



*Ενότητα 2 για LL2, Αγροδασοπονία για Δασικά Βοσκοτόπια  
Μάθημα 3 – Πλεονεκτήματα αγροδασοπονίας για δασικά βοσκοτόπια*

## **Κεφάλαιο 1 - Αγροδασοπονία για την προστασία εδάφους και νερού σε δασικά βοσκοτόπια**

*Marie Therese Abi Saab, PhD  
Lebanese Agricultural Research Institute*



**Forestas**  
Agencia forestal regional pro stanku de su territoriu e de s'ambiente de sa Sardigna  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna  
**SardegnaForeste**



Consiglio Nazionale delle Ricerche



المركز الوطني للأبحاث الزراعية  
National Agricultural Research Center



LARI



CIHEAM  
MEDITERRANEA



ATM CONSULTING sas



## Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή
2. Ευεργετικές επιδράσεις της αγροδασοπονίας στο έδαφος και το νερό
3. Αγροδασοπονία για τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους
4. Αγροδασοπονία για τον έλεγχο της διάβρωσης του εδάφους
5. Αγροδασοπονία για την δέσμευση άνθρακα
6. Εξοικονόμηση νερού μέσω της αγροδασοπονίας: Βελτίωση της ποιότητας του νερού
7. Πρακτικές που χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με αγροδασικά συστήματα για τη διατήρηση του εδάφους και του νερού
8. Συμπέρασμα
9. Βιβλιογραφικές αναφορές



# 1. Εισαγωγή



Η υποβάθμιση του **εδάφους** και των **υδάτων** προκαλούν παγκόσμια ανησυχία. Ως εκ τούτου, απαιτούνται **βιώσιμες πρακτικές διατήρησης του εδάφους και του νερού**, όπως η **αγροδασοπονία**. Τα αγροδασικά συστήματα που συνδυάζουν δέντρα με καλλιέργειες ή βοσκότοπους έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως για τη μείωση της απώλειας νερού, εδάφους και θρεπτικών συστατικών, μειώνοντας έτσι τη ρύπανση των υδάτων από τις γεωργικές εκτάσεις.

Η **αγροδασοπονία** είναι ένα σύστημα χρήσης γης στο οποίο καλλιεργούνται ξυλώδη πολυετή φυτά σε συνδυασμό με ποώδη φυτά ή ζώα σε χωρική διάταξη, εναλλαγή ή και τα δύο. Η αγροδασοπονία είναι ένας συνδυασμός γεωργικών και δασικών τεχνολογιών για τη δημιουργία συνδυασμένων, ποικίλων και παραγωγικών συστημάτων χρήσης γης.



SardegnaForeste





# 1. Εισαγωγή

## Παραγωγικές λειτουργίες

καυσόξυλα, χορτονομή, φρούτα, ξυλεία, κόλλες, ρητίνες, φάρμακα, ίνες κλπ.

## Λειτουργίες εξυπηρέτησης

**διατήρηση εδάφους και νερού**, δέσμευση άνθρακα, βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους, έλεγχος διάβρωσης και απορροής, μείωση της ταχύτητας ανέμου, επίδραση σκίασης κλπ

**Στόχος αυτού του κεφαλαίου: Να παρέχει μια επισκόπηση των πρακτικών διατήρησης του εδάφους και του νερού μέσω της αγροδασοπονίας**

Αγροδα-  
σοπονία



## 2. Ευεργετικές επιδράσεις της αγροδασοπονίας στο έδαφος και το νερό

Αυξάνει την εισροή θρεπτικών ουσιών από την ατμόσφαιρα και τα βαθιά στρώματα του εδάφους

Ελέγχει τη διάβρωση και μειώνει την απώλεια οργανικής ουσίας του εδάφους

Κλειστός κύκλος θρεπτικών συστατικών και αποτελεσματική χρήση θρεπτικών συστατικών

Βελτίωση της φυσικής κατάστασης του εδάφους

Δέσμευση αζώτου μέσω των δέντρων και των θάμνων

Αυξάνει τη διαθεσιμότητα εδαφικού νερού στις καλλιέργειες

Βελτίωση όξινων και αλκαλικών εδαφών

Αποκατάσταση υποβαθμισμένων εδαφών

Δέσμευση άνθρακα στο έδαφος

Βελτιώνει την ποιότητα του νερού



### 3. Αγροδασοπονία για τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους

- Η **γονιμότητα του εδάφους** είναι η ικανότητα του εδάφους να **υποστηρίζει την ανάπτυξη των φυτών σε συνεχή βάση**, υπό δεδομένες κλιματικές συνθήκες και άλλες σχετικές ιδιότητες της γης.
- Ορισμένα παραγωγικά εδάφη που διαθέτουν μη δεσμευμένα αποθέματα θρεπτικών ουσιών, χάνουν γρήγορα τη γονιμότητά τους εάν αλλάξουν από φυσική βλάστηση σε διαχειριζόμενα οικοσυστήματα. Άλλα εδάφη, ιδίως τα nitosols σε βασικά πετρώματα, διαθέτουν φυσικές αναπλαστικές δυνάμεις, που τους επιτρέπουν να αποκαθιστούν τα θρεπτικά συστατικά μέσω της αποσάθρωσης των πετρωμάτων.



Photo credit: Dr. Milad El Riachy



### 3. Αγροδασοπονία για τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους



Η εξάντληση της γονιμότητας του εδάφους είναι θεμελιώδης αιτία επισιτιστικής ανασφάλειας και χαμηλού εισοδήματος για τους αγρότες. **Η απώλεια θρεπτικών συστατικών λόγω της συνεχούς καλλιέργειας καθιστά σταδιακά το έδαφος λιγότερο γόνιμο, με αποτέλεσμα φτωχές αποδόσεις.**

**Η αγροδασοπονία μπορεί να συμβάλει στην ενίσχυση και στη διατήρηση της μακροπρόθεσμης παραγωγικότητας του εδάφους. Η ενσωμάτωση δέντρων και καλλιεργειών** που είναι σε θέση να δεσμεύουν βιολογικά το άζωτο (N) είναι αρκετά συνηθισμένη στα αγροδασικά συστήματα. Τα μη δεσμευτικά δέντρα μπορούν επίσης να βελτιώσουν τις φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους προσθέτοντας σημαντική ποσότητα οργανικής ύλης πάνω και κάτω από το έδαφος και απελευθερώνοντας και ανακυκλώνοντας θρεπτικά συστατικά στα αγροδασικά συστήματα.





