

Sistemes d'arbres i conreus combinats: oportunitats productives i ambientals

Abril 2018

Jaime Coello – Grup de Gestió Forestal Sostenible, Programa de Gestió Forestal Multifuncional (Consorti Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya - CTFC)

Sònia Navarro – Forest Biotechnology Solutions, spin-off del CTFC

1. Fonaments i avaluació dels sistemes agroforestals

1.1. Definicions

El projecte AGFORWARD (www.agforward.eu) defineix els **sistemes agroforestals** com a la combinació deliberada de vegetació llenyosa (arbres i/o arbustos) en sistemes productius agrícoles o ramaders amb l'objectiu d'obtenir beneficis resultants de les interaccions ecològiques i econòmiques. Dues de les principals pràctiques agroforestals són:

- **Sistemes silvoarables**: arbres en baixa densitat intercalats amb conreus agrícoles anuals o perennes; els arbres es poden distribuir en fileres, marges o dispersos dins el camp.
- **Sistemes silvopastorals**: combinació d'arbres amb producció farratgera o d'animals. Inclou pastures dins terrenys forestals i sistemes adevesats.

1.2. Sistemes agroforestals tradicionals i moderns

Els arbres han format part dels paisatges i agrosistemes des del inici de l'agricultura (Dupraz et al, 2005), per produir fusta, llenya o fruit, així com retenir el sòl en terrasses i bancals.

Durant el segle XX el desenvolupament de l'agricultura mecanitzada i amb mercats cada cop més globalitzats va resultar en la intensificació dels sistemes productius, amb terrenys cada cop més amplis i continus. A Catalunya més del 50% de la longitud dels marges va desaparèixer només entre 1957 y 1981 (de Miguel et al, 2000). Al conjunt de l'Estat la superfície ocupada per conreus anuals combinats amb fruiters o oliveres es va reduir, respectivament, el 97% i el 94% entre 1962 y 1999 (Eichhorn et al, 2006). A nivell territorial, la pràctica totalitat de la superfície forestal ha desaparegut de planes i valls, mentre que les pràctiques agrícoles i ramaderes en terrenys de mitja muntanya han desaparegut en gran part per passar a ser bosc.

L'agricultura moderna s'enfronta a greus problemes de sostenibilitat, resultat de la simplificació extrema dels agroecosistemes: pèrdua de matèria orgànica i carboni edàfic, erosió, contaminació de sòls i d'aigües (contaminació mineral i orgànica, eutrofització) i pèrdua de biodiversitat, entre d'altres (Moreno, 2004; Reisner et al, 2007; Tóth et al, 2008). Com a resposta, estan proliferant les iniciatives encaminades a generar uns agroecosistemes que facin compatible la sostenibilitat econòmica i l'ambiental, entre les quals els sistemes agroforestals moderns (compatibles amb tècniques agronòmiques actuals) tenen una rellevància capital. Entre aquestes iniciatives destaquen els projectes SAFE (2001-05) i AGFORWARD (2014-17), i l'establiment de la **Federació Agroforestal Europea** (EURAF - <http://www.agroforestry.eu/>) dins la qual s'inclou l'Associació Espanyola de Sistemes Agroforestals (AFGE - <http://www.agfeagroforestry.eu/>). Com a resultat, a nivell polític i normatiu, la PAC i del Fons Europeu de Desenvolupament Rural reconeixen de manera creixent les oportunitats que ofereixen aquests sistemes.

1.3. Fonament dels sistemes agroforestals moderns

L'objectiu principal dels sistemes silvoarables i silvopastorals és aconseguir un **aprofitament complementari i més eficient dels recursos** (llum, aigua, sòl, nutrients) així com **maximitzar les interaccions positives** (processos de facilitació) entre les diferents produccions (Graves et al, 2007; Jose, 2009). Com a resultat, hi ha un ampli consens sobre l'increment de la productivitat global d'aquests sistemes en comparació amb els purs (Cannell et al, 1996; Dupraz et al, 2005; Torralba et al, 2016). L'aprofitament complementari i més eficient dels recursos es dona a dos nivells:

- **En l'espai:** els sistemes radical i aeri dels arbres i el conreu/pastura es distribueixen en diferents estrats (Figura 1), la qual cosa permeteix aprofitar en conjunt un volum de recursos més elevat (Fernández et al, 2008; Smith et al, 2012).
- **En el temps:** al menys una de les dues components roman activa durant tot l'any. Per exemple, la combinació d'arbres de fulla caduca amb cereal d'hivern permet que el cereal estigui actiu d'octubre/novembre fins a juny/juliol, i els arbres de maig a octubre.

