάφους, τα καιρικά μοτίβα και τις γεωργικές τεχνικές, και χρησιμοποιούν αυτές τις πληροφορίες για να προβλέψουν πώς οι αλλαγές σε αυτές τις μεταβλητές μπορεί να επηρεάσουν την ποσότητα άνθρακα που μπορεί να αποθηκευτεί στο έδαφος.

Αυτά τα εργαλεία επιτρέπουν στους αγρότες να προσομοιώνουν διαφορετικά σενάρια και να δουν τον πιθανό αντίκτυπο διαφόρων πρακτικών διαχείρισης στη γη τους. Για παράδειγμα, ένας αγρότης θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει ένα εργαλείο μοντελοποίησης για να συγκρίνει τα πιθανά αποτελέσματα δύο διαφορετικών μεθόδων άροσης ή διαφορετικών αμειψισπορών. Το μοντέλο θα παρέχει στη συνέχεια εκτιμήσεις για το πώς κάθε σενάριο θα επηρεάσει τη δέσμευση άνθρακα, επιτρέποντας στον αγρότη να λάβει μια τεκμηριωμένη απόφαση σχετικά με τη μέθοδο που θα χρησιμοποιήσει.

Η χρήση εργαλείων μοντελοποίησης μπορεί να εξοικονομήσει χρόνο και πόρους στους αγρότες, καθώς παρέχουν την ευκαιρία να δοκιμάσουν διαφορετικές στρατηγικές χωρίς να χρειάζεται να εφαρμόσουν και να περιμένουν για παρατηρήσιμα αποτελέσματα στο αγρόκτημα φυσικά. Αυτό μπορεί να επιτρέψει καλύτερο σχεδιασμό και αυξημένη απόδοση, οδηγώντας ενδεχομένως σε πρακτικές που μεγιστοποιούν τη δέσμευση άνθρακα, βελτιώνοντας την υγεία και την παραγωγικότητα του εδάφους.

- **Οφέλη:** Τα εργαλεία μοντελοποίησης επιτρέπουν στους αγρότες να προβλέπουν τις επιπτώσεις των διαφορετικών πρακτικών διαχείρισης στη δέσμευση άνθρακα στο έδαφος. Προσφέρουν έναν τρόπο προσομοίωσης διαφόρων σεναρίων και λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων σχετικά με τις πρακτικές διαχείρισης της γης.
- **Προκλήσεις:** Οι κύριες προκλήσεις με τη χρήση αυτών των εργαλείων είναι η πολυπλοκότητά τους και η απαίτηση λεπτομερών δεδομένων εισαγωγής. Μερικοί αγρότες μπορεί να τα βρουν πολύ τεχνικά για να τα χρησιμοποιήσουν χωρίς την κατάλληλη εκπαίδευση.
- **Εφαρμογή:** Μερικά από αυτά τα εργαλεία μοντελοποίησης είναι διαθέσιμα στο διαδίκτυο και συνοδεύονται από φιλικές προς το χρήστη διεπαφές και καθοδήγηση. Οι αγρότες μπορούν να αρχίσουν να χρησιμοποιούν πιο απλά μοντέλα και σταδιακά να προχωρήσουν σε πιο σύνθετα καθώς αποκτούν αυτοπεποίθηση και γνώση.

ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΩΝ ΤΟΠΙΚΩΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ

Η συμμετοχή των τοπικών κοινοτήτων στην παρακολούθηση των αλλαγών στη χρήση γης και στην υγεία του εδάφους μπορεί να είναι μια αποτελεσματική προσέγγιση για τη συλλογή πιο ακριβών και τοπικά συναφών δεδομένων. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε περιοχές με συστήματα μικροκαλλιεργειών.

Οι αγρότες και άλλα μέλη της κοινότητας μπορούν να εκπαιδευτούν ώστε να αναγνωρίζουν σημάδια υγείας του εδάφους, αλλαγές στη βλάστηση ή άλλους δείκτες δέσμευσης άνθρακα. Μπορούν επίσης να συμβάλουν στις προσπάθειες συλλογής δεδομένων, για παράδειγμα, με τη διατήρηση αρχείων υγείας του εδάφους ή τη συμμετοχή σε δραστηριότητες δειγματοληψίας εδάφους.

- **Οφέλη:** Η παρακολούθηση με βάση την κοινότητα παρέχει μια προσέγγιση χαμηλού κόστους και χωρίς αποκλεισμούς για τη συλλογή τοπικών σχετικών δεδομένων. Προωθεί επίσης την ανταλλαγή γνώσεων και τη συνεργασία εντός της κοινότητας, συμβάλλοντας σε πιο βιώσιμες γεωργικές πρακτικές.
- **Προκλήσεις:** Μπορεί να είναι δύσκολη η οργάνωση, η εκπαίδευση και η διατήρηση της ενεργού συμμετοχής σε δραστηριότητες παρακολούθησης που βασίζονται στην κοινότητα. Η ποιότητα και η συνέπεια των δεδομένων που συλλέγονται μπορεί επίσης να είναι θέμα προσοχής.
- **Εφαρμογή:** Οι αγρότες μπορούν να ξεκινήσουν οργανώνοντας μικρές, ανεπίσημες ομάδες για να μοιραστούν παρατηρήσεις και γνώσεις σχετικά με τη γεωργική τους γη. Σε συνεργασία με τις τοπικές αγροτικές υπηρεσίες, μπορούν επίσης να διεξάγουν βασικές αξιολογήσεις της υγείας του εδάφους ή έρευνες βλάστησης.