### 3. Αγροδασοπονία για τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους

- Στη **αγροδασοπονία**, τόσο **κέρδη** όσο και **απώλειες** στην παραγωγή **καλλιεργειών** μπορούν να προκύψουν ως αποτέλεσμα της παρουσίας δέντρων.
- Όλα εξαρτώνται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες όπου ασκείται η αγροδασοπονία.
- Σε ορισμένες αγροδασικές πρακτικές στο χώρο, όπως η **φύτευση στα όρια του χωραφιού**, το ξυλώδες συστατικό καταλαμβάνει μη παραγωγική γη. Σε αυτή την περίπτωση, η παραγωγή **τροφίμων-καλλιεργειών** δεν θα επηρεαστεί.





### 3. Αγροδασοπονία για τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους

- ❖ Σε άλλους τύπους αγροδασοπονίας, π.χ. σε **συγκαλλιέργεια φυτοφράκτων**, υπάρχει **αναπόφευκτη μείωση της διαθέσιμης έκτασης για καλλιέργειες**. Επίσης, συνήθως παρατηρείται **πτώση στην απόδοση της καλλιέργειας κοντά στη όρια δέντρου/καλλιέργειας**.
- ❖ **Ωστόσο**, κατά την υιοθέτηση αγροδασικών πρακτικών, οι καλλιεργητές μπορούν να αναμένουν ότι θα έχουν **αυξημένη απόδοση ανά μονάδα επιφάνειας που καταλαμβάνεται από καλλιέργειες ως αποτέλεσμα των επιπτώσεων του ελέγχου της διάβρωσης και της ενίσχυσης της γονιμότητας των δέντρων**. Αυτό θα αντιστάθμιζε την απώλεια γης που χρησιμοποιείται για καλλιέργειες και για τυχόν μείωση της απόδοσης των καλλιεργειών που φυτεύτηκαν κοντά στα όρια με τα δέντρα.



### 3. Αγροδασοπονία για τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους Επιδράσεις των δέντρων στα εδάφη

Τα δέντρα διατηρούν ή βελτιώνουν τα εδάφη με διαδικασίες που:

- Αυξάνουν τις προσθήκες οργανικής ύλης και θρεπτικών συστατικών στο έδαφος
- Μειώνουν τις απώλειες από το έδαφος, οδηγώντας σε πιο κλειστό κύκλο της οργανικής ύλης και των θρεπτικών ουσιών
- Βελτιώνουν τις φυσικές συνθήκες του εδάφους
- Βελτιώνουν τις χημικές συνθήκες του εδάφους
- Επηρεάζουν τις βιολογικές διεργασίες και συνθήκες του εδάφους

Τα δέντρα παρέχουν πολύτιμα προϊόντα:

καυσόξυλα, κάρβουνο, οικοδομικά υλικά και ζωοτροφές.

Οι λειτουργίες που προσφέρουν τα δέντρα περιλαμβάνουν:

βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους, διατήρηση της υγρασίας του εδάφους και βελτίωση του μικροκλίματος, με αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης των καλλιεργειών.



### 3. Αγροδασοπονία για τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους Επιδράσεις των δέντρων στα εδάφη



Πώς κινητοποιούνται η οργανική ουσία και τα θρεπτικά συστατικά από τα δέντρα στο έδαφος;

- Διατήρηση ή **αύξηση της οργανικής ουσίας του εδάφους** μέσω δέσμευσης του άνθρακα στη φωτοσύνθεση και μεταφορά του μέσω φυτικών απορριμμάτων (νεκρό φυτικό υλικό) και αποσύνθεσης των ριζών
- **Αζωτοδέσμευση** από μερικά ψυχανθή και λίγα μη ψυχανθή δέντρα
- **Πρόσληψη θρεπτικών ουσιών:** η πρόσληψη θρεπτικών ουσιών που απελευθερώνονται **από τις καιρικές συνθήκες των πετρωμάτων (διάσπαση ή διάλυση πετρωμάτων) σε βαθύτερα στρώματα** του εδάφους
- **Ατμοσφαιρική εισροή:** τα δέντρα δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες για την εισαγωγή θρεπτικών ουσιών από βροχοπτώσεις και σκόνη, συμπεριλαμβανομένης της πτώσης των φύλλων και της κορμορροής.
- Έκκριση **ουσιών που ευνοούν την ανάπτυξη** από τη ριζόσφαιρα (χώμα που περιβάλλει τις ρίζες).

Στην υδρολογία, η κορμορροή είναι η ροή του νερού διά μέσου του κορμού ή το βλαστό ενός φυτού. Είναι υπεύθυνο για τη μεταφορά της βροχής και των θρεπτικών ουσιών από την κόμη στο έδαφος.

### 3. Αγροδασοπονία για τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους Επιδράσεις των δέντρων στα εδάφη

Πώς μειώνουν τα δέντρα τις  
απώλειες από το έδαφος;

Προστασία από τη διάβρωση και συνεπώς  
από την απώλεια οργανικής ύλης και  
θρεπτικών συστατικών

- Ανάκτηση θρεπτικών ουσιών: **δέσμευση και ανακύκλωση θρεπτικών ουσιών που διαφορετικά θα χάνονταν με την έκπλυση**, π.χ., μέσω των ριζών και μέσω της δράσης μυκορριζικών συστημάτων που σχετίζονται με τις ρίζες των δέντρων
- **Μείωση του ρυθμού αποσύνθεσης οργανικής ουσίας** λόγω σκίαση



Photo credit: Dr. Peter Moubarak



### 3. Αγροδασοπονία για τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους Επιδράσεις των δέντρων στα εδάφη

Πώς μπορούν τα δέντρα να βοηθήσουν στη διατήρηση των φυσικών και χημικών συνθηκών του εδάφους;

- Διατήρηση ή βελτίωση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους (δομή, πορώδες, ικανότητα συγκράτησης υγρασίας και διαπερατότητα) **μέσω συνδυασμού διατήρησης της οργανικής ουσίας και των επιδράσεων των ριζών**
- Διάσπαση συμπαγών ή σκληρυμένων στρωμάτων από τις **ρίζες**
- Τροποποίηση των ακραίων θερμοκρασιών του εδάφους μέσω **συνδυασμού σκίασης από την κόμη και την κάλυψη με φυτικά απορρίματα**
- Μείωση της οξύτητας μέσω της **προσθήκης βάσεων στον εδαφικό τάπητα**



### 3. Αγροδασοπονία για τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους Επιδράσεις των δέντρων στα εδάφη

Η αγροδασοπονία μπορεί να περιλαμβάνει είτε την προστασία και τη διαχείριση των **δέντρων που βρίσκονται ήδη στο χωράφι**, είτε τη φύτευση **νέων δέντρων**.

