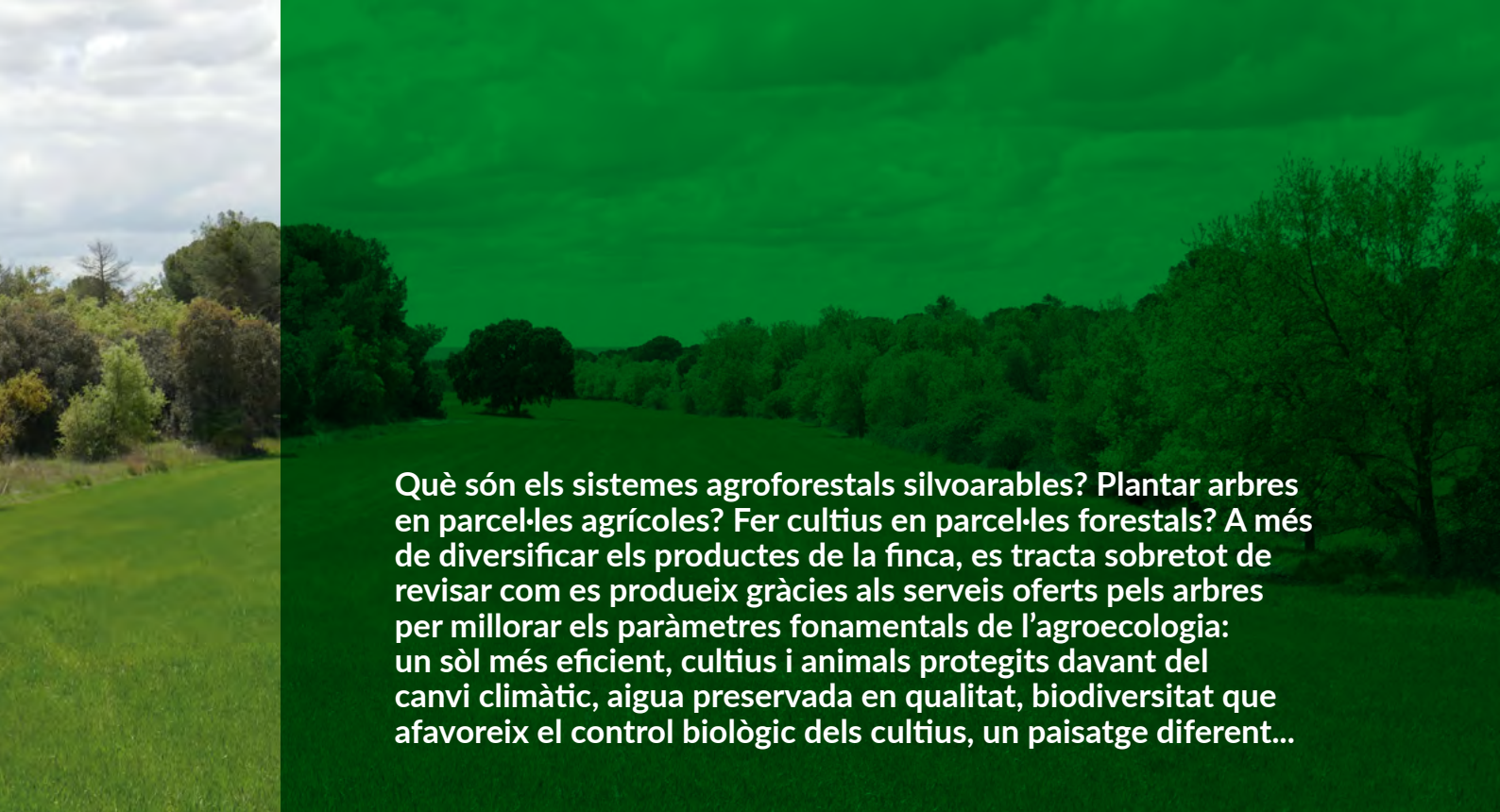


Manual
de disseny
i gestió de
**sistemes
agroforestals
silvoarables
en condicions
mediterrànies**





Què són els sistemes agroforestals silvoarables? Plantar arbres en parcel·les agrícoles? Fer cultius en parcel·les forestals? A més de diversificar els productes de la finca, es tracta sobretot de revisar com es produeix gràcies als serveis oferts pels arbres per millorar els paràmetres fonamentals de l'agroecologia: un sòl més eficient, cultius i animals protegits davant del canvi climàtic, aigua preservada en qualitat, biodiversitat que afavoreix el control biològic dels cultius, un paisatge diferent...

L'agrosilvicultura, o sistemes silvoarables, poden semblar un pas enrere. És clar que és una idea que va en contra de l'evolució recent de l'agricultura, on ens hem acostumat a produir i estudiar els arbres i els cultius per separat. El 1900, la meitat de les vinyes mediterrànies estaven plantades juntament amb arbres, principalment, fruiters. Les explotacions agrícoles actuals no s'assemblen a les del 1900. No cal reproduir sistemes passats, però sí conèixer-los per inspirar-nos, juntament amb els nous sabers tècnics i científics sobre l'agricultura de precisió, sobre les necessitats i els reptes dels agricultors i de la societat, i la necessitat de reduir la dependència d'insums externs per garantir la viabilitat del sector agrícola familiar.

En una lògica d'agricultura de monocultiu, qualsevol combinació d'espècies o de diversificació fa aflorar dubtes: com es repartiran els recursos, l'aigua, els nutrients i la llum. Els dubtes creixen quan un dels cultius associats és un arbre! Plantar arbres en combinació amb cultius induirà necessàriament una competència, però es pot limitar si el sistema està ben dissenyat i si l'agricultor aprèn a gestionar-lo (cada component individual i les seves interaccions) d'acord amb el context local.

Conèixer els sistemes silvoarables requereix temps: els arbres creixen a poc a poc, i això dona temps per aprendre a gestionar-los i adaptar-se al procés. És una manera de produir dinàmica en el temps i que fa destacar el valor del treball del pagès.

Esperem que aquest manual aporti elements per animar més agricultors a adoptar nous sistemes silvoarables. L'equip redactor està disponible per a qualsevol pregunta o acompanyament.

Cita recomanada

Coello, J., Santana, J. C., de Torre, B., i Liagre, F. (2026).
Manual de disseny i gestió de sistemes agroforestals
silvoarables en condicions mediterrànies. LIFE AgroForAdapt.
Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura,
Ramaderia, Pesca i Alimentació 124 p.

Edició

© Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura,
Ramaderia, Pesca i Alimentació
1ª edició, maig de 2026

Autoria

Jaime Coello

Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC)

José Carlos Santana

Sorbus Bosques Multifuncionales, SL

Beatriz de Torre

Agresta, S. Coop

Fabien Liagre

Agroof, SCOP

Autoria de les fotografies i figures

Els autors, excepte quan s'indica el contrari.

Maquetació

Iglésies Associats - iglesies.com

Impressió

Imprempta Pagès SL

Dipòsit Legal

B 12062-2026

Agraïments

A tothom que ha implantat sistemes agroforestals a les seves
finques, sovint contra vent i marea. A l'equip AgroForAdapt, i
també al comitè assessor.

Declaració de l'ús d'intel·ligència artificial

En la creació i l'edició d'aquest manual s'ha utilitzat intel·ligència artificial generativa per millorar l'acabat dels elements visuals. Tot el contingut ha estat verificat i editat pels autors, que n'assumeixen la responsabilitat final.

Avís legal

Aquesta obra està subjecta a una llicència Creative Commons del tipus reconeixement d'autoria, usos no comercials i compartir igual. La llicència es pot consultar a: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ca>



Índex

1	Introducció: què són els sistemes silvoarables i quins tipus principals se'n coneixen	7
	1.1. Què son els sistemes agroforestals i silvoarables	8
	1.2. Tipus de sistemes silvoarables	12
2	Fonament i avaluació dels sistemes silvoarables	19
	2.1. Fonament dels sistemes silvoarables	20
	2.2. Avaluació productiva i socioeconòmica dels sistemes silvoarables	24
	2.3. Avaluació ambiental dels sistemes silvoarables	29
3	De la teoria a la pràctica (1): Com concebre un sistema silvoarable	35
	3.1. Fase 1: Diagnosi	36
	3.2. Fase 2: Disseny	42
4	De la teoria a la pràctica (2): Exemples de sistemes silvoarables mediterranis	61
5	El marc normatiu dels sistemes silvoarables a Espanya	99
	5.1. Els sistemes agroforestals en la política i les estratègies europees i estatals	100
	5.2. Els sistemes silvoarables a Espanya: definicions i indefinicions	100
	5.3. Els sistemes silvoarables al PEPAC 2023-2027	101
	5.4. Altres instruments i normatives que poden arribar a promoure els sistemes silvoarables	104
6	Mirant el futur	107
	6.1. Eines de suport al disseny i planificació de sistemes silvoarables	108
	6.2. Associacionisme i sinergies amb altres pràctiques agroecològiques	111
	6.3. Comercialització i visibilització	112
	6.4. Propostes de millora del marc normatiu a Espanya	116
7	Conclusions	118
	Bibliografia	120



1

Introducció: què són els sistemes silvoarables i quins tipus principals se'n coneixen

En aquest capítol es presenta la importància que la definició i la classificació dels sistemes silvoarables siguin adequades com a pas necessari per al coneixement, l'adopció i la regulació. També es mostra la gran diversitat de sistemes que s'emmarquen en aquest concepte.



1.1. Què son els sistemes agroforestals i silvoarables

Definicions: un pas necessari per divulgar, promoure i regular aquests sistemes

Hi ha múltiples definicions del que pot ser considerat un sistema agroforestal, penseu que, en aquest sentit, la diversitat és enorme. Aquí proposem la definició que segueix, que integra els conceptes d'intencionalitat i cerca d'interaccions proposats per Burgess *et al.* (2015) i un factor quantitatiu proposat per Lawson *et al.* (2024):

Un sistema agroforestal és la pràctica de combinar deliberadament vegetació llenyosa (arbres o arbustos) amb sistemes agrícoles i / o ramaders per generar beneficis de les seves interaccions ecològiques i econòmiques. Almenys un 5 % de la superfície del sistema és ocupat per les capçades de la vegetació llenyosa quan aquesta assoleix el ple desenvolupament, i almenys un terç de la superfície ho és pel component agrícola i / o ramader.

Quan el sistema agroforestal inclou únicament un component llenyós i un d'agrícola parlem de **sistema silvoarable o agrosilvicultura**. A efectes d'aquest manual, proposem la definició que segueix:

Un sistema silvoarable és una pràctica agroforestal en què es combina deliberadament vegetació llenyosa (arbres o arbustos) amb sistemes agrícoles per generar beneficis a partir de les seves interaccions ecològiques i econòmiques. Almenys un 5 % de la superfície del sistema és ocupat per les capçades de la vegetació llenyosa quan aquesta assoleix el ple desenvolupament, i almenys un terç de la superfície ho és pel component agrícola.

Altres sistemes agroforestals habituals en condicions mediterrànies, però no abordats en aquest manual, són els **silvopastorals** (combinació de vegetació llenyosa i ús ramader) i els **agrosilvopastorals**, amb tres components (agrícola, llenyós i ramader), i que adquireixen una gran rellevància en paisatges com el de la *Dehesa* de l'oest peninsular. De la mateixa manera, ens centrarem en climes amb influència mediterrània (caracteritzats perquè l'estiu és l'estació més seca), per la qual cosa la seva interpretació en altres contextos geogràfics ha de ser prudent.

Un terme habitual per fer referència als sistemes agroforestals és el de l'«agroforesteria». Nosaltres no el farem servir perquè considerem que és una transcripció literal del terme anglès «agroforestry» i perquè el mot «foresteria» no existeix en català.

Limitacions dels conceptes “forestal” i “agrari”

La segregació formativa, administrativa i normativa del que es considera “forestal” i “agrari” es basa en elements subjectius i culturals, amb variacions entre diferents territoris. En conseqüència, es generen incoherències que són especialment patents en el cas de sistemes que integren diversos components, com són els silvoarables:

- El **component llenyós** d'un sistema silvoarable inclou qualsevol espècie arbòria o arbustiva. Hi ha espècies llenyoses considerades àmpliament *agrícoles* (ametller, vinya), *forestals* (xop, freixe) o *ornamentals*. Aquestes fronteres es dilueixen en espècies com la noguera, el cirerer, la perera o el castanyer, que es consideren *agrícoles* o *forestals* segons la seva producció prevalent (fruit o fusta). Igualment, el pi pinyer i l'alzina estan regulades com a espècies *forestals*, tot i que els seus fruits directes (pinyó, gla) i indirectes (tòfones) es comercialitzen

i regulen com a productes *forestals* o *agrícoles* en funció de la regió i de si s'obtenen en estat silvestre (bosc) o cultivats amb tècniques agronòmiques modernes (empelt i / o micorrizació, reg, fertilització). Un cas anàleg és el de les plantes aromàtiques i medicinals llenyoses (sàlvia, romaní, espígol, farigola...) o els fruits del bosc (gerd, nabiu, esbarzer, grosella), que s'aprofiten tant en estat silvestre com cultivats. Totes les espècies esmentades poden constituir el component llenyós d'un sistema agroforestal.

- El **component agrícola** d'un sistema silvoarable pot incloure espècies anuals (blat, gira-sol, colza...), herbàcies plurianuals i també llenyoses *agrícoles*, com s'ha descrit prèviament. Per tant, en els sistemes silvoarables, una mateixa espècie llenyosa pot ser “component llenyós” si es combina amb un cultiu herbaci o amb una llenyosa de menor desenvolupament, o bé “component agrícola” si es combina amb una altra llenyosa de més desenvolupament.



La vinya pot ser el component llenyós d'un sistema silvoarable (a l'esquerra, combinada amb coberta herbàcia; Vacluse, França) o bé el component agrícola (a la dreta, combinada amb servera per a fusta de qualitat; Hérault, França).

La definició proposada de sistema silvoarable i la diversitat d'espècies que pot conformar cadascun dels seus components condueix a una gran varietat de situacions que es poden considerar silvoarables. Com a resultat, moltes modalitats de sistemes silvoarables també poden ser considerats part del domini d'altres pràctiques agroecològiques. Per exemple, "l'agricultura mixta" consisteix a combinar dues o més espècies *agrícules*; si almenys una d'aquestes espècies és llenyosa, el sistema

també seria silvoarable. Igualment, emprar una coberta viva del sòl en una plantació llenyosa *agrícola* també faria que passés a ser considerada un sistema silvoarable si es compleixen els criteris d'intencionalitat (coberta subjecta a un cert manteniment que en garanteixi la continuïtat), interacció (la coberta fa un servei favorable a la plantació llenyosa: protecció del sòl, fixació de nitrogen, diversificació de la producció) i superfície ocupada (almenys un terç de la parcel·la).

Un sistema silvoarable pot ser relativament senzill (una espècie llenyosa combinada amb un únic cultiu) o bé incloure, dins de cada component, diverses espècies i pràctiques de gestió. Per exemple, el component llenyós pot constar d'una barreja d'espècies disposades en funció de la seva ecologia (tolerància a l'ombra, ramificació, taxa de creixement...) i dels productes i els serveis que aportaran al llarg del temps, de manera que s'aniran estratificant amb els anys. Igualment, el component agrícola inclou de vegades diverses combinacions (per exemple, una barreja íntima o per franges de gramínies i lleguminoses) i maneig: aprofitament a màquina i / o a dent, en funció del període de l'any. Aquesta versatilitat dels sistemes silvoarables els converteix en una pràctica agroecològica fortament alineada amb l'agricultura regenerativa, la permacultura o l'agricultura successional o sintròpica.

A l'esquerra, sistema silvoarable senzill, amb una única espècie llenyosa (noguera) i un únic cultiu (cereal); Hérault (França). A la dreta, sistema silvoarable complex (Tarragona), amb diverses espècies llenyoses a la filera: pacaner de doble aptitud de fusta i fruit, que ocuparà progressivament l'estrat superior del component llenyós; alzina empeltada per a producció fruitera, que ocuparà l'estrat intermedi i alfals arbori per a ús farratger i fixació de nitrogen, que ocuparà l'estrat inferior. El component agrícola, que s'hi afegeix quan el component llenyós ha complert un període vegetatiu complet, serà una barreja de múltiples espècies herbàcies amb ús farratger. Autor: Balanotrees.



Escala espacial i escala temporal de la definició proposada de sistema silvoarable

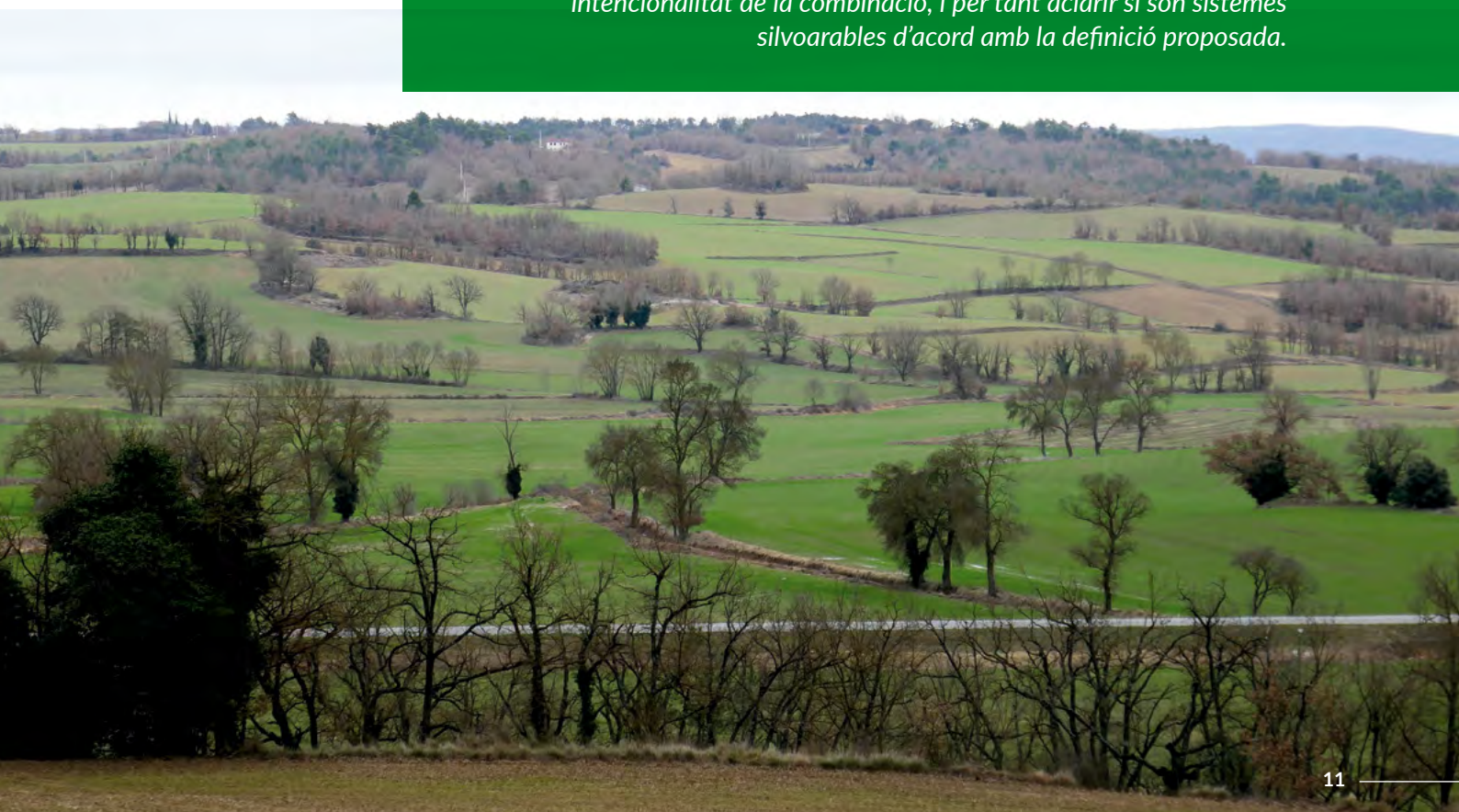
La definició proposada de sistema silvoarable s'aplica a escala de parcel·la. Tot i això, els territoris que inclouen una barreja de parcel·les dedicades a ús llenyós amb parcel·les dedicades a un ús agrícola es consideren habitualment "paisatges de mosaic agroforestal". Aquests paisatges poden tenir un gran interès des de múltiples perspectives (culturals, socioeconòmiques, ambientals) però no s'aborden en aquest manual per la dificultat que suposa abastar la gran diversitat de casuístiques que presenten i determinar la intensitat de les interaccions entre components i la intencionalitat de la combinació.

L'escala temporal és un altre factor que pot dificultar l'aplicació de la definició. Durant el

període en què el component llenyós no ha assolit la cobertura mínima establerta (5 %), la consideració o no de sistema silvoarable pot ser discutible.

La coexistència de vegetació llenyosa amb cultius agrícoles (i usos ramaders) era habitual des dels inicis de l'agricultura fins a la intensificació produïda a la segona meitat del segle xx. A les darreres dècades s'ha demostrat l'interès de mantenir i recuperar sistemes combinats, amb la necessària actualització d'objectius, disseny i gestió, per respondre als reptes de l'agricultura moderna, començant per promoure'n la viabilitat socioeconòmica i ambiental a curt, mitjà i llarg termini.

Molts territoris de predomini agrícola presenten vegetació llenyosa dispersa (Lleida). Això no obstant, pot ser difícil determinar la intencionalitat de la combinació, i per tant aclarir si són sistemes silvoarables d'acord amb la definició proposada.



1.2. Tipus de sistemes silvoarables

La classificació de sistemes silvoarables es podria establir segons criteris diferents: els objectius de cada component individual (productiu i/o auxiliar i/o ambiental) i del sistema en conjunt, les espècies de cada component, la disposició espacial dels components, la natura temporal o permanent de la combinació o la productivitat de la zona on s'implanta el sistema. Tanmateix, aplicarem la **situació de partida del terreny** com a criteri de classificació més pràctic considerant l'enfocament del manual, i que es redueix a dues categories principals: i) cultiu agrícola amb un component llenyós afegit; ii) sistema llenyós amb un component agrícola afegit.

1.2.1. Sistemes silvoarables tipus A: Cultiu agrícola amb un component llenyós afegit

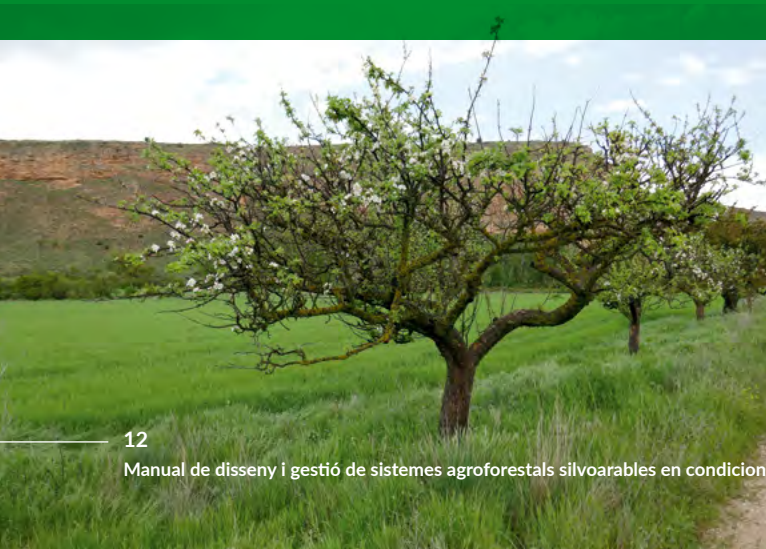
Subtipus A1. El component llenyós s'afegeix al perímetre (marge llenyós)

El component llenyós s'afegeix envoltant o flanquejant el cultiu agrícola, que queda en una posició interior a la parcel·la.

En aquests sistemes la importància productiva del cultiu agrícola és preponderant sobre el de les llenyoses, que acostumen a tenir un aprofitament secundari o una funcionalitat indirecta de servei al cultiu.

Tradicionalment s'han plantat o mantingut llenyoses en marges per protegir el cultiu agrícola dels efectes negatius del vent (danys mecànics a les plantes, augment de la transpiració i efecte assecant del sòl, dificultat de pol·linització), retenir els talussos o terrasses, remarcar els límits entre finques o reduir el risc de robatoris o de danys causats per la fauna. Altres beneficis d'aquesta pràctica inclouen l'aprofitament amb la vegetació llenyosa de les parts baixes de la parcel·la, on es pot beneficiar d'un extra d'humitat; promoure la lluita integrada (acollida de fauna auxiliar que facilita la pol·linització o ajuda a limitar l'impacte de plagues agrícoles) i, en el cas de la producció ecològica, exercir de barrera a la contaminació per deriva d'agroquímics provinents de parcel·les veïnes. A escala ambiental, aquestes pràctiques permeten crear corredors per a la biodiversitat i filtrar lixiviats, és a dir, excessos de fertilització que el cultiu no ha aprofitat.

Un marge llenyós pot tenir una estructura senzilla, com la plantació lineal de fruiters que busca aprofitar l'extra d'aigua que aporta el petit talús al costat del camí (a l'esquerra, Segòvia) o una estructura més complexa, que faci de paravent a la major part del perímetre de la parcel·la per reduir la transpiració de la vinya (a la dreta, Bouches-du-Rhône, França).



Subtipus A2. El component llenyós s'afegeix com a fileres

Les llenyoses s'afegeixen en forma d'alineacions paral·leles i espais regulars al llarg del terreny. Les fileres poden ser rectes o bé adaptar-se al relleu, per tal de minimitzar l'erosió i optimitzar l'aprofitament de l'aigua de pluja mitjançant dissenys *hidrològics* o en *línia clau*, un enfocament que ha adquirit una gran rellevància en condicions mediterrànies. En aquest subtipus el component llenyós afegit seria equivalent a una plantació implantada a baixa densitat, amb fileres prou espaiades per fer la collita dels cultius agrícoles entre elles.

En aquesta opció pot prevaldre l'interès productiu agrícola o el llenyós, i la prevalença pot ser dinàmica al llarg del temps: durant els primers anys és probable que el component llenyós tingui un interès productiu limitat, però pot passar a ser prevalent a mitjà i llarg termini.

Els objectius que es pretén assolir amb aquests sistemes inclouen diversificar la producció amb un nou component però també reduir l'erosió, millorar el sòl i la retenció d'aigua, i crear paravents o refugis per a la fauna auxiliar.

Les disposicions del component llenyós al perímetre (subtipus A1) o en fileres (A2) són les més habituals, encara que també es poden afegir arbres en grups, dispersos pel terreny o en racons de la parcel·la.



Sistemes silvoarables amb fileres llenyoses afegides a terrenys agrícoles. A l'esquerra, noguera amb cereal d'hivern (Gers, França); a la dreta, alzina tofonera amb lavanda (Drôme, França).

1.2.2. Sistemes silvoarables tipus B: sistemes llenyosos amb cultius agrícoles afegits

Subtipus B1. Partint de vegetació llenyosa alineada

La situació de partida són fileres de vegetació llenyosa distribuïdes regularment al terreny, ja sigui seguint línies rectes o adaptades al relleu. El component agrícola s'afegeix als carrers disponibles, que tenen unes dimensions regulars que en faciliten la mecanització. L'aspecte i les característiques d'aquests sistemes pot ser similar al subtipus A2 presentat prèviament, tot i que és habitual que en el subtipus B1 el component llenyós tingui més densitat.

La motivació principal per implantar aquests sistemes és generar rendes durant el període de carència de les plantacions d'arbres. D'una banda, una part important de la parcel·la rep prou llum per fer viable un cultiu intercalar. D'altra banda, fins que els arbres arriben a una mida o estat de desenvolupament suficient per ser plenament productius es genera un balanç econòmic clarament negatiu. Així, encara que a mitjà i llarg termini el centre principal se situï en la producció llenyosa, a curt termini es busca un complement que

abarateixi la gestió (especialment, el control d'adventícies) i fins i tot generi els primers beneficis, si l'amplada dels carrers ho permet.

En cas que el component agrícola no tingui un interès productiu propi, sinó una funció auxiliar a la producció llenyosa, la gestió estarà supeditada a mantenir-ne els efectes positius: fixació de nitrogen, descompactació i sanejament de sòls amb tendència a entollar-se, conservació de la humitat, protecció de l'erosió, promoció de l'activitat biològica i fertilitat dels sòls. Això es tradueix, per exemple, a evitar que el component agrícola causi competència per l'aigua sobre el component llenyós en els períodes més crítics.

Al capítol 3 es mostren els criteris de disseny d'un sistema silvoarable, un dels quals és la proporció del terreny que es vol dedicar a cada component. Aquesta decisió és dinàmica al llarg del temps, ja que a mesura que es desenvolupen els arbres i es gestionen és possible que la proporció de la parcel·la destinada a cada component vagi variant.

Sistemes silvoarables tipus B1. A l'esquerra, plantació de noguera per a producció de fusta de qualitat (marc 6 x 6 m) a la qual s'ha afegit un cultiu intercalar d'horta (Girona). A la dreta, plantació de noguera frutera de cinquanta anys, en un marc de 8 x 25 m, amb cultiu intercalar de soja (Drôme, França).



Subtipus B2. Partint de vegetació llenyosa no alineada

La situació de partida són espais ocupats per arbres i/o arbustos que no segueixen cap patró regular. En aquesta categoria s'hi inclouen terrenys amb vegetació arbòria a densitat baixa o mitjana i que tenen o han tingut un aprofitament recurrent (per exemple, pastures), com també antics terrenys agraris, sovint de petites dimensions o en zones de relleu accidentat que, després d'anys d'abandó, han estat progressivament envaïts per una vegetació llenyosa espontània.

El millor exemple de pastures amb aprofitament econòmic en terrenys amb arbrat no alineat són les deveses ibèriques, un sistema ancestral de producció agrosilvopastoral.

La motivació principal per implantar o recuperar un component agrícola en terrenys (parcialment) arbrats sol ser l'augment de les rendes per unitat de superfície. En el cas dels terrenys abandonats s'hi afegeix la prevenció d'incendis a escala de paisatge, gràcies a la recuperació i el manteniment d'espais oberts i d'infraestructures essencials com ara camins i punts d'aigua.

La recuperació d'un ús agrícola en espais colonitzats per vegetació llenyosa, especialment si ha assolit un gran desenvolupament i el terreny ha passat a ser considerat "forestal", pot requerir una intervenció intensa i uns tràmits administratius d'avaluació ambiental que de vegades són complexos. Per tant, aquesta transformació s'ha de planificar amb cura i centrar la recuperació agrícola en els terrenys més planers i amplis, però conservant espais amb cobertura arbòria. La decisió sobre el nombre, la ubicació i els criteris de selecció dels arbres que

Exemple de recuperació de l'ús agrícola (vinya) en antigues terrasses abandonades (Burgos). Als talussos s'ha mantingut i diversificat la vegetació llenyosa per protegir-los de l'erosió i alhora crear refugis per a insectes que fomenten la pol·linització i la lluita biològica.



cal mantenir és clau en els resultats i el funcionament del nou sistema, i s'ha de basar en criteris tècnics: arbres amb potencial econòmic o amb interès com a paravents o per a la retenció de talussos; disposats seguint una certa alineació per facilitar la mecanització i / o crear corredors per a la biodiversitat; mantenir la màxima diversitat d'espècies... La transformació és compatible amb implantar nous arbres que reforcin els resultats productius, econòmics o ambientals del sistema.

Els sistemes resultants consisteixen en un mosaic de terrenys agrícoles o silvoarables envoltats de bosc o integrats. En aquest context, en què la superfície de cultiu sol ser reduïda i no es pot fer servir maquinària de grans dimensions, convé plantejar cultius d'alt valor afegit, esquemes productius de mínim impacte ambiental i una estratègia de comercialització adaptada (el capítol 6 aporta idees en aquest sentit).



Conversió d'una pineda-sureda densa i abandonada en un sistema silvoarable amb vegetació llenyosa dispersa (Girona). S'han mantingut les sureres més productives i més ben conformades, i també una representació d'arbres de totes les espècies preexistents intentant aconseguir a més una distribució més o menys alineada dels arbres mantinguts.

Aquestes alineacions seran reforçades amb la plantació de nous arbres que aportin rendiment econòmic i diversitat ambiental. Al perímetre del terreny es manté una franja de vegetació llenyosa de 2 m d'amplada, diversificada amb noves espècies arbòries i arbustives.



La severitat dels incendis forestals dels darrers anys és conseqüència en gran mesura dels complexos processos socioeconòmics que han donat lloc a l'abandonament de les activitats primàries. Els sistemes silvoarables són una eina que pot contribuir a revertir aquest abandonament i a obtenir paisatges més adaptats als incendis i a altres amenaces, com també a assegurar el manteniment a llarg termini mitjançant la rendibilitat del sistema.



Recuperació d'un terreny agrícola abandonat i ocupat pel matoll, enclavat en una massa de roureda a Segòvia.

La conversió va consistir en una estassada del matoll respectant l'arbratge (reboll, servera, pomera silvestre) de més de dos anys i en la incorporació d'avellaners i castanyers en el perímetre i en fileres espaiades. A més, s'hi van sembrar llegums de secà.





2

Fonament i avaluació dels sistemes silvoarables

Aquest capítol mostra els fonaments dels sistemes silvoarables i les seves implicacions des del punt de vista productiu, socioeconòmic i ambiental. El funcionament del sistema silvoarable i la consecució dels beneficis presentats depèn d'un disseny i d'una gestió adequats, com es presenta al capítol 3.



2.1. Fonament dels sistemes silvoarables

El fonament dels sistemes silvoarables és la complementarietat (en l'espai i en el temps) i les interaccions entre els components del sistema.

2.1.1. Complementarietat

La complementarietat es basa en el fet que els òrgans productius (fulles i arrels) del cultiu agrícola i de la vegetació llenyosa d'un sistema silvoarable poden aprofitar els recursos del sistema (llum solar, aigua i nutrients del sòl) d'una manera més eficient que els sistemes de monocultiu.