Υπηρεσίες οικοσυστημάτων και αγορές άνθρακα

Οι υπηρεσίες οικοσυστήματος αναφέρονται στα οφέλη του ανθρώπου από τα οικοσυστήματα, τα οποία είναι πολύπλοκα δίκτυα οργανισμών και του περιβάλλοντος τους. Αυτές οι υπηρεσίες συχνά ομαδοποιούνται σε τέσσερις κατηγορίες:

- **Υπηρεσίες παροχής:** Πρόκειται για υλικά αγαθά που ο άνθρωπος μπορεί να εξάγει από τα οικοσυστήματα, όπως τρόφιμα, νερό, ξυλεία και φαρμακευτικά φυτά.
- **Ρυθμιστικές υπηρεσίες:** Αυτά είναι τα οφέλη που προκύπτουν από τη ρύθμιση των φυσικών διεργασιών ενός οικοσυστήματος, όπως η ρύθμιση του κλίματος, η ρύθμιση των φυσικών κινδύνων, ο καθαρισμός του νερού και η ρύθμιση ασθενειών.
- **Πολιτιστικές υπηρεσίες:** Αυτές περιλαμβάνουν τα μη υλικά οφέλη που αποκομίζουν οι άνθρωποι από τα οικοσυστήματα μέσω πνευματικού εμπλουτισμού, γνωστικής ανάπτυξης, αναστοχασμού, αναψυχής και αισθητικών εμπειριών.
- **Υπηρεσίες υποστήριξης:** Αυτές οι υπηρεσίες είναι απαραίτητες για την παραγωγή όλων των άλλων υπηρεσιών οικοσυστήματος. Περιλαμβάνουν διαδικασίες όπως ο κύκλος των θρεπτικών ουσιών, ο σχηματισμός εδάφους και η παραγωγή οξυγόνου μέσω της φωτοσύνθεσης.

Οι υπηρεσίες οικοσυστήματος έχουν αναγνωριστεί ευρέως από διεθνείς φορείς όπως τα Ηνωμένα Έθνη (ΟΗΕ), ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) και η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC), και έχουν ενσωματωθεί σε πολλές πολιτικές και στρατηγικές διαχείρισης.

Η οικονομική αποτίμηση των υπηρεσιών οικοσυστήματος επιτρέπει την ενσωμάτωση αυτών των πλεονεκτημάτων στα συστήματα της αγοράς, οδηγώντας μας στην έννοια των αγορών άνθρακα. Η αγορά άνθρακα είναι ένα σύστημα που στοχεύει στη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (GHG) δίνοντάς τους οικονομική αξία.

Οι αγορές άνθρακα λειτουργούν με την αρχή του «ανώτατου ορίου και εμπορίου». Ορίζεται ένα ανώτατο όριο (ή όριο) στη συνολική ποσότητα ορισμένων αερίων θερμοκηπίου που μπορούν να εκπέμψουν εργοστάσια, σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής και άλλες πηγές. Σε εταιρείες ή άλλους ομίλους χορηγούνται άδειες εκπομπών και απαιτείται να κατέχουν ισοδύναμο αριθμό δικαιωμάτων (ή πιστώσεων), που αντιπροσωπεύει το δικαίωμα να εκπέμψουν ένα συγκεκριμένο ποσό. Το συνολικό ποσό των επιδομάτων και των πιστώσεων δεν μπορεί να υπερβεί το ανώτατο όριο. Αυτό το όριο μειώνεται με την πάροδο του χρόνου για να μειωθούν οι συνολικές εκπομπές.

Αυτά τα δικαιώματα ή οι πιστώσεις μπορούν να διαπραγματεύονται στην αγορά άνθρακα, παρέχοντας ένα οικονομικό κίνητρο για τη μείωση των εκπομπών. Εάν μια εταιρεία μειώσει τις εκπομπές της κάτω από το ανώτατο όριο, μπορεί να πουλήσει τα πλεονάζοντα δικαιώματα σε άλλες εταιρείες ή να τα διατηρήσει για μελλοντική χρήση. Έτσι, οι εταιρείες έχουν ένα οικονομικό κίνητρο να μειώσουν τις εκπομπές τους.

Αποδίδοντας μια χρηματική αξία στον άνθρακα που αποθηκεύεται στα δάση (μια σημαντική υπηρεσία οικοσυστήματος), οι αγορές άνθρακα παρέχουν ένα οικονομικό κίνητρο για τη διατήρηση των δασών και τη βιώσιμη διαχείριση των δασών, συμβάλλοντας στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. Αυτό ονομάζεται REDD+ (Μείωση των εκπομπών από την αποψίλωση και την υποβάθμιση των δασών).

Η εθελοντική αγορά άνθρακα είναι ένας τομέας της συνολικής αγοράς άνθρακα όπου άτομα, εταιρείες ή κυβερνήσεις μπορούν να αγοράσουν εθελοντικά αντισταθμίσεις άνθρακα. Αυτό γίνεται συνήθως για να μετριάσουν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Αυτές οι αντισταθμίσεις ποσοτικοποιούνται και πωλούνται ανά μετρικό τόνο ισοδυνάμου διοξειδίου του άνθρακα (CO₂e). Παράγονται από δραστηριότητες που εμποδίζουν την απελευθέρωση CO₂ στην ατμόσφαιρα ή απομακρύνουν το CO₂ που βρίσκεται ήδη στην ατμόσφαιρα.

Η γεωργία διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην εθελοντική αγορά άνθρακα, με τους αγρότες να έχουν την ευκαιρία να δημιουργήσουν και να πουλήσουν πιστώσεις άνθρακα υιοθετώντας πρακτικές που δεσμεύουν άνθρακα στα γεωργικά τους εδάφη.