Αυτά τα δέντρα συνήθως καλλιεργούνται για να παρέχουν ένα προϊόν εμπορικής ή βιοτικής αξίας, όπως τρόφιμα, καύσιμα, στύλους κτιρίων ή/και ζωοτροφές.

Παρέχουν επίσης **θρεπτικά συστατικά και οργανική ουσία για το έδαφος**, καθώς και σκιά για καλλιέργειες και ζώα.

**Σε ημίξηρα κλίματα**, είναι σύνηθες να βρίσκουμε υψηλότερη περιεκτικότητα σε οργανική ουσία και θρεπτικά συστατικά κάτω από τις κόμες των δέντρων από ό,τι σε γειτονικά ανοιχτά εδάφη.

Οι **ωφέλιμες λειτουργίες των δέντρων** περιλαμβάνουν τη βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους, τη διατήρηση της υγρασίας του εδάφους και τη βελτίωση του μικροκλίματος, **με αποτέλεσμα αυξημένες αποδόσεις των καλλιεργειών**.





### 3. Αγροδασοπονία για τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους Επιδράσεις των δέντρων στα εδάφη

#### Τα καλύτερα δέντρα για αγροδασοπονία

- Τα καλύτερα δέντρα για να αναπτυχθούν με καλλιέργειες είναι **αυτά με βαθιές ρίζες**, επειδή δεν ανταγωνίζονται με τις καλλιέργειες για νερό και θρεπτικά συστατικά.
- Θα πρέπει **να επιτρέπουν το φως να διεισδύσει μέσα από τα φύλλα τους** για να επιτρέψουν στις καλλιέργειες να αναπτυχθούν.
- Θα πρέπει **να επιβιώνουν μετά από το τακτικό κλάδεμα** και το κόψιμο.
- Θα πρέπει **να προσθέτουν θρεπτικά συστατικά στο έδαφος**.
- Τα **φύλλα** τους πρέπει να παρέχουν **είτε ζωοτροφή είτε να ενισχύουν τη οργανική ουσία**.
- Θα πρέπει να έχουν προσφέρουν πρόσθετες **χρήσεις για τους αγρότες**



Photo credit: Dr. Milad El Riachy



### 3. Αγροδασοπονία για τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους Στερέωση αζώτου και κύκλος θρεπτικών συστατικών

**Τα δέντρα για την δέσμευση αζώτου** μπορούν να αυξήσουν σημαντικά τις εισροές αζώτου στα αγροδασικά συστήματα.

Τα αγροδασικά συστήματα πιστώνονται συνήθως με πιο αποτελεσματικό κύκλο θρεπτικών στοιχείων από πολλά άλλα συστήματα λόγω της παρουσίας ξυλωδών πολυετών φυτών στο σύστημα. **Αυτά τα ξυλώδη πολυετή φυτά έχουν θεωρητικά πιο εκτεταμένα και βαθύτερα ριζικά συστήματα και έχουν τη δυνατότητα να δεσμεύουν και να ανακυκλώνουν μεγαλύτερη ποσότητα θρεπτικών συστατικών.** Η συνεισφορά της φυλλάδας τους στην επιφάνεια του εδάφους είναι επίσης μεγαλύτερη από αυτή των πωδών φυτών.





### 3. Αγροδασοπονία για τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους Δέσμευση αζώτου και κύκλος θρεπτικών συστατικών

Περίπου το 20 έως 30% της συνολικής ζωντανής βιομάζας των δέντρων βρίσκεται στις ρίζες τους. Υπάρχει μια **συνεχής προσθήκη οργανικής ύλης στο έδαφος μέσω νεκρών και αποσυντιθέμενων ριζών.**

**Η ικανότητα βαθιάς ριζοβολίας των δέντρων** βοηθά τα δέντρα να απορροφούν θρεπτικά συστατικά από βαθύτερα στρώματα του εδάφους που δεν μπορούν να φτάσουν οι ρίζες των καλλιεργειών και στη συνέχεια να τα ανακυκλώνουν στα επιφανειακά στρώματα του εδάφους μέσω της προσθήκης νεκρής φυτομάζας.



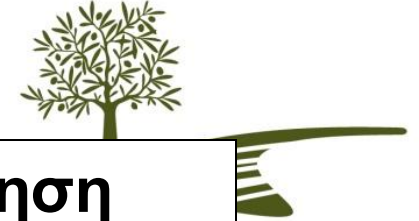
Photo credit: Dr. Peter Moubarak



### 3. Αγροδασοπονία για τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους Συσσώρευση θρεπτικών συστατικών

- Υψηλότερη συνολική περιεκτικότητα σε άζωτο στο επιφανειακό έδαφος (0-15 εκ.)
- Στενή αναλογία C:N
- Περισσότερη ανάκτηση ανταλλάξιμου Ca, Mg, K και διαθέσιμου P στο αγροδασικό σύστημα στο υπέδαφος μέσω ριζών και ανακυκλωμένων απορριμμάτων