- **Complementarietat en l'espai:** Les fulles del cultiu i de la vegetació llenyosa ocupen diferents alçades, i les arrels diferents profunditats (figura 1). Així, es multiplica la capacitat global del sistema per aprofitar els recursos disponibles.

- **Complementarietat en el temps:** El període en què un vegetal té fulles i arrels actives varia en funció de l'espècie. Augmentant el nombre d'espècies al sistema s'aconsegueix ampliar el període durant el qual n'hi ha almenys una d'activa, és a dir, el període vegetatiu total del sistema es prolonga (figura 2).

La suma de complementarietats en l'espai i en el temps condueix a una superfície foliar més extensa i un major volum d'arrels en el sistema. En altres paraules: més fotosíntesi i més bon aprofitament de l'aigua i els nutrients i, per tant, més productivitat total.

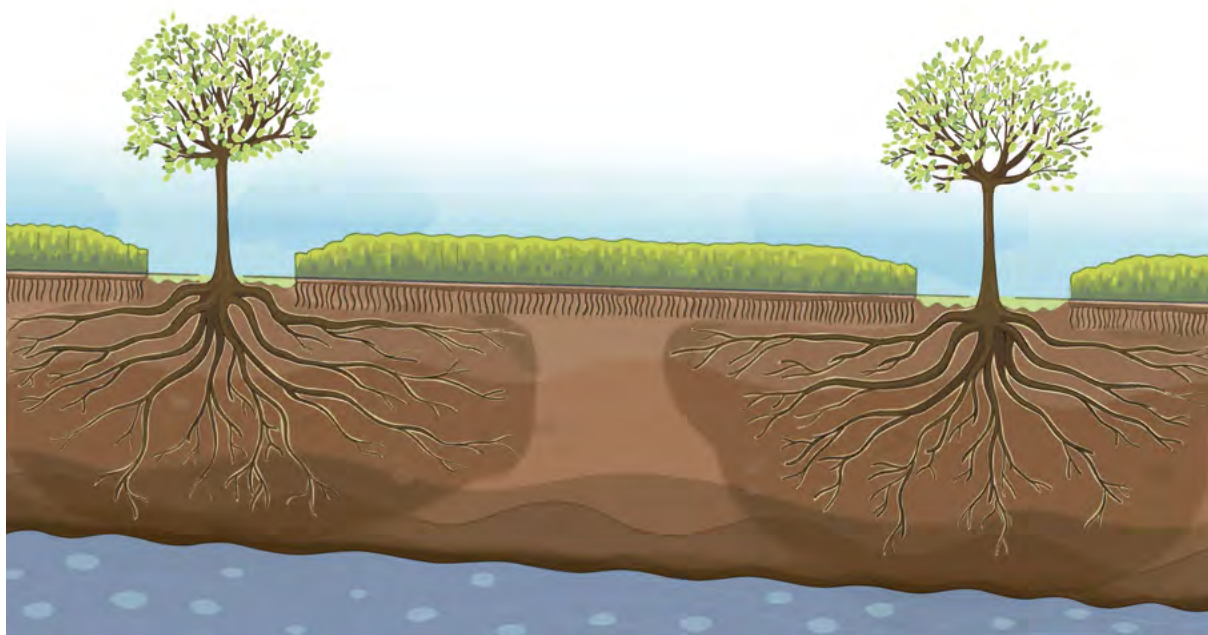


Figura 1. Vista de les fulles i arrels dels components d'un sistema silvoarable: es pot apreciar el solapament vertical, i l'increment resultant de la superfície total de fulles i, especialment, del volum del sòl explorat.

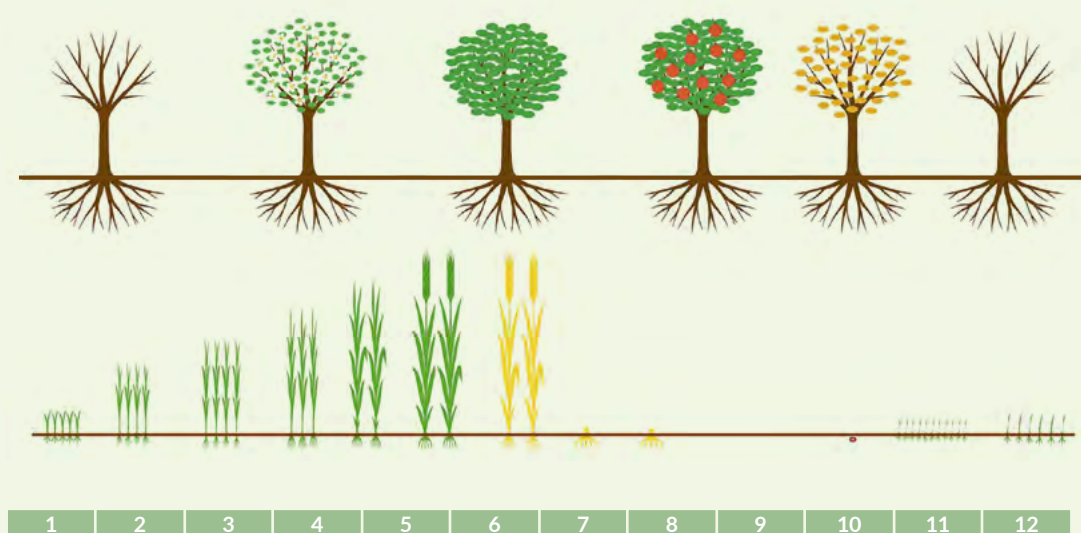


Figura 2. Els períodes vegetatius dels components d'un sistema silvoarable poden assolir una gran complementarietat en el temps, especialment si es combinen espècies actives a l'hivern (per exemple, la majoria de cereals) amb arbres de fulla caduca: aquesta combinació permet que hi hagi fulles verdes tots els dies de l'any, a diferència del monocultiu de cereal d'hivern (actiu des de mitjan tardor fins a finals de primavera) i del monocultiu d'arbres de fulla caduca (actius des de mitjan primavera fins a mitjan tardor). Els números (1-12) indiquen el mes aproximat en què es dona cada estat fenològic en el context mediterrani.

2.1.2. Interaccions

Les interaccions entre els components d'un sistema silvoarable són els efectes que cada element causa sobre l'altre. Aquests efectes poden ser positius, negatius o neutres, i varien segons les condicions meteorològiques, l'estat de desenvolupament de cada component i l'època de l'any.

- **Regulació del microclima:** El component llenyós redueix la intensitat i modula el tipus de llum que arriba al component agrícola al llarg del temps, suavitza les temperatures extremes, redueix l'exposició al vent i augmenta la humitat ambiental. Algunes d'aquestes interaccions són positives i d'altres

són negatives, i el resultat final és variable en funció de la distància del cultiu a la vegetació llenyosa i del tipus i les dimensions d'aquesta vegetació. A diferència del centre i el nord d'Europa, en les condicions mediterrànies la llum és un factor molt menys limitant que l'aigua per a la producció vegetal, per la qual cosa el microclima induït per la vegetació llenyosa tendeix a ser més favorable que en condicions més fredes i humides. El component agrícola també pot condicionar les microcondicions en què es desenvolupa el component llenyós: per exemple, en zones d'alta productivitat i sòls profunds el blat de moro produeix un ombreig lateral als arbres joves que pot afavorir la conformació d'un tronc recte i poc ramificat.



Els arbres indueixen un microclima més humit i menys exposat a temperatures extremes, i això explica el seu manteniment en el sistema Dehesa-Montado, que ocupa a prop de tres milions d'hectàrees a la Península Ibèrica. A la imatge, presa a l'estiu, es pot apreciar que la pastura roman verda durant més temps gràcies a les capçades dels arbres, mentre que a les zones allunyades de les capçades s'ha agostat. Autor: Arnaud Carrara, Fundació CEAM.

- **Disponibilitat d'aigua i nutrients del sòl:** La vegetació llenyosa modula la disponibilitat d'aigua al sòl a través de diversos fenòmens; en èpoques seques, el microclima descrit prèviament redueix l'evaporació i la transpiració. A més, les arrels del component llenyós absorbeixen aigua de capes profundes, inaccessibles per al component agrícola, i poden hidratar el sòl per capil·laritat ("elevació hidràulica"), encara que també es poden donar casos de competència entre arrels, especialment del cultiu sobre els arbres, a causa del seu solapament vertical. En èpoques humides, els sistemes silvoarables estan menys exposats a problemes d'entollament, gràcies a la transpiració que exerceixen els dos components i la millora de la infiltració.

Des del punt de vista dels nutrients, el component llenyós pot aprofitar els lixiviats (nutrients aportats al cultiu que no han pogut ser aprofitats i s'acumulen en capes profundes del sòl i els aqüífers), i retornar-los al sistema juntament amb una altra matèria orgànica: caiguda de fulles, branquillons, fruits...

Finalment, el volum del sòl ocupat per les arrels dels arbres que no està subjecte a la remoció d'horitzons es converteix en un refugi per als organismes responsables del reciclatge de nutrients i de la fertilitat del sòl, com es mostra en la figura 1.

- **Disponibilitat de fauna auxiliar:** Gràcies a la seva permanència durant anys o dècades, la vegetació llenyosa serveix de refugi per a múltiples organismes que poden ajudar a equilibrar les xarxes tròfiques i els agroecosistemes, de manera que s'afavoreix l'assentament de la fauna pol·linitzadora i la depredadora de plagues agrícoles: insectes entomòfags (sírffids, caràbids, aus, ratpenats, etc.).



A dalt, coccinèlid atret per l'abundància de preses (pugons) en sistema silvoarable d'arbres forestals i fruits del bosc (Sòria). A baix, el romaní florit atreu eficaçment pol·linitzadors en un sistema silvoarable de vinya amb aromàtiques (Burgos).



- **Reducció de la superfície cultivada:**
L'espai ocupat pels troncs de la vegetació llenyosa, més un espai de seguretat entre aquests i el cultiu per evitar danys durant la mecanització, comporta una reducció de la superfície de cultiu, la qual serà determinada pel disseny del sistema. Per exemple, una línia arbrada cada 20 m que impliqui que es deixi de cultivar una banda d'1 m d'amplada suposa una pèrdua del 5 % de la superfície cultivada.

Com es mostra als capítols 3 i 4, un adequat disseny i gestió del sistema silvoarable permetrà maximitzar les complementarietats i obtenir el predomini de les interaccions positives sobre les negatives.

2.2. Avaluació productiva i socioeconòmica dels sistemes silvoarables

Aquest apartat presenta els avantatges i els condicionants productius i socioeconòmics dels sistemes silvoarables en comparació amb sistemes de monocultiu agrícola o llenyós. Les principals publicacions que fonamenten aquest apartat són Sereke *et al.* (2015); Arenas-Corraliza *et al.* (2018); Pent (2020); Smith *et al.* (2022); Staton *et al.* (2022) i Guerrero *et al.* (2024).

2.2.1. Avantatges dels sistemes silvoarables davant sistemes de monocultiu agrícola o llenyós

- **Més productivitat global per hectàrea:** Gràcies a les complementarietats i a la prevalença de les interaccions positives sobre les negatives, descrites en l'apartat anterior, s'arriba a obtenir una productivitat global més elevada (component agrícola + component llenyós) que en sistemes de monocultiu. L'increment de la productivitat global s'expressa mitjançant el concepte "Relació de Superfície Equivalent" (RSE). En zones temperades, que inclouen les mediterrànies, els valors més habituals de RSE varien entre 1,2 i 1,3, és a dir, que s'assoleix una productivitat acumulada entre un 20% i un 30% superior que en sistemes de monocultiu. Aquests valors representen la RSE mitjana al llarg de tot el cicle del sistema, però la RSE pot variar cada any, segons les complementarietats i les interaccions entre els components. Per exemple, en un any ventós i amb temperatures molt altes els arbres poden tenir un efecte particularment favorable sobre el cultiu intercalar en comparació amb un monocultiu agrícola, que es veuria sotmès a una reducció més intensa del rendiment.

- **Més resiliència i estabilitat productiva i econòmica:** La diversificació de productes redueix l'exposició del productor a les fluctuacions del preu dels insums i dels productes obtinguts. A més, en el cas del cultiu, el microclima que indueixen els arbres permet obtenir produccions més equilibrades, menys exposades als extrems meteorològics. Tot plegat, les rendes es fan més estables. A més, algunes de les interaccions positives esmentades prèviament com la més gran disponibilitat d'aigua i nutrients o l'augment de la fauna auxiliar permeten reduir la dependència dels cultius respecte dels agroquímics. Per exemple, l'augment de la presència de fauna insectívora (ratpenats, aus, coleòpters i himenòpters) i pol·linitzadora, o la presència d'espècies vegetals fixadores de nitrogen, poden tenir un impacte econòmic rellevant.

L'evolució de la Política Agrària Comuna (PAC) presta cada cop més atenció a aspectes de sostenibilitat ambiental i climàtica. El marc actual de subvencions als sistemes agroforestals és encara dispers, com es mostra al capítol 5, però es preveu que vagi contemplant d'una manera cada cop més decidida el suport a aquests sistemes, cosa que n'augmentaria encara més la rendibilitat.

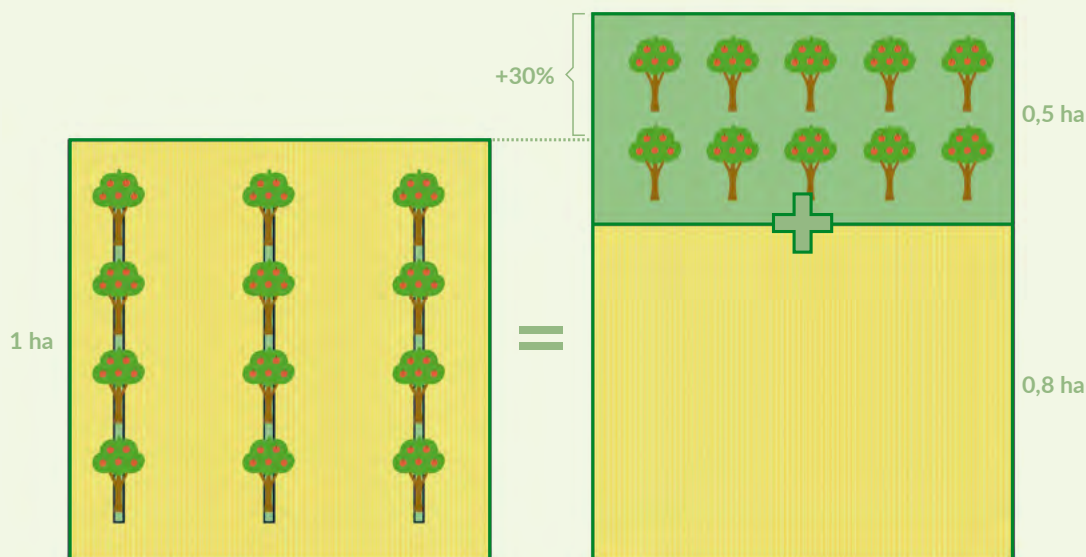
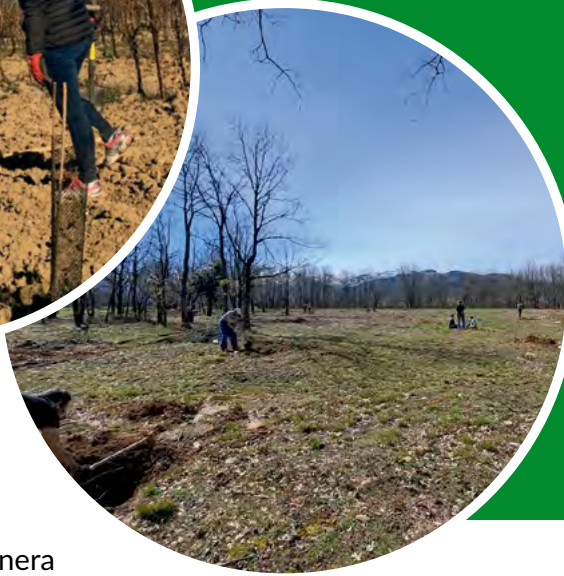


Figura 3. Representació de la Relació de Superfície Equivalent (RSE): en una hectàrea, el sistema silvoarable de l'esquerra produeix, al llarg de tota la vida de la plantació, una quantitat de producció agrícola similar a la que s'hauria obtingut en 0,8 ha destinades únicament al cultiu agrícola més una producció de fruita i/o fusta similar a la que s'hauria obtingut en 0,5 ha destinades únicament al cultiu llenyós. Així, 1 ha agroforestal genera una producció equivalent a la que s'obtingria en 1,3 ha de monocultius.

- Productes de més valor i accés a nous mercats:** Els sistemes silvoarables s'emmarquen en la família de pràctiques agroecològiques, juntament amb l'agricultura ecològica, regenerativa, sintròpica, de conservació... amb les quals són del tot sinèrgiques. Els productes generats sota aquests enfocaments es poden comercialitzar a un preu superior gràcies als beneficis ambientals que comporten. A més, l'increment de la fixació de carboni (vegeu l'apartat 2.3) permet accedir a noves oportunitats de generació d'ingressos com l'agricultura de carboni (*Carbon farming*). A més, s'estan desenvolupant altres mecanismes públics i privats de finançament de pràctiques agràries amb beneficis ambientals, com ara el Crèdit Climàtic Agrari de Catalunya.

Més oportunitats ja disponibles són les associades a la diversificació dels sistemes i a la millora paisatgística, que permeten generar nous recursos econòmics ja sigui de manera directa o mitjançant aliances amb altres productors i iniciatives locals: ramaderia, apicultura o turisme, entre d'altres.

La Relació de Superfície Equivalent expressa la superfície de monocultiu (agrícola i llenyós) que caldria per generar la mateixa producció total que una hectàrea silvoarable (figura 3).



Les plantacions d'arbres i arbustos al medi agrícola susciten una gran motivació social. A l'esquerra, plantació col·lectiva d'alzines tofoneres amb veïns i patrocinadors al sistema silvoarable d'un viticultor (Hérault, França). A la dreta, plantació col·lectiva de castanyers i avellaners en un terreny agrícola recuperat (Segòvia).

- **Paper social del pagès:**

Un avantatge expressat de manera recurrent per moltes de les persones propietàries i gestores de sistemes silvoarables és la satisfacció d'estar generant i llegant una finca en un més bon estat (més rendible, productiva i funcional) que el que tenia quan van començar a treballar-la. L'orgull de l'agricultor com a modelador o custodi del paisatge que aprèn a interpretar els fenòmens que es donen al seu agroecosistema és un avantatge intangible però determinant per a molts productors.

- **Valor patrimonial del terreny** (sistemes tipus A i B2): Quan s'afegeix un component llenyós s'està implantant un patrimoni que anirà creixent any rere any, i que generarà beneficis (productius i/o auxiliars al cultiu i/o ambientals) de manera acumulativa, amb una durada d'anys o dècades en funció de l'espècie i l'objectiu. Aquest component fa augmentar progressivament el valor del terreny, en sumar-se el patrimoni del "vol" (arbres dempeus). Els marges llenyosos perimetrals es poden plantejar amb una durada indefinida gràcies a la capacitat d'autoregeneració (rebot i/o regeneració natural) compatible amb el seu aprofitament regular per a farratge, fruita, llenya, fusta, etc. També es pot

incrementar el valor d'un terreny forestal abandonat amb una conversió a un sistema silvoarable (model B2.2).

- **Avançar i regularitzar rendes** (sistemes tipus B): Quan s'afegeix un component agrícola a un sistema llenyós es pot millorar la rendibilitat del terreny amb la generació d'ingressos i/o l'abaratiment dels costos de manteniment des dels primers anys, i així es redueix el període de recuperació de la inversió. Aquest factor és més rellevant com més anys siguin necessaris perquè l'espècie llenyosa entri en producció.

L'increment de la productivitat per unitat de superfície, la diversitat i l'estabilitat productiva més gran, la generació de productes de més valor afegit i les millores socials que impliquen els sistemes silvoarables els fan especialment interessants per a la millora de la viabilitat econòmica i tècnica d'explotacions familiars (figura 4).

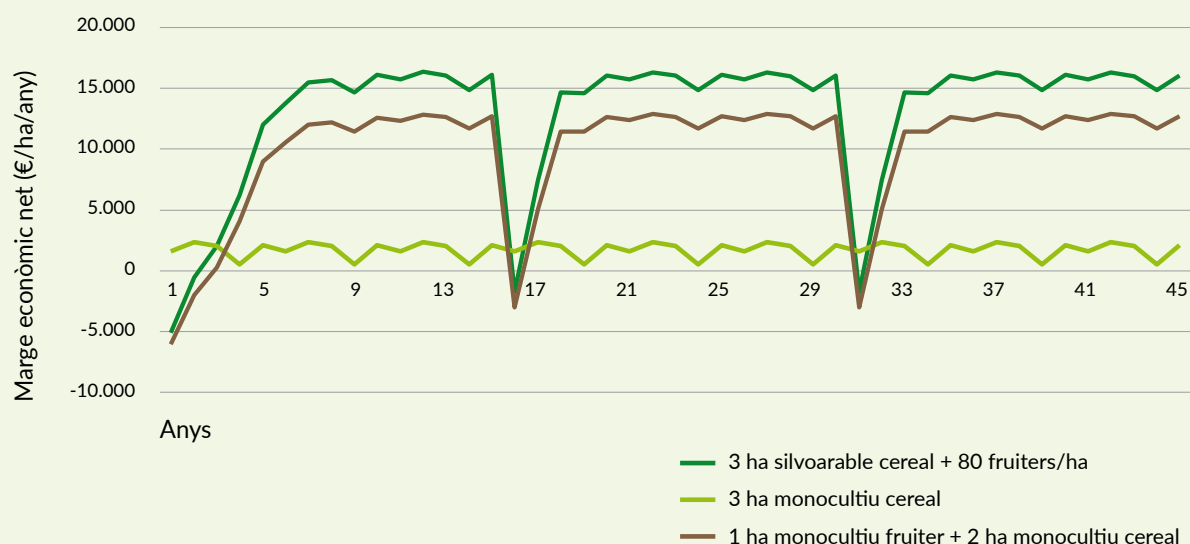


Figura 4. Marge econòmic net (€/ha/any) d'un terreny de 3 ha amb diversos models productius silvoarables i de monocultiu.

2.2.2. Condicionants productius i socioeconòmics dels sistemes silvoarables, davant de monocultius agrícoles o llenyosos

- **Necessitat de gestió complexa i dinàmica en el temps:** Gestionar dos o més components requereix conèixer les necessitats de cadascun. A més, cal incorporar la gestió de les interaccions (positives i negatives) entre els components; aquestes van variant amb la meteorologia, amb el període de l'any i amb el desenvolupament al llarg del temps del component llenyós. Per tant, aquests sistemes requereixen un seguiment sobre el terreny més exhaustiu i un coneixement tècnic més gran.
- **Necessitat de diversificar maquinària i infraestructura:** Com en el cas anterior, cada component pot requerir maquinària o eines específiques. A més, es pot fer necessari disposar d'espais d'emmagatzematge, conservació i

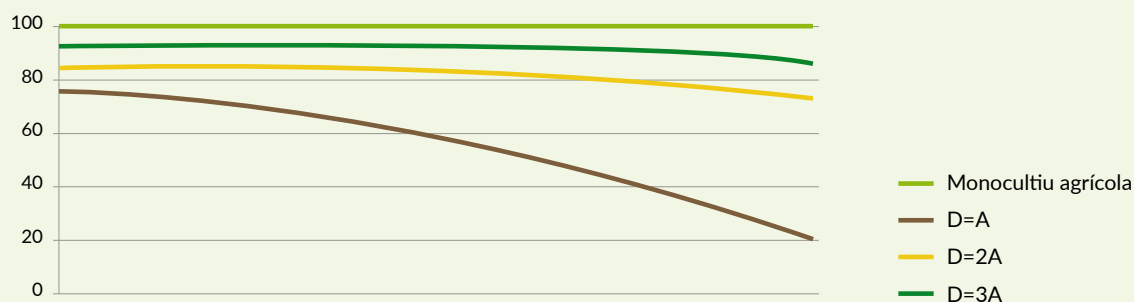
transformació adaptats als dos o més productes generats.

- **Comercialització més complexa:** Quan es posen a la venda dos o més productes cal conèixer les cadenes de valor i comercialització de cadascun. La diversificació també va en detriment del volum obtingut de cada producte individual.

La complexitat més gran dels sistemes silvoarables en comparació amb els monocultius pot fer necessària la col·laboració entre diversos productors a l'hora de compartir coneixements, maquinària, infraestructures i canals de comercialització. Aquesta necessitat de col·laboració es pot considerar una barrera, però també una oportunitat per teixir comunitats rurals més actives i integrades.

- **Inèrcies socials i del sector:** Els canvis en els models productius i en els paisatges poden ser percebuts amb reticències per part d'altres productors veïns. A més, el grau encara incipient d'adopció d'aquests sistemes de vegades fa necessàries explicacions addicionals a les administracions responsables d'aplicar la reglamentació i les ajudes agràries, que de vegades no estan acostumades als models menys habituals.
- **Requisits de la parcel·la i situació de partida:** Els sistemes silvoarables es poden adaptar a qualsevol àrea i context productiu. No obstant això, com es detalla al capítol 3, les característiques de la parcel·la condicionen decisivament la viabilitat i el disseny del sistema. Les parcel·les de cultiu estretes i amb sòl poc profund, així com les plantacions llenyoses amb un marc molt estret, poden limitar significativament les opcions de conversió a un sistema silvoarable.
- **Fase de transició (sistemes tipus A):** L'impacte econòmic i productiu d'afegir vegetació llenyosa a una parcel·la agrícola pot ser molt favorable a mitjà i llarg termini. Tot i això, la fase d'implantació i manteniment inicial d'aquest component llenyós suposa una inversió rellevant (planta, elements de protecció, plantació...) i una reducció de la superfície cultivada que afectaran negativament els resultats econòmics de l'explotació, fins que la vegetació llenyosa entri en producció (figura 4).
- **Producció individual no optimitzada:** Per a cada component individual (agrícola o llenyós), la producció i la rendibilitat individual són inferiors a les que s'obtidrien en sistemes de monocultiu, com es mostra en la figura 2. La figura 5 permet seguir l'evolució del marge econòmic net del component agrícola en un sistema silvoarable, en comparació amb un sistema de monocultiu.

Figura 5. Evolució del marge econòmic (percentatge respecte al monocultiu) del **component agrícola** d'un sistema silvoarable al llarg de la vida dels arbres, en diferents ubicacions del terreny, definides per l'alçada dels arbres (A) i la distància entre arbres i cultiu (D). El marge econòmic del cultiu es redueix segons guanyen alçada els arbres, a un ritme que depèn de la distància a aquests. La pèrdua inicial és deguda a la reducció de la superfície cultivada. Amb un sistema dissenyat amb un marc de plantació relativament ampli (distància entre fileres equivalent a dues o tres vegades l'alçada final dels arbres), la reducció mitjana del marge econòmic del component agrícola al llarg de tota la vida dels arbres és al voltant del 20 % o el 15 %, respectivament.

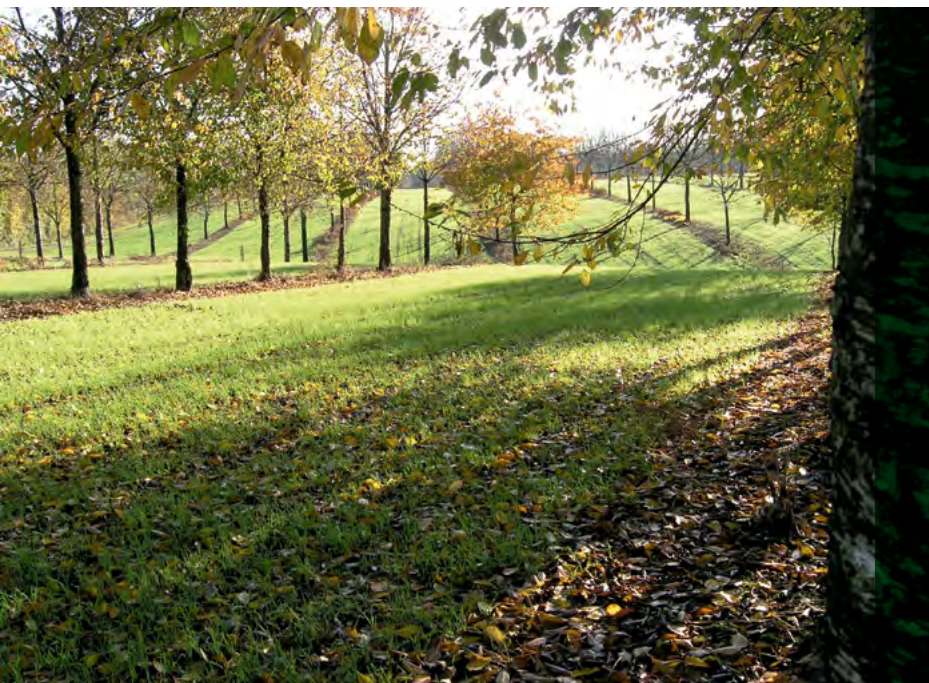


2.3. Avaluació ambiental dels sistemes silvoarables

Aquest apartat presenta els avantatges i els condicionants ambientals que suposen els sistemes silvoarables, en comparació amb monocultius agrícoles o llenyosos. Les principals publicacions que fonamenten aquesta secció són: Torralba *et al.* (2016); Van Vooren *et al.* (2017); Chattergee *et al.* (2018); Shi *et al.* (2018); Drexler *et al.* (2021); Guerrero *et al.* (2024); Pumariño *et al.* (2015) i Schievano *et al.* (2025).

2.3.1. Avantatges ambientals dels sistemes silvoarables davant de monocultius agrícoles o llenyosos

- **Sòl** (sistemes tipus A i B1): Afegir vegetació llenyosa a terrenys de cultiu permet reduir l'erosió eòlica (perquè es redueix la velocitat del vent i es retenen les partícules en suspensió) i hídrica. Els arbres fan una aportació contínua de matèria orgànica al sòl (fullaraca, branquillons, fruits, arrels mortes...). Aquesta aportació, juntament amb el volum de sòl no remogut en les zones ocupades per les arrels, permet que el sòl evolucioni estabilitzant la matèria orgànica (i per tant el carboni) tot diversificant i millorant les poblacions de microorganismes responsables dels cicles de nutrients. Com a resultat, augmenta la fertilitat del sòl i la capacitat d'infiltració. Afegir cultius a un sistema llenyós pot ajudar també a estabilitzar la matèria orgànica del sòl i evitar l'erosió seguint el principi de les cobertes verdes.
- **Biodiversitat**: La presència de dos components comporta una diversificació de l'agrosistema, amb un increment dels hàbitats existents i una superior capacitat d'acollida de comunitats de fauna, flora i microorganismes, tant en el sòl com en superfície. Aquest efecte es pot multiplicar si el disseny del sistema inclou una certa diversitat d'espècies dins de cada component i si s'afavoreix la connectivitat dels hàbitats, per exemple creant una xarxa llenyosa connectada que generi corredors per a la biodiversitat. Alguns dels grups animals més estudiats que s'han vist beneficiats pels sistemes silvoarables són les aus, els ratpenats, els insectes entomòfags i els cucs de terra.



La caiguda anual de les fulles enriqueix la matèria orgànica del sòl, juntament amb la degradació de les arrels fines (Charente-Maritime, França).

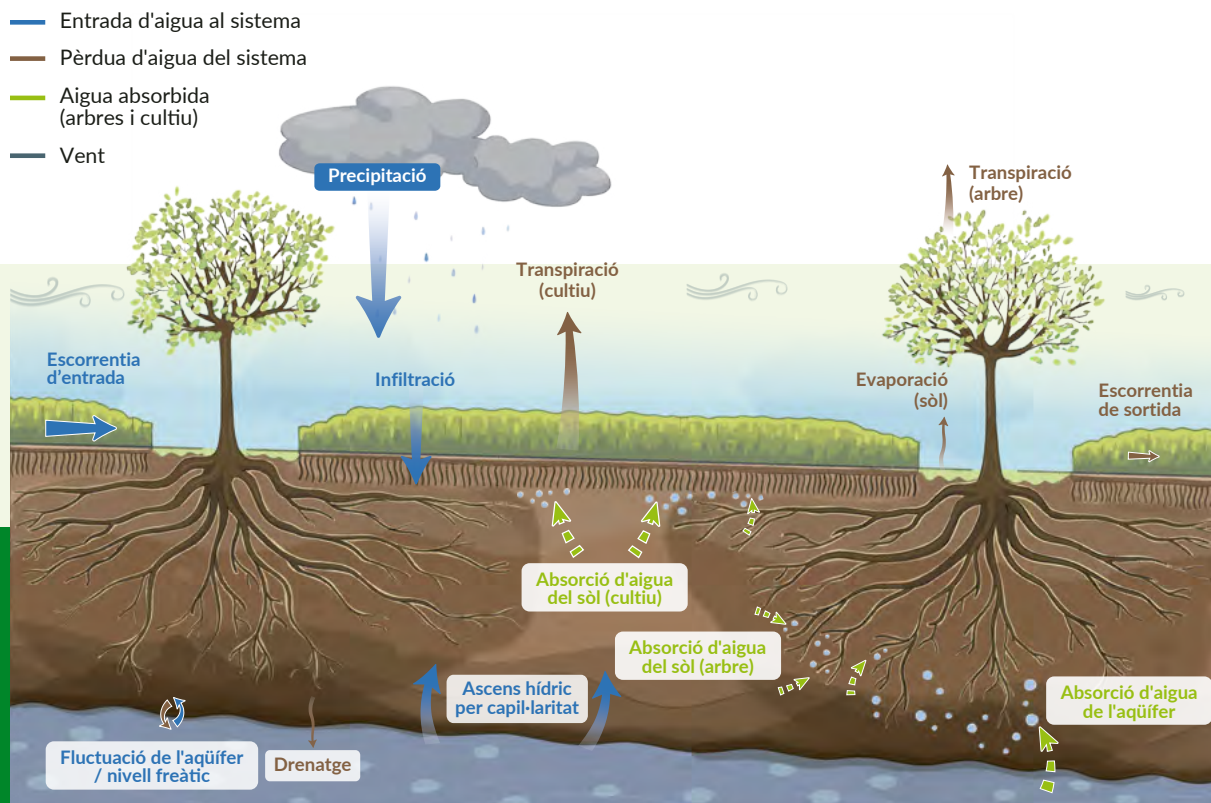


Figura 6. Dinàmica de l'aigua en un sistema silvoarable.