Η διαδικασία πιστοποίησης της δέσμευσης άνθρακα από τους αγρότες ακολουθεί γενικά τα εξής βήματα:

- 1. Βασική μέτρηση:** Αυτό είναι το σημείο εκκίνησης για οποιοδήποτε έργο δέσμευσης άνθρακα. Ο αγρότης, σε συνεργασία με έναν υπεύθυνο ανάπτυξης έργου άνθρακα ή έναν διαπιστευμένο οργανισμό, θα μετρήσει το τρέχον επίπεδο άνθρακα στα εδάφη του. Αυτή η αρχική αξιολόγηση δημιουργεί μια βάση με την οποία μπορούν να συγκριθούν οι μελλοντικές αλλαγές στον άνθρακα του εδάφους.
- 2. Υιοθέτηση πρακτικών δέσμευσης άνθρακα:** Μετά τη μέτρηση της γραμμής βάσης, οι αγρότες πρέπει στη συνέχεια να υιοθετήσουν γεωργικές πρακτικές που είναι γνωστό ότι δεσμεύουν άνθρακα στο έδαφος. Αυτές οι πρακτικές μπορούν να περιλαμβάνουν καλλιέργειες κάλυψης, όργωμα διατήρησης, αμειψισπορά, βελτιωμένη διαχείριση βόσκησης και αγροδασοκομία.
- 3. Παρακολούθηση και επαλήθευση:** Με την πάροδο του χρόνου, οι αλλαγές στα επίπεδα άνθρακα του εδάφους πρέπει να παρακολουθούνται και να επαληθεύονται από τρίτο μέρος. Αυτοί οι οργανισμοί χρησιμοποιούν διεθνώς αναγνωρισμένες μεθοδολογίες για να διασφαλίσουν την ακρίβεια

και την ακεραιότητα στη διαδικασία μέτρησης του άνθρακα. Η επαλήθευση πρέπει να διενεργείται σε τακτά χρονικά διαστήματα, συνήθως κάθε 5 χρόνια, για να επιβεβαιωθεί ότι οι υιοθετούμενες πρακτικές δεσμεύουν οντως τον άνθρακα και δημιουργούν πιστώσεις άνθρακα.

- 4. Έκδοση πίστωσης άνθρακα:** Μόλις η διαδικασία παρακολούθησης και επαλήθευσης επιβεβαιώσει ότι ο άνθρακας έχει δεσμευτεί, μπορούν να εκδοθούν πιστώσεις άνθρακα. Κάθε πίστωση τυπικά αντιπροσωπεύει τη δέσμευση ενός μετρικού τόνου CO₂e.
- 5. Πώληση πιστώσεων άνθρακα:** Οι αγρότες μπορούν στη συνέχεια να πουλήσουν αυτές τις πιστώσεις άνθρακα στην εθελοντική αγορά άνθρακα. Οι αγοραστές μπορεί να είναι άτομα, εταιρείες ή κυβερνήσεις που θέλουν να αντισταθμίσουν τις δικές τους εκπομπές.
- 6. Επανάληψη:** Αυτή η διαδικασία είναι κυκλική. Μετά την πώληση των πιστώσεων, οι αγρότες πρέπει να συνεχίσουν να διατηρούν ή να βελτιώνουν τις πρακτικές δέσμευσης άνθρακα και να υποβάλλονται σε τακτική παρακολούθηση και επαλήθευση για τη δημιουργία και την πώληση περισσότερων πιστώσεων στο μέλλον.

Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η είσοδος στην αγορά άνθρακα μπορεί να είναι μια πολύπλοκη διαδικασία. Για τους μικρότερους αγρότες, το κόστος και η πολυπλοκότητα της παρακολούθησης και της επαλήθευσης μπορεί να αποτελέσουν εμπόδιο. Ωστόσο, διάφοροι οργανισμοί εργάζονται για να μειώσουν αυτά τα εμπόδια και να κάνουν την αγορά άνθρακα πιο προσιτή στους μικροκαλλιεργητές.

Τα οφέλη των πρακτικών δέσμευσης άνθρακα εκτείνονται πέρα από τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. Με την αποθήκευση άνθρακα στο έδαφος, αυτές οι πρακτικές μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση της γεωργικής παραγωγικότητας και βιωσιμότητας.

- 1. Βελτίωση της υγείας του εδάφους:** Οι πρακτικές δέσμευσης άνθρακα μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά την υγεία του εδάφους. Το υγιές έδαφος περιέχει περισσότερη οργανική ύλη, η οποία ενισχύει τη δομή, τη γονιμότητα και την ικανότητα συγκράτησης νερού. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να υποστηρίξει πιο εύρωστη ανάπτυξη των φυτών, μειώνοντας την ανάγκη για συνθετικά λιπάσματα. Το έδαφος πλούσιο σε οργανική ουσία συμβάλλει επίσης στην προώθηση της ανάπτυξης και της ποικιλότητας των ωφέλιμων οργανισμών του εδάφους, συμβάλλοντας σε ένα πιο ισορροπημένο και ανθεκτικό οικοσύστημα του εδάφους.
- 2. Αυξημένες αποδόσεις καλλιεργειών:** Η βελτιωμένη υγεία του εδάφους μπορεί να οδηγήσει σε υψηλότερες αποδόσεις των καλλιεργειών. Τα υγιή εδάφη που είναι πλούσια σε οργανική ουσία μπορούν να τροφοδοτήσουν καλύτερα τις καλλιεργείες με νερό και θρεπτικά συστατικά. Αυτό, με τη σειρά του, μπορεί να οδηγήσει σε ισχυρότερη ανάπτυξη των φυτών και υψηλότερες αποδόσεις. Επιπλέον, τα υγιή εδάφη μπορούν να βοηθήσουν στο να γίνουν οι καλλιεργείες πιο ανθεκτικές σε πιέσεις όπως η ξηρασία ή τα παράσιτα, μειώνοντας τον κίνδυνο αποτυχίας της καλλιέργειας.
- 3. Διαχείριση υδάτων:** Πρακτικές που ενισχύουν τη δέσμευση άνθρακα, όπως το όργωμα διατήρησης ή οι καλλιεργείες, μπορούν να βοηθήσουν στη βελτίωση της διαχείρισης του νερού στα αγροκτήματα. Αυτές οι πρακτικές μπορούν να αυξήσουν την ικανότητα συγκράτησης νερού του εδάφους, μειώνοντας τον κίνδυνο υδατικής καταπόνησης κατά τις ξηρές περιόδους. Μπορούν επίσης να βοηθήσουν στη μείωση της απορροής κατά τη διάρκεια έντονων βροχοπτώσεων, ελαχιστοποιώντας τη διάβρωση του εδάφους και την απώλεια θρεπτικών συστατικών.