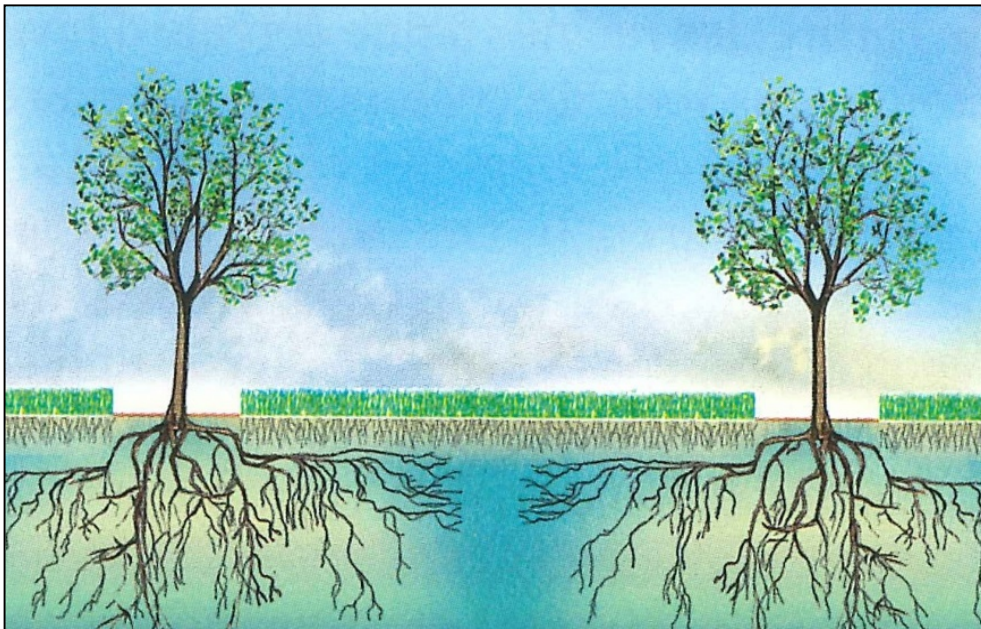


Figura 1. Esquema d'un sistema silvoarable o silvopastoral: hi ha un solapament vertical entre els arbres i el conreu / pastura a nivell aeri (capçades) i subterrani (arrels). Aquest solapament permet incrementar l'ús dels recursos disponibles al medi: llum, aigua, nutrients, etc. Adaptat de Dupraz i Liagre, 2008.

1.4. Requeriments de les espècies emprades en sistemes agroforestals

El més habitual és instal·lar aquests sistemes en terrenys prèviament dedicats a la producció agrícola o ramadera, en els quals s'afegeix la component arbrada. Aquests sistemes es poden combinar amb **qualsevol conreu o tipus de ramat**, tot adaptant la disposició dels arbres i les tècniques de plantació a cada combinació concreta, per tal de maximitzar les interaccions positives.

Les **espècies arbòries** emprades en sistemes agroforestals han de tenir un clar **interès econòmic**, resultat de produccions regulars (arbres fruiters i/o micorritzats amb fongs d'alt valor, biomassa) o bé de productes generats a més llarg termini amb un valor afegit molt elevat (fusta d'alta qualitat: noguera, cirerer, perera, freixe, *Acer spp*).

1.5. Avaluació dels sistemes silvoarables

L'avaluació es fa en relació al manteniment del conreu agrícola sense component arbrada i es basa principalment en Tsonkova et al (2012), Coello et al (2015) i Torralba et al (2016).

1.5.1. Avaluació productiva i econòmica dels sistemes silvoarables

Hi ha un ampli consens en què, ben dissenyats i gestionats, aquests sistemes donen lloc a una productivitat acumulada més alta que els sistemes purs. La productivitat global d'aquests sistemes s'expressa mitjançant la **Relació de Superfície Equivalent (RSE o LER – Land Equivalent Ratio)**, la qual indica la producció del sistema combinat respecte les dues produccions fetes per separat. Les RSE més habituals en àrees temperades varien entre **1,2 i 1,4** (Graves et al, 2007; Dupraz i Liagre, 2008). Les Taules 1-3 mostren el resum de les interaccions entre arbres i conreu i el resum de dos estudis econòmics d'aquests sistemes.



Figura 2. Esquema de la RSE. Font: Dupraz, 2014.

Taula 1. Resum d'interaccions entre arbres i conreu d'un sistema silvoarable.