- **Aigua:** En comparació amb els monocultius, els sistemes silvoarables modulen la dinàmica de l'aigua (Figura 6) en moments d'excés (milloren la infiltració i redueixen el temps d'embassada gràcies al període vegetatiu estès sumant el dels components) i també en moments de sequera, en reduir l'efecte dessecant del vent i del sol. A més, milloren la qualitat de l'aigua en dos sentits: filtren els lixivats (i per tant redueixen l'impacte dels nitrats, un problema de primer ordre en l'àrea mediterrània per al proveïment d'aigua potable en zones de predomini agrícola) i redueixen l'erosió i amb ella l'arrossegament de sediments. Els marges llenyosos situats al costat de cursos d'aigua poden reduir el risc d'eutrofització d'aquesta deguda a les altes temperatures.

La intensitat dels avantatges ambientals descrits depèn del disseny i l'estat de desenvolupament del sistema silvoarable (dimensions, diversitat i disposició dels components), però també de la gestió aplicada: freqüència i intensitat de les conreades, gestió fitosanitària, de la fertilitat i de la vegetació adventícia... La integració de les diverses branques de l'agroecologia permet maximitzar aquests avantatges.

- **Cicle de carboni:** A l'estabilització del carboni orgànic del sòl esmentada prèviament s'afegeix la fixació de carboni addicional dins la biomassa llenyosa, que es pot prolongar durant dècades o segles si la fusta s'empra en destinacions de llarga vida útil, com ara el mobiliari o la construcció. Altres contribucions a la mitigació del canvi climàtic són la substitució de matèries primeres fòssils per bioproductes com la llenya i altres biocombustibles, química verda, etc. La recuperació d'espais agraris en paisatges forestals (sistemes B2.2) redueix la vulnerabilitat a incendis (i per tant les emissions resultants) a escala de paisatge. En paisatges cerealistes, afegir vegetació llenyosa perimetral (sistemes B1.1) ajuda a frenar l'expansió dels incendis de cereal.

Tots els avantatges ambientals descrits comporten beneficis econòmics, ja sigui per al productor (millora de la fertilitat del sòl, fauna auxiliar, possibilitat de rendibilitzar el carboni fixat...) com per al conjunt de la societat: la millora de la qualitat de l'aigua abarateix els costos de potabilització; la prevenció de l'erosió eòlica preveu problemes de salut pública associats a la terbolesa de l'aire, etc.



Evolució d'incendis de cereal a Catalunya, el juliol del 2025. A l'esquerra, l'incendi que va afectar 6.000 ha en un paisatge simplificat amb forta dominància del cereal, a Torrefeta i Florejacs (Lleida). A la dreta, incendis en terrenys de cereal amb marges llenyosos, a Sant Feliu Sasserra (Barcelona), a 75 km de distància. Els marges llenyosos actuen com a tallafocs i frenen la progressió de l'incendi de cereal tot dificultant que assoleixi una gran intensitat. Autoria: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

2.3.2. Condicionants ambientals dels sistemes silvoarables davant monocultius agrícoles o llenyosos

- **Més productivitat implica més transpiració:** L'increment de la productivitat global dels sistemes silvoarables en comparació amb els sistemes purs és degut, com s'ha presentat prèviament, a un millor aprofitament dels recursos (llum, aigua) que condueix a incrementar la fotosíntesi total. En el cas de l'aigua, l'aprofitament més intens per la vegetació implica que aquests recursos hídrics no s'incorporen directament als aqüífers. Aquest possible impacte negatiu pot ser compensat per la reducció de l'evaporació i la transpiració ja

esmentades, com també per l'augment de la condensació gràcies a la presència de diversos estrats i la millora de la infiltració.

- **Sistemes silvoarables i aus estepàries** (sistemes tipus A): Un dels grups de vertebrats més amenaçats d'Europa són les aus estepàries, entre les quals destaquen l'avitarda, el sisó, les gangues (ibèrica i ortega) o l'alosa ricotí. Aquestes espècies s'han adaptat a paisatges plans i desproveïts de vegetació arbòria. Les principals amenaces són la intensificació agrària (conversió a regadiu, ús excessiu d'agroquímics, manca de terres de guaret) i la fragmentació d'hàbitats per infraestructures. Si bé els sistemes silvoarables se solen caracteritzar per

A baix i en la pàgina següent: els sistemes silvoarables amb horta en regadiu sota arbrat permeten reduir fins al 50 % la dosi de reg, gràcies a la menor transpiració i evaporació i al descens de les temperatures màximes durant l'estiu (Gard, França).



una baixa cobertura arbòria, i per tant no haurien de representar una amenaça, la seva implantació en zones amb presència d'aus estepàries s'ha de fer de manera progressiva i prioritzant els marcs de

plantació amples, evitant espècies llenyoses de gran port i avaluant-ne els efectes (disponibilitat de refugi i aliment, risc de predació...) sobre les poblacions d'aus.

En aquest apartat s'ha mostrat l'avaluació dels sistemes silvoarables des del punt de vista productiu, socioeconòmic i ambiental a escala de parcel·la. Un bon grau d'adopció d'aquests sistemes permetria multiplicar-ne els avantatges i les oportunitats a una escala geogràfica més extensa (vall, comarca), i es podrien generar noves oportunitats econòmiques lligades a les cadenes de valor resultants (més productes i de més valor afegit), a banda que s'aconseguiria una millora global del paisatge, de la disponibilitat i qualitat d'aigua i de l'estat del sòl. L'impacte és especialment rellevant en paisatges molt homogenis i també en entorns periurbans o d'alta freqüentació o visibilitat.





3

De la teoria a la pràctica (1): Com concebre un sistema silvoarable

Un projecte agroforestal té una durada de diverses dècades, i per tant ha de ser planificat amb cura involucrant totes les persones que en poden ser part, fins i tot en el futur. Aquest capítol aborda les dues fases clau en la concepció de qualsevol projecte de cultiu (diagnosi i disseny) i detalla les particularitats dels sistemes silvoarables. Són fases que tindrien continuïtat en les d'implementació i de gestió, que consisteixen a dur a terme, d'una manera adaptativa i flexible, la planificació establerta en la fase de disseny.



3.1. Fase 1: Diagnosi

Un projecte silvoarable comença amb una diagnosi de la situació de partida que inclogui tant les característiques ecològiques del terreny com els mitjans disponibles i les motivacions dels promotors.

3.1.1. Caracterització ecològica de les parcel·les

El medi físic i biològic condiona les decisions en qualsevol projecte de plantació. La seva modificació resulta, si més no, molt difícil i costosa, i el seu efecte sol ser temporal. Per tant, convé adaptar les decisions perquè siguin compatibles amb les característiques del medi. Per exemple, un sòl alcalí sempre serà perjudicial per a espècies calcífugues com el castanyer. La caracterització ecològica de les parcel·les es basa en observacions de camp, cartografia i dades històriques, i inclou:

- **Clima:** La caracterització climàtica inclou la determinació de la temperatura (mitjana anual, mitjana de màximes i mínimes, període de gelades, integral tèrmica...), les precipitacions (mitjana anual, estival, dies de neu, incidència de tempestes, durada mitjana i intensitat dels períodes de sequera, irregularitat entre anys...) i la direcció i la intensitat dels vents dominants, l'evapotranspiració mitjana o la insolació. Finalment, cal incorporar a la diagnosi les previsions de canvi climàtic, perquè el component llenyós romandrà durant unes quantes dècades.
- **Sòl:** El sòl és la matriu física, química i biològica que albergarà i proveirà d'aigua, nutrients i oxigen les arrels, de manera que és essencial conèixer-ne les característiques en tota la profunditat en què es desenvoluparà el sistema radical del component llenyós a mitjà i llarg termini. El sòl pot variar d'unes zones a

La maquinària moderna permet delimitar terrenys i cultivar-los seguint polígons regulars. Tot i això, l'heterogeneïtat de les parcel·les pot generar fortes irregularitats en la producció, de manera que si es vol tenir èxit cal adaptar el disseny del sistema a aquestes particularitats. A l'esquerra, camps on la xarxa hidrogràfica sembla voler recuperar el seu lloc (Sòria); a la dreta, pollancreda amb una forta heterogeneïtat productiva (Sòria). Font: Instituto Geográfico Nacional.





Diferents moments de caracterització d'un sòl. A l'esquerra, fossa pedològica de 200 cm de profunditat; per a espècies llenyoses de gran desenvolupament radicular cal estudiar el sòl almenys fins a 120 cm de profunditat. Al centre, presa de mostres per separat per a cada horitzó identificat a la fossa pedològica. A la dreta, mostra de sòl d'un horitzó preparada per enviar-la a laboratori.

unes altres dins d'una mateixa parcel·la, raó per la qual cal identificar i delimitar rodals (àrees amb característiques edàfiques i fisiogràfiques homogènies) i analitzar-los per separat. Per a la rodalització, a més de les observacions de camp i l'experiència recollida dels pagesos i propietaris, són de gran utilitat les fotografies aèries, que permeten identificar fenòmens poc evidents a peu de terreny.

Per avaluar el sòl és molt recomanable obrir fosses pedològiques a cada rodal per a l'estudi de les diferents capes (horitzons). Els paràmetres físics principals que cal estudiar són la continuïtat entre horitzons, la textura, la profunditat efectiva i l'estructura. Pel que fa a les característiques químiques, són essencials el contingut en matèria orgànica, la salinitat, la calcària activa, els carbonats i els balanços de macro i microelements,

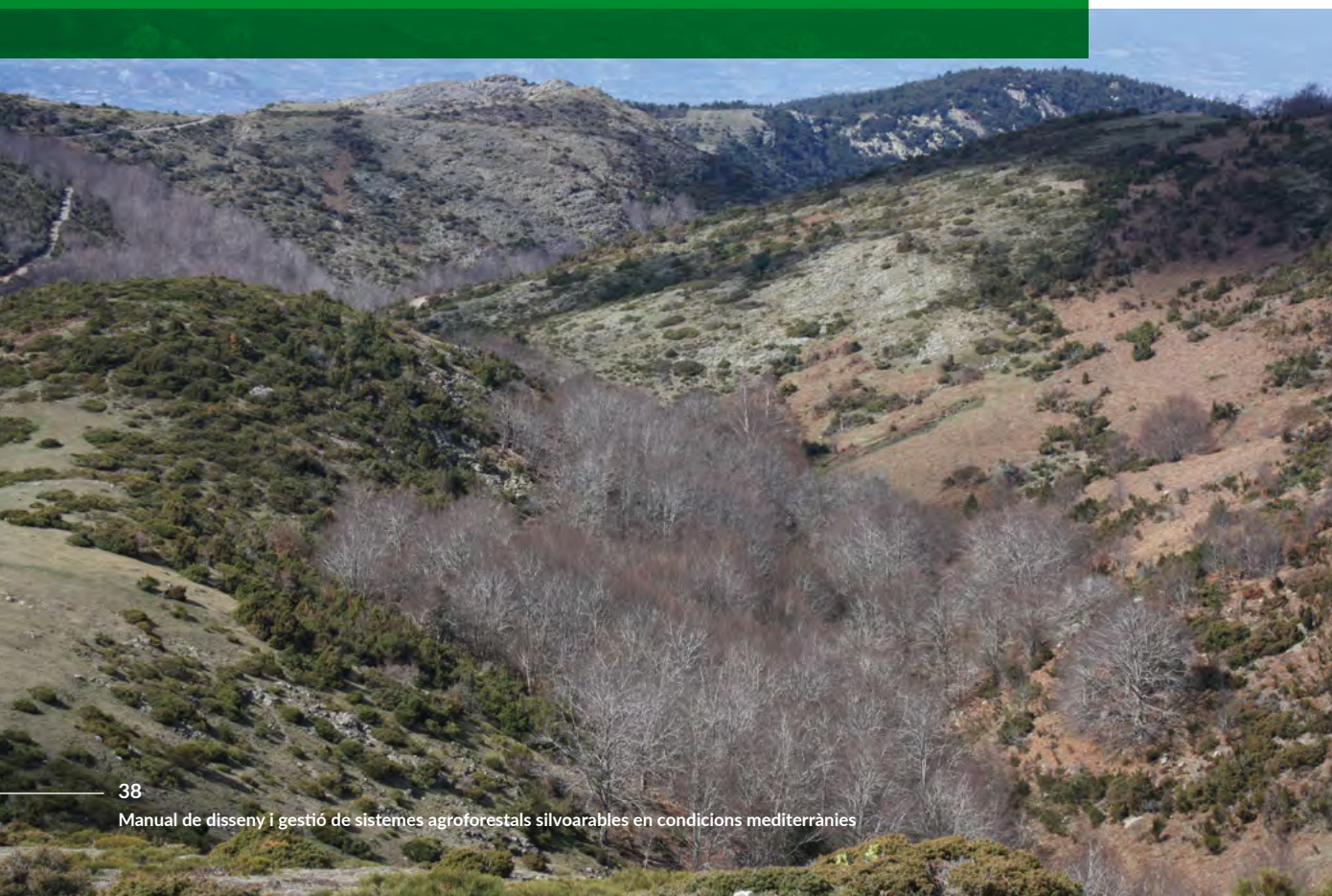
especialment: fòsfor, potassi, ferro, sofre, calci i magnesi. El factor sòl és dinàmic i evoluciona al llarg del temps, i les seves característiques es poden millorar a través de bones pràctiques, per la qual cosa convé fer-ne un seguiment periòdic.

Abans de fer una anàlisi del sòl, és convenient contactar amb un laboratori acreditat per acordar el procés de presa de mostres, el format i el pes que necessiten en cada cas.

- **Fisiografia (geomorfologia) i hidrografia:** el pendent, l'orientació i la posició fisiogràfica (altiplà, vessant, vall, tàlveg, terrassa, etc.) modulen de manera decisiva el microclima i les característiques del sòl. Per exemple, la intensitat i la direcció del vent dominant poden alterar-se per l'efecte vall; les gelades d'irradiació o les boires es poden fer més intenses per l'efecte d'inversió tèrmica en fons de vall encaixonats, mentre que l'orientació modifica la temperatura. Igualment, les zones baixes de vessant i els fons de vall tendeixen a disposar d'un extra d'aigua (d'escorrentia i/o subterrània) i un sòl de

més profunditat que les zones de carena o parts altes dels vessants. La hidrografia fa referència a la presència en la parcel·la o el seu entorn de cursos d'aigua (rius, rierols, llacunes, corrents subterranis) i la dinàmica que segueix (profunditat del nivell freàtic, hidromorfia o tendència a l'entollament), que es podrà avaluar en les fosses pedològiques. Aquests factors poden ser tant o més rellevants que la precipitació per definir la disponibilitat d'aigua en el sistema al llarg de l'any i, per tant, han de ser considerats a l'hora de rodalitzar la parcel·la.

L'efecte decisiu de la fisiografia: en primer pla s'aprecien quatre formacions vegetals molt diferenciades, en una zona amb un clima i una naturalesa del sòl constants: d'esquerra a dreta veiem una carena desproveïda de vegetació llenyosa; vessant d'obac amb matoll i arbrat dispers i sòl poc profund (afloraments rocosos); fons de vall amb faig, una espècie arbòria molt exigent quant a humitat i qualitat del sòl; i vessant de solana amb vegetació molt dispersa (Barcelona).



- **Biocenosi:** els éssers vius que més condicionen el disseny del sistema silvoarable són la vegetació espontània i la fauna. Moltes espècies vegetals són bioindicadores, és a dir, donen informació rellevant sobre característiques del sòl com la salinitat, la fertilitat, la compactació o la tendència a l'entollament, per la qual cosa ajuden a caracteritzar un terreny i a identificar possibles condicionants per als materials vegetals que es vol implantar. Pel que fa a la fauna, és important conèixer la cabana ramadera, l'abundància d'herbívors salvatges i la presència d'espècies protegides. Aquests factors condicionen les mesures de protecció del sistema, la disposició i la densitat dels seus components, i les possibles aliances amb la producció ramadera.

Un altre factor que cal avaluar, per bé que pot ser subjectiu, és el cost d'oportunitat de la parcel·la, és a dir, el seu interès estratègic en el conjunt de l'explotació. Les parcel·les més productives de la finca poden ser les que donin lloc a més beneficis en passar a ser silvoarables, però de vegades el gestor és reticent a implantar una vegetació llenyosa que reduirà temporalment el marge econòmic.

3.1.2. Antecedents, context i mitjans de la finca o explotació

Aquesta caracterització consisteix a estudiar els usos previs i actuals de la finca, com també les expectatives de futur, inclosos els recursos humans i els materials. En concret:

- **Usos històrics:** El passat de la finca i la seva evolució al llarg del temps, tant des del punt de vista social (canvis de propietat, règims d'usos) com agronòmic (produccions vegetals i animals, maneig, etc.) ajuden a entendre'n el potencial.
- **Mitjans productius de la finca:** Inclouen la maquinària, les eines, les infraestructures (edificis, equips de reg, línies elèctriques, accessos), tant actuals com la previsió de renovació. També cal saber quina és la disponibilitat de temps i de personal (contractat, parcers, etc.) per part de la propietat, ja que les tasques i les operacions es diversificaran si s'instaura un sistema silvoarable.
- **Mitjans econòmics, capital disponible i ritme d'inversió previst:** Hi ha perfils de propietat que prioritzen una inversió inicial més elevada per minimitzar el manteniment posterior, o bé una inversió més baixa inicialment però sostinguda en el temps.
- **Perspectives futures del projecte:** Factors que poden ser rellevants en els anys o dècades a venir; continuïtat prevista de la gestió o la propietat de la finca en el futur, possibles canvis lligats a acords potencials amb veïns o parcers, etc.

- **Normativa:** Cal conèixer el context normatiu i reglamentari, limitacions d'ús i servituds que poden afectar el disseny i la gestió del sistema. Això és especialment rellevant en el cas de les conversions de terrenys forestals a silvoarables i en parcel·les que confronten amb una altra propietat. Un factor més que cal estudiar és el marc de subvencions i ajuts de la PAC (vegeu el capítol 5), fons FEADER o altres possibles fonts de finançament públiques o privades per a l'establiment i el manteniment del sistema.
- **Context territorial:** Informació relativa als usos del sòl, iniciatives potencialment sinèrgiques (altres agricultors, ramaders, apicultors, turisme rural...), empreses de logística i transformació de productes agrícoles en l'entorn, distància a zones densament poblades, abundància o escassetat de mà d'obra, etc. Això permetrà identificar i preveure possibles aliats, clients, proveïdors o canals de comercialització. També convé investigar experiències existents en la zona amb espècies i varietats d'interès potencial per al sistema silvoarable, per conèixer-ne l'adaptació i les limitacions. En aquest sentit, és fonamental identificar plagues i malalties amb historial d'alta incidència (per exemple, foc bacterià, *Xylella fastidiosa*), que puguin condicionar l'elecció del material vegetal llenyós.

3.1.3. Motivacions dels promotors

Les **motivacions** que porten les persones promotores a implantar un sistema silvoarable solen incloure aspectes econòmics, socials i ambientals (vegeu capítol 2):

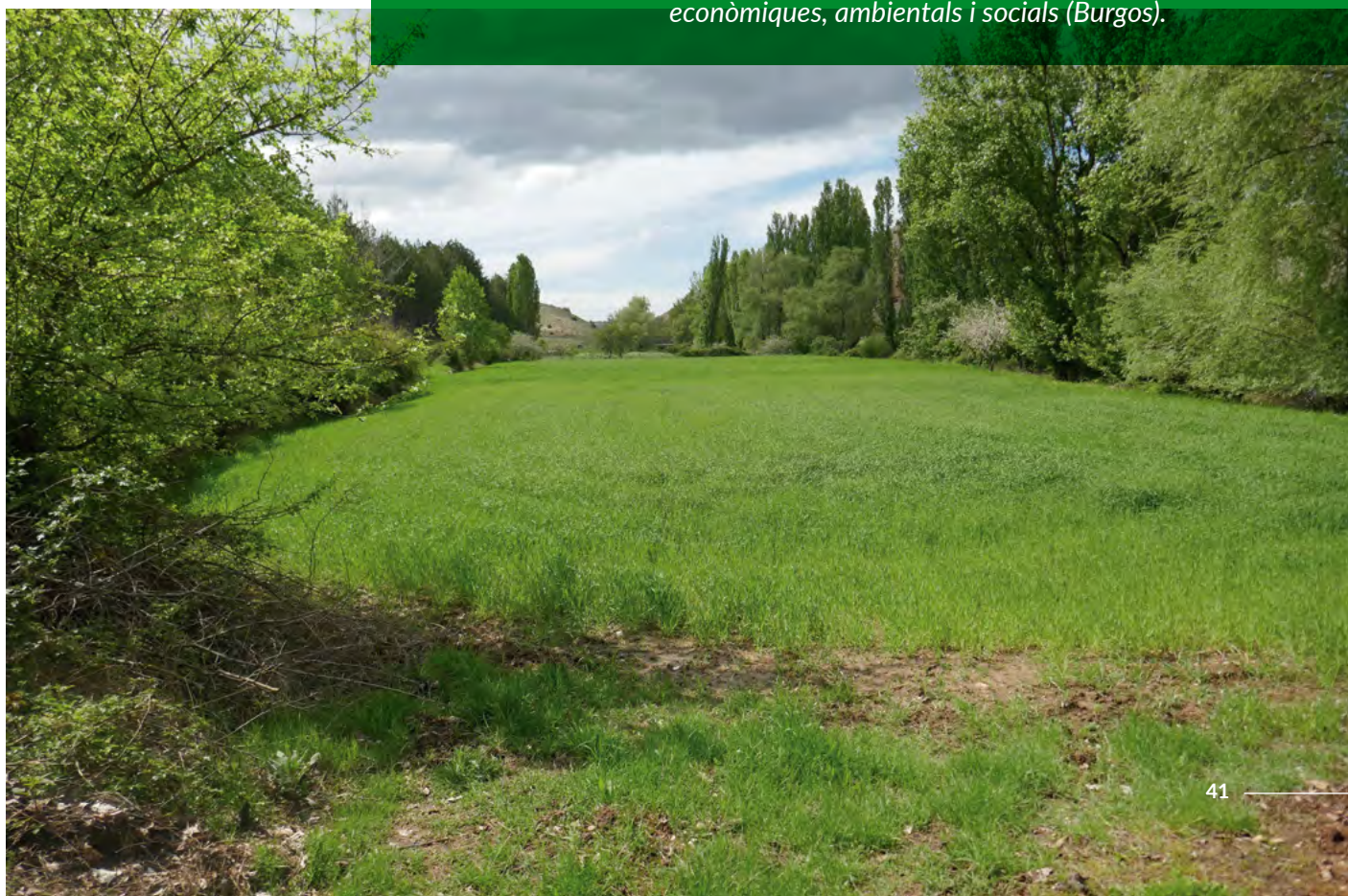
- **Motivacions econòmiques:** Les principals són la diversificació de les produccions i l'augment de la rendibilitat per unitat de superfície. Aquests objectius es fonamenten en la recerca d'una menor vulnerabilitat del sistema, tant pel que fa a fenòmens meteorològics extrems (sequeres, tempestes, incendis) com a les fluctuacions de mercat d'un únic producte. També és habitual buscar l'augment del valor afegit dels productes, la millora de la comercialització (diferenciació de producte, identitat de marca, arrelament territorial), i alhora la generació de noves fonts d'ingressos: agricultura del carboni, crèdits de naturalesa, oportunitats lligades al turisme, apicultura o sistemes agrosilvopastorals. Però les millores del balanç econòmic no només depenen dels ingressos, i així, en els casos en què es parteix de terrenys agrícoles, també es pot buscar una disminució de costos de producció gràcies a la vegetació llenyosa: control biològic, millora de la fertilitat, efecte paravent...
- **Motivacions ambientals:** La voluntat de millorar la sostenibilitat a mitjà i llarg termini de la parcel·la se sol articular a través de la regeneració del sòl, amb la progressiva millora físicoquímica que es tradueix en aspectes com la descompactació, l'augment de matèria orgànica, la protecció pel que fa a l'erosió i, en conjunt, un augment progressiu de la fertilitat. Un altre factor ambiental és la gestió de l'aigua: a més del filtrat de lixiviats agrícoles gràcies a la densa xarxa d'arrels, la millora del cicle de l'aigua es pot buscar mitjançant la reducció del risc

d'embassades prolongades, la intercepció de l'aigua de pluja per les capçades dels arbres, la conservació de la humitat del sòl enfront de la insolació i el vent i el bombament d'aigua des de capes profundes gràcies a les arrels llenyoses. L'augment de la biodiversitat és una altra motivació habitual i s'aconsegueix emprant diverses espècies i augmentant la capacitat d'acolliment de fauna auxiliar, responsable de la pol·linització i del control biològic de plagues. Finalment, es pot mirar de contribuir a la mitigació del canvi climàtic mitjançant l'increment de la captació neta de carboni, tant en el sòl com en la fusta de les llenyoses.

- **Motivacions socials:** Una de les més importants acostuma a ser la cerca de sinergies territorials o col·laboracions entre diferents actors de l'entorn, ja sigui per compartir la gestió del sistema per a cada component, per a l'ús local dels

productes obtinguts (producció d'un farratge demandat localment, per exemple) o per a la comercialització conjunta o coordinada, de manera que es generin economies circulars en contextos rurals. Una altra motivació pot ser crear activitat laboral durant més mesos de l'any, gràcies a l'increment i la diversificació de la producció, cosa que contribueix a fixar el personal associat a la gestió de la finca o a incrementar les oportunitats laborals en la zona. Un darrer factor, essencial per a molts productors, és la voluntat de millorar la finca augmentant-ne el capital productiu (qualitat del sòl, presència d'espècies llenyoses com a inversió de valor creixent) i paisatgístic. Aquesta motivació té un doble component: millorar l'estat de la finca i el seu valor patrimonial en comparació amb les característiques quan es va començar a gestionar ("deixar una finca millor a qui vingui al darrere") i enfortir el paper social de l'agricultor.

En un mateix sistema silvoarable poden coexistir motivacions econòmiques, ambientals i socials (Burgos).



3.2. Fase 2: Disseny

El disseny consisteix en la presa de decisions basada en totes les dades recopilades en la fase de diagnosi que culminen en la definició detallada del sistema silvoarable. Dissenyar un sistema silvoarable implica preveure l'evolució dels components agrícola i llenyós, i també de les seves interaccions, cercant maximitzar les complementarietats i les interaccions positives, i limitar els fenòmens de competència (vegeu l'apartat 2.1).

El disseny consisteix en un conjunt de decisions interrelacionades, és a dir, que cadascuna influeix en les altres. Per això, es va elaborant de manera iterativa, prenent decisions provisionals per a cada factor de disseny i ajustant-ne la resta fins que s'arriba a una proposta consolidada. L'ordre en què es presenten a continuació les decisions de disseny no s'ha de considerar seqüencial, sinó que es defineixen conjuntament (figura 7).

Fase 1: Diagnosi

Factors de context
(no es poden modificar)

Ecològica	Antecedents i context de la finca	Motivacions
Clima	Usos històrics	Econòmiques
Sòl	Mitjans productius	Ambientals
Fisiografia	Mitjans econòmics	Socials
Biocenosi	Perspectives futures	
	Normativa	
	Context territorial	

Fase 2: Disseny

Factors de decisió interdependents

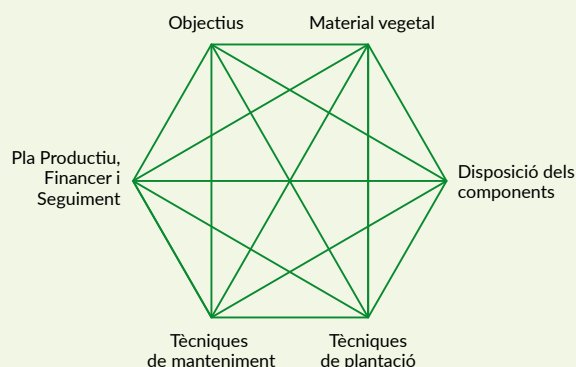
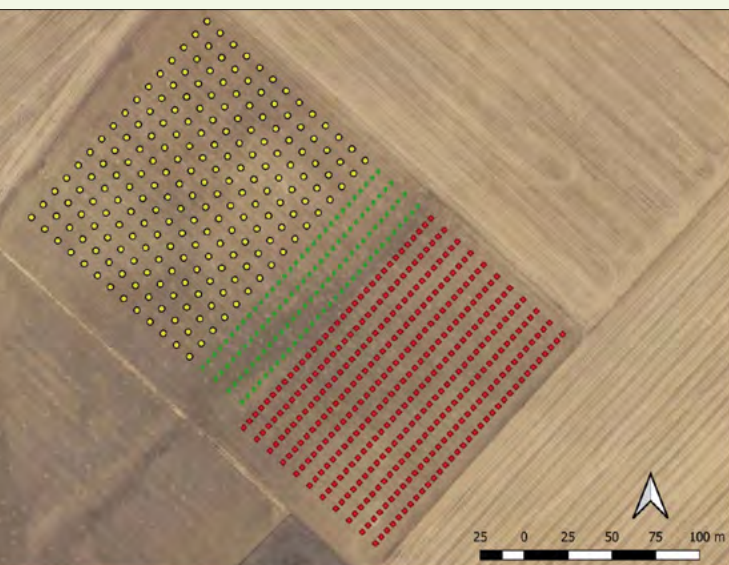


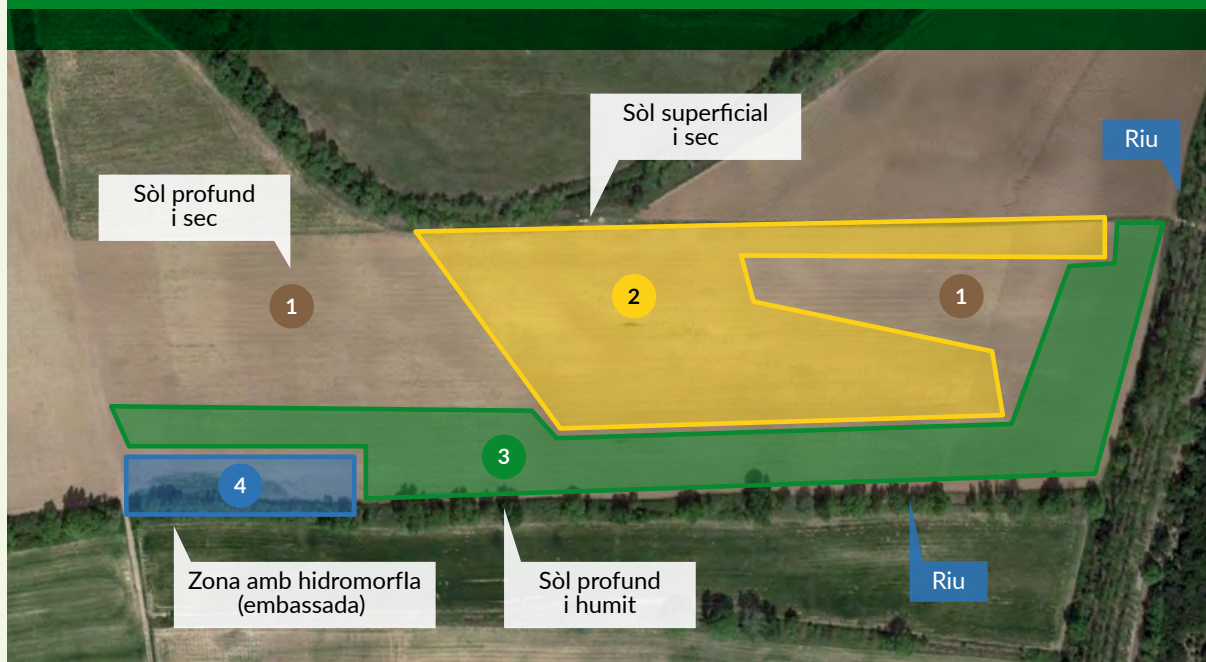
Figura 7. Les dues primeres fases, diagnosi i disseny, tenen la seva continuació en les fases d'implementació i de gestió. L'èxit del sistema silvoarable depèn d'una presa de decisions adequada en totes les fases.

Rodalització i disseny: Si en la fase de diagnosi s'han identificat rodals o zones diferenciades en la parcel·la, la fase de disseny s'ha de definir específicament per a cada rodal individual adaptant les decisions a les característiques, limitacions i oportunitats de cadascun. En funció de l'heterogeneïtat, l'adaptació de les decisions de disseny pot implicar matisos petits o un plantejament del sistema del tot diferent.



Exemple de disseny per rodals adaptat a les característiques identificades en la diagnosi, en un sistema silvoarable a Palència. La parcel·la es va dividir en tres rodals d'acord amb el sòl i la fisiografia, i es va optar per una espècie llenyosa diferent, amb el seu marc de plantació optimitzat, en cadascun: al rodal occidental, de sòl profund, s'hi van instal·lar nogueres (en groc); al central, situat en tàlveg i amb tendència a l'acumulació d'aigua, es plantaren avellaners (en verd); al rodal oriental, amb un sòl més sec, airejat i pobre, s'hi van plantar ametllers (en vermell). El capítol 4 conté informació addicional sobre aquest sistema.