- 4. Βιοποικιλότητα:** Οι πρακτικές δέσμευσης άνθρακα μπορούν επίσης να βοηθήσουν στην ενίσχυση της βιοποικιλότητας τόσο πάνω όσο και κάτω από το έδαφος. Για παράδειγμα, οι καλλιεργείες μπορεί να προσφέρουν ενδιαίτημα για ωφέλιμα έντομα και άλλα άγρια ζώα. Κάτω από το έδαφος, αυτές οι πρακτικές μπορούν να ενισχύσουν την ποικιλομορφία των οργανισμών του εδάφους, οι οποίοι διαδραματίζουν ζωτικό ρόλο στον κύκλο των θρεπτικών ουσιών και στην καταστολή ασθενειών.
- 5. Οικονομικά οφέλη:** Αν και υπάρχουν κόστη που συνδέονται με την εφαρμογή πρακτικών δέσμευσης άνθρακα, αυτά συχνά μπορούν να αντισταθμιστούν από τα οφέλη. Για παράδειγμα, η αύξηση των αποδόσεων των καλλιεργειών μπορεί να οδηγήσει σε υψηλότερο εισόδημα για τους αγρότες. Επιπλέον, τα πιο υγιή εδάφη μπορούν να μειώσουν την ανάγκη για συνθετικά λιπάσματα ή άρδευση, εξοικονομώντας δυνητικά χρήματα στους αγρότες μακροπρόθεσμα. Και, όπως έχουμε ήδη συζητήσει, υπάρχει η δυνατότητα για πρόσθετα έσοδα από την πώληση πιστώσεων άνθρακα στην εθελοντική αγορά άνθρακα.

Με την ενσωμάτωση των πρακτικών δέσμευσης άνθρακα στις επιχειρήσεις, οι αγρότες μπορούν όχι μόνο να συμβάλουν στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής, αλλά και να ενισχύσουν τη βιωσιμότητα και την ανθεκτικότητα των εκμεταλλεύσεών τους, βελτιώνοντας το τελικό αποτέλεσμα στη διαδικασία.

Συμπέρασμα

Η γεωργία διαδραματίζει πολύπλευρο ρόλο στον κοινωνικοοικονομικό ιστό και στην περιβαλλοντική δυναμική του κόσμου μας. Ο διάχυτος αντίκτυπός της, που χαρακτηρίζεται από μια σειρά τάσεων και πλεονεκτημάτων, αφήνει ένα σημαντικό αποτύπωμα στο παγκόσμιο κλίμα. Η διερεύνηση της αλληλεπίδρασης μεταξύ γεωργίας και περιβάλλοντος είναι ιδιαίτερα σημαντική σε περιοχές όπως η Μεσόγειος, όπου διαφορετικά τοπία και περίπλοκα κλιματικά πρότυπα δημιουργούν ένα χωνευτήριο για τις εκδηλώσεις της κλιματικής αλλαγής.

Η απειλή της ερημοποίησης στη Βόρεια Μεσόγειο αποτελεί πρωταρχικό μέλημα, επηρεάζοντας άμεσα τη βιωσιμότητα της γεωργίας στην περιοχή. Αυτό το φαινόμενο, που πυροδοτείται από έναν συνδυασμό κλιματικών παραλλαγών και ανθρώπινων δραστηριοτήτων, οδηγεί σε υποβάθμιση του εδάφους, μείωση της γονιμότητας της γης και αλλαγές στη βιοποικιλότητα. Η ερημοποίηση συνιστά σημαντικές απειλές για τις τοπικές οικονομίες και την επισιτιστική ασφάλεια.

Ωστόσο, η αφήγηση της επικείμενης οικολογικής αναστάτωσης δεν είναι αναπόφευκτη. Η έγκαιρη αναγνώριση των σημαδιών ερημοποίησης, σε συνδυασμό με στοχευμένες παρεμβάσεις, μπορεί να βοηθήσει στην επιβράδυνση, την αναστολή ή ακόμα και την αναστροφή αυτής της διαδικασίας. Η παρακολούθηση των αλλαγών στη βλάστηση, τις ιδιότητες του εδάφους και την επικράτηση της διάβρωσης μπορεί να χρησιμεύσουν ως πολύτιμοι δείκτες για την προληπτική ανίχνευση της ερημοποίησης.

Ως απάντηση στις προκλήσεις της ερημοποίησης και της κλιματικής αλλαγής, η κλιματικά έξυπνη γεωργία (CSA) προσφέρει ελπίδα. Αυτή η προσέγγιση, που επικεντρώνεται στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας, στην αύξηση της γεωργικής παραγωγικότητας και στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, παρέχει έναν οδικό χάρτη προς τον βιώσιμο γεωργικό μετασχηματισμό. Ωστόσο,

η μετάβαση από τις συμβατικές μεθόδους καλλιέργειας στην CSA δεν είναι χωρίς δυσκολίες. Οι αγρότες μπορεί να αντιμετωπίσουν προκλήσεις που σχετίζονται με την αρχική επένδυση που απαιτείται, την ανάγκη απόκτησης νέων γνώσεων και δεξιοτήτων και την αβεβαιότητα που σχετίζεται με την απομάκρυνση από τις καθιερωμένες, παραδοσιακές γεωργικές πρακτικές.

Ο ρόλος της γεωργίας εκτείνεται πέρα από την παραγωγή τροφίμων - παίζει αναπόσπαστο ρόλο στον παγκόσμιο κύκλο του άνθρακα. Οι αγρότες μπορούν να επηρεάσουν την ποσότητα άνθρακα που αποθηκεύεται στο έδαφός τους μέσω πρακτικών διαχείρισης, προσφέροντας μια ευκαιρία για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. Η αμειψισπορά, η διαχείριση των υπολειμμάτων και άλλες πρακτικές μπορούν να ενισχύσουν την ικανότητα δέσμευσης άνθρακα του εδάφους, ενισχύοντας έτσι την παραγωγικότητα και την ανθεκτικότητα στο κλίμα.