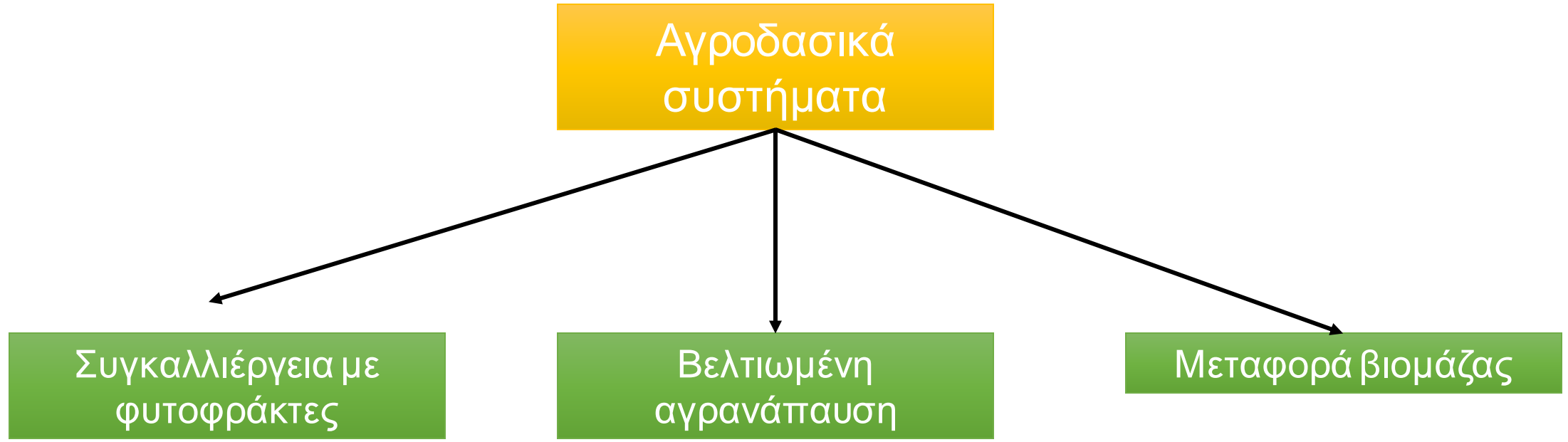
C: Άνθρακας  
N: Άζωτο



### 3. Αγροδασοπονία για τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους Συστήματα που χρησιμοποιούνται συχνά



Στις επόμενες διαφάνειες, αξιολογούμε τρία διαφορετικά αγροδασικά συστήματα που περιλαμβάνουν δέντρα που καλλιεργούνται είτε σε συνδυασμούς στο χώρο ή σε χρονικές ακολουθίες με καλλιέργειες.





### 3. Αγροδασοπονία για τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους Συστήματα που χρησιμοποιούνται συχνά: Διακαλλιέργεια με φυτοφράκτες

Στη διακαλλιέργεια φυτοφάγων (καλλιέργειες μέσα σε αλάνες), τα δέντρα καλλιεργούνται σε σειρές που σχηματίζουν φράκτες. Τα φυτά καλλιεργούνται στα σοκάκια ανάμεσα στους φράκτες. Τα υπολείμματα δέντρων από το κλάδεμα κατά τη διάρκεια της καλλιέργειακής περιόδου μπορούν να τεμαχιστούν και στη συνέχεια να προστεθούν στο έδαφος για να χρησιμεύσουν ως χλωρή κοπριά.

Η ενδοκαλλιέργεια φυτοφράκτων είναι πιο επιτυχημένη υπό τις ακόλουθες συνθήκες:

- ✓ Εδάφη με μέτριο pH (μεγαλύτερο από 5,5) για την προώθηση της ανακύκλωσης θρεπτικών συστατικών
- ✓ Μείωση της γονιμότητας του εδάφους (αναγνωρίζεται ως σοβαρό πρόβλημα από τους αγρότες)
- ✓ Έλλειψη δέντρων στο τοπίο (δημιουργία ενδιαφέροντος για δενδρικά προϊόντα)
- ✓ Καλά προσαρμοσμένα είδη δέντρων για υψηλή παραγωγή βιομάζας
- ✓ Έγκαιρο κλάδεμα, αποτελεσματική χρήση των κλαδευμάτων και διαρκής ανάπτυξη αντιστάθμισης



### 3. Αγροδασοπονία για τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους

#### Συστήματα που χρησιμοποιούνται συχνά: Βελτιωμένη αγρανάπαυση

Τα δέντρα αποτελούν συστατικό της φυσικής αναγέννησης αγρανάπαυσης σε πολλά παραδοσιακά μεταβαλλόμενα συστήματα καλλιέργειας. Οι αγρότες σε πολλές υγρές τροπικές περιοχές έχουν αναγνωρίσει ορισμένα είδη δέντρων ως συνδεδόμενα με βελτιωμένη γονιμότητα του εδάφους και ως εκ τούτου προωθούν σκόπιμα τέτοια είδη σε αγρανάπαυση.

Με την αυξανόμενη πληθυσμιακή πίεση, η αναπόφευκτη ανάγκη να μειωθεί η περίοδος αγρανάπαυσης και να αυξηθεί η ένταση της καλλιέργειας έχει αναγνωριστεί καλά. Εξαιτίας αυτού, επιδιώκεται τώρα μια ιδέα βελτιωμένης αγρανάπαυσης που περιλαμβάνει τη φύτευση ταχέως αναπτυσσόμενων δέντρων, αζωτομονωτικών με βαθιάς ριζοβολίας για ενίσχυση και διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους σε μικρότερο χρονικό διάστημα.

Σε αντίθεση με τα χωρικά μείγματα όπως η διακαλλιέργεια φυτοφράκτων, δεν υπάρχει ανταγωνισμός μεταξύ του δέντρου και του συστατικού της καλλιέργειας σε βελτιωμένα συστήματα αγρανάπαυσης (εκτός μεταξύ γειτονικών εκτάσεων αγρανάπαυσης και καλλιεργειών, που θα μπορούσαν να είναι σημαντικά σε μικρά αγροκτήματα), καθώς διαδέχονται το ένα με το άλλο σε χρονική σειρά.




### 3. Αγροδασοπονία για τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους Συστήματα που χρησιμοποιούνται συχνά: Μεταφορά βιομάζας

- Η μεταφορά βιομάζας δέντρων ή θάμνων από απομακρυσμένες περιοχές σε χωράφια παραγωγής τροφίμων για τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους και των αποδόσεων των καλλιεργειών είναι μια πολύ γνωστή πρακτική σε ορισμένες χώρες.
- Οι αγρότες χρησιμοποιούν τα απορρίμματα φυτών απευθείας ως χλωρή κοπριά ή τα στεγνώνουν και τα αποθηκεύουν για μελλοντική χρήση, ειδικά εάν το υλικό συλλέγεται κατά την περίοδο μη καλλιέργειας, όταν η ζήτηση για εργασία είναι χαμηλή.
- Διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν την απόκριση των καλλιεργειών στην εφαρμογή της μεταφερόμενης βιομάζας, συμπεριλαμβανομένης της χημικής σύνθεσης των απορριμμάτων διαφορετικών ειδών και της μεθόδου και του χρόνου εφαρμογής.