Exemple de rodalització d'una parcel·la en quatre àrees, segons la profunditat del sòl i la tendència a acumular aigua o a perdre'n. A cada zona se selecciona un grup diferent d'espècies adaptades a aquestes condicions (Hérault, França).



3.2.1. Objectius

Els objectius són els resultats que s'esperen obtenir amb el sistema silvoarable, i suposen la concreció de les motivacions descrites en la fase de diagnosi. Els objectius es defineixen mitjançant la seva **identificació**: quins objectius productius, econòmics, ambientals i socials es busquen amb el sistema; **quantificació**: quins valors es volen per a cada objectiu i en quin termini; i **priorització**: és probable que en algun moment calgui anteposar uns objectius a uns altres.

Un exemple d'objectius seria aconseguir, els propers vint anys, un marge net anual de 1.500 €/ha i un augment de la matèria orgànica del sòl des de l'1 % inicial al 3 %. En aquest cas, es faran servir espècies llenyoses d'alt interès productiu, especialment si es prioritza el primer objectiu. El segon objectiu es pot abordar mitjançant l'augment de la densitat llenyosa i adaptant-ne la gestió: mínim conreu, rotació de cultius, aportació de matèria orgànica procedent de podes, etc.

3.2.2. Elecció del material vegetal

Les espècies i les varietats que conformen els components llenyós i agrícola s'escullen seguint una seqüència: en primer lloc, s'identifiquen els materials d'interès que siguin compatibles amb les característiques ecològiques (apartat 3.1.1); a continuació, es prioritzen els que millor s'adapten als mitjans disponibles i al context territorial (3.1.2), i, d'aquests, els que s'ajusten millor a les motivacions (3.1.3).

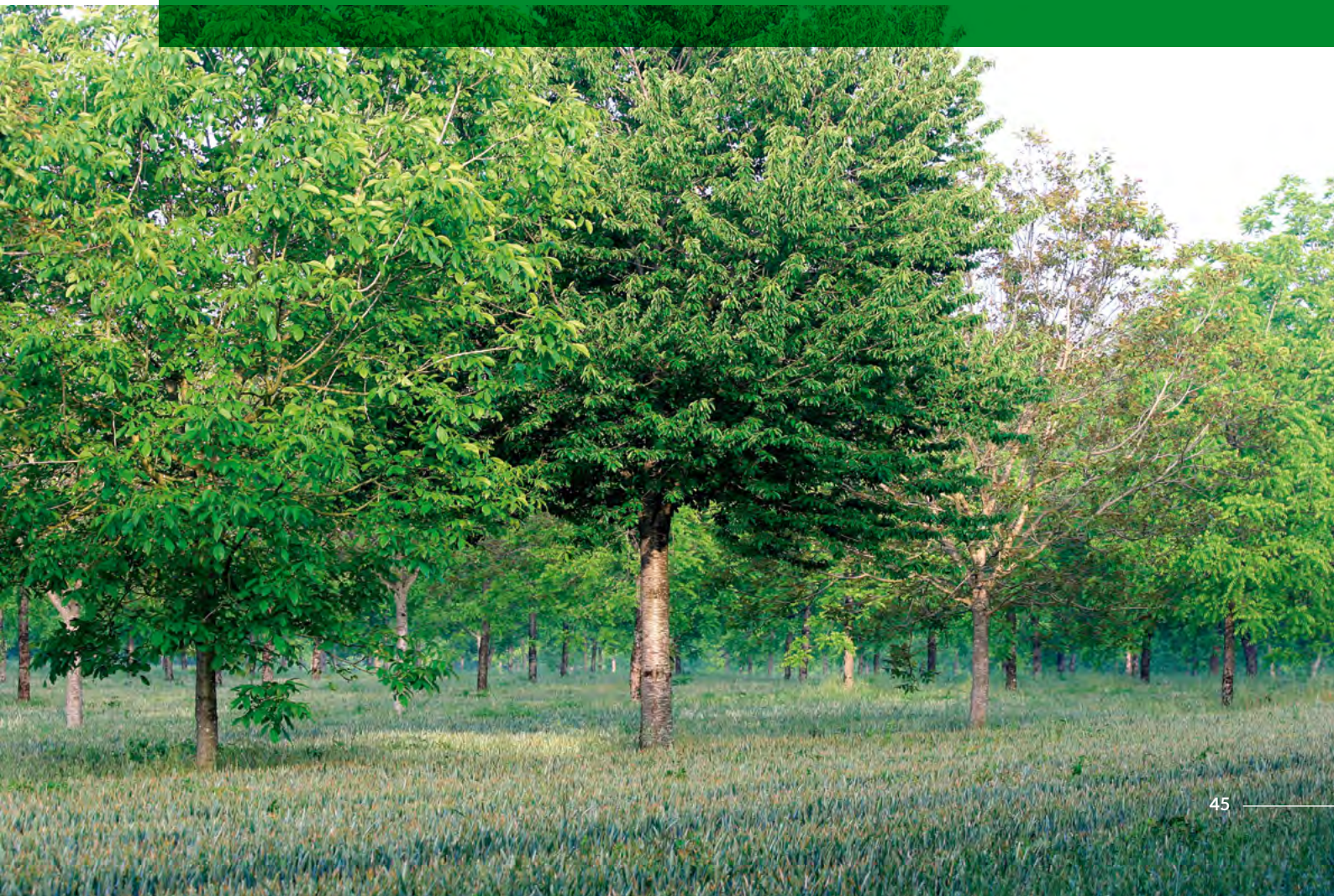
L'elecció del material vegetal del component llenyós és particularment crítica perquè la seva presència serà permanent en tot el projecte, mentre que el component agrícola pot adaptar-se a l'evolució del sistema i als canvis en el context de la gestió. Quan es fa la tria del material vegetal també cal preveure les interaccions ecològiques i agronòmiques entre els components. Per exemple, en un sòl pobre, poc profund i limitat en humitat, convé evitar espècies agrícoles de fort desenvolupament i alta capacitat d'extracció d'aigua i nutrients com ara l'alfals o el blat de moro; igualment, si la zona està sotmesa a sequeres estivals intenses pot ser convenient evitar la combinació amb cultius d'estiu (gira-sol, colza) fins que les llenyoses estiguin ben implantades, o bé supeditar la gestió agrícola a no comprometre l'arrelament llenyós, per exemple augmentant la distància sense cultivar al costat de les fileres llenyoses. També és recomanable evitar combinacions d'espècies que presentin plagues i malalties transmissibles entre elles, o els cicles vegetatius de les quals se solapin completament de manera que se'n maximitza la competència.

Dins de cada component es pot fer servir una única espècie o varietat, o bé emprar una barreja d'espècies que generin interaccions a nivell de cada component.

Una línia de treball pendent de desenvolupar és la selecció de varietats vegetals especialment adaptades als sistemes agroforestals: criteris d'elecció de procedències, varietats agrícoles adaptades a l'ombra; arbres d'arrelament vertical, etc.

Una recomanació general a l'hora de seleccionar el material vegetal per al component llenyós és ser conservador, és a dir, prioritzar materials àmpliament adaptats a la disponibilitat d'aigua de la zona. El motiu és doble: d'una banda, les arrels dels arbres no es desenvoluparan lliurement, sinó que estaran sotmeses a una competència per l'aigua causada pel component agrícola, que ocupa les capes superficials del sòl i pot aprofitar la precipitació d'una manera més eficient. D'altra banda, les projeccions del canvi climàtic a l'àrea mediterrània apunten a un increment de les temperatures i de la irregularitat de les precipitacions, cosa que farà més intensa la incidència de l'estrès hídric.

Sistema silvoarable amb noguera híbrida, noguera negra americana i cirerer. La diversificació disminueix el risc de problemes sanitaris i de mala adaptació dels arbres, i també té un efecte positiu en el paisatge (Charente-Maritime, França).



3.2.3. Disposició dels components

La disposició dels components fa referència a la seva organització espacial en la parcel·la. Com en l'apartat previ, la disposició del component llenyós és la que condiciona més el conjunt del sistema durant dècades, ja que definirà la dinàmica de la competència amb els cultius tant per la llum com pels recursos del sòl. A continuació, es descriuen els **principals factors que condicionen i defineixen la disposició inicial del component llenyós** en sistemes tipus A1 (marge llenyós afegit a un cultiu agrícola) o A2 (fileres llenyoses afegides, de manera intercalada, a un cultiu agrícola), que són els que presenten més opcions per definir la disposició dels components.

- **Requeriments ecològics i agronòmics del material vegetal:** entre dos arbres consecutius, el més habitual és deixar una distància similar a la que es faria servir si el sistema fos únicament llenyós, encara que es pot ampliar per limitar l'ombreig sobre el component agrícola o bé si s'espera una competència molt intensa per l'aigua per part del cultiu sobre el component llenyós. Així, en sistemes de secà la densitat llenyosa recomanable pot ser inferior a la del mateix terreny si té regadiu. En el cas de les espècies productores de fusta de qualitat, les plantacions en monocultiu solen fer-se en una densitat inicial elevada (per exemple, 280 arbres/ha, marc de 6 x 6 m), que es va reduint progressivament en les aclarides fins a assolir la densitat definitiva (per exemple, 70 arbres/ha, 12 x 12 m). En sistemes silvoarables, aquestes espècies poden plantar-se amb la distància definitiva entre dos arbres consecutius (12 m) si el material vegetal té alta qualitat genètica (com ara progènies seleccionades o clons), o bé es pot plantejar més densitat inicial (un arbre cada 4 m o plantar arbres aparellats: dos arbres molt propers entre si) i eliminar progressivament a les primeres aclarides els arbres de menys interès.

- **Amplada de la maquinària emprada en la gestió del component agrícola** (sobretot en sistemes tipus A2, fileres intercalades): La presència del component llenyós no ha d'interferir en la gestió del component agrícola. Per això, cal establir la distància entre fileres com un múltiple de l'amplada de treball de totes les eines emprades actualment i de les que estigui previst adquirir en els propers anys, evitant així passades addicionals i solapades. És interessant, a més, anticipar en aquest càlcul les possibles reduccions de l'amplada cultivada a mesura que l'espècie llenyosa es desenvolupa.

Exemple de càlcul de la distància entre fileres: Si en la gestió del component agrícola es fan servir dues eines de 4 i de 6 m d'amplada, la distància mínima entre fileres seria de 12 m per cobrir tota la superfície del carrer en tres passades de la primera i dues de la segona. També es pot ampliar a múltiples de 12 (24 m, 36 m, etc.).

- **Distància de seguretat entre els troncs del component llenyós i el component agrícola:** Aquesta franja, no cultivada, permet evitar danys als arbres durant la mecanització agrícola i prevenir l'alentiment de les operacions de cultiu, que han de ser més cauteloses a prop de les llenyoses. La distància serà més ampla com més gran sigui la maquinària agrícola. En general, es recomana respectar almenys 50 cm, encara que es pot ampliar en els primers anys dels arbres per reduir la competència per l'aigua exercida pel component agrícola, i també en els darrers anys si la zona està sotmesa a un intens ombreig que en desaconsella el cultiu, com és el cas dels fruiters de gran desenvolupament lateral i ombra densa (noguera).



A l'esquerra, sistema silvoarable amb arbres plantats aïllats o en tríos (Alpes maritimes, França): en els primers 5-10 anys es deixarà només l'arbre més vigorós i més ben conformat de cada grup. A la dreta, superfície sense cultivar entre la filera llenyosa i el component agrícola. A més, es pot observar com l'amplada del carrer cultivat és la mateixa que la de l'eina. (Charente-Maritime, França).

- **Proporció de la parcel·la dedicada a cada component:** A mesura que el component llenyós es va desenvolupant, la proporció del terreny ocupada per les capçades anirà creixent. Per tant, en l'elecció de la disposició convé tenir present quina serà la mida final (especialment, el diàmetre de la capçada i l'alçada total) i definir com es preveu repartir la superfície disponible entre els components al llarg del temps. Això és especialment rellevant en el cas d'arbres de creixement ràpid i/o que assoliran grans dimensions (pollancre, espècies productores de fusta de qualitat). Una recomanació general per garantir una producció agrícola sense un ombreig excessiu és mantenir una amplada cultivada, almenys, de dues vegades l'alçada final dels arbres. La proporció destinada a cada component pot fer-se constant per a tota la vida del sistema, o bé plantejar canvis en diferents etapes, per exemple, amb una etapa inicial fins que les capçades dels arbres ocupin el 30% de la superfície i una segona etapa des d'aleshores fins al

final de la rotació dels arbres, en què potser caldria adaptar el cultiu amb espècies més tolerants a l'ombra o plantejar una conversió a pastures.

Exemple de càlcul de la proporció de la parcel·la destinada a cada component: en el moment d'aprofitament, els arbres per a fusta de qualitat tenen un diàmetre de tronc d'uns 45-50 cm i un diàmetre de capçada de 10-12 m. Una distància inicial entre fileres de 12 m deixaria inicialment un ampli espai disponible per al cultiu, però al final de la rotació la pràctica totalitat del sòl estaria ombrejat. Si es volgués mantenir en tot moment el 50% de la superfície sense ombrejar pels arbres convindria distanciar les fileres 24 m, o bé mantenir 12 m però preveure una aclarida que elimini una de cada dues fileres.



A l'esquerra, terreny ampli (7 ha), pla i regular on les fileres llenyoses s'han pogut disposar sense restriccions seguint l'orientació òptima nord-sud (Girona): la distància entre fileres és de 60 m (més de dues vegades l'alçada màxima dels arbres al final del torn), cosa que permetrà mantenir una alta producció del component agrícola en tot moment. A la dreta, la forma estreta i les dimensions reduïdes (menys d'1 ha) d'aquesta parcel·la obliguen a orientar les fileres seguint la geometria del terreny; al final del torn, les capçades dels arbres ocuparan tot l'espai de la parcel·la, per la qual cosa el cultiu associat estarà condicionat a com és l'ombreig (Girona).

- **Forma i orientació de la parcel·la:**

L'orientació ideal de les fileres per minimitzar i homogeneïtzar l'ombreig que causa el component llenyós sobre l'agrícola és en direcció nord-sud. Aquesta orientació fa que la zona més ombrejada per cada arbre, situada al nord d'aquest, estigui ocupada per l'arbre següent de la filera. L'ombreig té un doble efecte negatiu en el cultiu: redueix la productivitat i perllonga el període de maduració fins a dues setmanes. L'heterogeneïtat madurativa entre les zones assolellades i ombrejades pot afectar la logística de la collita, especialment en espècies com la colza que, quan maduren, deixen caure les llavors a terra. En determinades

situacions, però, és possible que el criteri de minimitzar l'ombreig pugui no ser el prioritari: per exemple, en zones sotmeses a vents violents de vegades és més convenient orientar les fileres buscant minimitzar-ne l'impacte; en zones molt caloroses l'estrès causat per l'ombreig pot ser menys negatiu per al cultiu que l'estrès hídric causat per la insolació directa i el vent. Finalment, en terrenys estrets, de petites dimensions o en pendent, l'orientació de les fileres pot estar del tot condicionada per la geometria de la parcel·la, que pot obligar a disposar el component llenyós seguint l'alineació més llarga possible per optimitzar la mecanització de les feines.

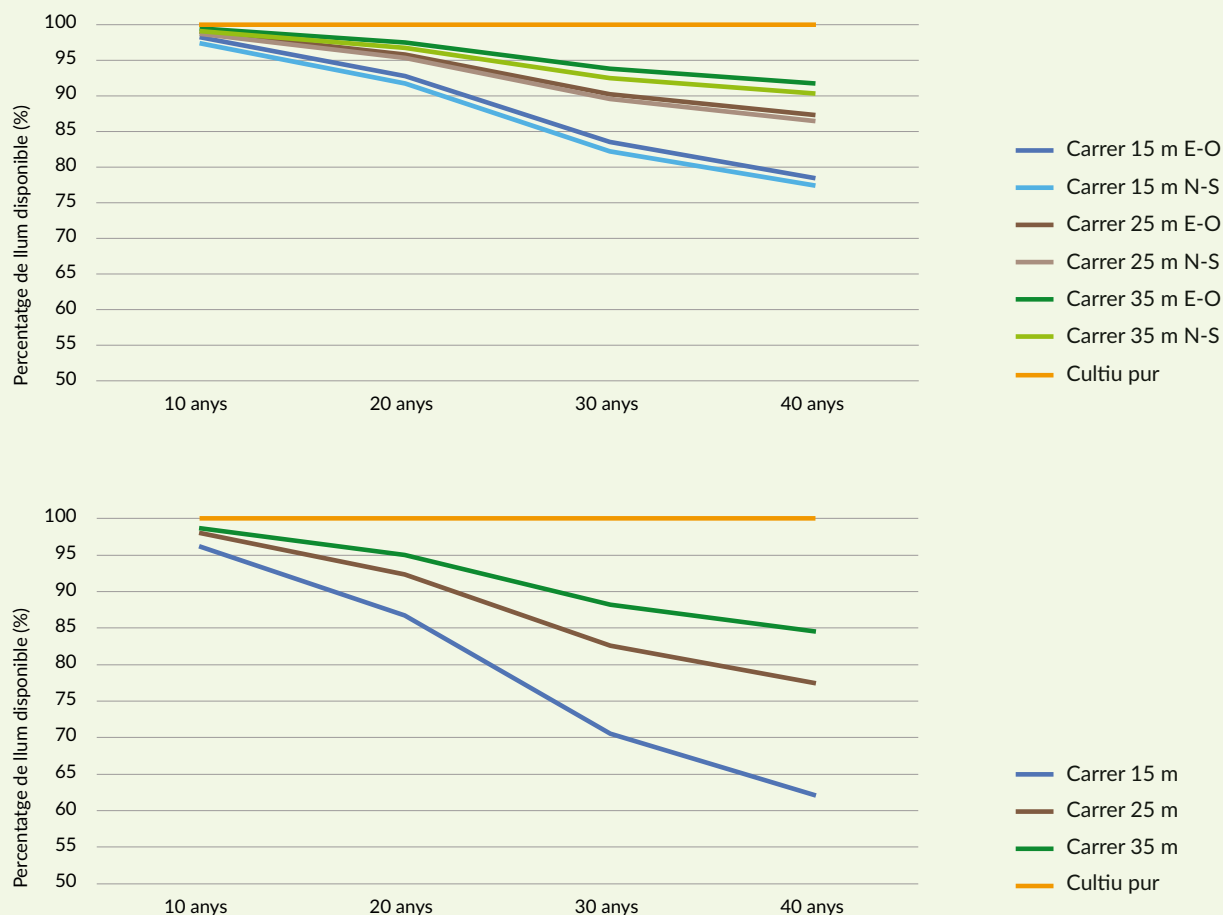


Figura 8. Mitjana del percentatge de llum disponible per al cultiu. A dalt: sistema silvoarable amb olivera (alçada màxima: 11 m), amb carrers cultivats de diverses amplades (15, 25 i 35 m) i orientacions (Est-Oest i Nord-Sud). A baix: sistema silvoarable amb arbres fusters (alçada màxima: 25 m), amb carrers de diverses amplades (15, 25 i 35 m).

Altres factors pràctics que cal considerar quan es vol definir la disposició dels marges llenyosos (sistemes tipus A1):

- Les interaccions ecològiques (microclima, competència) i agronòmiques (mecanització, compatibilitat dels aprofitaments) poden ser intenses a prop del perímetre de la parcel·la, sobretot en el cas del límit sud, però pot ser que hi hagi zones àmplies sense interacció.
- El marge llenyós pot ocupar tot el perímetre de la parcel·la o bé limitar-se a les zones més estratègiques per a la

vegetació llenyosa o per al conjunt del sistema: les millors opcions solen ser les parts més baixes, on les llenyoses aprofitaran l'extra d'aigua i de profunditat del sòl, i també les vores nord i nord-est, on es minimitzarà l'ombra. En determinades situacions es pot prioritzar la vora on la vegetació llenyosa tingui un efecte més gran com a paravent o barrera a la deriva d'agroquímics de les parcel·les veïnes, o bé on sigui més fàcil (relleu més regular i accessible) protegir els arbres de la fauna.

Un marge llenyós pot tenir un efecte com a paravents fins a una distància de 12-15 vegades la seva alçada. Per tant, un marge llenyós de 10 m d'alçada protegiria fins a uns 100-150 m de cultiu, segons la intensitat del vent i la porositat de la vegetació emprada. A la zona protegida s'observa un increment del rendiment agrícola entre un 3 i un 15 % (Cleugh, 1998; Osario *et al.*, 2019).

Altres factors pràctics quan es vol definir la disposició de les fileres llenyoses (sistemes tipus A2):

- Cal respectar espais sense vegetació llenyosa ("capçalers") entre els extrems de les fileres i el perímetre de la parcel·la, per facilitar les maniobres de la maquinària. En parcel·les grans pot ser convenient crear discontinuïtats en les fileres a distàncies regulars, per poder estacionar

i maniobrar màquines sense haver de recórrer tota la filera.

- Marcs regulars o irregulars i forma de les fileres: el marc de plantació pot ser quadrat o "real" si la distància entre fileres és la mateixa que entre dos arbres consecutius dins de la filera (com ara 10 x 10 m) o pot ser rectangular (per exemple, 10 x 5). A més, les fileres solen ser línies rectes, però també es poden definir seguint formes corbes, adaptades al relleu. Aquesta és la base del disseny en línia-clau (*key line*), en el qual les fileres llenyoses es disposen de manera que tots els arbres tinguin una mateixa disponibilitat d'aigua d'escorrentia i subterrània, per la qual cosa es distribueixen seguint un pendent constant i molt suau. Aquest tipus de disseny, que s'enquadra en els anomenats "disseny hidrològics", permet optimitzar la protecció davant de l'erosió i alhora reduir la vulnerabilitat a la sequera i als entollaments. Un altre cas habitual en què les fileres no són rectes és en terrenys aterratsats o abancalats, on es creen superfícies planes o de baix pendent seguint les corbes de nivell del relleu.



A l'esquerra, sistema silvoarable amb disposició del component llenyós en fileres rectes en marc rectangular (10 x 5 m) a Palència. A la dreta, sistema silvoarable amb disposició del component llenyós en línia clau (Burgos).

3.2.4. Tècniques de plantació

Les tècniques de plantació són les pràctiques aplicades poc abans, durant o poc després d'haver implantat el material vegetal, amb l'objectiu de facilitar-ne l'arrelament i/o abaratir les tasques posteriors de manteniment i gestió. Aquestes tècniques són particularment estratègiques en el cas d'espècies llenyoses i plurianuals, ja que es tracta d'una inversió que tindrà un efecte durant anys i són, per tant, en les quals se centra aquest apartat. La densitat relativament baixa del material vegetal llenyós possibilita augmentar la inversió a cada planta en comparació amb esquemes de plantació que acostumen a tenir més densitat, com ara les reforestacions.

Les principals **amenaces** per a la vegetació recentment implantada en el context mediterrani són **l'estrès hídric, la vegetació competidora i els danys causats per la fauna**. Algunes de les principals tècniques de plantació més rellevants per mitigar-les són:

- **Subsolat profund (>50 cm):** Aquesta intervenció és habitual abans d'afegir vegetació llenyosa a terrenys de cultiu agrícola, i consisteix a trencar els horitzons compactes que s'acostumen a formar per sota de la profunditat treballada de manera reiterada ("sola d'arada").

Com a resultat, s'afavoreix l'arrelament i la infiltració d'aigua, i també es facilita la tasca posterior de plantació. Aquesta intervenció, que no implica un volteig dels horitzons, és especialment necessària quan es fan servir espècies llenyoses d'arrel pivotant i quan el terreny té una textura relativament pesada (de franca a argilosa). L'ideal és que el subsolador segueixi el recorregut de les futures línies de plantació, que s'hauran marcat prèviament sobre el terreny o fent servir tractor guiat per GPS. Una variant que implica fer servir maquinària més potent és el subsolat amb tres o cinc dents o

Preparació del sòl amb subsolador de 5 dents (a dalt). Després del pas de l'eina, es fa una tasca lleugera posterior per allisar el sòl (a baix; Hérault, França).



reixons, on el central segueix la línia de plantació i la resta facilita l'expansió lateral de les arrels. El subsolat ple (implementat en dues direccions perpendiculars i afectant tota la superfície de la parcel·la) pot ser interessant en plantacions en un marc inicial relativament dens. El subsolat profund és una part essencial dels sistemes silvoarables en línia clau, on sol emprar-se una eina específica ("Yeomans"), amb la base de les dents eixamplada.

Enfocament preventiu: Més inversió en tècniques de plantació permetrà abaratir el manteniment posterior, raó per la qual pot resultar atractiu de fer a un promotor que no disposi de mitjans per a una gestió freqüent. L'enfocament alternatiu seria de tipus "curatiu", en què es minimitza la inversió inicial en tècniques de plantació, però es fa la plantació més dependent d'un manteniment freqüent.

- **Esmenes i fertilització de fons:** Aquesta intervenció, normalment aplicada poc abans de plantar, busca millorar característiques orgàniques, físiques o químiques del sòl i compensar-ne alguna manca. Els principals productes utilitzats inclouen diverses formes de matèria orgànica (compost, biochar) i fertilitzants d'alliberament lent. Un cas particular, aplicat en sòls de textura gruixuda (franc sorrencs a sorrencs) són els condicionadors del sòl basats en polímers hidroabsorbents, que ajuden a retenir la humitat a prop de les arrels reduint les pèrdues d'aigua del sòl per infiltració i evaporació. L'aplicació se sol fer a nivell de línia de plantació o d'arbre individual, per la qual cosa l'efecte està limitat als primers anys de la vegetació llenyosa.

- **Cobertes del sòl o "mulch":** Consisteix a aplicar un material a la superfície del sòl que envolta el tronc de l'arbre per evitar la proliferació de vegetació competidora. A més de reduir la competència per a l'arbre, aquesta tècnica ajuda a retenir la humitat del sòl (menor evaporació) i modula la temperatura superficial. Hi ha múltiples modalitats de coberta del sòl, cadascuna amb les seves característiques de permeabilitat, durabilitat i mètode d'aplicació (manual o mecanitzat). Els dos principals tipus són les **cobertes de làmina** (de plàstic, bioplàstic, teixits naturals...) i les de **partícules**: estelles de fusta o de branques (BRF), pedres, altres restes vegetals, normalment amb l'idea d'aprofitar recursos disponibles a la parcel·la. Les cobertes del sòl es poden aplicar a nivell de cada arbre o bé a tota la filera de plantació per facilitar el manteniment posterior de l'espai entre dos arbres consecutius, que és una superfície difícil de gestionar de manera mecanitzada. Una variant són les **cobertes vives**, consistents a ocupar l'espai al voltant de l'arbre amb herbàcies de baixa competitivitat i alta capacitat d'ombreig del sòl. També es poden emprar espècies fixadores de nitrogen, de floració intensa i escalonada, o espècies rastreres productores de fruits vermells.



A l'esquerra, coberta del sòl a base de partícules (estelles de restes de poda urbana), aplicada a nivell d'arbre individual (Lleida); al centre, sistema silvoarable amb coberta de geotèxtil aplicat a tota la filera llenyosa (La Corunya); a la dreta, sistema silvoarable amb una coberta viva plantada amb maduixes, espècie altament entapissant que, a més, ajuda a diversificar rendes (Gard, França).

- **Instal·lació de sistema de reg o fertirrigació:** La presència d'un component llenyós condiciona els sistemes de conducció i difusió d'aigua. Els sistemes més compatibles són els de degoteig per al reg de les línies llenyoses i els canons "enrotlladors" per a les franges dedicades al cultiu agrícola.



Reg en sistemes silvoarables; a dalt, instal·lació temporal de línies de degoteig per al reg de suport del component llenyós durant la fase juvenil (nogueres, Burgos). A baix, canó enrotllador per al reg del component agrícola: doble rotació anual de cultius, intercalats entre fileres de pollancre (Girona).



- **Protecció enfront de la fauna herbívora:**
La fauna salvatge i el bestiar poden causar greus danys a la vegetació llenyosa, tant per consum de les fulles com per l'escorçat, l'arrencada o la tombada d'arbres. Els principals mètodes emprats per evitar aquests danys són:
 - Proteccions col·lectives: Tancament elèctric, barat i aplicable fins i tot a escala de filera o grup d'arbres, però requereix un manteniment freqüent; o malla cinegètica, habitualment instal·lada al perímetre de la parcel·la.
 - Proteccions individuals: S'instal·la a cada arbre un protector, habitualment de malla plàstica o metàl·lica.

La solució adoptada, així com les seves dimensions i resistència, depenen de la forma i la grandària de la parcel·la, del tipus i la densitat de fauna més rellevant en la zona i de la densitat i la disposició del component llenyós: si el sistema té baixa densitat llenyosa i el terreny és irregular o accidentat

pot ser més eficient econòmicament una protecció individual, mentre que en plantacions denses i terrenys regulars pot ser més convenient la protecció perimetral. Qualsevol protecció requereix un seguiment regular per confirmar la seva eficàcia.

Altres tècniques de plantació d'interès creixent són aquelles que cerquen atraure agents biològics per optimitzar la pol·linització d'espècies fruteres i exercir control sobre plagues i patògens. Tot i que els sistemes silvoarables resulten en si mateixos un reclam eficaç per a aus, ratpenats i insectes, hi ha estructures selectives (caixes-niu, hotels d'insectes) que faciliten la nidificació d'espècies d'interès. Un cas particular són els ruscs apícoles, que ofereixen no només pol·linització, sinó a més diferents productes mel·lífers.



A l'esquerra, protecció davant de la fauna en sistemes silvoarables: tancament elèctric de cinc fils, on el segon (poc visible) i el quart estan en contacte amb la vareta metàl·lica per fer contacte amb terra, i els altres tres condueixen corrent (Barcelona); al centre, tancament perimetral amb malla cinegètica (Burgos); a la dreta, protector individual de malla plàstica semirígida de 150 cm d'alçada (Burgos).

3.2.5. Tècniques de manteniment o gestió

El manteniment o gestió són el conjunt de tasques aplicades sobre els components agrícola i llenyós ja implantats, que busquen optimitzar-ne els resultats productius i ambientals, tant individualment com a través de les seves interaccions. Aquestes interaccions, dinàmiques al llarg del temps, són la principal particularitat d'aquests sistemes, en comparació amb els d'un únic component, cosa que exigeix un enfocament flexible. Les operacions de manteniment es planifiquen en la fase de disseny, però s'han d'adaptar a l'evolució real del sistema, que es determina mitjançant un seguiment i una observació freqüents. Entre les especificitats de gestió dels sistemes silvoarables, destaquen les següents:

- **Gestió sinèrgica:** Teòricament, cada component es gestiona de forma independent, però, a més, es poden buscar sinergies entre tots dos, per exemple, aprofitant els residus de poda o sega per aportar-los al sòl en la franja que ocupa l'altre component. En tot cas, el

manteniment de cada component s'ha de planificar per no afectar l'altre de manera negativa, sobretot en el cas de tasques mecanitzades.

- **Gestió de l'aigua:** Per evitar una competència excessiva per l'aigua entre els components, de vegades cal plantejar intervencions específiques a les zones de contacte. D'una banda, en els primers anys del sistema és habitual que el component llenyós sigui més vulnerable al dèficit hídric que l'agrícola, a causa del seu arrelament més lent i a que les arrels llenyoses ocupen estrats del sòl més profunds que les del cultiu. En aquest període, la gestió ha de **minimitzar l'efecte de competència del cultiu sobre el component llenyós**, per exemple, preveient regs de suport o supeditant una part de la producció agrícola d'aquells anys a les necessitats de la vegetació llenyosa, mitjançant segues en verd del cultiu o avenços de la collita si es presenten condicions extremes que puguin comprometre la supervivència del component llenyós. També és habitual fer **poda d'arrels dels arbres**: es tracta d'una tasca interessant

A l'esquerra, poda d'arrels de pollancre silvoarable (Gard, França); a la dreta, aspecte després de la poda d'arrels de xiprers combinats amb vinya (Hérault, França).

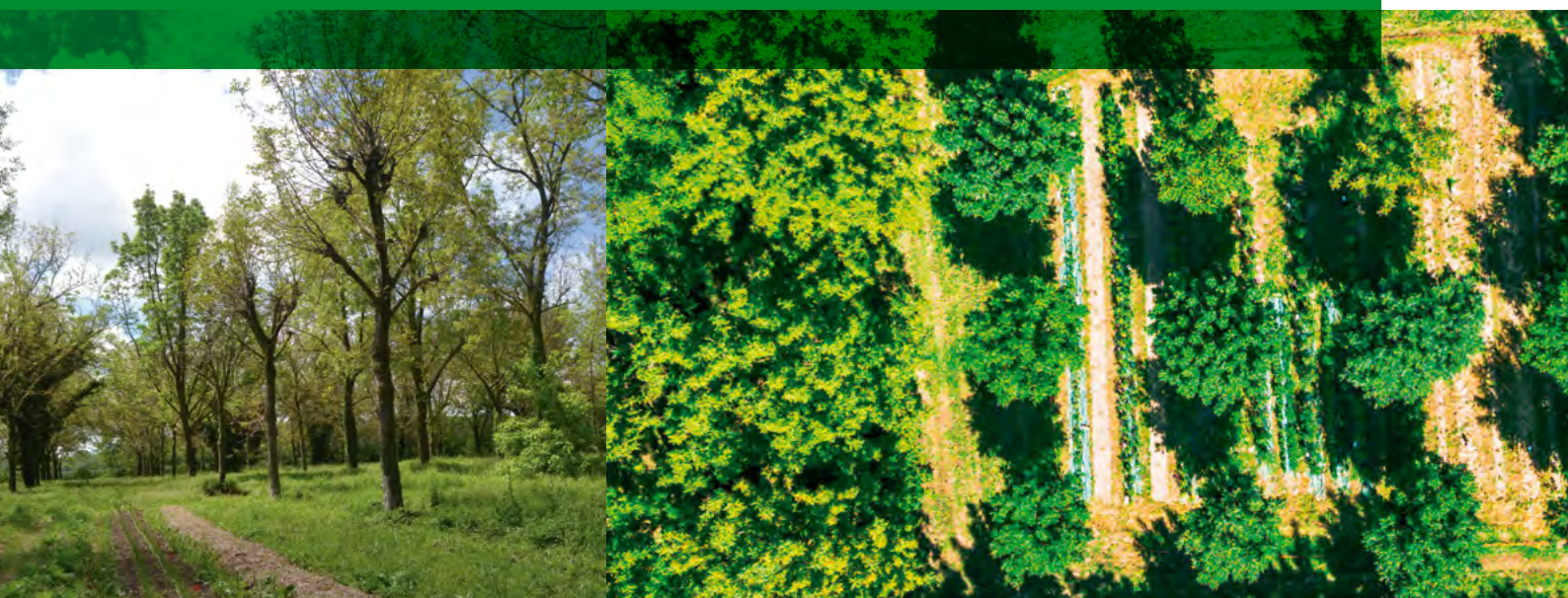


en sistemes amb un component agrícola actiu a l'estiu (per exemple, blat de moro, gira-sol), on es busca evitar que les arrels llenyoses envaeixin les capes superficials del sòl destinat al component agrícola. Aquesta poda se sol fer cada 1-2 anys amb un subsolat profund a la zona de frontera entre components, per forçar les arrels llenyoses a aprofundir, en lloc de progressar en horitzontal cap al cultiu. La tasca no és tan essencial, generalment, en els sistemes amb cultius d'hivern, en què les arrels llenyoses profunditzen espontàniament a causa de la competència. Tot que tant la poda d'arrels com l'efecte de competència dels cultius d'hivern poden alentir o disminuir el creixement inicial dels arbres, l'estimulació

de l'aprofundiment radical que comporten té un efecte positiu a llarg termini per a l'arbrat, ja que donen lloc a una resistència i una adaptabilitat més grans al vent i a la sequera.