Τα πλαίσια πολιτικής όπως η Κοινή Αγροτική Πολιτική (ΚΑΠ) της Ευρωπαϊκής Ένωσης υποστηρίζουν τις προσπάθειες για βιώσιμη γεωργία. Η ΚΑΠ παρέχει οικονομικά κίνητρα και μια ενοποιημένη οδηγία πολιτικής για να ενθαρρύνει τους αγρότες να υιοθετήσουν πρακτικές που προάγουν την περιβαλλοντική βιωσιμότητα και την οικονομική βιωσιμότητα.

Η παρακολούθηση και η εφαρμογή βιώσιμων πρακτικών απαιτεί τη χρήση διαφόρων εργαλείων και τεχνικών. Οι τεχνολογίες τηλεπισκόπησης και τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών προσφέρουν απaráμιλλες ευκαιρίες για χαρτογράφηση χρήσεων γης και παρακολούθηση αλλαγών με την πάροδο του χρόνου. Οι τεχνικές μέτρησης του άνθρακα του εδάφους παρέχουν άμεσες και λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με την περιεκτικότητα σε άνθρακα του εδάφους. Τα εργαλεία μοντελοποίησης προσφέρουν προγνωστικές πληροφορίες σχετικά με τις πιθανές επιπτώσεις διαφορετικών πρακτικών διαχείρισης στη

δέσμευση άνθρακα του εδάφους. Η συμμετοχή των τοπικών κοινοτήτων στη διαδικασία παρακολούθησης παρέχει πιο ακριβή και τοπικά σχετικά δεδομένα. Τα συστήματα πιστοποίησης διασφαλίζουν τους αγοραστές και τους καταναλωτές για τη βιωσιμότητα των γεωργικών προϊόντων.

Ωστόσο, αυτά τα εργαλεία παρουσιάζουν προκλήσεις, ιδιαίτερα για τους μικροκαλλιεργητές ή όσους βρίσκονται σε περιβάλλον με φτωχούς πόρους. Το αρχικό επενδυτικό κόστος, η τεχνική τεχνογνωσία και η προσβασιμότητα μπορεί να αποτελέσουν ουσιαστικά εμπόδια. Ωστόσο, τα πολλαπλά οφέλη που παρέχουν αυτά τα εργαλεία όσον αφορά την ακρίβεια των δεδομένων, την προγνωστική ισχύ και τη διασφάλιση της αγοράς τα καθιστούν απαραίτητα στο σύγχρονο γεωργικό τοπίο.

Αυτό το εγχειρίδιο είναι μια πολύτιμη πηγή για τους αγρότες και τους διαχειριστές γης στην περιοχή της Μεσογείου. Στόχος του είναι να παρέχει πρακτική καθοδήγηση και θεωρητικές γνώσεις για να διευκολύνει την υιοθέτηση έξυπνων για το κλίμα πρακτικών γεωργίας. Εξοπλίζοντας τους αγρότες με την απαραίτητη κατανόηση των συστημάτων που παίζουν, τη σημασία των βιώσιμων πρακτικών και την τεχνική τεχνογνωσία για εφαρμογή, αυτό το εγχειρίδιο στοχεύει να τους δώσει τη δυνατότητα να κάνουν τα πρώτα βήματα προς ένα πιο βιώσιμο γεωργικό μέλλον.

Το εγχειρίδιο ρίχνει επίσης φως στην Κοινή Αγροτική Πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αυτό το πλαίσιο πολιτικής ενθαρρύνει τη μετάβαση προς βιώσιμες γεωργικές πρακτικές παρέχοντας οικονομική στήριξη και κίνητρα στους αγρότες. Με την ευθυγράμμιση με τους στόχους της ΚΑΠ, οι αγρότες μπορούν να συμβάλουν στη διατήρηση των φυσικών πόρων, στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και στη διατήρηση των αγροτικών μέσων διαβίωσης.

Η πρακτική εφαρμογή βιώσιμων πρακτικών απαιτεί τη χρήση διαφόρων εργαλείων και τεχνικών. Οι τεχνολογίες τηλεπισκόπησης και τα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) επιτρέπουν στους αγρότες να χαρτογραφούν

τη χρήση γης, να παρακολουθούν τις αλλαγές με την πάροδο του χρόνου και να εντοπίζουν περιοχές που είναι επιρρεπείς στην υποβάθμιση του εδάφους. Οι τεχνικές μέτρησης του άνθρακα του εδάφους παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για την υγεία του εδάφους και τη δυνατότητα δέσμευσης άνθρακα. Τα εργαλεία μοντελοποίησης βοηθούν στην πρόβλεψη του αντίκτυπου των διαφορετικών γεωργικών προσεγγίσεων στη δυναμική του άνθρακα του εδάφους. Η συμμετοχή των τοπικών κοινοτήτων σε προσπάθειες παρακολούθησης με βάση την κοινότητα προωθεί μια συμμετοχική προσέγγιση για τη βιώσιμη γεωργία. Τα συστήματα πιστοποίησης και ιχνηλασιμότητας διασφαλίζουν τους αγοραστές και τους καταναλωτές ότι τα γεωργικά προϊόντα παράγονται χρησιμοποιώντας πρακτικές που ενισχύουν τη δέσμευση άνθρακα.