<p><u>Interaccions positives per al conreu:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Menys vent, menys transpiració - Temperatures extremes suavitzades - Més humitat ambiental - Bombeig aigua i nutrients - Refugi fauna auxiliar - Fertilització indirecta (fulles, fruits) 	<p><u>Interaccions positives per als arbres:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Aprofitament lixiviat - Sense competència temporalment (anuals)
<p><u>Interaccions negatives per al conreu:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Ombratge - Pèrdua superfície conreada (4-6% camp) 	<p><u>Interaccions negatives per als arbres:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Competència per l'aigua - Possibles danys (mcanització)

Taula 2. Resum econòmic d'un sistema silvoarable a Restinclières (França), en base a models de producció. Font: Liagre (2003). Cereal + noguera a 13x4 m. RSE: 1,43.

		Agrícola	Silvoarable
Producció agrícola	Primera meitat de la rotació arbres (15 anys)	100%	84%
	Total acumulat durant la rotació completa (30 anys)	100%	57%
Rendibilitat	VAN (€/ha)	7.947	18.656
	VAN infinit (€/ha)	9.588	22.400

Taula 3. Resum econòmic d'un sistema silvoarable a Els Prats de Rei (Anoia), en base als models FarmSAFE i PlotSAFE. Font: Colomb (2009). Cereal + noguera a 20x5 m. RSE: 1,30.

	Escenari	Sistema agrícola	Sistema silvoarable		
			Component agrícola	Component forestal	Total silvoarable
Rendibilitat	VAN infinit (€/ha)	5.076	2.812	7.031	9.844
	VAE (€/ha/any)	203	112	281	384

1.5.2. Avaluació ambiental i social dels sistemes silvoarables

Aquests sistemes presenten importants **avantatges** en comparació amb els sistemes purs: filtratge de lixiviats, fixació de C a llarg termini, increment de la matèria orgànica i millora de l'estructura del sòl, reducció de l'erosió (vent i pluja), més biodiversitat i més ben connectada, diversificació de rendes, millora de la percepció social de l'agricultor (custodi del territori), valor patrimonial camp, qualitat paisatgística (ecoturisme).

Els principals **inconvenients** són la necessitat de fer una mecanització més curosa per no danyar els arbres i de tractar la vegetació instal·lada dins la filera d'arbres per evitar la creació de bancs de llavors d'espècies no desitjades.

1.5.3. Condicionants de viabilitat, disseny i gestió

A les nostres condicions els **dos principals condicionants** són la **mida i forma del terreny** i la **disponibilitat hídrica**. L'ideal són terrenys de gran superfície, forma allargada i perímetre regular, per fer passades llargues amb la maquinària. El fet d'emprar arbres d'alt interès productiu fa necessària una elevada disponibilitat hídrica, tant a nivell de precipitació com de reserva d'aigua al sòl. Per tant, s'ha de triar l'espècie amb criteris conservadors, ja que una gran part del sistema radical dels arbres no pot ocupar els horitzons superficials degut a la presència del conreu agrícola. Aquest mateix efecte fa necessari destinar a sistemes silvoarables els terrenys amb sòl profund.

El **disseny** del sistema silvoarable condiona notablement els resultats productius, econòmics i ambientals del sistema. El disseny es planteja considerant tota la rotació del sistema, i inclou una tria curosa de l'**espècie** arbrada (ben adaptada) i de la seva **disposició** (orientació i distància entre fileres). L'orientació ideal de les fileres és nord-sud per minimitzar l'ombratge sobre el conreu. La distància entre fileres es tria en funció de l'amplada de la maquinària agrícola (per evitar passades i maniobres addicionals) i al percentatge de superfície que es vulgui mantenir sense ombra. Per exemple, en combinacions amb cereal les distàncies més habituals entre fileres són de 16-25 m. La distància entre dos arbres consecutius dins d'una filera és l'habitual que s'aplica en una plantació forestal, i sol variar entre 4-8 m. Per tant, la densitat inicial d'arbres en un sistema silvoarable pot ser de tan sols 50-150 peus/ha. Per últim, cal respectar un mínim de 50 cm entre els carrers conreats i la filera d'arbres, per reduir el risc de danys sobre el tronc. Així, la pèrdua de superfície conreada seria la inversa de la distància entre fileres: $16\text{ m} \rightarrow 1/16 = 6\%$; $25\text{ m} \rightarrow 1/25 = 4\%$.