## 4. Αgroδασοπονία για τον έλεγχο της διάβρωσης του εδάφους Διατήρηση του εδάφους



- ❖ Διαφορετικά αγροδασικά συστήματα έχουν τη δυνατότητα να βοηθήσουν στη **διατήρηση του εδάφους**.
- ❖ Αυτά περιλαμβάνουν
  - ✓ **φράκτες θάμνων** που φυτεύονται περιμετρικά του αγρού
  - ✓ **συνδυασμοί δέντρων/θάμνων** για τη σταθεροποίηση των υφιστάμενων δομών διατήρησης
  - ✓ **πολυστρωματικά συστήματα** που προσομοιώνουν τα φυσικά δάση και τις δασικές εκτάσεις
- ❖ Οι γραμμικές φυτεύσεις δέντρων ως ανεμοφράκτες έχουν δείξει σημαντικές δυνατότητες μείωσης της αιολικής διάβρωσης, αλλά δεν εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής αυτής της ανασκόπησης.



## 4. Αγροδασοπονία για τον έλεγχο της διάβρωσης του εδάφους **Διατήρηση του εδάφους** **Φυτοφράκτες**

- Οι φυτοφράκτες που φυτεύονται περιμετρικά του αγρού έχουν αξιολογηθεί ευρέως. Η βέλτιστη απόσταση μεταξύ των φράχτων εξαρτάται από τον βαθμό κλίσης, αλλά η απόσταση εντός του φράχτη είναι συνήθως μεταξύ 10 και 25 cm.
- Οι φυτοφράκτες κλαδεύονται συχνά για να ελαχιστοποιηθούν οι επιπτώσεις του ανταγωνισμού με παρακείμενες καλλιέργειες με παρόμοιο τρόπο με τη διακαλλιέργεια φυτοφράκτων.
- Δεδομένου ότι ο έλεγχος της διάβρωσης είναι ο κύριος στόχος, τα κλαδέματα από τους φυτοφράκτες συνήθως εφαρμόζονται ως επιφανειακή επικάλυψη για να παρέχουν πρόσθετη προστασία του εδάφους, κάτι που μπορεί να είναι κρίσιμο κατά τα πρώιμα στάδια ανάπτυξης των καλλιεργειών.





## 4. Αγροδασοπονία για τον έλεγχο της διάβρωσης του εδάφους Διατήρηση του εδάφους Φυτοφράκτες



Η χρήση φυτοφρακτών περιλαμβάνει διάφορους μηχανισμούς για την προστασία του εδάφους και τον έλεγχο της διάβρωσης. Πιο συγκεκριμένα:

- Οι φυτοφράχτες είναι ημιπερατοί, επιτρέποντας τη διάθεση του πλεονάζοντος νερού χωρίς λίμνες και στασιμότητα
- Οι ρίζες των θάμνων σταθεροποιούν τα πεζούλια (αναβαθμίδες) καθώς σχηματίζουν και βελτιώνουν τα ποσοστά διείσδυσης στην περιοχή ακριβώς δίπλα στον φράκτη
- Το επιφανειακό στρώμα από φυτικά υπολείμματα, όταν εφαρμόζεται, μειώνει την πιθανή επίδραση των βροχοπτώσεων και τη διαβρωσιμότητα του εδάφους, βελτιώνει τη γονιμότητα και τις φυσικές συνθήκες του εδάφους, και διατηρεί την υγρασία μειώνοντας την απώλεια εξάτμισης του εδάφους κατά την πρώιμη ανάπτυξη των καλλιεργειών.

Συμπερασματικά, οι φυτοφράκτες έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικοί στον έλεγχο της διάβρωσης του εδάφους σε ήπιες έως μέτριες πλαγιές.





## 4. Αγροδασοπονία για τον έλεγχο της διάβρωσης του εδάφους

### Διατήρηση του εδάφους

### Δέντρα και θάμνοι σε δομές διατήρησης

- ❑ Όπου υπάρχουν ήδη δομές συγκράτησης όπως χωμάτινες δέσμες (ράχες ή αναχώματα), πεζούλια ή λωρίδες διατήρησης με βλάστηση, τα δέντρα και οι θάμνοι μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο τόσο στη σταθεροποίηση τέτοιων κατασκευών όσο και στην αύξηση της ποικιλομορφίας της παραγωγής από αυτή την αλυσίδα (ροή) παραγωγής χορτονομής, ξύλου ή καρπών. Αν και τέτοιες εξειδικεύσεις συνήθως καταλαμβάνουν μόνο ένα μικρό ποσοστό της έκτασης γης, είναι συχνά γόνιμες λόγω της συσσώρευσης εδάφους που είναι πλούσια σε θρεπτικά συστατικά από την έκπλυσή τους από τις αναβαθμίδες.
- ❑ Για να αξιοποιηθεί πλήρως η παραγωγικότητα των δομών συγκράτησης, πρέπει να αξιολογηθούν οι προτεραιότητες των αγροτών και να εξακριβωθούν οι πιθανές αγορές για προϊόντα υψηλής αξίας, πριν από την επιλογή των δέντρων. Προκειμένου να εντοπιστούν τα κατάλληλα είδη δέντρων, πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη οι τεχνικές απόστασης και εγκατάστασης.
- ❑ Συμπερασματικά, τα δέντρα και οι θάμνοι υψηλής αξίας διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο τόσο στη σταθεροποίηση των δομών διατήρησης όσο και στην αύξηση της παραγωγικότητάς τους και της ποικιλομορφίας της παραγωγής τους. Ωστόσο, αυτό θα έχει σχεδόν πάντα κάποιο κόστος από την άποψη της μειωμένης παραγωγικότητας των σχετικών καλλιεργειών.