Ενώ αυτά τα εργαλεία προσφέρουν τεράστια οφέλη, ενδέχεται να προκύψουν προκλήσεις κατά την εφαρμογή τους. Οι αγρότες ενδέχεται να αντιμετωπίσουν εμπόδια όπως το υψηλό αρχικό κόστος, η περιορισμένη τεχνική εμπειρογνωμοσύνη και η ανάγκη για εξειδικευμένη κατάρτιση. Η υπέρβαση αυτών των προκλήσεων απαιτεί προσβάσιμα προγράμματα κατάρτισης, πρωτοβουλίες ανάπτυξης ικανοτήτων και οικονομική υποστήριξη για να διασφαλιστεί ότι οι αγρότες μπορούν να υιοθετήσουν και να χρησιμοποιήσουν αποτελεσματικά αυτά τα εργαλεία.

Βιβλιογραφία

- Aguilera, E., Lassaletta, L., Gattinger, A., & Gimeno, B. S. (2013). *Managing soil carbon for climate change mitigation and adaptation in Mediterranean cropping systems: A meta analysis*. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 168, 25–36. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.02.003>
- Albaladejo, J., Martinez-Mena, M., Roldan, A., & Castillo, V. (1998). *Soil degradation and desertification induced by vegetation removal in a semiarid environment*. *Soil Use and Management*, 14(1), 1–5. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.1998.tb00602.x>
- Álvaro-Fuentes, J., Plaza-Bonilla, D., Arrúe, J. L., Lampurlanés, J., & Cantero-Martínez, C. (2014). *Soil organic carbon storage in a no-tillage chronosequence under Mediterranean conditions*. *Plant and Soil*, 376(1), 31–41. <https://doi.org/10.1007/s11104-012-1167-x>
- Andreu Lazaro, J. (1945). *Defensa del suelo agrícola. Sección de Publicaciones, Prensa y Propaganda*. Ministerio de Agricultura. <http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/pags/biblioteca/fondo/44338.htm>
- Ballesteros, A. L., Chamizo, S., Meijide, A., Aranda-barranco, S., Enrique, P., Kowalski, A. S., & Serrano-ortiz, P. (2020). *The influence of cover cropping on carbon sequestration and water use efficiency in an irrigated Mediterranean olive agrosystem*. *EGU General Assembly*, 2. <https://doi.org/EGU2020-18868>
- Benites, C., Cruzado, E., Pinillos, C., & Rodríguez, E. (1990). *Manual de conservación de aguas y suelos*. Ministerio de Agricultura de Perú. http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/manual_conservacion/manual_de_conservacion_de_aguas_y_suelos.pdf
- Bot, A., & Benites, J. (2005). *The importance of soil organic matter: Key to drought-resistant soil and sustained food production*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/a0100e/a0100e00.htm#Contents>
- Bournay, E., & Beilstein, M. (2013). *Environment and security in the Mediterranean: Desertification*. Zoë Environment Network. <https://www.grida.no/resources/8333>

- Clemente Orta, G., & Álvarez, H. (2019). *The influence of agricultural landscape on biological control from a spatial perspective*. *Ecosistemas*, 28(1), 13–25. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1730>
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., . . . Raskin, R. G. (1997). *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. *Nature*, 387, 253–260. <https://doi.org/10.1038/387253a0>
- Cramer, W., Guiot, J., Fader, M., Garrabou, J., Gattuso, J. P., Iglesias, A., . . . Xoplaki, E. (2018). *Climate change and interconnected risks to sustainable development in the Mediterranean*. *Nature Climate Change*, 8(11), 972–980. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0299-2>
- Daniel, T. C., Muhar, A., Arnberger, A., Aznar, O., Boyd, J. W., Chan, K. M., . . . von der Dunk, A. (2012). *Contributions of cultural services to the ecosystem services agenda*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(23), 8812–8819. <https://doi.org/10.1073/pnas.1114773109>
- David, G. (2020). *Montado de Sobro localizado em pleno SIC de Monfurado*. Museu Virtual da Biodiversidade. https://www.museubiodiversidade.uevora.pt/areas-classificadas/sitio-de-importancia-comunitaria-sic-de-monfurado/#specie_imagem-2
- Deitch, M. J., van Docto, M., & O'Green, A. T. (2017). *Mediterranean climate and agriculturally-induced erosion in Sonoma County, California: A modeling study with management implications*. *Water*, 9(4), 259. <https://doi.org/10.3390/w9040259>
- Dimassi, B., Mary, B., Wylleman, R., Labreuche, J., Couture, D., Piraux, F., & Cohan, J. P. (2014). *Long-term effect of contrasted tillage and crop management on soil carbon dynamics during 41 years*. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 188, 134–146. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.02.014>
- European Environment Agency. (2008). *Sensitivity to desertification and drought in Europe*. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/sensitivity-to-desertification-and-drought-in-europe/desertification-assessment-fact-sheet-adobe-pdf-file/desertification-assessment-fact-sheet-adobe-pdf-file/download>

- European Environment Agency. (2018). *Desertification*. <https://www.eea.europa.eu/themes/soil/desertification>
- FAO, (2000). Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Boletín de Tierras y Aguas, Nº 8, 2000. Capítulo 11 Cultivo en contorno. 220 pp. ISSN: 1020-8127. Retrieved from <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/lw8s.pdf>
- FAO, (2004). *Carbon sequestration in dryland soils*. Food And Agriculture Organization of the United Nations. Rome. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-Y5738e.pdf>
- FAO, (2010). *Climate-smart agriculture: Policies, practices and financing for food security, adaptation and mitigation*. Rome. Retrieved from <https://www.fao.org/3/i1881e/i1881e00.pdf>
- FAO, (2013). *Climate-Smart Agriculture Sourcebook*. Food And Agriculture Organization of the United Nations. Rome. Retrieved from <https://www.fao.org/policy-support/tools-and-publications/resources-details/en/c/421842/>
- FAO, (2018). *The state of Mediterranean forests*. Food And Agriculture Organization of the United Nations. Rome. <https://planbleu.org/wp-content/uploads/2018/11/somf2018.pdf>
- FAO, (2021). *Which farms feed the world and has farmland become more concentrated?* Rome. Retrieved from <https://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/1394557/>
- Feliciano, D., Aires, A., Arrobas, M., Pires, J., & Pinto-Correia, T. (2018). *Carbon sequestration potential of silvoarable agroforestry systems in a Mediterranean environment*. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 256, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.12.019>
- Fernández Carrillo, M. A. (2015). *Medidas y técnicas de conservación de los suelos en el medio rural. Aplicación en España y la Región de Murcia* [Doctoral dissertation, Universidad de Murcia]. <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/47134>
- Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., . . . Snyder, P. (2005). *Global consequences of land use*. *Science*, 309(5734), 570–574. <https://doi.org/10.1126/science.1111772>