- **Gestió de la llum:** Pretén regular o minimitzar l'efecte d'ombreig de l'arbrat sobre el component agrícola. Les intervencions inclouen podes (que poden ser d'alta intensitat, com el cas dels esmotxats) i l'avançament de les aclarides (reducció del nombre d'arbres). La poda també pot considerar altres objectius, com l'eliminació preferent de branques perpendiculars a la direcció de les fileres quan suposen obstacle a la mecanització agrícola.

Esmotxat (poda molt intensa) aplicat cada tres anys per reduir l'ombreig dels arbres sobre el component agrícola (Gard, França). Amb una plantació en marc 10 x 10 m s'aconsegueix augmentar un 20 % la disponibilitat de llum per al cultiu. A l'esquerra, vista lateral dels arbres. A la dreta, vista zenital de la zona no esmotxada (meitat esquerra de la fotografia) i de la zona esmotxada (meitat dreta de la imatge).



- **Gestió de la vegetació espontània entre la vegetació llenyosa:** Si s'ha instal·lat una coberta del sòl, aquesta necessitarà un manteniment (pegat, reposició, allisat). Si no s'ha instal·lat aquesta tècnica de plantació, pot ser que calgui fer intervencions periòdiques (passada de cultivador, estassada, sega) de la vegetació espontània que es desenvolupa en aquesta zona per evitar que exerceixi una competència excessiva sobre els arbres, o bé que causi una condensació excessiva d'humitat a prop del tronc que pugui donar lloc a problemes sanitaris. Si s'opta per mitjans químics de control, cal extremar les precaucions per no causar perjudicis al cultiu.

A la bibliografia es recullen algunes publicacions destacades d'ajuda a l'elecció del material vegetal i les tècniques de plantació i manteniment, no necessàriament relacionades amb els sistemes agroforestals, però de gran interès per dissenyar el component llenyós d'aquests sistemes.

Fileres llenyoses amb vegetació espontània entre dos arbres consecutius gestionada mitjançant conreu periòdic (a l'esquerra) i mitjançant segues (a la dreta), totes dues a Segòvia.



A l'esquerra, tractament de 12 m d'amplada entre fileres situades a 14 m (Charente-Maritime, França); a la dreta, collita de cereal en un sistema silvoarable (França).



- **Gestió del reg i tractaments fitosanitaris:**
Els regs del cultiu no haurien d'assolir el fullatge de les llenyoses per evitar condicions propenses al desenvolupament de malalties criptogàmiques. Així mateix, els tractaments fitosanitaris d'un component s'han d'aplicar en èpoques i amb fórmules que no afectin negativament l'altre component.

La gestió o el manteniment s'ha de preveure en la fase de disseny, però "la naturalesa mana": cal planificar en detall, i fer-ho assumint que tota decisió podrà ser revisada en funció de com evoluciona el sistema a la pràctica.

3.2.6. Pla productiu, financer i de seguiment

El Pla productiu, financer i de seguiment (PPFS) consisteix a recopilar totes les decisions de disseny i a plasmar-les en un full de ruta que guiarà la implementació, el manteniment i l'avaluació del sistema silvoarable. Aquesta planificació és part de la fase de disseny, ja que durant la seva elaboració se sol fer necessari replantejar diverses de les decisions (objectius, material vegetal, disposició, etc.) definides provisionalment.

Hi ha múltiples maneres d'abordar aquest procés, segons la implicació de la persona o l'equip promotor en la gestió quotidiana, de la dimensió i complexitat del sistema, de la seva vida útil i del nivell d'incertesa que es pot preveure. Totes les eines i els formats que siguin útils per a l'equip gestor són vàlids: des del paper i les pissarres fins a eines digitals de planificació de projectes. Algunes de les recomanacions a considerar per elaborar aquest pla són:

- **Fites i calendari:** Les fases d'implementació, manteniment i seguiment han d'estar organitzades en **fites** clarament identificables, i han de ser visibilitzades en un calendari o **cronograma**. Per exemple, algunes fites clau de la fase d'implementació són el replantejament (com portar la disposició del sistema del mapa al terreny, mitjançant marcatge amb cordes o piquetes o amb tractor guiat per GPS), la compra i la plantació del material vegetal o la compra i l'aplicació de les tècniques de plantació. És habitual fer un calendari per períodes, per exemple, amb un període 1 (anys 0-1, d'implantació del sistema i primer període vegetatiu); període 2 (anys 2-5); període 3 (anys 5-10); període 4 (any 10 en endavant). El nivell de detall de les fites és decreixent per als períodes més allunyats en el temps, per la qual cosa cal actualitzar-los en cada període de planificació segons el seguiment del PPFS, com es descriu tot seguit.

Si el sistema silvoarable té unes dimensions importants (desenes d'hectàrees), pot ser recomanable fer una implementació progressiva al llarg de diversos anys, per dos motius pràctics:

- Tenir capacitat per extreure conclusions i aplicar-les a mesura que va avançant la implementació.
- Escalonar les tasques de plantació i de manteniment per evitar una gran acumulació d'un mateix treball en tota la superfície, per exemple: plantar milers d'arbres a la mateixa campanya i protegir-los en un període curt de temps, treballs de poda, etc.

- **Mitjans necessaris i pla financer:** Per a cada fita s'han d'identificar els mitjans tècnics implicats (compres, lloguers i contractacions; temps i personal necessaris) i també els aspectes financers (costos i ingressos previstos). Aquest apartat és un dels que més habitualment fa redefinir la resta de decisions de la fase de disseny.
- **Incertesa i pla de contingència:**
És convenient identificar les incerteses potencials més probables (meteorològiques, fluctuació de preus de mercat, etc.) i preveure plans de contingència per als principals problemes que es puguin esperar. És difícil saber si hi haurà sequeres extremes durant els primers anys de la plantació que requereixin l'aplicació d'un o diversos regs d'emergència, però sí que és convenient identificar els mitjans per fer aquesta intervenció si fos necessària, per exemple, avaluant si es podrà disposar d'un dipòsit mòbil d'aigua.
- **Seguiment:** La planificació també inclou un pla de seguiment basat en **indicadors** objectius i fàcilment mesurables que siguin clau per guiar la gestió del sistema. Aquests indicadors inclouen el registre de les principals tasques de gestió (nombre d'estassades aplicades cada any; data d'aprofitament de cada component) i també els principals resultats tècnics i econòmics obtinguts en cada període de planificació: cost mitjà d'implantació per arbre en el període 1 (anys 0-1); producció mitjana anual de cada component; preus definitius dels productes venuts i dels mitjans adquirits, llogats o contractats; marge econòmic net mitjà, contingut de matèria orgànica al sòl, problemes trobats, etc. Els indicadors s'han d'actualitzar a cada canvi de període.

Planificar i avaluar el que s'ha planificat és imprescindible si es vol assolir una millora contínua de la gestió del sistema i la possible replicació d'altres sistemes silvoarables en noves parcel·les. No hi ha una recepta única sobre com plantejar aquest procés, però un bon principi és trobar l'equilibri entre:

- la identificació precisa de les fites clau (inclosa la calendarització, els mitjans necessaris, els costos i els ingressos associats, els factors d'incertesa).
- fer-ne el seguiment de manera disciplinada.
- la flexibilitat en l'aplicació de la planificació segons l'evolució real del sistema sobre el terreny.





4

De la teoria a la pràctica (2): Exemples de sistemes silvoarables mediterranis

Aquest capítol mostra onze exemples reals de sistemes silvoarables en context mediterrani, ubicats a Castella i Lleó, a Catalunya i al sud-est de França, i que il·lustren la gran versatilitat per adaptar-se a múltiples contextos territorials i socioeconòmics. Hem fet una selecció de diferents tipus de sistemes silvoarables, representats amb diferents colors. Nota sobre la descripció del clima: TMA: temperatura mitjana anual; TMmc: temperatura mitjana del mes més càlid; TMmf: temperatura mitjana del mes més fred; PMA: precipitació mitjana anual; PMV: precipitació mitjana d'estiu.

Núm.	Finca	Ubicació	Tipus	Component agrícola	Component llenyós (marc de plantació)	Any de plantació
1	BARZALEJOS	Castella i Lleó (Burgos)	B1	Farratgeres	Servera (7 x 7)	2021
2	LA SOLA	Castella i Lleó (Palència)	A2	Cereals	Noguera (10 x 10), avellaner (10 x 5), ametller (10 x 5)	2021
3	ÁRBOLES ECOLÓGICOS	Castella i Lleó (Sòria)	A2/B1	Aromàtiques	Alzina tofonera (7 x 7)	2009
4	CAMP DE L'ERMENGOL	Catalunya (Barcelona)	A2	Aromàtiques	Noguera (7 x 6)	2011
5	CAN BUSCASTELL	Catalunya (Girona)	A2	Cereal + cultiu estiu	Pollancre (60 x 5)	2021
6	CAN PALLOT	Catalunya (Barcelona)	A2	Cereals	Noguera i freixe (18 x 4)	2014
7	DOMAINE DE MAZY	Occitània (Aude)	A2	Cereal, vinya	Ametller, figuera, paulònia, noguera, altres	1991-2025
8	DOMAINE D'ERIANE	Occitània (Gard)	A1/A2	Vinya	Olivera, alzina tofonera, fruiters, marges llenyosos	2014-22
9	DOMAINE DE ROUMASSOUZE	Occitània (Gard)	A2/B1	Horta, cereal, praderia	Noguera (10x10) Pollancre (16x6)	1996-1997
10	DOMAINE DE PERDIGUIER	Occitània (Erau)	A2	Blat, blat de moro, aromàtiques	Noguera (18x9)	2005
11	DOMAINE DE VALENSOLE	Provença-Alps-Costa Blava (Alpes d'Haute Provence)	A2/B1	Cereal, aromàtiques	Olivera, ametller, festuc, marges llenyosos, altres	1996; 2017-2019

4.1. Barzalejos



Model B1: Sistema llenyós amb vegetació alineada i cultius agrícoles afegits

DESCRIPCIÓ GENERAL DE LA FINCA

Localització i entorn

Finca situada a Ibeas de Juarros (Burgos). El paisatge de l'entorn es compon de petites parcel·les agrícoles dedicades majoritàriament a cultiu de cereals per a gra, alternes amb taques forestals i zones de pastura arbustiva, actualment amb escassa presència ramadera. La zona registra una baixa densitat de població, i els principals mecanismes de comercialització de productes agrícoles es duen a terme principalment a través de magatzemistes privats.



Descripció de la finca agrària

Context de la finca i objectius de la propietat: La finca, abans dedicada a cultius de secà, va canviar de propietaris el 2020 i es va transformar en una plantació alineada de frondoses per a fusta d'alta qualitat, de més valor ecològic. Per cobrir els costos de manteniment, des del 2022 es va implantar un sistema silvoarable amb cultiu de farratges entre les fileres arbrades, amb mínim conreu i sense químics, gestionat amb maquinària lleugera. Mitjançant un acord amb un ramader local, la propietat redueix costos de manteniment del sòl i el ramader obté farratge de qualitat i barat per a bestiar cavallar i boví.

Estructura de la finca: La finca té una única parcel·la d'1,46 ha amb plantació de servera (*Sorbus domestica*) enfocada a la producció de fusta d'alta qualitat, en combinació amb rotacions de cultius farratgers (civada, veça, raigràs, trepadella) en secà, per a sega i empaquetat.

Instal·lacions, maquinària i personal: Per als cultius herbacis s'utilitza maquinària agrícola de dimensions reduïdes (tractor de 75 CV i ormeigs al voltant d'1,2 m d'amplada de treball). En aquest cas, les tasques de poda i de gestió silvícola del component llenyós es contracten. No cal mà d'obra permanent.

Fisiografia i clima: Altitud: 995 m. Clima mediterrani continental (TMA: 9,9 °C; TMmc: 18,2 °C; TMmf: 2,5 °C; PMA: 609 mm; PMV: 98 mm).

Sòl de la parcel·la silvoarable: cambisol calcàric; pH 8,5; textura franc llimosa amb hidromorfies en certs punts, amb pendent lleuger orientat al nord, lleugerament pedregós; profunditat >1,5 m.

Condicions tècniques i administratives: Superfície d'interès ecològic per a la certificació de plantació d'espècies forestals.

Motivacions: L'elecció del sistema silvoarable pretenia, mitjançant la inclusió d'un component agrícola amb produccions anuals, compensar o reduir els costos de manteniment d'una plantació llenyosa d'aprofitament a llarg termini. A més, es busca que el cultiu agrícola absorbeixi l'excés d'humitat i redueixi els freqüents embassaments que patia el terreny, causa de problemes fisiològics i fitosanitaris als arbres, com també un enriquiment de la biodiversitat de l'agroecosistema.

Descripció del sistema: 1,46 ha de serveres productores de fusta d'alta qualitat disposades en fileres, combinades amb cultius herbacis farratgers. El sistema es cultiva en secà amb mínim conreu.

Any de plantació del component llenyós: 2021.

Productes objectiu: Farratges d'alta qualitat, fusta d'alta qualitat, fruit forestal (serve) amb potencial agroalimentari.

DISSENY DEL SISTEMA SILVOARABLE



Component llenyós: **Severa** (*Sorbus domestica*), material forestal de reproducció de la pròpia regió. L'espècie presenta una autoecologia que encaixa en terrenys calcaris de textura pesada i compacta, amb humitat edàfica i dificultats de drenatge.

Component agrícola: **Lleguminoses farratgeres** (veça, trepadella), cereals farratgers (civada i raigràs). Conreus de secà amb aprofitament al final de la primavera per no competir amb els arbres durant la temporada estival.

Disposició dels components: Serveres a 7 x 7 m (285 arbres). Component agrícola als carrers de 7 m d'amplada (banda cultivada de 6 m), seguint la direcció est-oest, perpendicular al pendent, per aprofitar millor la humitat i protegir el sòl de l'erosió hídrica.

Preparació del sòl i tècniques de plantació: Gradeig, replantejament amb tractor guiat per GPS, i aclotament amb retroexcavadora. Tubs protectors de 150 cm als arbres.

MANTENIMENT I PRODUCCIÓ

Poda: Formació de les serveres en eix central per a l'obtenció de fusta de qualitat.

Control de plagues i adventícies: Fins ara no s'han fet tractaments. A les fileres arbrades es permet la vegetació adventícia.

Reg: No n'hi ha.

Producció: Veça: 2.700 kg/ha, civada: 1.950 kg/ha, raigràs: 3.200 kg/ha. Els arbres encara no són productius, però el creixement mitjà en 4 anys ha estat de 27 cm/any d'alçada i 0,6 cm/any de diàmetre basal.

Servera amb civada, abril del 2023



Aprofitament de raigràs al costat de les serveres, juny del 2025



VALORACIÓ DEL SISTEMA SILVOARABLE

Beneficis obtinguts	Socioeconòmics: Els ingressos agrícoles cobreixen els costos de manteniment de la plantació i fan més atractiva la inversió forestal. A més, els cultius herbacis redueixen l'entollament d'un sòl molt compactat, protegeixen els arbres de l'asfíxia radicular i eviten tractaments per a malalties criptogàmiques. Ambientals: El sistema silvoarable millora l'aireig, l'estructura i la fertilitat del sòl, afavoreix la biodiversitat auxiliar (aus i insectes) per al control de plagues i redueix l'erosió perquè frena l'escorriment.
Condicionants i limitacions	Adventícies: Dispersió no significativa de llavors adventícies des de les fileres cap als carrers. Mecanització: Condicionada per l'estretor de les bandes de cultiu efectives (6 m), però esmenada per la utilització de maquinària i eines de reduïdes dimensions.
Valoració global	El sistema silvoarable encara està en els seus primers anys, però tant la propietat com l'agricultor/ramader que fa les tasques agrícoles valoren positivament aquest enfocament. La propietat creu que els arbres han sortit beneficiats per la cobertura vegetal del cultiu en comparació amb el sòl nu, especialment per la minimització dels embassaments. Per la seva banda, el pagès considera que el rendiment dels cultius farratgers ha estat bo en companyia d'arbres, tot i que preferiria cultivar bandes més amples.

4.2. La Sola



Model A2: Cultiu al qual s'afegeixen llenyoses en fileres

DESCRIPCIÓ GENERAL DE LA FINCA

Localització i entorn

Finca situada al terme de Revenga de Campos (Palència), a la comarca Tierra de Campos. Conformen el paisatge les planes cerealistes, i la vegetació natural queda reduïda a taques de matoll i alzines, disperses en les escasses zones de vessant i altiplans (*páramo*). La zona té una baixa densitat de població i el principal mecanisme de comercialització del cereal és a través de les cooperatives agràries.



Descripció de la finca agrària

Context de la finca i objectius de la propietat: De tradició familiar, aquesta finca agrària va decidir reorientar-se i, partint del monocultiu de cereal amb maneig convencional, va evolucionar cap a un model productiu que vol millorar la sostenibilitat econòmica, ambiental i social. Aquest model es basa en la diversificació i l'increment del valor afegit de la producció agrària. En concret, s'han implantat nous cultius herbacis i llenyosos i una explotació avícola amb certificació ecològica des del 2019. La comercialització es fa mitjançant venda directa a particulars, grups de consum i botigues a Palència, Valladolid i Madrid (<https://lasola.es>).

Estructura de la finca: La finca està formada per 52 ha en rotació de cereal, llegums i gira-sol, 5 ha amb sistema silvoarable de fruits secs amb cultius herbacis i hortícoles; 4.400 m² de galliner cobert i espai camper amb dosser arbori fruiter i 2.000 m² d'horta ecològica.

Instal·lacions, maquinària i personal: La finca compta amb maquinària agrícola bàsica d'amplada estàndard i amb dotació de reg. Els treballs de conreu, sembra, sega i collita es contracten. A més, la finca requereix mà d'obra d'un treballador i mig a l'any.

Fisiografia i clima: Altitud: 810 m. Clima mediterrani continental (TMA: 11,4 °C; TMmc: 29,2 °C; TMmf: -0,7 °C; PMA: 466 mm; PMV: 87 mm).

Sòl de la parcel·la silvoarable: cambisol i luvisol càlcics; pH 8,1; textura franc argilosa, poc pedregós; profunditat >1,5 m.

Condicions tècniques i administratives: Zona perifèrica de protecció per a l'ús sostenible de productes fitosanitaris i situada a la ZEPA Camí de Sant Jaume (Red Natura2000), amb presència d'aus estepàries.

DESCRIPCIÓ GENERAL DEL SISTEMA SILVORABLE

[Fitxa tècnica completa](#)

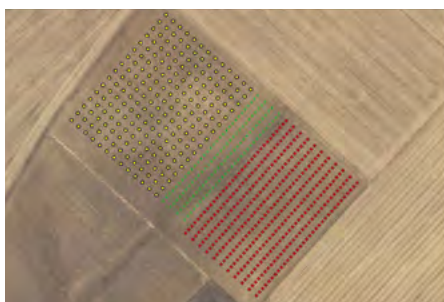
Motivacions: El sistema silvoarable, d'arbres fruiters i cultius herbacis, s'emmarca en la lògica del canvi de model de la finca, que busca augmentar la producció i diversificar-la, protegir el sòl, promoure la biodiversitat, fomentar la lluita biològica i la captura de carboni, i reduir les pèrdues d'humitat causades pel vent i la insolació. En conjunt, es busca una parcel·la més rendible per unitat de superfície maximitzant la qualitat del fruit, i també una més bona adaptació al canvi climàtic, especialment en resposta a la sequera i els esdeveniments extrems. El sistema es planteja donant prioritat al desenvolupament del component llenyós, per tant, el disseny es concentra en les necessitats de l'arbrat.

Descripció del sistema: 5 ha d'arbres fruiters (diverses varietats d'ametller, noguera i avellaner) en fileres, combinats amb cultius herbacis. Es cultiva en secà, amb regs de suport.

Any de plantació del component llenyós: 2021.

Productes objectiu: Cereals, lleguminoses-gra, productes hortícoles, fruits secs.

DISSENY DEL SISTEMA SILVOARABLE



Component llenyós: **Noguera** (en groc a l'esquema), varietats Franquette i Fernor, escollides per la seva brostada tardana i alt vigor; **avellaner** (verd), varietats Vermellet, Segorbe, San Giovanni i Tonda di Giffoni, buscant adaptació a estius calorosos; **ametller** (vermell), varietat Penta, de floració tardana. El disseny s'ha rodalitzat segons els requeriments de cada espècie: els avellaners se situen a la part de tàlveg de la parcel·la, on es concentra la humitat, i els ametllers a la part més elevada i airejada.

Component agrícola: **Cereals** (blat i ordi), **lleguminoses-gra** (cigró i mongeta), **hortalisses** (tomàquet i patata).

Disposició dels components: Marc real de 10 x 10 m al rodal de noguera (208 arbres), i rectangulars de 10 x 5 m als rodals d'avellaner (124 arbres) i ametller (363 arbres). Bandes cultivades efectives de 9 m d'amplada que compleixen el mínim requerit per la maquinària agrícola disponible, amb orientació SW-NE, adaptada al relleu del terreny.

Preparació del sòl i tècniques de plantació: Subsolat creuat seguint la quadrícula de plantació i aclotament amb retroexcavadora a la zona de noguera. Tubs protectors de 60 cm als ametllers.

MANTENIMENT I PRODUCCIÓ

Poda: Formació dels fruiters en vas.

Control de plagues i adventícies: Fins ara no s'han fet tractaments. A les fileres arbrades es permet la vegetació adventícia.

Reg: Instal·lació fixa de degoteig a les fileres arbrades per a suport estival amb dosis determinades per les condicions de cada any, i temporal als carrers quan es cultiven mongetes o patates.

Producció: Ordi: 2.100-5.000 kg/ha, cigrons: 400 kg/ha. Pel que fa als fruiters, encara no hi ha producció comercial de fruit.

Ametllers amb ordi, juny del 2023



Nogueres amb cigró, juliol del 2024



VALORACIÓ DEL SISTEMA SILVOARABLE

Beneficis obtinguts

Socioeconòmics: Mitigació dels costos de manteniment del sòl. Els ingressos del component agrícola ajuden a compensar la fase juvenil dels fruiters.

Ambientals: Augment de la presència i la diversitat de l'avifauna local, juntament amb un ús més eficient de l'aigua disponible gràcies a la disposició d'espècies en fileres adaptades a la topografia. En aquest sentit, s'aconsegueix reduir l'erosió a causa de la presència de fileres llenyoses amb vegetació espontània, que alhora actuen com a refugi per a insectes i afavoreixen el control biològic de plagues.

Condicionants i limitacions

Reg: La proximitat de les fileres d'arbres dificulta el reg per aspersió dels cultius herbacis, de manera que s'ha optat per regar les lleguminoses i les hortalisses per degoteig.

Adventícies: S'observa la dispersió de llavors adventícies des de les fileres cap als cultius.

Mecanització: Necessitat d'adequació de les sembradores i recol·lectores contractades a l'amplada de les bandes cultivades.

Valoració global

Tot i que el sistema es troba encara en una fase molt incipient de desenvolupament, la propietat el valora de manera molt positiva. Si bé el temps de treball és superior en comparació amb un sistema de monocultiu agrícola, el temps total que cal dedicar-hi és menor si es consideren ambdues produccions per separat.

4.3. Árboles ecológicos



Model A2 i B1: Cultiu al qual s'afegeixen llenyoses en fileres i llenyoses a les quals s'afegeix un cultiu

DESCRIPCIÓ GENERAL DE LA FINCA

Localització i entorn

Finca situada al terme municipal de San Felices (Sòria), a la comarca Tierras Altas, zona de molt baixa densitat de població a la frontera amb Aragó. Dominen en el paisatge els alzinars en lloms suaus als peus del Moncayo, intercalats amb antics cultius agrícoles dispersos. La finca *Árboles ecológicos* té l'origen en la recuperació d'alguns d'aquests cultius agrícoles envoltats de matolls i alzinars a 4 km de la localitat més propera en línia recta, i l'accés es fa amb totterreny per pista de terra.



Descripció de la finca agrària

Context de la finca i objectius de la propietat: La finca agrària d'alzina tofonera i aromàtiques (lavandí) és part del projecte familiar *Árboles ecológicos* que, a més de recuperar antics terrenys agrícoles, compta amb una casa rural a la localitat de San Felices i ofereix visites guiades a la finca.

Estructura: Actualment s'hi compta una superfície cultivada de 12,3 ha, de les quals 8,83 ha són agroforestals de lavandí amb alzina tofonera en fileres, 3,08 ha són monocultiu d'alzina micorrizada i 0,40 ha de monocultiu de lavandí.

Instal·lacions, maquinària i personal: Hi ha maquinària agrícola suficient i adaptada per gestionar la finca, i a més una destil·leria a peu de camps per a l'extracció d'oli essencial. La recol·lecció de la tòfona es fa amb gossos. El projecte es gestiona de manera familiar entre dues persones amb un treballador i alguns contractes temporals.

Fisiografia i clima: Altitud: 1.068 m. Clima mediterrani temperat (TMA: 10,7 °C; TMmc: 20,1 °C; TMmf: 3,0 °C; PMA: 540 mm; PMV: 113 mm).

Sòl de la parcel·la silvoarable: Leptosol mòl·lic i cambisol calcàric; pH 8,2; textura franca: 13% argila / 36% llim / 51% sorra: Terreny altament pedregós; profunditat >1,5 m.

Condicions tècniques i administratives: Xarxa Natura2000, LIC Cigudosa-San Felices (ES4170055).

Motivacions: La motivació de la posada en marxa del projecte *Árboles ecológicos* a San Felices és un canvi de vida urbana per una vida rural a la localitat d'origen. Pel que fa al sistema agroforestal, es va afegir el lavandí entre fileres d'alzina per augmentar la producció i la rendibilitat de la parcel·la alhora que es millorava la biodiversitat i el paisatge.

Descripció del sistema: 8,83 ha són agroforestals de lavandí amb alzina tofonera en fileres.

Any de plantació del component llenyós: 2009.

Productes objectiu: Aromàtiques en sec, oli essencial de lavandí i elaboració de productes relacionats; tòfona.

DISSENY DEL SISTEMA SILVOARABLE

Component llenyós: Alzina micorrizada (*Quercus ilex*) amb tòfona negra (*Tuber melanosporum*).

Component agrícola: Lavandí (*Lavandula hybrida*): Hibridació entre la lavanda comuna i la lavanda silvestre (espígol). Planta similar als seus precedents, però amb més concentració d'extractes essencials que es fa servir per a la preparació de substàncies aromàtiques i usos medicinals.

Disposició dels components: 2 files de lavandí entre fileres d'alzina en marc 7 x 7 m (1.800 arbres). Les fileres d'alzina segueixen les corbes de nivell.

Preparació del sòl i tècniques de plantació: Aclotament puntual, plantació manual amb protectors de malla mixta d'1,5 m en les alzines. Subsolador i cultivador entre files.



MANTENIMENT I PRODUCCIÓ

Poda: Podes de formació anuals a final de l'hivern.

Control de plagues i adventícies: Fins ara no s'han fet tractaments.

Reg: Reg per microaspersió per a una producció de tòfona més elevada (100-200 l/m²).

D'altres: Estassada entre fileres i adobament.

Producció: 10-30 kg/ha d'oli essencial i entre 10-40 kg/ha de tòfona a l'any.

Alzina plantada el 2009 amb lavandí, març del 2021



Alzina plantada el 2012 amb lavandí, juliol del 2025



VALORACIÓ DEL SISTEMA SILVOARABLE

Beneficis obtinguts	Socioeconòmics: Obtenció d'ingressos per oli essencial fins a la producció de tòfones de l'alzina. Amb el lavandí s'intensifica l'aroma de la tòfona. Ambientals: Els arbres permeten millorar el microclima en què es desenvolupa el lavandí, gràcies a la reducció de l'efecte directe de la insolació i també de la transpiració induïda pel vent. A més, les fileres d'arbres serveixen de refugi a una fauna auxiliar edàfica i aèria (s'observa un espectacular augment de les abelles i els sírfids a les parcel·les amb lavandí). Amb el sistema s'ajuda a estabilitzar i a consolidar la matèria orgànica del sòl, a més de filtrar els lixivats agrícoles (l'orientació segueix les corbes de nivell).
Condicionants i limitacions	Treballs de manteniment: S'intensifiquen les tasques d'estassada mentre creix el "cremat" de les tòfones. Plantació i cultiu: Problemes perquè el terreny és especialment pedregós i cal picar la pedra abans de plantar-hi.
Valoració global	Estan convençuts dels beneficis del sistema agroforestal, en el seu cas per la diversificació de la producció que permet ingressos abans de la producció de tòfona. D'altra banda, al mateix temps que s'incrementa sensiblement la biodiversitat i la quantitat d'abelles i sírfids, el lavandí evita la incursió d'altres animals interessats en la tòfona. S'observa un increment de la capacitat de retenció d'aigua del sòl del 10 al 15%.

4.4. Camp de l'Ermengol



Model A2: Cultiu al qual s'afegeixen llenyoses en fileres

DESCRIPCIÓ GENERAL DE LA FINCA

Localització i entorn

Finca localitzada al municipi de Sagàs (Barcelona), a la comarca del Berguedà. El paisatge es compon de camps de cultiu, principalment de cereal d'hivern, intercalats amb zones forestals, sobretot en forma de taques d'alzina (*Quercus ilex*), roure de fulla petita (*Quercus faginea*), roure martinenc (*Quercus pubescens*) i matollar.



Descripció de la finca agrària

Context de la finca i objectius de la propietat: Finca de tradició familiar composta per terrenys de cultiu i bosc. A les darreres dècades es va decidir fer un canvi des del monocultiu de cereal amb maneig convencional cap a un model productiu que busca millorar la sostenibilitat econòmica, ambiental i social, a través de la diversificació i l'increment del valor afegit de la producció agrària.

Estructura de la finca: La finca es compon de 58 ha agrícoles: 50 ha són de cereal de secà i farratge i 8 ha d'aromàtiques en secà amb reg de suport, de les quals 2 ha inclouen un sistema silvoarable. La resta de la finca inclou 3 ha de pastura i 180 ha de bosc, amb aprofitament de llenyes i fusta.

Instal·lacions, maquinària i personal: La finca compta amb maquinària agrícola bàsica d'amplada estàndard i dotació de reg. Els treballs de conreu, sembra, sega i collita els fa el propietari.

Fisiografia i clima: Altitud: 690 m. Clima mediterrani continental (TMA: 11,5 °C; TMmc: 21,1 °C; TMmf: 3,6 °C; PMA: 780 mm; PMV: 215 mm).

Sòl de la parcel·la silvoarable: regosol calcàric lèptic sobre gres i lutita; pH 8,1; textura franca, poc pedregós.

Condicions tècniques i administratives: Zona vulnerable a nitrats.

DESCRIPCIÓ GENERAL DEL SISTEMA AGROFORESTAL SILVOARABLE

[Fitxa tècnica completa](#)

Motivacions: en el marc del procés de diversificació de la finca, l'any 2011 es va implantar un sistema silvoarable que inclou nous cultius d'aromàtiques i arbres per a la producció de fusta de qualitat. S'espera que els arbres, a més de ser una inversió a llarg termini, permetin millorar el microclima on vegeten les aromàtiques, filtrar els lixiviats, incrementar la fauna auxiliar i augmentar el carboni del sòl.

Descripció del sistema: 2 ha de cultiu d'aromàtiques (sàlvia entre els anys 2011-2017 i tarongina en 2018-2024), amb fileres intercalades de noguera híbrida per a la producció de fusta de qualitat. El 2025 s'ha fet una transformació del sistema amb una notable reducció de la densitat arbòria per mantenir la taxa de creixement i augmentar la insolació per al component agrícola, que ha passat a ser cultius anuals.

Any de plantació del component llenyós: 2011.

Productes objectiu: Plantes aromàtiques i medicinals, fusta de qualitat, oleaginoses, cereal.

DISSENY DEL SISTEMA SILVOARABLE



Component llenyós: Noguera híbrida (*Juglans x intermedia*) progènie Mj-209xRa, escollida per la seva brostada tardana, alt vigor i bona conformació i per la seva tolerància a sòls de pH elevat.