## 4. Αγροδασοπονία για τον έλεγχο της διάβρωσης του εδάφους Διατήρηση του εδάφους Πολυστρωματικά συστήματα



«Το Project Drawdown ορίζει ως πολυστρωματική αγροδασοπονία το σύστημα πολυετούς καλλιέργειας που περιλαμβάνει πολλαπλά στρώματα δέντρων και άλλων πολυετών καλλιεργειών, με υψηλές επιπτώσεις βιοδέσμωσης. Το σύστημα χαρακτηρίζεται από το γεγονός ότι έχει ένα ανόροφο ψηλότερων δέντρων και υπόροφο ενός ή πολλαπλών στρωμάτων καλλιεργειών που αναπτύσσονται σε κάποιο βαθμό σκίασης. Η δομή και η λειτουργία τους είναι παρόμοιες με εκείνες των φυσικών δασών, αν και μερικά είναι πολύ πιο απλοποιημένα»

(<https://drawdown.org/solutions/multistrata-agroforestry/technical-summary>).

Τα πολυστρωματικά αγροδασικά συστήματα έχουν εξελιχθεί κυρίως για να παράγουν εισόδημα και να παρέχουν και να διαφοροποιούν τις βασικές οικογενειακές ανάγκες διατροφής. Λόγω της δομικής τους ομοιότητας με τα δευτερεύοντα δάση, παρουσιάζουν μια ιδιαίτερη ικανότητα να αποτρέπουν τη διάβρωση του εδάφους.



## 5. Αγροδασοπονία για την δέσμευση άνθρακα

- ❑ Η δέσμευση άνθρακα περιλαμβάνει την απομάκρυνση και αποθήκευση άνθρακα από την ατμόσφαιρα σε αποθήκες άνθρακα (όπως οι ωκεανοί, η βλάστηση ή τα εδάφη) μέσω φυσικών ή βιολογικών διεργασιών.
- ❑ Η ενσωμάτωση δέντρων ή θάμνων σε αγροδασικά συστήματα μπορεί να αυξήσει την ποσότητα του άνθρακα που δεσμεύεται σε σύγκριση με ένα χωράφι μονοκαλλιέργειας με φυτά ή βοσκοτόπια. Εκτός από τη σημαντική ποσότητα άνθρακα που αποθηκεύεται στην υπέργεια βιομάζα, τα αγροδασικά συστήματα μπορούν επίσης να αποθηκεύσουν άνθρακα κάτω από τη γη.
- ❑ Ο άνθρακας που δεσμεύεται σε αγροδασικά συστήματα θα μπορούσε να πωληθεί σε πιστωτικές αγορές άνθρακα όπου υπάρχουν τέτοιες ευκαιρίες. Η μεγαλύτερη ποσότητα και η πιο μόνιμη μορφή άνθρακα μπορεί να δεσμευτεί αυξάνοντας την ηλικία εναλλαγής δέντρων και/ή θάμνων και με την παραγωγή ανθεκτικών προϊόντων από αυτά κατά τη συγκομιδή.

Περίτροπος χρόνος μπορεί να οριστεί ως ο προγραμματισμένος αριθμός ετών μεταξύ της εγκατάστασης ή της αναγέννησης μιας καλλιέργειας ή συστάδας δέντρων, και της τελικής κοπής της σε ένα καθορισμένο στάδιο ωρίμανσης.

<https://www.tariffnumber.com/info/abbreviations/3495>



## 5. Αγροδασοπονία για την δέσμευση άνθρακα

- ❑ Η δυνατότητα των αγροδασικών συστημάτων να δεσμεύουν άνθρακα ποικίλλει ανάλογα με τον τύπο του συστήματος, τη σύνθεση των ειδών, την ηλικία των συστατικών ειδών, τη γεωγραφική θέση, τους περιβαλλοντικούς παράγοντες και τις πρακτικές διαχείρισης.
- ❑ Λαμβάνοντας υπόψη τη μεγάλη έκταση των υποβαθμισμένων καλλιεργειών και βοσκοτόπων και τη δυνατότητα βελτίωσής τους με τη χρήση αγροδασοπονίας, υπάρχει τεράστια δυνατότητα δέσμευσης επιπλέον άνθρακα σε τέτοια συστήματα. Σε σύγκριση με τα υποβαθμισμένα συστήματα, η αγροδασοπονία μπορεί να συγκρατεί περισσότερο άνθρακα.
- ❑ Οι εδαφικοί οργανισμοί είναι οι βασικοί μηχανικοί στην ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων, στον μετασχηματισμό της οργανικής ύλης και στη φυσική αρχιτεκτονική της δομής του εδάφους. Η μικροβιακή βιομάζα περιλαμβάνει πρωτογενείς και δευτερογενείς αποικοδομητές, αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό συστατικό στον κύκλο των θρεπτικών ουσιών στο έδαφος και διέπει τη διάσπαση της οργανικής ύλης και τη διαθεσιμότητα θρεπτικών ουσιών, ιδιαίτερα την ανοργανοποίηση του αζώτου, η οποία συνδέεται έμμεσα με τη διατήρηση του εδάφους.

## 5. Αγροδασοπονία για την δέσμευση άνθρακα



- ❑ Στα αγροδασικά συστήματα, η μεγαλύτερη συγκέντρωση μικροοργανισμών είναι συνήθως στην επιφάνεια του εδάφους. Το πυκνό δίκτυο λεπτών ριζών των δέντρων, με την ικανότητά του για άφθονες μυκορριζικές σχέσεις, αυξάνει τη διαθεσιμότητα θρεπτικών ουσιών για τις καλλιέργειες πιο κοντά στο έδαφος (καλλιέργειες που αναπτύσσονται κάτω από δέντρα), καθώς και αυξάνει τον πληθυσμό των μικροαρθρόποδων.
- ❑ Από την άλλη πλευρά, σε μονοκαλλιέργειες, η υποβάθμιση του εδάφους λόγω φυσικών διαταραχών που σχετίζονται με την καλλιέργεια, η εξάντληση της οργανικής ουσίας, η μειωμένη ποικιλότητα των φυτών και η απουσία φυτικής κάλυψης για κάποιο μέρος του έτους οδηγούν σε μείωση του πληθυσμού των ωφέλιμων μικροαρθρόποδων του εδάφους.
- ❑ Οι εδαφικές και καλλιεργειακές τεχνικές που χρησιμοποιούνται στη αγροδασοπονία θεωρούνται ότι ευνοούν και ενισχύουν τη δραστηριότητα της εδαφικής πανίδας, η οποία βελτιώνει τους ρυθμούς ανακύκλωσης, την ανοργανοποίηση και την υγρασία της οργανικής ουσίας του εδάφους, την υφή και τη συνοχή του εδάφους, το πορώδες, το ρυθμό διήθησης και τα χαρακτηριστικά διατήρησης εδάφους-νερού. Αυτό σημαίνει πιο υγιές έδαφος και πιο υγιείς καλλιέργειες.