- Fraga, H., Malheiro, A. C., Moutinho-Pereira, J., Cardoso, R. M., Soares, P. M., & Cancela, J. J. (2019). *Climate change impacts on viticulture: A review of grapevine responses and adaptation strategies*. *Science of The Total Environment*, 665, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.071>
- Francaviglia, R., Di Bene, C., Farina, R., & Salvati, L. (2017). *Soil organic carbon sequestration and tillage systems in the Mediterranean Basin: a data mining approach*. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 107(1), 125–137. <https://doi.org/10.1007/s10705-016-9820-z>
- Freibauer, A., Rounsevell, M. D. A., Smith, P., & Verhagen, J. (2004). *Carbon sequestration in the agricultural soils of Europe*. *Geoderma*, 122(1), 1–23. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.01.021>
- García-Franco, N., Albaladejo, J., Almagro, M., & Martínez-Mena, M. (2015). *Beneficial effects of reduced tillage and green manure on soil aggregation and stabilization of organic carbon in a Mediterranean agroecosystem*. *Soil and Tillage Research*, 153, 66–75. <https://doi.org/10.1016/j.still.2015.05.010>
- Han, P., Zhang, W., Wang, G., Sun, W., & Huang, Y. (2016). *Changes in soil organic carbon in croplands subjected to fertilizer management: A global meta-analysis*. *Scientific Reports*, 6, 27199. <https://doi.org/10.1038/srep27199>
- Institut Europeu de la Mediterrània. (2018). *Climate change in the Mediterranean: Environmental impacts and extreme events*. <https://www.iemed.org/publication/climate-change-in-the-mediterranean-environmental-impacts-and-extreme-events/>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2013). *Chapter 6: Carbon and Other Biogeochemical Cycles*. In *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. <https://archive.ipcc.ch/report/graphics/index.php?t=Assessment%20Reports&r=AR5%20-%20WG1&f=Chapter%2006>
- Kraiwt, K. (n.d.). *Corn plantation with no tillage technique*. Shutterstock. <https://www.shutterstock.com/it/image-photo/corn-plantation-no-tillage-technique-617082044>

- Ghasal, P. C., Kumar, S., Yadav, R. P., Singh, S., Meena, V. S., & Bisht, J. K. (2016). *Conservation Agriculture and Climate Change: An Overview*. In J. K. Bisht, V. S. Meena, P. C. Ghasal, & A. Pattanayak (Eds.), *Conservation Agriculture: An Approach to Combat Climate Change in Indian Himalaya* (pp. 1-37). Springer.
- Macou, J. (2016). *Videira, Natural, Naturessa* [Image]. Pixabay. <https://pixabay.com/pt/photos/videira-vinhedo-cultura-primavera-1330785/>
- Maillard, É., & Angers, D. A. (2014). *Animal manure application and soil organic carbon stocks: A meta-analysis*. *Global Change Biology*, 20(2), 666–679. <https://doi.org/10.1111/gcb.12438>
- Man, T. (2021). Strip cropping. The Combine Forum. <https://www.thecombineforum.com/threads/1st-attempt-strip-cropping.340436/>
- Manso, M. (2019). *Regadio em Alqueva: o milagre da multiplicação das oliveiras*. Público. Retrieved from <https://www.publico.pt/2019/09/08/economia/noticia/regadio-alqueva-milagre-multiplicacao-oliveiras-1885867#&gid=1&pid=1>
- Márquez-García, F., González-Sánchez, E. J., Castro-García, S., & Ordóñez-Fernández, R. (2013). *Improvement of soil carbon sink by cover crops in olive orchards under semiarid conditions. Influence of the type of soil and weed*. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 11(2), 335–346. <https://doi.org/10.5424/sjar/2013112-3558>
- Matson, P. A., Parton, W. J., Power, A. G., & Swift, M. J. (1997). *Agricultural intensification and ecosystem properties*. *Science*, 277(5325), 504–509. <https://doi.org/10.1126/science.277.5325.504>
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: Biodiversity synthesis*. World Resources Institute. Retrieved from <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.354.aspx.pdf>
- Nieto, O. M., Castro, J., & Fernandez, E. (2011). *Long-term effects of residue management on soil fertility in Mediterranean olive grove: Simulating carbon sequestration with RothC model*. In B. E. O. Gungor (Ed.), *Principles, application and assessment in soil science* (pp. 129–149). IntechOpen.