Component agrícola: plantes aromàtiques i medicinals: sàlvia (*Salvia officinalis*) del 2011 al 2017 i, una vegada esgotat el seu cicle, substituïda per tarongina (*Melissa officinalis*) del 2018 al 2024. El 2025 s'han substituït les aromàtiques per un cultiu anual (gira-sol al 2025, blat al 2026).

Disposició dels components: Inicialment, sistema dissenyat com a combinació temporal, amb nogueres en marc de plantació de 7 x 6 m, amb 58 arbres combinats amb les plantes aromàtiques i 14 sense combinar. Les aromàtiques es disposen en fileres quàdruples, amb un marc de 30 x 140 cm. El 2025, a causa de la tangència de capçades, s'ha fet una aclarida per passar a un espaïament definitiu de 12 x 14 m, mantenint 12 arbres combinats amb cultiu i 13 sense combinar.

Preparació del sòl i tècniques de plantació: Subsolat lineal (50 cm de profunditat) i aclotament manual (30 x 30 x 30 cm). Cobertes del sòl individuals de polietilè negre (100 x 100 cm) i protectors de malla de 60 cm per evitar danys per conill.

MANTENIMENT I PRODUCCIÓ

Poda: Podes anuals de la noguera per facilitar la bona conformació del tronc.

Control de plagues i adventícies: Component arbrat; coberta del sòl de polietilè de 100 x 100 cm, amb estassades manuals de suport, cada 1-2 anys. Component agrícola: 1-2 desherbats mecànics anuals.

Reg i fertilització: Sense reg ni fertilització per a la sàlvia; reg per degoteig en el cas de la melissa: quinzenal al març, 1-2 regs setmanals a l'abril, maig i setembre i 2-3 regs setmanals al juny, juliol i agost, amb una dosi mitjana de 10 l/m². El fertilitzant s'aplica diluït en aigua de reg tres cops l'any: al març, després del primer tall (maig) i després del segon (juliol), amb 250 kg/ha de NPK 7-4-10.

Producció mitjana anual: Sàlvia: 1-2 talls/any, produint 500-550 kg/ha (fulla seca); 1.400-1.700 kg/ha (planta seca); tarongina: 1-3 talls/any; 1.300-3.700 kg/ha (fulla seca); 1.800-5.400 kg/ha (planta seca); gira-sol: 1.700 kg/ha. Nogueres: Creixement en diàmetre 1,5 cm/any, 62 cm/any en alçada.

Nogueres amb aromàtiques, 7 x 6 m, juliol del 2021



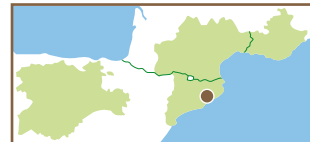
Nogueres aclarides (14 x 12 m) i carrers sembrats de blat al març de 2026



VALORACIÓ DEL SISTEMA SILVOARABLE

Beneficis obtinguts	Socioeconòmics: Reducció de costos de manteniment. Els ingressos del component agrícola ajuden a compensar la fase de plantació i l'establiment dels arbres. Ambientals: el sòl presenta (2024) un 1,7 % de carboni orgànic en el sistema silvoarable, davant l'1,1 % de la zona cultivada sense presència d'arbres.
Condicionants i limitacions	Reg: Adaptació del sistema de reg a la presència d'arbres, optant-se per degotadors en comptes d'aspersors. Adventícies: Les adventícies necessiten una estassada manual dins la filera d'arbres per evitar la dispersió de llavors. Mecanització: Adequació de les sembradores i recol·lectores a l'amplada de carrer; poda més intensa de les branques perpendiculars a la filera d'arbres. Impacte dels arbres sobre la producció d'aromàtiques: sense efecte sobre la sàlvia (anys 1-7). Efecte molt negatiu en la melissa (anys 8-15) causat per la major grandària dels arbres i la sensibilitat de la melissa a l'ombreig.
Valoració global	La propietat valora positivament el sistema, tot i que considera que hauria estat millor augmentar des de l'inici l'espai entre fileres d'arbres per facilitar-ne la mecanització i evitar massa ombreig. La gestió s'adapta amb flexibilitat als efectes dels arbres mitjançant canvis de cultiu, podes més intenses sobre la zona cultivada i aclarides d'alta intensitat.

4.5. Can Buscastell



Model A2: Cultiu al qual s'afegeixen llenyoses en fileres

DESCRIPCIÓ GENERAL DE LA FINCA

Localització i entorn

Localització i entorn: Finca localitzada al municipi de Maçanet de la Selva (Girona), a la comarca de la Selva. El paisatge està compost per una alternança de terrenys plans amb camps de cultiu i plantacions llenyoses, principalment, de pollancre (*Populus x euroamericana*), i vessants amb bosc mediterrani.



Descripció de la finca agrària

Context de la finca: Finca provinent d'herència familiar que combina boscos d'alzina, roure, pi pinyer i surera, cultius agrícoles, prats i guarets.

Estructura de la finca: Es compon de 80 ha de bosc, 10 ha de prats i guarets, 48 ha de plantacions de pollancre i 12 ha de doble rotació de blat de moro i raigràs (7 de les quals són el sistema silvoarable).

Instal·lacions, maquinària i personal: El propietari disposa de maquinària bàsica i eines agrícoles també bàsiques, a més d'una recol·lectora, una sembradora i un canó mòbil per al reg. Els treballs agrícoles es contracten a un altre agricultor de la zona. A més, se subcontracten treballs esporàdics quan no es disposa de les eines o la maquinària necessària.

Fisiografia i clima: Altitud: 50 m. Clima mediterrani continental (TMA: 14,5 °C; TMmc: 23,5 °C; TMmf: 8,5 °C; PMA: 775 mm; PMV: 130 mm).

Sòl de la parcel·la: Leptosol èutric sobre granitoides.

Condicions tècniques i administratives: No hi ha cap condicionant tècnic quant a zones protegides ni és zona de protecció per a l'ús sostenible de productes fitosanitaris.

Motivacions: El sistema silvoarable busca la diversificació de la producció anual de cultius afegint producció de fusta a mitjà termini amb l'espècie de creixement més ràpid de la zona (pollancre). Els arbres, a més, tenen la funció de frenar el vent per reduir la transpiració i millorar el microclima en què creixen els cultius. En conjunt, es vol una parcel·la que sigui més rendible per unitat de superfície i es busca una millor adaptació al canvi climàtic.

Descripció del sistema: La parcel·la està formada per 7 ha de cultiu de doble rotació de cereals d'hivern, raigràs i blat de moro amb tres fileres de pollancre (*Populus x euroamericana*) clon MC. En total hi ha 133 arbres.

Any de plantació del component llenyós: 2021-22.

Productes objectiu: Cereals, farratges, fusta de qualitat per a la indústria de fullola.

DISSENY DEL SISTEMA SILVOARABLE



Component llenyós: Pollancre híbrid (*Populus x euroamericana*), clon MC. S'ha escollit aquesta varietat perquè és un material de provada solvència a la zona.

Component agrícola: Doble rotació anual, el 2022 blat de moro i blat, el 2023 blat de moro i raigràs i els anys 2024 i 2025 blat de moro i ordi.

Disposició dels components: Tres fileres en un marc de plantació de 60 x 4, 5 o 6 m (disseny experimental). La distància de 60 m ha estat escollida per adaptar-la a l'amplada del sistema de reg, que fa 30 m.

Preparació del sòl i tècniques de plantació: Aclotament profund.

MANTENIMENT I PRODUCCIÓ

Poda: Poda periòdica de formació i guiat del pollancre.

Control de plagues i adventícies: No es fa cap gestió sobre la vegetació d'adventícies dins la filera arbrada, però sí al cultiu. S'apliquen tractaments fitosanitaris per a les malalties de rovell groc i oïdi als cultius.

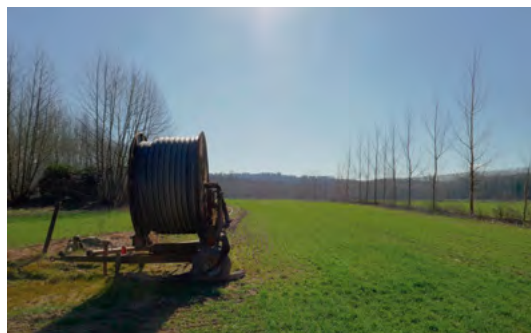
Reg: Sistema de reg amb canó mòbil (enrotllable) que permet regar una franja de 30 m d'amplada.

Producció: Creixement mitjà anual en diàmetre del pollancre: 4,1 cm; producció mitjana anual del cultiu: 40 t/ha blat de moro farratger; 6-7 t/ha blat; 5-6 t/ha ordi.

Pollancre amb cereal d'hivern, febrer del 2025



Canó mòbil per al reg, febrer del 2025



VALORACIÓ DEL SISTEMA SILVOARABLE

Beneficis obtinguts	Socioeconòmics: Els ingressos del component agrícola cobreixen la fase de plantació i l'establiment dels arbres. Ambientals: Encara no s'han estudiat.
Condicionants i limitacions	Reg: L'adaptació de la distància entre fileres al sistema de reg permet regar el component agrícola sense interferències amb els arbres. Poda: Cal endarrerir l'època ideal de poda dels arbres fins que s'hagi fet la collita del cultiu, la qual cosa suposa un retard d'unes setmanes. Fauna: S'ha observat una incidència més alta d'atacs de porc senglar en aquests pollancre que en els plantats en pollancredes properes.
Valoració global	Encara no s'observen interaccions entre els arbres i el cultiu, probablement perquè els arbres són molt joves. Hauria calgut plantejar un sistema de protecció de les fileres arbrades per minimitzar o evitar els danys de la fauna cinegètica.

4.6. Can Pallot



Model A2: Cultiu al qual s'afegeixen llenyoses en fileres

DESCRIPCIÓ GENERAL DE LA FINCA

Localització i entorn

Localització i entorn: Finca localitzada al municipi de Puig-Reig (Barcelona), a la comarca del Berguedà. El paisatge està dominat per la vall de la Riera de Merlès, amb una alternança de camps de conreu a les zones més planes i boscos mediterranis dominats per pinassa (*Pinus nigra*), pi roig (*P. sylvestris*) i roure martinenc (*Quercus humilis*).



Descripció de la finca agrària

Context de la finca i objectius de la propietat: La finca agrícola és de propietat privada i herència familiar. El sistema silvoarable es va implantar en el marc del projecte LIFE Futur Agrari com a sistema experimental-demostratiu, amb l'objectiu d'explorar models de plantació productius per filtrar lixiviats i reduir l'impacte dels nitrats d'origen agrari en els cursos d'aigua propers.

Estructura de la finca: La finca inclou camps agrícoles (aproximadament 300 ha) de petites dimensions (1-4 ha) destinats principalment a cereals d'hivern i espècies farratgeres, amb un sistema silvoarable d'1,5 ha.

Instal·lacions, maquinària i personal: La gestió agrícola s'ha contractat a una empresa que disposa de la maquinària i les eines necessàries per a la preparació del terreny (arada xissel / cultivadora, grada de discos, corró llis, sembradora), l'aplicació de fertilitzants orgànics (cuba cisterna amb injecció) i minerals (adobadora centrífuga), l'aplicació de tractaments fitosanitaris (polvoritzador hidràulic); ensitjament del farratge, recollecció de cereal i extracció de pedres.

Fisiografia i clima: Altitud: 470 m. Clima mediterrani continental (TMA: 12,8 °C; TMmc: 28,7 °C; TMmf: 1,3 °C; PMA: 649 mm; PMV: 183 mm).

Sòl de la parcel·la: Leptosol èutric sobre gres i lutita; pH 7,8; textura franc sorrenca, poc pedregós; profunditat >1 m.

Condicions tècniques i administratives: La zona és vulnerable a nitrats.

Motivacions: S'instal·len fileres d'arbres seguint corba de nivell a una parcel·la d'1,5 ha de cereal d'hivern per diversificar i augmentar la producció, protegir el sòl i afavorir el filtrat de lixiviats. A més, es busca capturar carboni i crear un microclima que redueixi la pèrdua d'humitat per vent i insolació, millorant la rendibilitat i l'adaptació al canvi climàtic (sequera i esdeveniments extrems) i augmentant el valor patrimonial amb espècies de fusta de qualitat.

Descripció del sistema: Terreny destinat a cereal d'hivern (blat i ordi), on s'afegeixen 3 fileres (30 arbres a cadascuna) de frondoses productores de fusta d'alt valor: noguera híbrida (*Juglans x intermedia*) Mj-209xRa i freixe de fulla gran (*Fraxinus excelsior*).

Any de plantació del component llenyós: Març del 2014.

Productes objectiu: Cereal d'hivern i fusta de qualitat.

DISSENY DEL SISTEMA SILVOARABLE



Component llenyós: Noguera híbrida (*Juglans x intermedia*) progènie Mj209xRa, escollida per la seva brostada tardana, alt vigor i bona conformació, i per la seva tolerància a sòls de pH elevat; freixe de fulla gran (*Fraxinus excelsior*) de procedència 09 Prepirineu, escollit per la seva bona adaptació a la zona.

Component agrícola: Cereals d'hivern: ordi des del 2014 fins al 2021 i blat des del 2022 fins al 2025.

Disposició dels components: 3 fileres de 100 m (30 arbres per filera), a cota constant, amb un marc de plantació de 18 x 4 m o 18 x 2,5 m. S'ha escollit una distància entre fileres de 18 m sobre la base de l'amplada de la maquinària emprada, buscant evitar passades addicionals.

Preparació del sòl i tècniques de plantació: Aclotament mecanitzat (40 x 40 x 40 cm), cobertes del sòl de polietilè negre 100 x 100 cm a cada arbre i protectors de malla mixta de 150 cm d'alçada en freixes.

MANTENIMENT I PRODUCCIÓ

Poda: Podes anuals de guiatge i formació de noguera i freixe, per facilitar la bona conformació del tronc.

Control de plagues i adventícies: A les fileres arbrades es respecta la vegetació adventícia.

Producció: Ordi gra 1.988 kg/ha amb una disminució del 7% a la zona més propera als arbres (< 2,5 m) i sense efecte a 4,5 o més metres; blat gra 2.823 kg/ha amb una disminució del 6% a la zona més propera als arbres (< 2,5 m) i sense efecte a 4,5 o més metres. Les nogueres i freixes tenen un creixement mitjà anual de 0,7 i 0,5 cm en diàmetre, respectivament, i de 34 i 45 cm en alçada, respectivament.

Nogueres i freixes amb ordi, juliol del 2021



Nogueres i freixes amb blat, març del 2025



VALORACIÓ DEL SISTEMA SILVOARABLE

Beneficis obtinguts

Socioeconòmics: Fins ara la presència d'arbres no altera significativament la gestió ni la productivitat del cereal, llevat de la zona de seguiment més propera a les fileres.

Ambientals: Augment del carboni edàfic en comparació amb el monocultiu agrícola: +37% de l'estoc a la línia d'arbres (2024) i +20% i +13% al cultiu agroforestal a 2,5 i 4,5 m de les fileres, respectivament (2021).

Condicionants i limitacions

Adventícies: No s'hi observa dispersió de llavors d'adventícies des de les fileres cap als carrers.

Mecanització: La distància entre fileres (18 m) s'ha adaptat al pas de la maquinària sense afectar el rendiment del treball.

Valoració global

Tot i que el sistema encara és jove (es troba en un 20% de la rotació dels arbres), el gestor el valora positivament i no proposaria canvis en el disseny si hagués de fer-ho altra vegada. S'ha començat a detectar una reducció incipient del rendiment en gra al nord de les fileres, a distàncies equivalents o inferiors a l'alçada dels arbres, probablement a causa de l'ombra, amb un efecte lleugerament més marcat al nord que al sud de les fileres.

4.7. Domaine de Mazy



Model A2: Cultiu al qual s'afegeixen llenyoses en fileres

DESCRIPCIÓ GENERAL DE LA FINCA

Localització i entorn

Finca situada a Laure Minervois (Aude), a prop de la ciutat de Carcassona. El paisatge està compost per vinyes i cereals entre turons de bosc mediterrani.



Descripció de la finca agrària

Context de la finca i objectius de la propietat: És una de les primeres finques agràries de la zona que ha desenvolupat els principis de l'agroecologia. Va ser el primer projecte agroforestal de la província diferent de tot concepte tradicional, sense subvencions i de manera autodidacta. El model es basa en la diversificació dels cultius i la producció ecològica. La comercialització es fa per venda directa. Es desenvolupa, a més, una activitat de formació i s'ofereixen visites a la finca.

Estructura de la finca: Formada per una part vitícola, fruiters i cereal, també compta amb bestiar oví per a la venda de bous. La finca té 165 ha de superfície cultivada (6 ha vinya pura, 6 ha d'ametller pur, 1,5 ha de figuera, 66 ha de cereals/praderia, 50 ha de pastura per a bestiar oví de carn, 35 ha en sistema agroforestal ametller/vinya i fruiters/cereals) i 50 ha de bosc mediterrani.

Instal·lacions, maquinària i personal: Maquinària agrícola bàsica d'amplada estàndard per a secà. Els treballs de conreu, sembra, sega i collita es fan amb maquinària i personal propi i familiar: tres persones a temps complet.

Fisiografia i clima: Altitud: 26 m. Clima mediterrani continental (TMA: 13,8 °C; TMmc: 24,5 °C; TMmf: 5,8 °C; PMA: 650 mm; PMV: 65 mm).

Sòl de la parcel·la silvoarable: Fluvisol/ fersialsol. Al·luvions argilosorrencs de grava i còdols, fangs de les terrasses holocèniques; textura franc arenosa amb pH 7.9.

Profunditat del sòl: 1 a 2 m.

Condicions tècniques i administratives: Sense restriccions particulars.

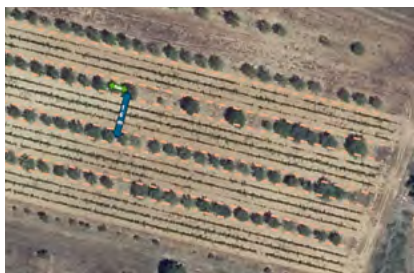
Motivacions: Es proposa l'autonomia de recursos treballant a favor de la natura, buscant la bellesa estètica i la millora de la fertilitat del sòl, fent les coses de manera simple i amb el mínim possible d'insums. S'han dut a terme diferents assajos tant sobre els arbres com sobre els cultius, per exemple introduint-hi lleguminoses. La llavor de blat (farina i farratge) és pròpia, i s'ha creat un viver per produir figueres i ametllers, com també lleguminoses i altres espècies d'interès. S'utilitzen les estelles dels arbres per millorar la fertilitat del sòl. Un altre aspecte fonamental per a la propietat és la cura de l'entorn i el paisatge.

Descripció del sistema: 20 ha de fruiters i espècies forestals combinades amb una rotació de cereals, lleguminoses i altres fixadores de nitrogen. A banda, hi ha 15 ha de vinya amb ametllers.

Any de plantació del component llenyós: Des del 1991 fins a l'actualitat, amb una plantació de bosc-jardí d'1,7 ha.

Productes objectiu: Vi i suc, cereal, lleguminoses, ametlles, figues, albercoc, préssec, raïm, fusta de qualitat.

DISSENY DEL SISTEMA SILVOARABLE



Component llenyós: Es van plantar fruiters de diferents espècies, arbres per a fusta i altres fixadors de nitrogen amb espècies dels gèneres *Albizia*, *Gleditsia* o *Robinia*. Fruiters: Ametller (selecció pròpia a partir d'ametllers silvestres), figuera, préssec. Fusters: Paulònia, noguera.

Component agrícola: Cereals (varietats antigues), fruits (ametlla, figa, fruits diversos), vinya (denominació controlada Minervois).

Disposició dels components: Fileres d'arbres cada 16 m per no dificultar el pas de la maquinària i permetre un cultiu intercalar fins al moment d'aprofitament. A la vinya, s'intercala una filera arbrada cada 3 fileres (de 5 fileres el 1998 van passar a 3 el 2018). A la filera, els arbres es planten cada 5-6 m, sovint amb arbustos fixadors de nitrogen entre dos arbres consecutius. Al cap de trenta-cinc anys, el paisatge agroforestal està molt diversificat.

Preparació del sòl i tècniques de plantació: Aclotament manual individual per a cada arbre. Sense protecció.

MANTENIMENT I PRODUCCIÓ

Poda: Adaptada a les espècies, fruiters o forestals. Poda de formació per a fusta de qualitat en espècies forestals (paulònia o noguera); poda per a producció d'estelles en espècies forestals i fruiters; poda per optimitzar la producció de fruits als fruiters.

Control de plagues i adventícies: No s'hi aplica cap tractament especial.

Reg: Només el primer any (20 litres per arbre).

Producció: Blat i altres cereals: 1,5-2,5 t/ha; lleguminoses: 1,5-2 t/ha; ametllers: 0,8 t/ha; figuera: 1 t/ha; albercoc i préssec: 1 t/ha; vi: 37,5 hl/ha; paulònia (collita als quinze anys, 1,5 m³ de fusta noble/arbre).

Arbres amb poda lleugera per obtenir una capçada més ampla. El nombre de fileres de vinya per cada filera d'arbres s'ha adaptat al desenvolupament dels arbres



Esmotxat d'ametller per a producció d'estelles i regeneració de la producció de fruits



VALORACIÓ DEL SISTEMA SILVOARABLE

Beneficis obtinguts	Socioeconòmics: Creació d'un capital arbrat, fuster i fruiter. Creació d'un paisatge adaptat al projecte personal del promotor, però també de venda directa i visites a la finca. Ambientals: Millora de la fertilitat del sòl, augment de presència i diversitat d'avifauna i biodiversitat local, protecció de l'aigua i lluita contra l'erosió del sòl en una parcel·la en pendent.
Condicionants i limitacions	Component llenyós: Plantació de moltes hectàrees d'arbres, la qual cosa suposa una inversió important en temps. Adventícies: No s'observa la dispersió de llavors d'adventícies des de les fileres cap als carrers. No valoren negativament el fet de tenir herbes dins els seus cultius si cobreixen el sòl. Mecanització: Adequació de les sembradores i recol·lectores contractades a l'amplada de carrer.
Valoració global	Valoració molt positiva de l'impacte del projecte en la perspectiva agroecològica i turística del pagès. S'han aconseguit varietats de cereal, ametller i figues adaptades al context.

4.8. Domaine d'Eriane



Model A1 i A2: Cultiu amb llenyoses afegides als marges i a les fileres

DESCRIPCIÓ GENERAL DE LA FINCA

Localització i entorn

Finca situada a Saint Mamert (Gard), a prop de la ciutat de Nîmes. La parcel·la, amb un clima mediterrani marítim, està ubicada en un paisatge de turons boscosos que inclou viticultura, cereals i praderies de secà.



Descripció de la finca agrària

Context de la finca i objectius de la propietat: Es tracta d'una finca de més de 300 anys d'història familiar, amb cinc generacions de viticultors. El 2007, la voluntat de ser independents va portar la família a implicar-se en una iniciativa ambiental a la finca. El 2014, després una formació amb Agroof, es va iniciar el cultiu agroecològic en part de les vinyes.

Estructura de la finca: Amb un total de 43 ha, 30 ha són de cereal i praderia i 13 ha són vinyes certificades en agricultura ecològica, de les quals 5 ha són agroforestals.

Instal·lacions, maquinària i personal: La finca compta amb maquinària agrícola bàsica d'amplada estàndard per a vinya i cereal. Els treballs de conreu, sembra, sega i collita es fan amb maquinària pròpia.

Fisiografia i clima: Altitud: 120-130 m. Clima mediterrani marítim (TMA: 14,9 °C; TMmc: 24,9 °C; TMmf: 6,2 °C; PMA: 735 mm; PMV: 89 mm).

Sòl de la parcel·la silvoarable: Vessants i pendents suaus de les conques d'Alès, d'Uzès i de Sommières (Gard) sobre margues, gresos de sílice i gres calcària amb aportacions col·luvials locals. És de color marró a groc-marronós, amb una textura argilosa-llimosa i pedregós de manera desigual, pH 8,0; profunditat d'1,5 a 4 m.

Condicions tècniques i administratives: Finca en zona de protecció de la fauna avícola (ZNIEFF 2).

Motivacions: La motivació principal va ser posar fi al monocultiu per guanyar diversitat i reduir l'ús de fitosanitaris. Així, es va buscar crear corredors ecològics que afavorissin la presència d'espècies auxiliars —com ara rapinyaires, ratpenats i insectes beneficiosos— i d'aquesta manera prevenir i controlar malalties de forma natural. A més, entre les parcel·les es van plantar marges llenyosos amb fruiters, arbustos i arbres forestals amb l'objectiu de reforçar la connectivitat ecològica i la diversitat de l'entorn. Per a la família, l'entorn i el paisatge també són aspectes fonamentals.

Descripció del sistema: Plantació de diverses espècies com a tanques paravent entre parcel·les i dins de parcel·la i plantació d'alzines tofoneres i oliveres en fileres.

Any de plantació del component llenyós: En quatre fases des del 2014 fins al 2022.

Productes objectiu: Vi, olives, tòfones, fruita per a ús domèstic (pomes, peres), fusta de qualitat.

DISSENY DEL SISTEMA SILVOARABLE



Component llenyós: Oliveres i alzines tofoneres en fileres amb altres fruiters (albercoc, ametller, cirerer, préssec, pomera) i arbres forestals (*Sorbus torminalis*, *S. domestica*, *Alnus subcordata*, *Pyrus híbrid*, *Acer campestre*, *Morus alba*, *Fraxinus sp.*) i arbustos fixadors de nitrogen (*Laburnum anagyroides*, *Colutea arborescens*, *Coronilla glauca*).

Component agrícola: Vinya.

Disposició dels components: Una filera d'arbres cada 13 fileres de vinya (33,5 m entre fileres llenyoses). Dins de cada filera, hi ha una successió d'arbres cada 5 m, amb arbustos lleguminosos intercalats cada 1 m. Els arbres, fruiters o forestals, es distribueixen irregularment pel terreny, en funció del sòl i el potencial agronòmic.

Preparació del sòl i tècniques de plantació: Subsolat creuat seguint la quadrícula de plantació i aclotament amb retroexcavadora. Protecció tipus Climatic de 0,6 m per a arbustos i 1,2 m per als arbres.

MANTENIMENT I PRODUCCIÓ

Poda: Podes de formació dels arbres fusters per obtenir troncs de qualitat fins a 4 m d'alçada. Els arbustos es comencen a podar als tres anys perquè treguin el màxim de rebrots.

Control de plagues i adventícies: La finca, en ecològic, no té tractaments assignats des que es va fer la plantació. A les fileres arbrades es permet la vegetació adventícia.

Reg: Només els dos primers anys (20 l/arbre).

Producció: Vi negre, blanc i rosat. Rendiment: 45 hl/ha. La producció de fruita no és comercial.

Vista de la plantació a l'hivern 2022



Filera de fruiters i arbustos el 2023



VALORACIÓ DEL SISTEMA SILVOARABLE

Beneficis obtinguts	Socioeconòmics: Creació d'un capital de fusta de qualitat i una producció de fruits, olives i tòfones. Ambientals: Augment de la presència i la varietat de la biodiversitat útil a l'agricultor per lluitar contra el cuc del gra i insectes xucladors com el cicadèlid <i>Scaphoideus titanus</i>, vector de la flavescència daurada. Protecció microclimàtica enfront de la sequera que afecta la qualitat del vi limitant els pics de temperatura a la primavera i l'estiu.
Condicionants i limitacions	Reg: L'adaptació de la distància entre fileres al sistema de reg permet regar el component agrícola sense interferències amb els arbres. Poda: Cal endarrerir l'època ideal de poda dels arbres (principis d'estiu) fins que s'hagi fet la collita, la qual cosa comporta un retard d'unes setmanes. Adventícies: No s'hi observen problemes d'adventícies des de les fileres cap als carrers. Disseny: La dificultat més gran ha estat l'heterogeneïtat del sòl en profunditat i humitat, cosa que va dificultar l'elecció de les espècies d'arbustos i arbres.
Valoració global	Al sistema agroforestal s'ha mantingut prou llum per a la vinya i, en els primers deu anys no s'han observat reduccions de producció. El valor paisatgístic va permetre diferenciar i vendre millor el vi, i el bon resultat del control biològic va motivar ampliar el sistema a parcel·les veïnes per generar impacte a tota la vall. Encara que el principal límit ha estat extern (descens del consum de vi), la diversificació ha resultat beneficiosa amb la incorporació de noves produccions —olives, tòfones i altres fruits, a més de fusta de qualitat (a llarg termini).

4.9. Domaine de Roumassouze



Model A2 i B1: Cultiu al qual s'afegeixen llenyoses en fileres i llenyoses a les quals s'afegeix un cultiu

DESCRIPCIÓ GENERAL DE LA FINCA

Localització i entorn

Finca situada a Vézénobres (Gard), a prop de la ciutat de Nîmes i exposada a un clima mediterrani en una vall llarga, drenada pel riu Gardon. El paisatge inclou viticultura, cereals i plantacions de fruiters o pollancre. Un petit rierol voreja la parcel·la al cantó est.



Descripció de la finca agrària

Context de la finca i objectius de la propietat: La finca pertany actualment a Agroof i té un caràcter experimental i productiu centrat en la fusta de qualitat, cereal i hortalisses. Ha tingut diversos propietaris: entre el 1996 i el 2010, l'INRAE va fer un assaig en col·laboració amb l'agricultor per comparar un sistema agroforestal amb pollancre amb dues parcel·les testimoni: una forestal i una altra de cultiu. El 2010, un nou agricultor va adquirir la parcel·la per desenvolupar una producció ecològica. Després de la seva jubilació el 2024, va vendre el conjunt a la fundació *Terres de Liens*, que va signar un contracte d'arrendament per quaranta anys amb Agroof, que havia adquirit les instal·lacions agrícoles, la maquinària i els arbres plantats el 1996.

Estructura de la finca: Dues parcel·les, una petita als afores del poble amb les granges i zona d'eines i una altra d'11 ha per a la producció arbrada, a la zona inundable del riu. La parcel·la compta amb una superfície cultivada de 3 ha d'hortalisses, 8 ha de cereals i praderia en experimentació (fenc).

Instal·lacions, maquinària i personal: Granja, zona d'eines i petit viver. Maquinària agrícola bàsica d'amplada estàndard i dotació de reg per degoteig per a la producció d'hortalisses. Els treballs de conreu, sembra, sega i collita es duen a terme amb mitjans propis.

Fisiografia i clima: Altitud: 104 m. Clima mediterrani marítim (TMA: 13,5 °C; TMmc: 23,5 °C; TMmf: 4,7 °C; PMA: 949 mm; PMV: 123 mm).

Sòl de la parcel·la silvoarable: Al·luvions recents de la plana d'inundació dels rius al delta del Roine, al·luvions fins barrejats amb sediments palustres (fàcies mixtes - pleistocè superior-holocè). Al·luvions llimosos i sorrencs, pH 7,2; profunditat >4m.

Condicions tècniques i administratives: La parcel·la cultivada està ubicada al costat del riu Gardon, objecte d'una política de protecció de la qualitat de l'aigua en resposta a les fonts de contaminació agrícola.

Motivacions: La finca ha passat per diversos propietaris amb motivacions semblants al voltant del cultiu agroecològic. La primera va ser una iniciativa de plantació forestal amb pollancre, nogueres i altres espècies forestals en substitució del cultiu agrícola, amb l'objectiu d'espaiar les visites de manteniment de la parcel·la, ja que es va haver de traslladar a més de 300 km. Amb el suport de l'INRAE de Montpellier es va modificar la part de la plantació de pollancre per crear un assaig agroforestal de 4 ha i es van instal·lar alguns cultius. L'últim agricultor que va comprar la finca el 2010 va portar la finca a cultiu ecològic, per aprofitar un sistema ja implementat on desenvolupa la seva activitat amb una lògica agroforestal d'acord amb els principis de respecte ambiental. El 2014, per jubilació, l'agricultor va vendre la finca a Agroof amb la participació de la fundació *Terres de liens*. La motivació d'Agroof és aprofitar un ambient agroforestal adult combinant producció i experimentació en una finca on ja es poden tallar els arbres.

Descripció del sistema: La parcel·la es divideix en quatre subparcel·les: a) pollancre plantats als anys 1996-97 i collits en 2010-11; es van conservar les soques i es va fer una segona producció havent seleccionat els millors rebrots de cada soca; té una part en condicions forestals (7 x 7 m) i una part agroforestal (6 x 16 m); b) nogueres híbrides en 10 x 10 m i 20 x 10 m, on es fan experiments amb hortalisses intercalades; c) diverses espècies de llenyoses, intercalades inicialment amb cereals i patates que al cap de deu anys de la plantació van passar a ser praderia; d) nova modalitat plantada el 2015 amb fruiters en 16 x 5 m en dues fileres, en substitució de part dels pollancre.

Any de plantació del component llenyós: 1996-97 (pollancre, nogueres i altres forestals); 2015 (fruiters).

Productes objectiu: Cereals, hortalisses, aromàtiques, fusta de qualitat.

DISSENY DEL SISTEMA SILVOARABLE AMB POLLANCRE

Component llenyós: Pollancre.

Component agrícola: Cereals, colza, praderia.

Disposició dels components: Parcel·la amb pollancre (7 x 7 m plantació forestal i 16 x 6 m agroforestal amb cereal i colza; una part va passar a 32 x 6 m després d'una aclarida).

Preparació del sòl i tècniques de plantació: Subsòl creuat seguint la quadrícula de plantació, aclotament amb retroexcavadora. Sense protecció.

MANTENIMENT I PRODUCCIÓ

Poda: Podes de formació per obtenir fusta de qualitat fins als 6 m. Es van fer assajos de poda fins als 10 m, una alçada que va permetre reduir l'ombreig del cereal i va permetre augmentar el rendiment un 20% en comparació amb la poda a 6 m.