Η μυκόρριζα είναι μια συμβιωτική σχέση μεταξύ ενός μύκητα και ενός φυτού.

**Forestas**

Agencia forestal regional pro s'innalpu de su territoriu e de s'ambiente de sa Sardigna  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche



NARC  
National Agricultural Research Center



LARI



CIHEAM  
MAI CHANIA



ATM CONSULTING sas



## 6. Εξοικονόμηση νερού μέσω Αγροδασοπονίας: Βελτίωση της ποιότητας του νερού του εδάφους



- ❖ Οι αγροδασκές πρακτικές έχουν επίσης αποδειχθεί ότι βοηθούν στην παροχή καθαρού νερού. Στα συμβατικά γεωργικά συστήματα, λιγότερο από το μισό του αζώτου (N) και του φωσφόρου που εφαρμόζεται μέσω λίπανσης, απορροφάται από τις καλλιέργειες. Κατά συνέπεια, το περίσσειο λίπασμα εκπλύνεται από τα γεωργικά χωράφια μέσω της επιφανειακής απορροής ή διοχετεύεται στην υπόγεια παροχή νερού, μολύνοντας τις πηγές νερού και μειώνοντας την ποιότητα του νερού. Για παράδειγμα, η γεωργική επιφανειακή απορροή μπορεί να οδηγήσει σε υπερβολική παροχή ιζημάτων, θρεπτικών ουσιών και φυτοφαρμάκων στις υδάτινες αποθήκες και να συμβάλλει σημαντικά στον ευτροφισμό. (Ο ευτροφισμός είναι η διαδικασία με την οποία ένα ολόκληρο σώμα νερού ή μέρη του εμπλουτίζεται σταδιακά με μέταλλα και θρεπτικά συστατικά, ιδιαίτερα άζωτο και φώσφορο.)
- ❖ Τα αγροδασικά συστήματα, όπως οι παραποτάμιες απορροές (η περιοχή δίπλα σε ρέμα, λίμνη ή υγρότοπο που περιέχει έναν συνδυασμό δέντρων, θάμνων και/ή άλλων πολυετών φυτών) βοηθούν στον καθαρισμό του νερού απορροής, μειώνοντας την ταχύτητα της απορροής, προάγοντας έτσι τη διήθηση, την εναπόθεση των ιζημάτων, και την κατακράτηση θρεπτικών ουσιών. Οι παραποτάμιες απορροές έχουν προταθεί ως μέσο για την καταπολέμηση της μη σημειακής ρύπανσης από τα γεωργικά χωράφια. Οι προστατευτικές ρυθμίσεις μειώνουν επίσης την κίνηση των θρεπτικών ουσιών στα υπόγεια ύδατα, απορροφώντας τα περίσσεια θρεπτικά συστατικά.
- ❖ Τα δέντρα με συστήματα βαθιάς ριζοβολίας σε αγροδασικά συστήματα μπορούν επίσης να βελτιώσουν την ποιότητα των υπόγειων υδάτων, λειτουργώντας ως «δίκτυ ασφαλείας», δεσμεύοντας θρεπτικά συστατικά.



## 6. Εξοικονόμηση νερού μέσω Αγροδασοπονίας: Βελτίωση της ποιότητας του νερού του εδάφους

- ❖ Η δημιουργία πολυετών φυτικών ρυθμιστικών προστατευτικών ζωνών κατά μήκος των υδάτινων σωμάτων και των ορεινών περιοχών μπορεί να μειώσει τις απώλειες θρεπτικών ουσιών από τις καλλιέργειες και τους λειμώνες, και να αποθηκεύσει αυτά τα θρεπτικά συστατικά στις περιοχές καλλιέργειας.
- ❖ Ένα σύστημα προστασίας τεσσάρων ζωνών μπορεί να αποτελείται από δέντρα που αναπτύσσονται γρήγορα δίπλα σε ένα υδάτινο σώμα, με δέντρα βραδείας ανάπτυξης μακριά από το υδάτινο σώμα στη δεύτερη ζώνη, θάμνους στην τρίτη ζώνη και χαμηλή βλάστηση (π.χ. αγρωστώδη) στην τέταρτη ζώνη. Η χαμηλή βλάστηση και οι θάμνοι συμβάλλουν στη μείωση του ρυθμού ροής του νερού και ενισχύουν την καθίζηση. Τα θρεπτικά συστατικά που συνδέονται με τα ιζήματα εναποτίθενται στην επιφάνεια του εδάφους, ενώ οι ρίζες της πολυετούς βλάστησης χρησιμοποιούν θρεπτικά συστατικά από τους κατώτερους εδαφικούς ορίζοντες. Λόγω της θέσης τους, οι παρόχθιες ζώνες απομακρύνουν αποτελεσματικά τα θρεπτικά συστατικά από την επιφανειακή και υπόγεια ροή του νερού πριν τα επιφανειακά, τα ημιυπόγεια και τα υπόγεια ύδατα εισέλθουν σε υδάτινα σώματα. Η παρόχθια βλάστηση παρεμποδίζει τα εδαφικά διαλύματα καθώς περνούν από τη ζώνη ριζοβολίας πριν εισέλθουν στα υδάτινα σώματα.
- ❖ Τα αγροδασικά ρυθμιστικά προστατευτικά εμπλουτίζουν το έδαφος με θρεπτικά συστατικά και βελτιώνουν τις ιδιότητες του εδάφους σε αυτά τα ρυθμιστικά προστατευτικά, και σε παρακείμενες περιοχές, βελτιώνοντας έτσι την κατάσταση της γης.