La **gestió** s'aplica de manera independent a les dues components. Durant els primers anys, i durant un període més llarg com més espaiades estiguin les fileres, la interacció entre les dues components és nul·la. A mesura que els arbres es desenvolupen, l'ombratge pot fer necessari prioritzar les espècies o varietats agrícoles més adaptades a les microcondicions existents sota els arbres (Pardini et al, 2010). Per exemple, en el cas de les aromàtiques, es pot plantejar emprar durant els primers cicles espècies termòfiles i llenyoses (farigola, romaní, sàlvia) i més endavant espècies més herbàcies amb requeriment hídric més alt (tarongina o menta).

Pel que fa a la gestió dels arbres, la principal modificació de la gestió respecte una plantació forestal seria el possible avançament de les aclarides per limitar l'ombratge causat pels arbres de més baix interès

1.6. Avaluació dels sistemes silvopastorals

1.6.1. Avaluació productiva i econòmica dels sistemes silvopastorals

A l'igual que els sistemes silvoarables, el fonament dels sistemes silvopastorals es basa en la complementaritat de l'ús dels recursos disponibles per part dels arbres i la pastura. Les Taules 4-6 mostren el resum de les interaccions entre arbres i conreu i el resum de dos estudis econòmics d'aquests sistemes.

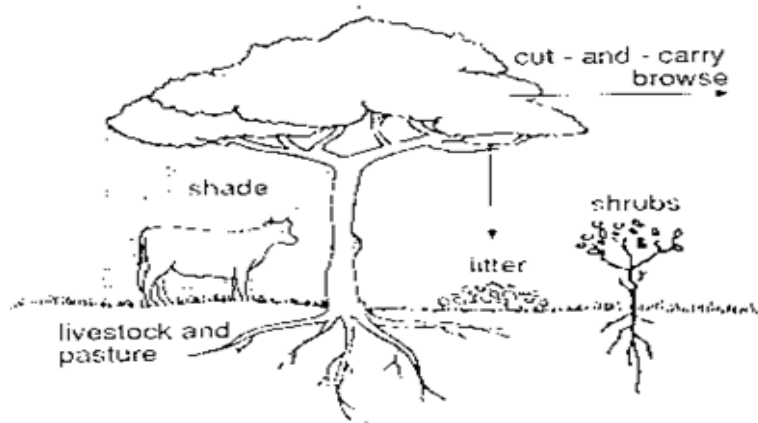


Figura 3. Esquema d'un sistema silvopastoral. Font: B.T. Kang, IITA (1996)

Taula 4. Resum d'interaccions entre arbres i pastura i animals d'un sistema silvopastoral.

<p><u>Interaccions positives per a la pastura / animals:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Menys vent, menys transpiració - Temperatures extremes suavitzades - Més humitat ambiental - Bombeig aigua i nutrients - Fertilització indirecta (fulles, fruits) - Benestar animal: protecció sol i pluja - Complement alimentació (brancam, fruits) 	<p><u>Interaccions positives per als arbres:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Fertilització - Regulació competència herbàcia
<p><u>Interaccions negatives per a la pastura:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Ombratge 	<p><u>Interaccions negatives per als arbres:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Possibles danys (cal protegir) - Compactació

Taula 5. Resum econòmic (valor en capital) d'un sistema silvopastoral tipus (70 arbres/ha) a Suïssa. Font: Kaeser et al (2011)

Any	Pastura	Silvopastoral amb noguera per a fusta			Silvopastoral amb noguera per a fruit		
		Component pastura	Component forestal	Total silvopastoral	Component pastura	Component forestal	Total silvopastoral
10	9.033	5.149	2.544	7.693	5.913	-15.189	-9.276
30	20.182	917	13.881	14.798	2.710	15.233	17.943
60	27.820	-1.836	36.559	34.723	405	34.860	35.265

Taula 6. Resultats econòmics (rendibilitat en €/ha/any) de diferents cobertures d'arbres en un sistema silvopastoral tipus (devesa amb ovella, vaca i porc) a Extremadura. Font: García de Jalón et al (2017).

	Cobertura d'arbres										
	0% (pastura)	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Marge brut	124	129	183	181	179	177	175	173	159	118	70
Marge net	25	27	37	33	29	24	20	16	1	-43	-93

1.6.2. Avaluació ambiental i social dels sistemes silvopastorals

Aquests sistemes presenten importants **avantatges** ambientals i socials: filtratge de lixivians, fixació i segrest de C a llarg termini, menys erosió (vent i pluja), més biodiversitat i més ben connectada, millora de la percepció social de l'agricultor o ramader com a custodi del territori, increment del valor patrimonial del terreny, benestar animal i generació de productes d'alt valor afegit.