Control de plagues i adventícies: Tractaments fins al 2010, quan es va passar a cultiu ecològic. A les fileres arbrades es permet la vegetació adventícia.

Reg: En secà durant tot el primer cicle de cultiu. La rotació de cultius és blat/colza/praderia.

Producció: Blat dur, 4,5 t/ha; colza, 3 t/ha; praderia, 6 t/ha. Es va cultivar els vuit primers anys de vida dels arbres, i després es va convertir en praderia. El 2010 es va tallar la meitat dels pollancrelles eliminant una línia de cada dos, i així es va obtenir un carrer cultivat de 32 m en lloc de 16 m. Aquesta amplada, equivalent a l'alçada final dels pollancrelles, permet tornar a sembrar i collir blat (2 t/ha en ecològic)

Plantació agroforestal amb pollancrelles, cicle 1 (1996-2010): Vista de la plantació el 1996 i última collita de colza el 2007



Collita i nova producció, cicle 2 (2011-2026)



VALORACIÓ DEL SISTEMA SILVOARABLE

Beneficis obtinguts	Socioeconòmics: Creació d'un capital de fusta de qualitat amb més creixement acumulat al sistema silvoarable (+36 %). A més, el sistema silvoarable facilita la tallada i el transport dels troncs, ja que es disposa de més espai de maniobra. Ambientals: Augment de presència i diversitat de l'avifauna local, protecció de l'aigua potable subterrània i millora biològica del sòl en comparació amb el sistema de monocultiu sense arbres.
Condicionants i limitacions	Adventícies: No s'observa dispersió de llavors adventícies des de les fileres cap als carrers. Quan es va acabar el cultiu hi va haver problemes amb lianes a les fileres d'arbres.
Valoració global	En dotze anys de cicle, la producció global mesurada expressada com a Relació de Superfície Equivalent ha estat de 1,36, és a dir, el sistema agroforestal ha produït un 36 % més en total que si s'haguessin fet les produccions per separat. Tot i això, l'amplada estreta (16 m) dels carrers i l'alçada dels pollancre al final del cicle (més de 30 m) va fer que no es pogués cultivar més de vuit anys amb prou rendiment, per la qual cosa es va instal·lar una praderia. El preu del pollancre (30 €/m³) no ha estat suficient per tenir un marge econòmic més elevat durant el cicle. Segons l'estudi realitzat durant el projecte AGFORWARD, amb més amplada i un preu de la fusta superior (45 €/m³) el pollancre hauria estat rendible. Per al segon cicle no hi va haver cost de plantació, únicament de poda, cosa que es tradueix en un rendiment econòmic més elevat. Cal subratllar que la compra d'una serradora mòbil ha permès arribar a tenir un preu millor per venda directa (fins a 300 €/m³).

4.10. Domaine de Perdiguier



Model A1: Cultiu amb llenyoses en fileres afegides

DESCRIPCIÓ GENERAL DE LA FINCA

Localització i entorn

Finca situada a Maraussan (Hérault), a prop de Béziers. El paisatge està dominat per viticultura i cereals. Exposada a un clima mediterrani, és drenada pels rius Orb, Lirou i altres petits cursos d'aigua.



Descripció de la finca agrària

Context de la finca i objectius de la propietat: Finca agrària de tradició familiar constituïda per un castell medieval de l'any 1280 amb les seves terres al voltant. La família propietària posseeix el conjunt des de fa tres generacions. La finca està formada per una part vitícola i una altra de cereals. Inicialment, el pagès estava implicat en la producció de llavors seleccionades de cereals. Es va decidir reorientar-se cap a un model productiu que busca millorar la sostenibilitat econòmica i ambiental basat en la diversificació amb aromàtiques i alzines tofoneres, amb certificació ecològica. La comercialització de vi es fa per venda directa a particulars o grups de consum i la producció de cereals o aromàtiques en cooperatives o empreses privades.

Estructura de la finca: La finca té 800 ha de superfície cultivada (50 ha en propietat): 25 ha de vinya i 4 ha amb alzines tofoneres, 200 ha de blat de moro llavor en regadiu (20 ha amb nogueres forestals), 50 ha de colza llavor en regadiu, la resta de cereal (aproximadament 350 ha).

Instal·lacions, maquinària i personal: La finca compta amb maquinària agrícola bàsica d'amplada estàndard, dotació de reg per aspersió o canó d'aigua. Els treballs de conreu, sembra, sega i collita es duen a terme amb mitjans propis amb treballadors agrícoles qualificats.

Fisiografia i clima: Altitud: 26 m. Clima mediterrani continental (TMA: 14,5 °C; TMmc: 23,5 °C; TMmf: 6,8 °C; PMA: 777 mm; PMV: 77 mm).

Sòl de la parcel·la silvoarable: fluvisol/ fersialsol; al·luvions argilosorrencs de grava i còdols, fangs de les terrasses holocèniques; textura franc arenosa amb pH 7,9; profunditat >2m.

Condicions tècniques i administratives: La finca està ubicada en una àrea de captació d'aigua subterrània que alimenta la ciutat de Béziers.

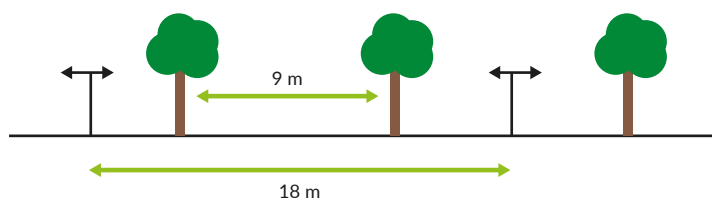
Motivacions: El pagès (pare de les actuals propietàries de l'explotació) es proposava un objectiu paisatgístic i ambiental, lligat a la producció de vi per a venda directa. Atès que la família també cria cavalls de competició, es planteja que, en el futur, les parcel·les agroforestals es puguin transformar en una praderia arbrada per millorar el benestar dels animals i assegurar una producció estable d'herba. Reconegut a la província com a productor de llavors, l'agricultor també se sentia atret pel repte agroecològic. No va contemplar l'agricultura ecològica al primer moment, però la idea va agafar força després de la plantació d'arbres. Havent assistit a una jornada de divulgació del projecte agroforestal experimental de l'INRAE a Restinclières, l'any 2008 va decidir impulsar un projecte d'agrosilvicultura de 20 ha.

Descripció del sistema: Tot i que el seu projecte inicial era diversificat, per raons de restriccions reglamentàries sobre l'elecció de les espècies finalment va plantar una parcel·la amb nogueres híbrides combinades amb cereal i, amb el creixement dels arbres, va substituir el cereal per aromàtiques. El 2023 va decidir plantar noves parcel·les en viticultura i combinar vinya amb alzines tofoneres (4 ha).

Any de plantació del component llenyós: 2005, noguera; 2023, alzines tofoneres.

Productes objectiu: Cereals, llavors (blat de moro, colza), aromàtiques, vinya, tòfona i fusta de qualitat.

DISSENY DEL SISTEMA SILVOARABLE AMB NOGUERES



Component llenyós: Noguera híbrida (*Juglans x intermedia*).

Component agrícola: Cereals (blat i blat de moro, rotació cada dos anys), aromàtiques (farigola, julivert...).

Disposició dels components: Màxim nombre d'arbres respectant les condicions de les subvencions. Distància entre arbres adaptada al reg (un aspersionador entre 2 arbres cada 18 m per tenir una àrea d'aspersió de 18 x 18 m). Amplada mínima adaptada a la maquinària agrícola disponible: 18 x 9 m (60 arbres). Component agrícola als carrers de 18 m d'amplada (banda cultivada: 16 m).

Preparació del sòl i tècniques de plantació: Subsolat creuat seguint la quadrícula de plantació, aclotament amb retroexcavadora. Tubs protectors de 160 cm.

MANTENIMENT I PRODUCCIÓ

Poda: De formació per aconseguir fusta de qualitat en nogueres.

Control de plagues i adventícies: tractaments els primers anys, des del 2020 en ecològic. A les fileres arbrades es permet la vegetació adventícia.

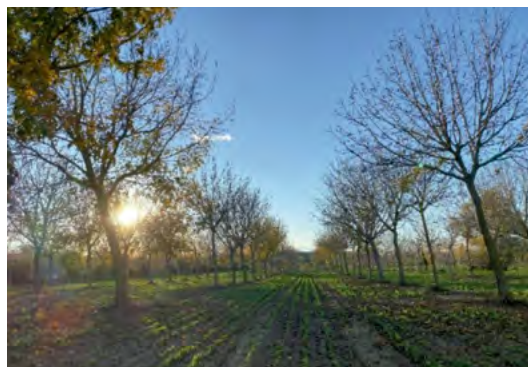
Reg: Instal·lació fixa d'aspersió.

Producció: Blat: 5 t/ha; blat de moro: 8 t/ha. Amb el creixement dels arbres es va passar al cultiu d'aromàtiques. Vi: 40 hl/ha. Encara no hi ha producció de tòfona.

Reg per aspersió un any després de la plantació (2006)



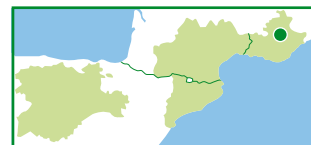
Nogueres amb blat el desembre 2024



VALORACIÓ DEL SISTEMA SILVOARABLE

Beneficis obtinguts	Socioeconòmics: Creació d'un capital de fusta de qualitat i d'un paisatge adaptat al projecte de venda directa i visites turístiques (el castell està inscrit al Patrimoni Nacional). Ambientals: Augment de presència i diversitat de l'avifauna local, protecció de l'aigua potable subterrània (captació al costat de la parcel·la, adjacent al riu).
Condicionants i limitacions	Reg: La distància de les fileres d'arbres no va presentar cap dificultat per al reg per aspersió dels cultius herbacis, excepte en el període en que les branques podien interceptar les aspersions, però amb una poda intensiva es va limitar el problema. Adventícies: No s'hi observa dispersió de llavors d'adventícies des de les fileres cap als carrers. Mecanització: Adequació de les sembradores i recol·lectores contractades a l'amplada de carrer.
Valoració global	Al cap de vint anys, l'agricultor durà a terme una primera aclarida als arbres, amb el dubte de si fer-la sistemàtica (fileres completes) o selectiva (adaptada al valor de cada arbre). Es considera la possibilitat de venda directa de la fusta. De moment el pagès està molt satisfet de l'impacte assolit pel projecte en la seva perspectiva agroecològica i turística.

4.11. Domaine de Valensole



Model A2 i B1: Cultiu al qual s'afegeixen llenyoses en fileres i llenyoses a les quals s'afegeix un cultiu

DESCRIPCIÓ GENERAL DE LA FINCA

Localització i entorn

Finca situada a Valensole, a prop de la ciutat d'Oraison. El paisatge està dominat per camps d'espígol, cereal i plantacions d'olivera i ametller. La finca s'ubica en una gran altiplà de clima mediterrani, drenada pels rius Durance (oest) i Asse (nord).



Descripció de la finca agrària

Context de la finca i objectius de la propietat: La propietat impulsa un projecte d'adaptació al canvi climàtic basat en pràctiques agroecològiques i solucions basades en la natura per regenerar el sòl i enfortir l'ecosistema agrari. Davant de la degradació dels sòls, les sequeres recurrents i la creixent pressió de malalties i plagues, i sobretot després de les anàlisis del sòl efectuades el 2017 que van detectar erosió, mala estructura i manca de matèria orgànica (vinculades al cultiu intensiu de lavanda i fruiters), es va decidir aplicar tècniques regeneratives com l'agrosilvicultura, marges llenyosos i cultius per recuperar la fertilitat, millorar la retenció d'aigua i afavorir la biodiversitat tot mantenint la producció ecològica de plantes aromàtiques.

Estructura de la finca: La finca té 121 ha cultivades: 33 ha de cereal, 4 ha de cereal per a llavor, 28 ha d'aromàtiques, 4 ha d'olivera i la resta de praderies.

Instal·lacions, maquinària i personal: La finca compta amb tres tractors amb eines de 3 m d'amplada: dues desbrossadores, una sembradora directa i una sembradora pneumàtica. A més, disposa d'un corró Cambridge i un polvoritzador de 21 m, a banda d'una recol·lectora de 5,5 m d'amplada, plantadora, distribuïdor d'adobs, i enrotlladors de 4 m. La finca disposa de la seva estació de bombament, amb dotació de reg per degoteig per a la producció d'aromàtiques i fruiters. Els cereals es cultiven en secà.

Fisiografia i clima: Altitud: 335 m. Clima mediterrani marítim amb influència muntanyosa (TMA: 12,3°C; TMmc: 22,5°C; TMmf: 3°C; PMA: 689 mm; PMV: 96 mm).

Sòl de la parcel·la silvoarable: Al·luvions de la plana d'inundació i terrasses baixes del delta del Roine, al·luvions fins barrejats amb sediments palustres. Sòl llimós i argilós sensible a l'erosió amb una humitat força estable gràcies al proper riu Asse, amb un pH 8,0; profunditat > 2 m.

Condicions tècniques i administratives: Propietat situada al Parc Natural Regional del Luberon-Natura2000.

Motivacions: Amb el projecte agroforestal, l'agricultor pretén reduir l'efecte de la sequera i les altes temperatures als cultius, reduir l'erosió a les parcel·les més exposades i contribuir a l'increment de la fauna auxiliar. A més, vol augmentar el valor de les parcel·les de baix potencial agronòmic de cereal amb arbres forestals per a fusta de qualitat.

Descripció del sistema: Inclou tres parcel·les: a) oliveres i ametllers antics amb aromàtiques; inicialment eren plantacions de fruiters purs, que es van aclarir per cultivar entre les fileres; b) fruiters amb aromàtiques, plantada el 2019; i c) arbres forestals plantats el 2017 amb cereal intercalar. Tots els arbres es van plantar aparellats per permetre una selecció als cinc anys (aclarida del 50%).

Any de plantació del component llenyós: 1996 (oliveres, ametllers i aromàtiques); 2017-2018 (arbres forestals i cereals); 2019 (fruiters i lavanda).

Productes objectiu: Aromàtiques (romaní, farigola, berberna, bergamota, sàlvia, melissa, menta), olives, ametlles, cereals, lleguminoses, fusta de qualitat.

DISSENY DEL SISTEMA SILVOARABLE



Component llenyós: Es distribueix en tres parcel·les agroforestals: a) oliveres i ametllers; b) ametllers i fruiters diversos (festucs, perera, cirerer); c) arbres forestals (*Alnus cordata*, *Liriodendron tulipifera*, *Ulmus lutecia*, *Sorbus torminalis* i *S. domestica*, *Prunus avium*, *Pyrus communis*, *Juglans x intermedia*).

Component agrícola: a) 3,5 ha d'oliveres i ametllers amb aromàtiques; b) 25 ha d'ametllers i fruiters amb aromàtiques; c) 4,5 ha d'arbres forestals amb cereal.

Disposició dels components: A la plantació d'arbres forestals cada arbre ha estat plantat aparellat a la filera (3 m entre els dos arbres de cada parella), i 12 m entre parelles; 45 m entre fileres.

Preparació del sòl i tècniques de plantació: Subsolat, arada i 2 passades de grada; sembra d'una coberta vegetal de lleguminoses. Protectors de malla d'1,2 amb dues estagues com a tutors.

MANTENIMENT I PRODUCCIÓ

Poda: De formació en arbres forestals per obtenir fusta de qualitat fins als 4 m.

Control de plagues i adventícies: Cap tractament (producció ecològica).

Reg: Amb canó d'aspersió.

Producció: Blat, 4,2 t/ha; colza, 3 t/ha; gira-sol, 2,3 t/ha; blat de moro, 7,5 t/ha.

Parcel·la amb arbres forestals/cereals i lleguminoses (2025)



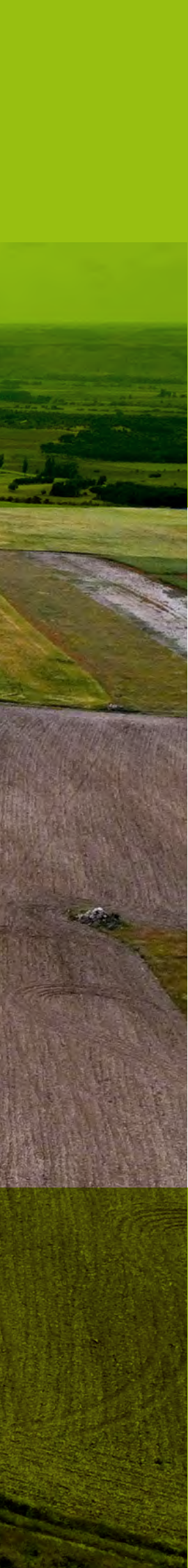
Collita d'olives el 2025



VALORACIÓ DEL SISTEMA SILVOARABLE

Beneficis obtinguts	Socioeconòmics: Les parcel·les formen part d'una xarxa de parcel·les de demostració del Parc Natural Regional del Luberon. Protecció microclimàtica dels cultius. Ambientals: Augment de presència i diversitat d'aus, protecció de l'aigua potable subterrània i millora de la biologia del sòl.
Condicionants i limitacions	Poda: La poda d'estiu dels arbres és complicada perquè hi ha molta feina a causa de la diversitat dels cultius. Els carrers a la vora de la parcel·la són estrets (15 m) perquè els fruiters tenen una alçada baixa i una capçada gran. Adventícies: No s'observa la dispersió de llavors d'adventícies des de les fileres cap als carrers, tot que els primers quatre anys cada primavera s'hi va fer una estassada.
Valoració global	Les primeres interaccions entre components s'observen a prop de les fileres d'arbres, que ja tenen més de 8 m d'alçada, tot i que caldran uns quants anys per arribar als microclimes buscats. El seguiment de la biodiversitat mostra resultats encoratjadors pel que fa a les poblacions d'aranyes, afavorides per les línies d'arbres. Encara no és clara la rendibilitat econòmica dels arbres forestals, per bé que la presència de compradors locals interessats fa preveure un alt valor comercial. Als fruiters s'espera un impacte molt positiu del control biològic de plagues i malalties. S'observa una producció individual dues vegades més elevada a les oliveres agroforestals que en un sistema d'oliverar pur.





5

El marc normatiu dels sistemes silvoarables a Espanya

Aquest capítol resumeix l'informe *Políticas agroforestales en España* (Lawson et al., 2026 - <https://zenodo.org/records/19182026>). Al seu torn, el capítol 6.4 presenta algunes propostes per a la millora del marc normatiu i altres oportunitats emergents.

5.1. Els sistemes agroforestals en la política i les estratègies europees i estatals

Els avantatges productius, socials i ambientals descrits al llarg d'aquest manual expliquen la menció explícita dels sistemes agroforestals i/o silvoarables com a pràctiques a promoure en tres reglaments clau:

- Reglament (UE) 2018/841 sobre les emissions i absorcions de gasos amb efecte d'hivernacle resultants de l'ús de la terra, el canvi d'ús de la terra i la silvicultura (LULUCF).
- Reglament (UE) 2024/1991 de Restauració de la Natura i pel qual es modifica el Reglament (UE) 2022/869
- Reglament (UE) 2024/3012 pel qual s'estableix un marc de certificació per a les absorcions permanents de carboni, la carbonicultura i l'emmagatzematge de carboni en productes.

També es ressalta l'interès dels sistemes agroforestals en les principals estratègies europees dels darrers anys, entre les quals destaquen:

- Estratègia europea de bioeconomia - COM (2018) 673/2
- Avaluació de l'Estratègia Europea d'Adaptació al Canvi Climàtic - COM/2018/738
- Estratègia Europea 2050: un planeta net per a tothom - COM (2018) 773
- Pacte Verd Europeu - COM(2019) 640
- Estratègia Europea per a la Biodiversitat - COM(2020) 380
- Estratègia De la Granja a la Taula (*Farm to Fork*) - COM(2020) 381
- Estratègia Forestal Europea - COM(2021)572
- Estratègia Europea de Sòls - COM(2021) 699

A escala estatal, els sistemes agroforestals es destaquen al Pla Nacional Integrat d'Energia i Clima (PNIEC) 2023-2030.

5.2. Els sistemes silvoarables a Espanya: definicions i indefinicions

El Pla estratègic de la PAC a Espanya 2023-27 (PEPAC) defineix els sistemes agroforestals com a: "Sistemes d'ús del sòl que combinen el manteniment d'arbres amb l'agricultura a la mateixa parcel·la". Aquest Pla estableix, per a "terres de cultiu i cultius permanents amb arbres dispersos", una densitat màxima de 100 arbres per hectàrea, la qual permetria mantenir

l'elegibilitat completa de la parcel·la per rebre ajuts directes. Aquest límit no afecta els arbres fruiters i pot ser modificat per les Comunitats Autònomes segons les seves condicions i espècies locals.

No hi ha normativa específica per a sistemes agroforestals a Espanya, llevat del cas de la *Dehesa* en algunes comunitats autònomes.

Al Sistema d'Informació Geogràfica de Parcel·les Agrícoles (SIGPAC), no hi ha cap categoria específica “agroforestal” o “silvoarable”, cosa que en dificulta la quantificació i la regulació. Tot i això, una categoria d'ús del sòl que fa poc es va afegir al SIGPAC és la d'”**Elements del paisatge**”, que inclou arbres en grups, en fileres, aïllats, marges llenyosos, bosquets i límits de boscos (MAPAMA, 2023).

Un factor que cal tenir en compte quan s'instal·la un marge llenyós a Espanya és la necessitat de respectar almenys 2 m de distància fins a la parcel·la veïna si es planten arbres alts, i 50 cm si es planten arbustos o arbres baixos, segons el Codi Civil espanyol.

5.3. Els sistemes silvoarables al PEPAC 2023-2027

5.3.1. Pagaments directes (pilar I de la PAC)

El pilar I regula els pagaments directes als productors agraris. Hi ha dos components dels pagaments directes que afecten els sistemes silvoarables:

a. Bones Condicions Agràries i Mediambientals per a la Biodiversitat i el Paisatge (BCAM): estableixen els requisits de cura de la terra que cal complir per rebre pagaments directes. La BCAM-8 activada a Espanya determina que els agricultors han de mantenir elements del paisatge no productius en almenys un 4 % de la superfície cultivable de l'explotació. La xifra es pot reduir al 3 % si s'ha aconseguit a l'eco-règim 9 (espais de biodiversitat, en parlem de seguida) o si destina un 4 % addicional a cultius fixadors de nitrogen produïts sense fitosanitaris.

Els elements del paisatge són descrits en l'annex II del Reial Decret 1049/2022, així com la metodologia per a la quantificació i la ponderació. No obstant això, les normes que han de seguir els agricultors per declarar-los no són clares, especialment després de l'eliminació de les superfícies mínimes obligatòries per a la BCAM-8 al Reglament (UE) 2024/1468 de simplificació de la PAC. Una altra limitació és que la grandària màxima d'un bosquet per ser un element del paisatge és de 0,3 ha, per la qual cosa bosquets d'entre 0,3 i 1 ha (superfície mínima legal d'una massa forestal) no estarien protegits.

b. Eco-règims

Es tracta de pagaments anuals, addicionals al pagament directe, per donar suport a accions voluntàries a favor del medi ambient. Espanya ha definit nou eco-règims d'aplicació nacional, quatre dels quals poden ser favorables als sistemes silvoarables:

- Eco-règims 6, 7 i 8: Cobertes vegetals (espontànies o sembrades) i inerts en cultius llenyosos, en terrenys de pendent fort (eco-règim 6), mitjà (7) i en terrenys plans (8): una coberta vegetal amb una funció auxiliar al component llenyós pot acollir-se a aquests eco-règims, però no es permet la collita de la coberta. Tot i això, és possible el pasturatge d'aquestes cobertes (sistema agrosilvopastoral).
- Eco-règim 9: Espais de biodiversitat amb implantació o manteniment d'elements del paisatge en almenys el 7 % de les terres de cultiu i cultius permanents (inclosos els cultius llenyosos) d'una explotació.

5.3.2. Política de desenvolupament rural (pilar II de la PAC)

El pilar II de la PAC pretén donar suport a les zones rurals de la UE amb un ventall de mesures proposades a escala europea i amb una activació en cascada en l'àmbit nacional i regional. Els sistemes silvoarables poden ser fomentats per dos tipus de mesures del pilar II, si bé el potencial depèn del desenvolupament normatiu i els criteris que defineixi cada regió:

a. Mesures agroambientals i climàtiques - AECM

Les mesures AECM proporcionen pagaments anuals durant períodes de fins a vuit anys per adoptar pràctiques beneficioses per al medi ambient i el clima. Cinc d'aquestes mesures poden donar suport als sistemes silvoarables:

- 6501.1 - Producció agrícola integrada
- 6501.2 - Gestió sostenible de cultius

- 6501.6 - Manteniment o millora dels hàbitats i les activitats agrícoles tradicionals que preserven la biodiversitat
- 6501.8 - Pràctiques per a la millora del sòl i el control de l'erosió
- 6502.2 - Compromisos per mantenir els sistemes forestals i agroforestals. Aquesta mesura dona suport a la conservació de plantacions llenyoses, amb pressupostos específics per a sistemes agroforestals a Cantàbria (amb una superfície objectiu a promoure de 500 ha), Extremadura i Galícia (superfícies objectiu no indicades).

b. Mesures d'inversió - INVEST

Les mesures INVEST són pagaments únics destinats a cobrir costos d'inversions productives o no productives. Dues d'aquestes mesures poden ser favorables als sistemes silvoarables:

- 6844 - Inversions no productives en explotacions agrícoles relacionades amb la mitigació i l'adaptació al canvi climàtic, l'ús eficient dels recursos naturals i la biodiversitat.
- 6881.1 - Inversions forestals no productives en sistemes de reforestació i agrosilvicultura. Aquesta mesura té, entre altres objectius, el de "conservar i restaurar els sistemes agroforestals" i contempla la introducció d'arbres i cultius llenyosos en terrenys agrícoles o forestals amb escassa cobertura arbòria, com també l'aclarida de la vegetació forestal per permetre l'ús ramader o agrícola. Algunes comunitats autònomes han establert objectius concrets per a sistemes agroforestals: Astúries (121 projectes), Catalunya (160 projectes), Galícia (1.250 ha), Comunitat de Madrid (5 projectes), Múrcia (361 ha) i Navarra (475 ha).

De les set mesures esmentades, totes les comunitats autònomes n'han activat almenys una, i destaquen Castella i Lleó amb sis, Navarra amb cinc i Aragó, Castella-la Manxa, Extremadura, Galícia i La Rioja amb quatre.

Taula 1. Activació per part de cada comunitat autònoma de les mesures del pilar II identificades com a potencialment favorables per als sistemes silvoarables.

Mesura PDR	Andalusia	Aragó	Principat d'Astúries	Illes Balears	Euskadi	Cantàbria	Castella-la Manxa	Castella i Lleó	Canàries	Catalunya	Extremadura	Galícia	Comunitat de Madrid	Regió de Múrcia	Comunitat Foral de Navarra	La Rioja	Comunitat Valenciana
6501.1 Producció integrada																	
6501.2 Compromisos de cultius sostenibles																	
6501.6 Manteniment o millora d'hàbitats i activitats agràries tradicionals																	
6501.8 Millora del sòl i la lluita contra l'erosió																	
6502.2 Manteniment d'aforestacions i sistemes agroforestals																	
6844 Inversions no productives en explotacions agràries; mitigació-adaptació canvi climàtic																	
6881.1 Inversions forestals no productives en repoblació i sistemes agroforestals																	
Total de mesures activades	2	4	3	3	2	3	4	6	3	3	4	4	3	3	5	4	1

5.4. Altres instruments i normatives que poden arribar a promoure els sistemes silvoarables

A continuació es presenten diverses iniciatives que poden donar lloc a mesures de suport dels sistemes silvoarables en un futur proper.

5.4.1. Reglament (UE) 2024/3012 Marc de certificació d'absorcions permanents de carboni

La UE prepara un sistema per certificar absorcions de carboni en sistemes agrícoles i forestals mitjançant crèdits de carboni que tindrien una vigència a llarg termini. Es preveu que exigeixi un pla de gestió i un seguiment rigorós, beneficis per a la biodiversitat i absència d'efectes negatius en altres components ambientals.

5.4.2. Mitigació i adaptació al canvi climàtic: crèdits de carboni, climàtics i naturals i plans d'adaptació

En matèria de mitigació destaca, en l'àmbit estatal, el *Registro Español de Huella de Carbono, Compensación y Proyectos de Absorción de CO₂*, un registre voluntari gestionat per l'Oficina Espanyola de Canvi Climàtic que permet inscriure i generar crèdits de carboni en projectes de forestació o reforestació d'almenys 1 ha i amb trenta anys de permanència. Tot i que els sistemes agroforestals en terres agrícoles no estan contemplats de moment, la metodologia emprada estableix les bases per poder incloure'ls en el futur com a projectes d'absorció.

A Catalunya, el Sistema de Crèdits Climàtics ha establert el 2024 un Crèdit Climàtic Forestal que permet finançar intervencions en boscos en funció del seu impacte sobre el carboni, l'aigua i la biodiversitat, i està en elaboració un Crèdit Climàtic Agrícola que podria ser especialment rellevant per als sistemes silvoarables. A Galícia, el Sistema Voluntari de Crèdits de Carboni de la Xunta de Galícia, creat el 2025, esmenta els sistemes agroforestals com a pràctica elegible, si bé la metodologia està en desenvolupament.

A escala europea, el "Full de ruta cap als crèdits de natura" (COM/2025/374) proposa les bases per desenvolupar eines financeres privades, especialment certificació i crèdits, per donar suport a activitats enfocades a millores ambientals i climàtiques. Altres estratègies recents que promouen sistemes agraris més sostenibles i alineats amb l'adaptació i mitigació del canvi climàtic són "Estratègia de resiliència hídrica" (COM(2025) 280) o "Una visió de l'agricultura i l'alimentació" (COM(2025) 7).

5.4.3. Reglament de Restauració de la Natura (UE) 2024/1991

Aquest reglament obliga els països membres a presentar un Pla de Restauració de la Natura, amb indicadors que inclouen la "superfície agrícola amb elements paisatgístics d'alta diversitat". Els "arbres productius" en queden exclosos llevat que formin part de "sistemes agroforestals sostenibles". S'espera conèixer properament el desenvolupament reglamentari d'aquesta norma.



6

Mirant el futur

Aquest capítol presenta un conjunt d'idees i eines emergents relacionades amb els sistemes silvoarables, així com propostes de canvis del context normatiu per promoure'n l'adopció.



6.1. Eines de suport al disseny i planificació de sistemes silvoarables

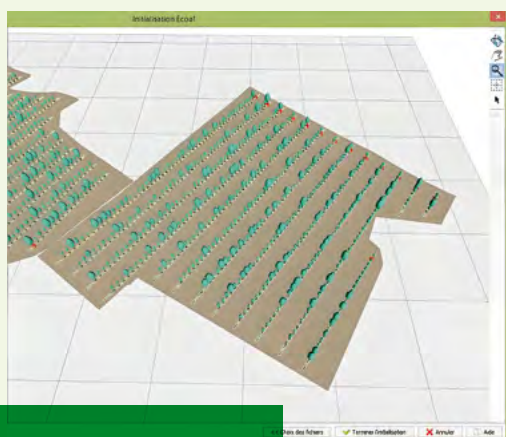
6.1.1. EcoAF: visualització dinàmica de sistemes silvoarables

EcoAF permet dibuixar sistemes silvoarables, simular l'evolució en 3D de la mida del component llenyós al llarg del temps, i també calcular la quantitat de llum disponible per al cultiu. Aquesta eina incorpora múltiples espècies d'arbres i arbustos que es poden combinar lliurement, de manera que facilita l'elecció de la distància i l'orientació del component llenyós. Es recomana començar a fer servir aquesta eina amb dissenys de plantació senzills.

Més informació i descàrrega:

<https://docs.models-agroforestry.eu/es/ecoaf/presentation>.

Autoria: F. Santi (INRAE), F. Liagre i P. Gouhier (Agrooof).



Il·lustració d'una simulació amb EcoAF.

6.1.2. DIAFNOSTIC: projecció del creixement en diàmetre d'arbres i arbustos

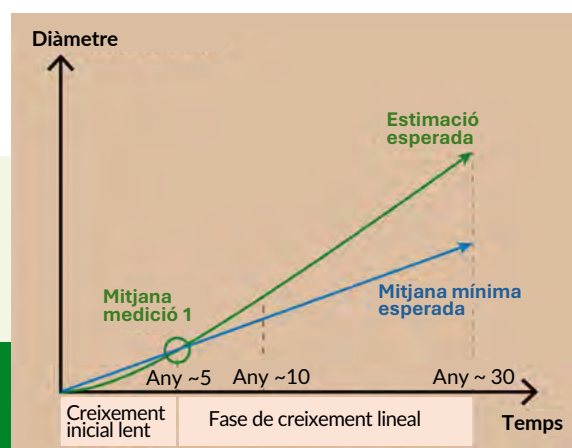
DIAFNOSTIC permet estimar l'evolució del creixement de múltiples espècies d'arbres en sistemes agroforestals. L'eina s'ha estructurat mitjançant una investigació participativa i integrant milers de dades de creixement.

La utilització és senzilla: Amb el diàmetre normal (1,30 m d'alçada) mesurat al voltant de l'any cinquè i idealment amb un segon mesurament espaiat almenys al cap de cinc anys del primer, l'aplicació calcula l'evolució prevista del diàmetre al llarg del temps. La informació resultant es pot utilitzar també per alimentar la base de dades d'EcoAF (vegeu l'apartat anterior) o models tecnicoeconòmics com FarmSAFE.

Més informació i descàrrega:

<https://docs.models-agroforestry.eu/es/diafnostic/presentation>.

Autors: F. Santi (INRAE), F. Liagre i R. De Chazelles (Agrooof).



Il·lustració de la metodologia de DIAFNOSTIC.