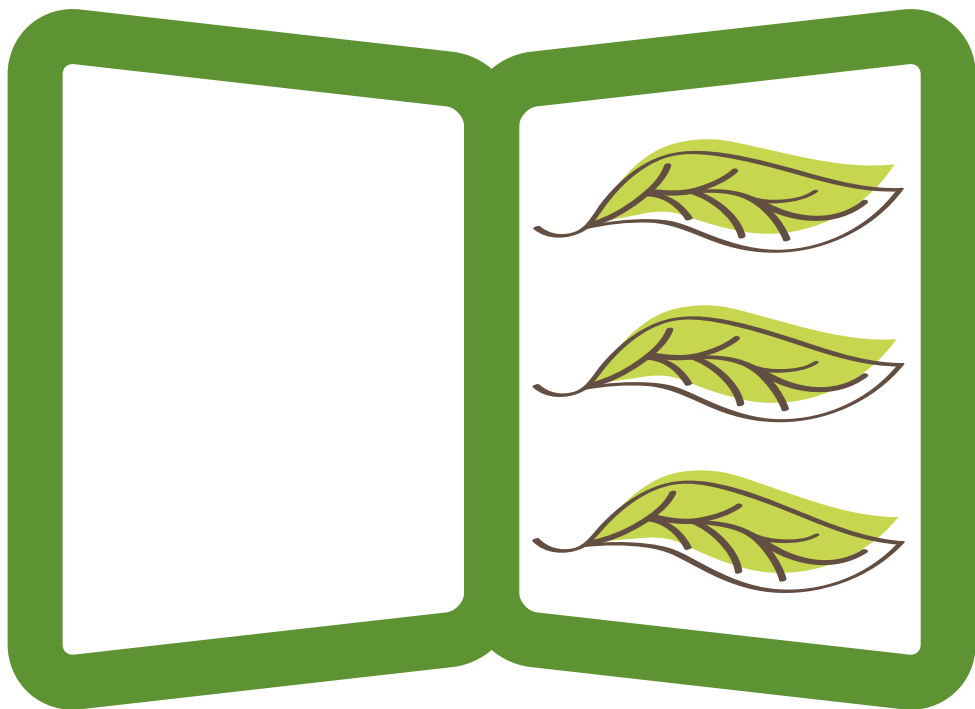
- OpenWeather. (2019). *Visualisation of the NDVI index on satellite maps*. Custom palettes for agricultural applications. Retrieved from <https://openweathermap.medium.com/visualisation-of-the-ndvi-index-on-satellite-maps-custom-palettes-for-agricultural-applications-f99b0652f991>
- Our World in Data. (n.d.). *Land use*. Retrieved July 21, 2023, from <https://ourworldindata.org/land-use>
- Patterson, M. (2005). *Field and hedge*. Geograph. Retrieved from <https://www.geograph.org.uk/photo/245638>
- Pisano, A., Olita, A., Sorgente, R., Ribotti, A., & Perilli, A. (2020). *A warming Mediterranean: 38 years of increasing sea surface temperature*. *Remote Sensing*, 12(17), 2687. <https://doi.org/10.3390/rs12172687>
- Poeplau, C., & Don, A. (2015). *Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops - A meta-analysis*. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 200, 33–41. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.10.024>
- Rosati, A. (2017). *Olive-asparagus-bulb system in traditional olive orchard system. Lessons learnt - Wild asparagus and other crops in olive orchards in Italy*. AGFORWARD. Retrieved from https://www.agforward.eu/documents/LessonsLearnt/WP3_I_Olive_asparagus_lessons%20learnt.pdf
- Roxo, M. J. (1994). *A Acção antrópica no processo de degradação de solos: A Serra de Serpa e Mértola*. FCSH-UNL. Universidade Nova de Lisboa - Faculdade de Ciências Sociais e Humanas.
- Ruibérriz, M. A. R., Bojollo, R. M. C., Braña, C. A., Lizana, A. R., & Fernández, R. M. O. (2012). *Carbon sequestration potential of residues of different types of cover crops in olive groves under Mediterranean climate*. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 10(3), 649–661.
- St. Luce, M. (2022). *Pea and wheat crop rotation plots at AAFC Swift Current, Sask*. Top Crop Manager. Retrieved from <https://www.topcropmanager.com/adding-diverse-crops-into-prairie-rotations/>

- Tema. (n.d.). *Green fertilization project in olive groves*. The Turkish Foundation for Combating Soil Erosion, for Reforestation and the Protection of Natural Habitats. Retrieved from <https://www.tema.org.tr/en/our-works/rural-development/green-fertilization-project-in-olive-grove-areas>
- Tscharntke, T., Klein, A. M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., & Thies, C. (2005). *Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity—ecosystem service management*. *Ecology Letters*, 8(8), 857-874. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x>
- Tsonkova, P., Muys, B., Pelkmans, L., & Ceulemans, R. (2012). *Greenhouse gas emissions and carbon sequestration by agroforestry systems in smallholder farming systems in Southern Africa*. *Journal of Environmental Management*, 111, 113-122. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.06.042>
- USGS - NMWSC. (2021). *Loss of ignition*. New Mexico Water Science Center. Retrieved from <https://www.usgs.gov/media/images/loss-ignition-usgs-nmwsc>
- Van Muysen, W., Govers, G., Bergkamp, G., Roxo, M., & Poesen, J. (1999). *Measurement and modelling of the effects of initial soil conditions and slope gradient on soil translocation by tillage*. *Soil and Tillage Research*, 51(3-4), 303-316. [https://doi.org/10.1016/S01671987\(99\)00044-6](https://doi.org/10.1016/S01671987(99)00044-6)
- Vanuga, J. (2011). *Contour farming and terraces, Tombs, County, Georgia*. USDA Natural Resources Conservation Service. Retrieved from <https://photogallery.nrcs.usda.gov/netpub/server.np?find&catalog=catalog&template=detail.np&field=itemid&op=matches&value=1905&site=PhotoGallery>
- Zittis, G., Hadjinicolaou, P., & Lelieveld, J. (2019). *Climate change impacts and adaptation options in the eastern Mediterranean and the Middle East and North Africa region*. *Regional Environmental Change*, 19(3), 695-708. <https://doi.org/10.1007/s10113-018-1431-8>



CarboNostrum

CLIMATE-SMART AGRICULTURE IN A CHANGING WORLD



Εγχειρίδιο



Με συγχρηματοδότηση από το πρόγραμμα «Erasmus+» της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Αυτό το έργο 2021-1-PT01-KA220-VET-000033188 έχει χρηματοδοτηθεί με την υποστήριξη του Ευρωπαϊκού Προγράμματος Erasmus+. Αυτή η δημοσίευση αντικατοπτρίζει μόνο τις απόψεις των συγγραφέων και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δεν μπορεί να θεωρηθεί υπεύθυνη για οποιαδήποτε χρήση των πληροφοριών που περιέχονται σε αυτήν.