## 7. Πρακτικές που χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με αγροδοασικά συστήματα για τη διατήρηση του εδάφους και του νερού

- Σε ένα ημίξηρο περιβάλλον, η περιορισμένη και συγκεντρωμένη βροχόπτωση, μαζί με την υψηλή εξατμισοδιαπνοή, καθιστούν επιτακτική τη χρήση στρατηγικών εξοικονόμησης νερού για την πρόληψη της διάβρωσης του εδάφους και τη διατήρηση του επιπέδου υγρασίας στο βέλτιστο για τις γεωργικές καλλιέργειες.
- Θα μπορούσε να εφαρμοστεί ένας αριθμός στρατηγικών που μπορούν να εφαρμοστούν σε ημίξηρα γεωργικά συστήματα. Αυτά περιλαμβάνουν:
  - καλλιέργειες σε σειρές
  - όργωμα διατήρησης
  - καλλιέργειες με λωρίδες
  - ζωντανά εμπόδια
  - πεζούλια (αναβαθμίδες)



## 7. Πρακτικές που χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με αγροδασικά συστήματα για τη διατήρηση του εδάφους και του νερού

- Στην κατασκευή σειρών, μικροί χώροι συγκράτησης ή κοιλώματα αποθηκεύουν νερό έτσι ώστε να εισχωρεί στο έδαφος πριν μπορέσει να στραγγίσει ή να εξατμιστεί. Σε σύγκριση με τη συμβατική άροση, η άροση με σειρές έχει αναφερθεί ότι αποδίδει έως και 270% αύξηση στην παραγωγή καλαμποκιού και φασολιών σε ημίξηρα περιβάλλοντα.
- Η γεωργία χωρίς άροση σε ημίξηρες συνθήκες έχει αποδειχθεί ότι αυξάνει και διατηρεί την υγρασία, τη δομή και τη γονιμότητα του εδάφους, με αποτέλεσμα ένα εισόδημα έως και 74% υψηλότερο από ό,τι με την κοινή άροση.
- Συνιστάται η καλλιέργεια λωρίδων για την καλλιέργεια σε γη με κλίση 2-15%. Οι εναλλασσόμενες και μεταβλητού πλάτους λωρίδες χρησιμοποιούνται για την αποφυγή υδάτινης/αιολικής διάβρωσης, γενικά μαζί με ένα πρόγραμμα εναλλακτικής καλλιέργειας.
- Η χρήση αναβαθμίδων συνιστάται επίσης ως επιλογή για τη συγκράτηση της υγρασίας σε πλαγιές σε περιοχές με χαμηλή βροχόπτωση.
- Τα δέντρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ζωντανοί φράκτες όταν σχηματίζονται αβαθμίδες σε απότομες πλαγιές. Σε περιοχές με χαμηλές κλίσεις, μπορούν να φυτευτούν δέντρα στις άκρες.



## 7. Πρακτικές που χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με αγροδασικά συστήματα για τη διατήρηση του εδάφους και του νερού: Προτεινόμενοι συνδυασμοί

### Σε περιοχές με μικρή κλίση

- Είδη δέντρων στα περιθώρια για παραγωγή καρπών, ζωοτροφών, λαχανικών και ξύλου
- Συναφείς καλλιέργειες στη μέση (σε κανονική πυκνότητα)
- Πρακτικές όπως το όργωμα σειρών και το όργωμα διατήρησης (ελάχιστο όργωμα)

### Σε γη με απότομη πλαγιά

- Δασικά είδη που σχηματίζουν γραμμές περιγράμματος και φυτοφράχτες
- Συναφείς καλλιέργειες στη μέση
- Πρακτικές όπως οι καλλιέργειες με αλάνες, σειρές και μη άροση



Photo credit: Dr. Peter Moubarak



## 8. Συμπέρασμα

Η αγροδασοπονία είναι ένα βιώσιμο σύστημα χρήσης γης, που μπορεί να παίξει ζωτικό ρόλο στη διατήρηση του εδάφους και του νερού.



## 9. Βιβλιογραφικές αναφορές

- Ram et al., 2017. Reactive Nitrogen in Agroforestry Systems of India. Chapter 14 in The Indian Nitrogen Assessment. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-811836-8.00014-8> 207.
- Oros B., 2016. Agroforestry systems and water conservation techniques focused in semiarid areas of Guanajuato, México. Department of plant and environmental sciences.
- Wolde Z., 2015. The role of agroforestry in soil and water conservation. Lambert academic publishing. <https://www.researchgate.net/publication/305032193>.
- Seiter, S., William, R.D., Hibbs, D.E., 1999. Crop yield and tree-leaf production in three planting patterns of temperate-zone alley cropping in Oregon, USA. Agroforest. Syst. 46, 273–288.



SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche



Consiglio Nazionale delle Ricerche



Laboratory of Agroforestry Research



Mediterranean Agronomic Institute of Chania



ATM CONSULTING sas



## 9. Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Udawatta, R.P., Kremer, R.J., Garrett, H.E., Anderson, S.H., 2009. Soil enzyme activities and physical properties in a watershed managed under agroforestry and row-crop system. *Agric. Ecosyst. Environ.* 131, 98–104.
- Naiman, R.J., Decamps, H., McClain, M.E., 2005. Conservation restoration. In Naiman, R.J. (Ed.), *Riparia: Ecology, Conservation, and Management of Streamside Communities*. Elsevier, New York, 269–325.
- Udawatta R.P., Gantzer C.J., Jose S., 2017. Agroforestry Practices and Soil Ecosystem Services. Chapter 14. In *Soil Health and Intensification of Agroecosystems*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-805317-1.00014-2>. Elsevier Inc.
- Cooper, P.J.M., Leakey, R.R.B., Rao, M.R., Reynolds, L., 1996. Agroforestry and the Mitigation of Land Degradation in the Humid and Sub-Humid Tropics of Africa. *Experimental Agriculture*, 32, 235-290.





Αυτή η δημοσίευση δημιουργήθηκε με την οικονομική βοήθεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης στο πλαίσιο του προγράμματος ENI CBC Mediterranean Sea Basin. Τα περιεχόμενα αυτού του εγγράφου αποτελούν αποκλειστική ευθύνη του Ινστιτούτου Γεωργικών Ερευνών του Λιβάνου (PP3-LARI) και σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι αντικατοπτρίζει τη θέση της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή των δομών διαχείρισης του προγράμματος.

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale pro sviluppo de su territoriu e de s'ambiente de sa Sardegna  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche



NARC  
المرکز الوطني للبحوث الزراعية  
National Agricultural Research Center



LARI



CIHEAM  
MAI CHANIA



ATM CONSULTING sas