6.1.3. BonPlant: facilitant l'elecció d'espècies llenyoses

BonPlant és una eina d'ajuda a la decisió que permet escollir les espècies més adaptades a una zona, però també als objectius i les condicions del sistema agroforestal. Per raons tècniques, BonPlant és únicament accessible en el marc d'una formació amb Agroof. En un futur proper, es valora la possibilitat de fusionar BonPlant amb CartogrAF (vegeu l'apartat 6.1.4).

Més informació:

<https://agroof.net/oad/oad.html#bonplant>.

Autors: D. Ori i R. De Chazelles (Agroof).



Aspecte de l'aplicació BonPlant.

6.1.4. CartogrAF: Ajuda al disseny de sistemes agroforestals

CartogrAF permet dissenyar sistemes agroforestals sobre una base cartogràfica, directament en línia, sense necessitat de coneixements sobre sistemes d'informació geogràfica (SIG). L'aplicació és senzilla i intuïtiva, facilita la gestió tècnica de la plantació (nombre i tipus de plantes) i permet recuperar l'historial de canvis realitzats a cada projecte de disseny i incorporar eines de dibuix i múltiples capes (en el cas de França: IGN, BRGM, cadastre, BD Haie, Mapbox...). El disseny generat es pot exportar en múltiples formats (pdf, shp, csv, xlsx...) per facilitar l'elaboració d'informes i expedients.

Per a la seva utilització es defineixen els mòduls bàsics de disseny (disposició constant de les espècies), i es defineix l'àrea i la ubicació que ocupa cada mòdul. A continuació, l'eina dibuixa el sistema i quantifica les unitats de cada espècie, els metres lineals de plantació, etc. Inclou múltiples espècies, varietats i portaempelts, i properament tindrà connexió amb l'eina BonPlant. L'accés a l'eina es fa mitjançant una subscripció en línia al lloc web d'Agroof.

Més informació i condicions d'accés:

<https://agroof.net/oad/oad.html#cartograf>.

Autor: R. De Chazelles, P. Gouhier (Agroof).



Exemple de taula de l'aplicació CartogrAF.

6.1.5. PrioSilvAra: priorització d'àrees on implantar sistemes silvoarables

PrioSilvAra, dissenyada a LIFE AgroForAdapt, és una eina que ajuda a identificar les àrees d'ús agrari en què la implantació de sistemes silvoarables seria viable tècnicament i particularment beneficiosa per a diversos serveis ecosistèmics: protecció del sòl, adaptació al canvi climàtic, fixació de carboni, reducció de l'impacte dels nitrats i millora de la biodiversitat. L'eina està dissenyada per ser aplicada a escala comarcal o provincial.

PrioSilvAra es basa en la combinació de diverses fonts cartogràfiques amb informació ambiental, legal i agrària, en concret: cobertura i usos del sòl (*Corine*), connectivitat ecològica, profunditat de sòls, zones vulnerables a nitrats, tendències de degradació ambiental, variables climàtiques actuals i modelitzades per al futur i espais

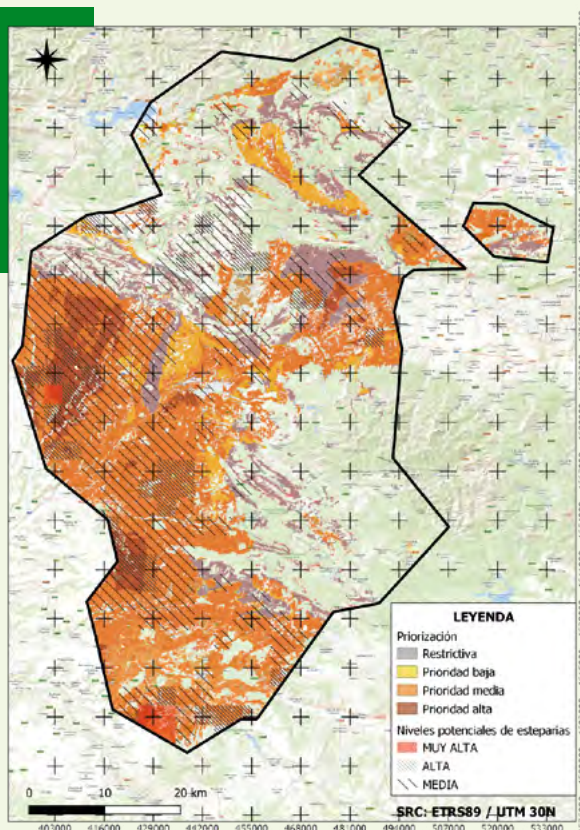
de la Xarxa Natura2000. Atorga la màxima prioritat a les zones amb menor cobertura arbrada però amb possibilitat de connectar masses forestals properes, amb sòls profunds i zones vulnerables a nitrats i amb elevat risc de desertificació. També s'identifiquen les àrees rellevants per a aus estepàries, que farien necessari adaptar el disseny dels sistemes silvoarables.

El producte final és un mapa amb diferents nivells de prioritat (restrictiva, no apta, baixa, mitjana i alta). L'aplicació pilot s'ha fet a la província de Burgos (7.500 km² agraris), i es pot reproduir en altres territoris.

Més informació: https://agroforadapt.eu/wp-content/uploads/2025/03/AgroForAdapt_Entregable_5.1_PrioSilvAra_2024_12.pdf.

Autoria: P. Durante, B. de Torre, L. Yáñez (Agresta), J. Coello (CTFC).

Mapa de priorització per a la instal·lació de sistemes silvoarables a la província de Burgos.



6.2. Associacionisme i sinergies amb altres pràctiques agroecològiques

De moment, els sistemes silvoarables són una pràctica amb un nivell d'adopció limitat per part de la comunitat agrària. Aquesta situació és causa i efecte d'algunes de les seves limitacions principals: context normatiu i d'ajudes millorable, escàs coneixement del potencial d'aquests sistemes per part del sector (productiu, consultoria, administració, investigació) i la dispersió de les experiències pel territori. Per tant, és essencial promoure l'associacionisme i la interacció entre les persones pioneres que han implantat aquests sistemes i les potencialment interessades a instal·lar nous projectes silvoarables, com també amb les entitats dedicades a consultoria, innovació i transferència. Aquest és el motiu que ha portat a crear la Comunidad de sistemas agroforestales y cultivos mixtos, una xarxa social temàtica amb més de 185 membres a finals de 2025 on es comparteixen imatges, dubtes i idees sobre la gestió de sistemes agroforestals, principalment, silvoarables. A més, s'organitzen webinars trimestrals per promoure la interacció en directe. Aquesta plataforma, de moment virtual, és des del 2024 la representant d'Espanya a l'EURAF (Federació Agroforestal Europea), i serà la llavor per a una Associació Agroforestal.

Una altra via essencial són les aliances que s'estableixen entre persones i entitats del marc de l'agroecologia: presentar tota la diversitat de pràctiques agroecològiques i discutir-ne les definicions i els límits no és objecte d'aquesta publicació, però es poden destacar alguns enfocaments particularment sinèrgics com són l'agricultura i l'agroramaderia regeneratives, l'agricultura successional, sintròpica o permacultura; l'agricultura amb lluita integrada, l'agricultura "del clima", el disseny hidrològic o en línia clau, el maneig agrosilvopastoral holístic o l'agricultura ecològica. Tots aquests plantejaments són complementaris i els sistemes silvoarables poden ser part essencial del seu desplegament, segons els aspectes on es vulgui situar el punt central: millora física i biològica del sòl, increment de la biodiversitat, millora dels cicles de nutrients, reducció de la dependència d'insums externs, diversificació dels productes, etc. L'associacionisme i l'intercanvi d'experiències entre totes les persones i les entitats que treballen en aquests enfocaments és essencial per promoure un model agrari més sostenible econòmicament, socialment i ambientalment, sobretot per a l'agricultura familiar.



Les jornades de camp són una oportunitat excel·lent per intercanviar experiències i sembrar aliances entre diversos actors del sector. Font: Diputació de Girona.

6.3. Comercialització i visibilització

6.3.1. Una manera de produir diferent

Davant la idea de plantar arbres en una parcel·la agrícola és habitual preguntar-se: com podré rendibilitzar la inversió? Aquesta pregunta és legítima, perquè plantar i mantenir el component llenyós d'una plantació agroforestal durant anys pot ser una càrrega per al pagès, i és una inversió que condicionarà la rendibilitat futura de la parcel·la. Com s'ha presentat al llarg del manual, la rendibilitat d'un sistema silvoarable de tipus A (component llenyós afegit a un terreny agrícola) requereix ser pacient, especialment si es fan servir arbres el producte principal dels quals és la fusta.

La millora de la rendibilitat d'un sistema silvoarable s'aconsegueix des d'angles diferents:

- Disminució dels costos de fertilització i tractaments fitosanitaris gràcies als serveis prestats per l'arbre.

- Manteniment o fins i tot augment dels rendiments en anys de meteorologia extrema, gràcies al temperament de les condicions productives.
- Diversificació dels productes
- Productes de més valor afegit.

Com es pot veure, aquests factors no suposen necessàriament un augment del rendiment anual o dels ingressos per hectàrea, però sí una **millora sostinguda del marge econòmic net (ingressos - despeses)**, gràcies als menors costos de producció, l'estabilització de la producció i la millora de la venda. Aquests principis són coneguts per les persones i les entitats actives en l'agroecologia: s'accepten menys rendiments si la producció és de més bona qualitat i es manté o augmenta el capital natural de producció.

La combinació agroforestal, per tant, ha de donar lloc a un sistema més eficient i globalment més rendible. Per aquesta raó, com ja s'ha comentat, no n'hi ha prou

amb utilitzar dos components, sinó que és clau fer un disseny i una gestió adequats per optimitzar els factors decisius de la rendibilitat.

La diversificació que s'implementa en una explotació amb sistemes silvoarables és diferent de la que es fa mitjançant una rotació clàssica: en el primer cas cada parcel·la és diversificada durant anys, mentre que en el segon es va fent una successió de monocultius en una superfície.

6.3.2. La qualitat específica dels sistemes silvoarables

Amb l'agrosilvicultura es poden obtenir productes particulars, sovint amb una qualitat diferent. Al LIFE AgroForAdapt s'ha preparat un manual sobre comercialització de productes de sistemes agroforestals que conté alguns exemples pràctics, per exemple:

- Estudis científics (Arenas-Corraliza *et al.*, 2018; Dupraz i Liagre, 2019) han mostrat que els **cereals** produïts en sistemes silvoarables tenen nivells més elevats de proteïna. La competència per la llum dona lloc a un nombre inferior de grans per espiga i, per tant, una més bona utilització del nitrogen necessari per produir els grans. A més, el microclima millorat fa que les espigues pateixin menys estrès hídric i de nitrogen que un monocultiu; la vida útil de les fulles és més llarga i l'ompliment dels grans més lent, cosa que condueix a una síntesi de proteïnes de més qualitat. Per tant, s'obté una farina i un malt de més bona qualitat i d'un valor econòmic més alt.
- El **tomàquet** és un cultiu que necessita sol però és sensible a les altes temperatures, cosa que fa necessari protegir les plantes: això es pot aconseguir gràcies als arbres. A més, els arbres produeixen altres millores

addicionals, inclosa la qualitat biològica del sòl i la fauna auxiliar. Així, encara que el rendiment total de tomàquet pugui ser inferior a causa de la competència per la llum, el rendiment en tomàquets de qualitat extra o primera sol ser superior, la qual cosa permet una millor valorització final (Beral *et al.*, 2018): s'abarateixen els costos de recollida i s'augmenta el preu per quilogram.

- La producció de **fruiters** en sistemes silvoarables permet augmentar la productivitat per arbre individual (disposa de més recursos: llum, sòl, aigua) i la qualitat de la fruita, i es redueix el nombre d'arbres que cal podar i gestionar. A més, el cultiu intercalar genera rendes anuals addicionals, especialment els primers anys, quan els fruiters encara no són productius i a més l'ombreig que exerceixen és escàs. Per a molts fruiters, i especialment en el cas dels fruits secs, la millora de la ventilació que s'obté gràcies al fet de deixar més espai entre fileres permet reduir problemes sanitaris (antracnosi, bacteriosi) que redueixen el rendiment i la qualitat.
- La producció de **vinya** en condicions mediterrànies, i especialment a les zones més caloroses de la seva distribució, està cada cop més condicionada per l'augment de les temperatures i la incidència de la sequera. Així, la producció depèn cada vegada més del reg i el grau alcohòlic del raïm augmenta, cosa que n'altera la qualitat per a vinificació. Afegir arbres entre les vinyes ha mostrat ser una manera eficaç de reduir l'estrès hídric i tèrmic de la vinya i de rebaixar-ne el grau alcohòlic. A més, en un producte com el vi el preu és determinat tant per la qualitat com pel relat que l'acompanya, i els múltiples beneficis ambientals i paisatgístics de la producció de vinyes amb sistemes silvoarables poden tenir un efecte decisiu en el valor final del producte.



Plantació de vinya a Gard (França), on s'han afegit fileres de diversos arbres fruiters, productors de fusta de qualitat o fixadors de nitrogen, amb una funció múltiple: millora del microclima de la vinya, lluita biològica i diversificació de la producció a escala de parcel·la. També es pot observar que es manté una coberta vegetal viva en carrers alterns entre vinya, de manera que aquest sistema consta de tres components: llenyós arbori, vinya i herbàcies amb un potencial ús farratger.

6.3.3. Donar a conèixer els productes agroforestals

Obtenir productes de qualitat és una cosa, saber vendre'ls és una altra. Cada cop més empreses distribuïdores s'organitzen per tenir en compte especificitats com ara el nivell de proteïna dels cereals o la qualitat de la carn o de la llet.

A més de la importància de la qualitat del producte final, cal comunicar i sensibilitzar la societat sobre la importància del mètode de cultiu i de les externalitats positives que es poden aconseguir al sòl, l'aigua i la biodiversitat. Una eina disponible és la

certificació o etiquetatge de productes que tenen un valor afegit, com és el cas dels productes ecològics, o l'etiquetatge dels productes de porc ibèric de gla, que tenen un reconeixement consolidat i regulat. En aquesta línia, sorgeixen iniciatives similars:

- **Vi de foc / Productes de foc** és una iniciativa nascuda del projecte europeu Fire-Res que promou paisatges resistents amb una gestió integral dels incendis forestals. L'etiqueta Fire-Wine (<https://firewine.eu>) reconeix explotacions vitícoles l'activitat de les quals permet reduir la vulnerabilitat a incendis forestals del territori on estan establertes.

- **Label Haie** (<https://labelhaie.fr/>) és una etiqueta francesa a la qual es poden acollir productes de fusta i llenya obtinguts en marges llenyosos (sistemes silvoarables tipus A1) gestionats de manera sostenible. Aquesta etiqueta permet als agricultors valoritzar millor la fusta i facilita la comercialització conjunta de productes com la biomassa amb finalitat energètica, en associació amb entitats consumidores. A més, dona accés a subvencions agrícoles complementàries.

En el lloc web del projecte LIFE AgroForAdapt s'ha creat un portal de persones i entitats que comercialitzen productes de sistemes agroforestals, incloent-hi un cercador per ubicació, tipus de producte i mètode de comercialització. Aquest portal cerca donar visibilitat als productors de sistemes agroforestals i facilitar a potencials consumidors trobar productes obtinguts amb aquests principis. També s'inclou un formulari per afegir noves finques i productors: <https://agroforadapt.eu/ca/cacompraagroforestal>.



*Lloc web de
l'etiqueta francesa
Label Haie.*

6.4. Propostes de millora del marc normatiu a Espanya

Com s'ha descrit al capítol 5, el marc normatiu que afecta els sistemes silvoarables és complex i dispers, però amb múltiples oportunitats per promoure'ls, tant a la PAC com en el marc d'altres estratègies i normatives emergents.

Les línies de millora del context normatiu i reglamentari que afecta els sistemes agroforestals, inclosos els silvoarables, han estat abordades a l'informe de [Lawson et al. \(2026\)](#). A continuació es descriuen les principals propostes relatives als sistemes silvoarables:

- Aclarir la regulació que afecta els Elements del Paisatge. És necessari trobar una fórmula que permeti: i) la comptabilització i registre d'aquests elements; ii) la seva promoció en els ajuts agraris; iii) la seva protecció; iv) el seu aprofitament productiu de manera sostenible (podes, esmotxats, llenyes, fertilització orgànica) que garanteixi la seva preservació a llarg termini.
- Utilitzar SIGPAC per proporcionar informació, a nivell de parcel·la, sobre els codis d'intervenció de la PAC. El MAPA hauria de descriure i mostrar quins eco-règims (Pilar I) i quines mesures agroambientals i d'inversió (Pilar II) s'apliquen en cada parcel·la SIGPAC, per poder-les avaluar.
- Desagregar la informació relativa a la plantació d'arbres (Indicador de Resultat 17), distingint entre repoblació, restauració, sistemes agroforestals i elements del paisatge. En l'Informe Anual de Rendiment de la PAC es dona un únic valor agregat per als quatre tipus esmentats de plantació d'arbres. Això impedeix conèixer la nova superfície de sistemes agroforestals, contravenint les directrius de la Llei Bàsica de la PAC i el seu Reglament d'Aplicació.
- Facilitar la recuperació d'espais oberts: les terres agràries històriques que ara estan classificades com a forestals (FO) en SIGPAC haurien de poder ser reclassificades per a la recuperació d'usos agraris, especialment si estan en zones estratègiques per a la prevenció d'incendis, i sempre que la transformació es faci amb criteris d'integració ambiental.
- Simplificació burocràtica: els processos administratius associats a les subvencions per a l'establiment i manteniment de sistemes agroforestals han de ser àgils i eficaços en els pagaments.
- Promoure l'associacionisme agroforestal: Desenvolupar Punts de transferència de coneixement (*Hubs*) i Laboratoris vius (*Living labs*) sobre sistemes agroforestals per fomentar el diàleg entre productors i d'aquests amb els sectors de l'assessoria, la investigació i la formació.
- Implementar un programa urgent de plantació d'arbres i regeneració assistida, compatibles amb l'ús agrari del terreny. Espanya s'ha compromès a aconseguir 43.675 Mt d'absorcions netes de CO₂ en 2030, incrementant la xifra en 2040 i 2050. Els objectius marcats en el Pla Nacional Integrat d'Energia i Clima (PNIEC-2) i en LULUCF només es compliran amb un programa més ambiciós de plantació d'arbres, on els sistemes agroforestals poden tenir un paper decisiu.

- Planificar les ajudes de la PAC als sistemes agroforestals perquè siguin acumulables a altres mesures de suport a llarg termini (ex: agricultura de carboni). Les ajudes de la PAC, incloent-hi els eco-règims, les mesures d'inversió (ajudes a la plantació) i les mesures agroambientals i climàtiques (ajudes al manteniment durant els primers anys), poden impulsar la certificació de l'agricultura de carboni en sistemes agroforestals. La DG-CLIMA de la UE ja ha aclarit que això és possible, sempre que l'operador presenti, juntament amb la sol·licitud de certificació de carboni, un "pressupost d'addicionalitat financera" mostrant que el projecte no seria viable sense el finançament de la PAC i del Marc de certificació d'absorcions permanents de carboni.
- Garantir que el *Plan Nacional de Restauración de la Naturaleza* (i els plans regionals) utilitzin la definició i les estadístiques existents de la PAC sobre els Elements del Paisatge. El Reglament 2024/1991 sobre Restauració de la Natura ha creat confusió en parlar d'"Elements del Paisatge d'Alta Diversitat" sense proporcionar una definició concreta. SIGPAC ja registra els Elements del Paisatge, i MAPA i el MITECO han de confirmar que només s'utilitzarà un únic indicador integrat.
- Desenvolupar la certificació de productes de sistemes agroforestals. Crear una etiqueta o segell recolzat per l'administració que certifiqui els productes procedents de parcel·les agroforestals, per valorar-los i divulgar els serveis ecosistèmics prestats, de manera anàloga a l'actual sistema de "montanera" per al pernil de gla.
- Oferir règims fiscals especials, pagaments directes i exempcions de la PAC als agricultors i ramaders que operin en zones d'alt risc d'incendis forestals. Aquesta mesura s'hauria d'enllaçar amb la planificació regional de la gestió d'incendis.
- Augmentar el nivell de suport a la plantació d'arbres als municipis amb altes taxes de "desertificació arbòria". Aquesta taxa es pot incloure com a indicador per a cada parcel·la SIGPAC utilitzant les dades de densitat de coberta arbòria de *Copernicus*.
- Donar suport a les cooperatives i als grups de productors. Oferir incentius fiscals als productors agroforestals a petita escala per formar cooperatives que puguin processar i comercialitzar conjuntament els productes a escala local.
- Integrar els sistemes agroforestals en les estratègies regionals d'adaptació al canvi climàtic. El PNACC-2 es va aprovar el 2020 i actualment s'està actualitzant per al període 2026-2030, en què s'espera que s'inclouguin objectius clars i ambiciosos per a l'establiment i el manteniment de sistemes agroforestals. A més, s'hauria d'esmenar el *Registro Español de Huella de Carbono, Compensación y Proyectos de Absorción de CO₂* per incloure-hi els sistemes agroforestals en terres agrícoles i/o terres amb baixa densitat d'arbres.



7

Conclusions

Aquesta publicació defineix els sistemes silvoarables com la combinació deliberada de vegetació llenyosa (arbres o arbustos) amb sistemes agrícoles per generar beneficis de les interaccions ecològiques i econòmiques que s'estableixen. Almenys un 5 % de la superfície del sistema està ocupat per les capçades de la vegetació llenyosa quan aquesta assolix el ple desenvolupament, i almenys un terç de la superfície ho és pel component agrícola.

Són sistemes que es caracteritzen per la seva gran versatilitat, i compatibles amb qualsevol tipus de terreny i estratègia productiva. La situació de partida pot ser un terreny d'ús prèviament agrari on s'afegeix un component llenyós (generalment, al perímetre o com a fileres intercalades) o bé un terreny amb un sistema llenyós al qual s'afegeix un component agrícola.



Els sistemes silvoarables poden respondre simultàniament a nombrosos objectius productius, socials i ambientals, en funció de les prioritats de les persones promotores del sistema. Els principals avantatges socioeconòmics són:

- Diversificació i augment de la productivitat gràcies a la complementarietat entre els components llenyós i agrícola, i les interaccions positives que s'estableixen.
- Creació de noves oportunitats econòmiques lligades al major valor afegit dels productes i els ingressos lligats a serveis ecosistèmics com ara la millora del balanç de carboni.
- Augment del valor patrimonial i la viabilitat econòmica de la finca, especialment en explotacions familiars.
- Reforç de la figura de l'agricultor com a custodi del paisatge i del territori.
- Estabilitzar la població en zones rurals, gràcies a la diversificació de les tasques de manteniment.

Les principals aportacions ambientals dels sistemes silvoarables són:

- Millora dels resultats relacionats amb el canvi climàtic, tant d'adaptació (més estabilitat productiva, microclima millorat, menor vulnerabilitat a temperatures i esdeveniments meteorològics extrems) com de mitigació: més fixació de carboni, tant al sòl com en teixits vegetals.
- Millora orgànica i física del sòl.
- Millora de la qualitat química de l'aigua per la filtració de lixiviats agrícoles.
- Millora de la biodiversitat a partir de la diversificació dels hàbitats i del foment de la connectivitat. Part d'aquesta biodiversitat suposa avantatges econòmics directes, com és el cas dels microorganismes generadors de fertilitat del sòl o la fauna auxiliar que promou la pol·linització o el control de plagues i malalties.

A conseqüència dels avantatges enumerats, aquests sistemes s'esmenten explícitament com a pràctica a promoure en diverses regulacions europees (Reglament LULUCF, Reglament de Restauració de la Natura) i al Pacte Verd Europeu i en totes les estratègies que el desenvolupen.

La intensitat i el pes relatiu dels avantatges mostrats depèn en gran mesura d'un adequat disseny i gestió dels sistemes. Per això, és imprescindible que es faci una diagnosi precisa del context físic, ecològic i socioeconòmic de la finca, de la parcel·la i de la propietat. Partint d'aquesta diagnosi, cal planificar conjuntament els sis factors clau de la fase de disseny: objectius, material vegetal, disposició dels components del sistema, tècniques de plantació, manteniment i gestió, pla productiu, de seguiment i financer.

L'adopció d'aquests sistemes es pot veure impulsada per un marc normatiu que, tot i ser complex, en general és favorable a la seva implantació. Altres oportunitats rellevants estan relacionades amb les noves tecnologies digitals que faciliten l'elecció d'espècies, l'optimització de la disposició dels components del sistema o l'associacionisme.

Els sistemes silvoarables, una pràctica emmarcada en els enfocaments agroecològics (juntament amb l'agricultura regenerativa, de conservació, permacultura, ecològica, de lluita integrada, etc.) i sinèrgica amb aquests, són una oportunitat per promoure un model productiu a escala familiar empoderat i viable econòmicament, tècnicament i ambientalment. La seva adopció a gran escala pot ajudar a promoure un cercle virtuós de finques i territoris més rendibles, més sostenibles i més resilents davant de les diverses amenaces del sector, amb una dinàmica que reverteixi l'abandonament rural, la manca de relleu generacional i la degradació del sòl, l'aigua i la biodiversitat mentre augmenta la generació d'aliments i matèries primeres locals.

Bibliografia

Bibliografia citada al manual:

ARENAS-CORRALIZA, M. G.; LÓPEZ-DÍAZ, M. L.; MORENO, G. (2018). "Winter cereal production in a Mediterranean silvoarable walnut system in the face of climate change". *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 264, 111-118. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.05.024>.

BERAL, C. (2018). Agroforestry impacts tomatoes production in a vegetable organic alley cropping temperate system. Oral presentation. World agroforestry conference Montpellier 2018.

BURGESS, P. J.; CROUS-DURAN, J.; DEN HERDER, M.; *et al.* (2015). AGFORWARD Project Periodic Report: January to December 2014. Cranfield University: AGFORWARD. 95 p. www.agforward.eu/documents/AGFORWARD%2013520%20First%20Year%20Report%2027%20Feb%202015.pdf.

CHATTERJEE, N.; NAIR, P. K. R.; CHAKRABORTY, S.; NAIR, V. D. (2018). "Changes in soil carbon stocks across the Forest-Agroforest-Agriculture/Pasture continuum in various agroecological regions: A meta-analysis". *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 266, 55-67. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.07.014>.

CLEUGH, H. A. (1998). "Effects of windbreaks on airflow, microclimates and crop yields". *Agroforestry Systems*, 41, 55-84. <https://doi.org/10.1023/A:1006019805109>.

DREXLER, S.; GENSIO, A.; DON, A. (2021). "Carbon sequestration in hedgerow biomass and soil in the temperate climate zone". *Regional Environmental Change*, 21(3). <https://doi.org/10.1007/s10113-021-01798-8>.

DUPRAZ, C.; LIAGRE, F. (2019). *Agroforesterie. Des arbres et des cultures*. Editions France Agricole. 432 p.

GUERRERO, I.; BIELZA, M.; ANGILERI, V.; *et al.* (2024). *Quantifying the impact of sustainable farming practices on environment and climate*, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2024, <https://dx.doi.org/10.2760/20814>, JRC137826.

LAWSON, G.; COELLO, J.; BERTOMEU, M.; *et al.* (2026). *Políticas agroforestales en España: Agroforestry Policies in Spain*. Zenodo. <https://zenodo.org/records/19182026>

LAWSON, G.; MURARU, C.; BERTOMEU, M.; CORBACHO, J. (2024). *Defining forests and agroforests in the EU* (Version 5). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14161921>.

LIAGRE, F. (2018). *Les haies rurales*. Editions France Agricole. 290 p.

LIAGRE, F.; BROYER, L. (2025). «Rapport final AgroforesTrue». Financé par la Fondation de France. 131 p.

OSARIO, R. J.; BARDEN, C. J.; CIAMPITI, I. A. (2019). "GIS approach to estimate windbreak crop yield effects in Kansas-Nebraska". *Agroforestry systems*, 93, 1567-1576. <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0270-2>.

PENT, G. J. (2020). "Over-yielding in temperate silvopastures: a meta-analysis". *Agroforest. Syst.*; 94, 1741-1758. <https://doi.org/10.1007/s10457-020-00494-6>.

PUMARIÑO, L.; SILESHI, G. W.; GRIPENBERG, S.; *et al.* (2015). "Effects of agroforestry on pest, disease and weed control: A meta-analysis". *Basic and Applied Ecology*, 16(7), 573-582. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2015.08.006>.

SCHIEVANO, A.; RUBEAUD, C.; KÖTHKE, M.; *et al.* (2025). Potential of temperate agroforestry systems to deliver ecosystem services: an evidence map, EGU sphere [preprint], <https://doi.org/10.5194/egusphere-2025-4619>.

SEREKE, F.; GRAVES, A. R.; DUX, D.; *et al.* (2015). "Innovative agroecosystem goods and services: key profitability drivers in Swiss agroforestry". *Agron. Sustain. Dev.*; 35, 759-770. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0261-2>.

SHI, L. L.; FENG, W. T.; KUZUYAKOV, Y.; XU, J. (2018). "Agroforestry systems: Meta-analysis of soil carbon stocks, sequestration processes, and future potentials". *Land Degradation and Development*, 29(11), 3886-3897. <https://doi.org/10.1002/ldr.3136>.

SMITH, L. G.; WESTAWAY, S.; MULLENDER, S.; *et al.* (2022). "Assessing the multidimensional elements of sustainability in European agroforestry systems". *Agricultural Systems*, 197, 103357. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103357>.

STATON, T.; BREEZE, T. D.; WALTERS, R. J.; *et al.* (2022). "Productivity, biodiversity trade-offs, and farm income in an agroforestry versus an arable system". *Ecological Economics*, 191, 107214. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107214>.

TORRALBA, M.; FAGERHOLM, N.; BURGESS, P. J.; *et al.* (2016). "Do European agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem services? A meta-analysis". *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 230, 150-161. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.06.002>.

VAN VOOREN, L.; REUBENS, B.; BROEKX, S.; *et al.* (2017). "Ecosystem service delivery of agri-environment measures: A synthesis for hedgerows and grass strips on arable land". *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 244, 32-51. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.04.015>.

Una altra bibliografia d'interès per al disseny i la gestió de sistemes silvoarables, especialment, per al component llenyós:

CISNEROS, O.; MARTÍNEZ, V.; MONTERO, G.; *et al.* (2009). *Plantaciones de frondosas en Castilla y León. Cuaderno de campo*. Junta de Castilla y León y FAFCyLE. <https://medioambiente.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es/Plantilla100Detalle/1284827599400/Publicacion/1284204028958/Redaccion>

COELLO, J.; BECQUEY, J.; GONIN, P.; *et al.* (2013). "Frondoses productores de fusta de qualitat: ecologia i silvicultura d'espècies per a l'àmbit pirinenc i regions limítrofes". Centre de la Propietat Forestal, Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya. Santa Perpètua de Mogoda. 60 p. <https://pirinoble.ctfc.cat/docs/FRONDOSES%20PER%20A%20FUSTA%20DE%20QUALITAT.pdf>.

COELLO, J.; PIQUÉ, M. (2016). "Acondicionadores y cubiertas del suelo para una plantación de árboles más eficiente y sostenible – Guía técnica". Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Solsona. 60 p. http://www.sustaffor.eu/docs/Guia_tecnica_Acondicionadores+acolchados_Coello-Pique_2016_Sustaffor.pdf.

PEMÁN, J.; NAVARRO CERRILLO, R. M.; PRADA, M. A.; SERRADA, R. (coord). 2021. Bases técnicas y ecológicas del proyecto de repoblación forestal. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/desertificacion-restauracion.html>.

VAN LERBERGHE, P. (2014). Proteger los árboles contra los daños de la fauna cinegética - Los protectores de malla. CNPF-IDF, Paris. 35 p. https://pirinoble.ctfc.cat/docs/es/Eje%20B/Pirinoble_Guia_Protectores_Malla_Van-Lerberghe_2014_Completa.pdf.

VAN LERBERGHE, P.; BALLEUX, P. (2001). "Reforestación de tierras agrícolas. Guía Técnica". Institut pour le Développement Forestier. 128 p.

Aquest manual forma part de les publicacions tècniques elaborades en el marc del projecte LIFE AgroForAdapt: Sistemes agroforestals per a l'adaptació al canvi climàtic d'espais agrícoles i forestals mediterranis (2021-2026 - <https://agroforadapt.eu>). L'objectiu del projecte és promoure els sistemes agroforestals com a eina d'adaptació al canvi climàtic i de millora de la viabilitat econòmica i ambiental del sector agrícola, ramader i forestal a la regió mediterrània. Al projecte es defineix sistema agroforestal com la pràctica de combinar deliberadament vegetació llenyosa (arbres o arbustos) amb sistemes agrícoles i / o ramaders per generar beneficis a partir de les seves interaccions ecològiques i econòmiques. Almenys un 5 % de la superfície del sistema és ocupat per les capçades de la vegetació llenyosa quan aquesta assoleix el ple desenvolupament, i almenys un terç de la superfície ho és pel component agrícola i / o ramader.

En particular, el manual que us presentem se centra a mostrar la diversitat, els fonaments i els criteris per concebre i gestionar sistemes silvoarables, és a dir, la combinació de vegetació llenyosa amb sistemes agrícoles. S'ha concebut com un document tècnic i divulgatiu destinat a professionals, personal tècnic i gestors de finques, així com a responsables de polítiques agràries i ambientals.

Socis del projecte LIFE AgroForAdapt



Entitats co-finanzadores del projecte



El projecte LIFE AgroForAdapt (LIFE20 CCA/ES/001682) està cofinançat pel programa LIFE de la Unió Europea. Les opinions i els punts de vista expressats són, però, només dels autors i no reflecteixen necessàriament els de la Unió Europea ni els de CINEA. Ni la Unió Europea ni l'autoritat concedent se'n poden considerar responsables.



Cofinançat per
la Unió Europea