1.6.3. Condicionants de viabilitat, disseny i gestió

Els requisits pel que fa a la disponibilitat hídrica són semblants al cas dels silvoarables, amb la diferència de que en sistemes silvopastorals és possible triar espècies en base al seu interès de producció de fruit (quercínies), entre les quals hi ha de molt tolerants a les condicions seques.

En un estudi realitzat en sistemes adevesats a Catalunya (Taüll et al, no publicat) s'ha mostrat com el tipus de clima condiciona la viabilitat d'aquest tipus de sistemes:

- en zones de clima humit s'assoleixen càrregues entre 0,50 i 0,90 UBM ha⁻¹ any⁻¹
- en zones de clima subhumit s'assoleixen càrregues baixes, inferiors a 0,30 UBM ha⁻¹ any⁻¹.

Per últim, el fet de no organitzar els arbres per fileres fa que no sigui necessari buscar determinades orientacions.

2. Condicions a Catalunya en les quals els sistemes agroforestals són particularment beneficiosos

D'acord amb Torralba et al (2016), les àrees de clima mediterrani són, a nivell europeu, aquelles a on els sistemes agroforestals donen lloc a un increment més notable dels serveis ecosistèmics. Aquest estudi també ressalta com aquests beneficis són més rellevants a escala de paisatge que a escala de finca, la qual cosa té importants implicacions a nivell de planificació territorial. Els agents i activitats de transferència són clau per a la seva promoció.

2.1. Àrees amb problemes de contaminació de sòls i aigües

La contaminació d'aigües subterrànies i superficials per lixiviats agrícoles, especialment els lligats a l'ús excessiu de dejeccions ramaderes com a fertilitzant, és un problema ambiental de primer ordre a Catalunya. Prop de la meitat dels termes municipals de Catalunya i un terç de la superfície estan catalogats com a vulnerables a nitrats (ACA, 2017), amb una superfície que s'ha duplicat des de 1998. Aquest problema té greus conseqüències a nivell de la salut humana, la qualitat dels ecosistemes fluvials (eutrofització, invasió d'espècies nitròfiles) i de despeses de depuració.

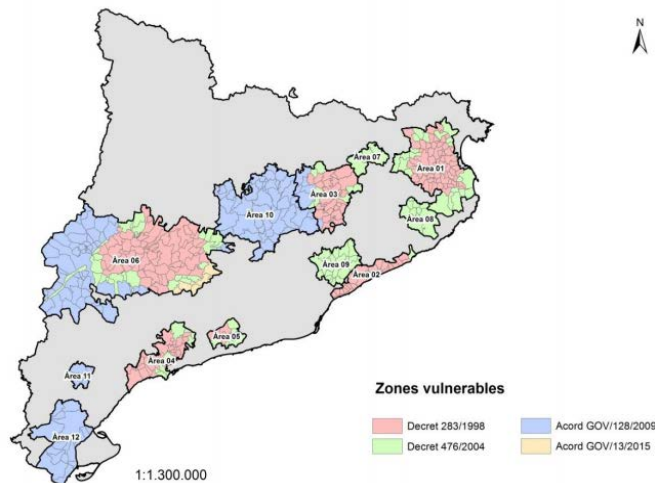


Figura 4. Zones vulnerables a nitrats a Catalunya. Font: Agència Catalana de l'Aigua (2017).

Iniciatives existents: projecte LIFE Futur Agrari 2013-2017 (<http://futuragrari.cat/>), amb dues accions destinades a l'ús de sistemes agroforestals (silvoarables, silvopastorals i coixins riparis) com a opcions per filtrar els lixiviats agrícoles i reduir la contaminació d'aigües i sòls.

A França hi ha iniciatives que involucren a pagesos en la implementació de sistemes agroforestals per a la protecció d'aigües i sòls, com ara la xarxa "Agr'eau", amb més de 200 explotacions; "Eau de Paris", per a la promoció de sistemes agroforestals en àrees de captació d'aigua o la preservació de la qualitat de l'aigua dels rius a la Vall d'Hérault.

http://www.agroforesterie.fr/AGREAU/cartographie_AGREAU/agreau-agroforesterie-couverture-vegetale-des-sols-cartographie-des-agriculteurs-references-dans-le-programme.php

https://www.agroof.net/agroof_projets/agroof_eaudeparis.html

https://www.agroof.net/agroof_projets/agroof_herault.html

2.2. Àrees amb grans superfícies en monocultiu

El grau d'especialització dels sistemes agrícoles i ramaders arreu del territori ha fomentat la concentració de pràctiques productives en els diferents espais del territori. Les àrees a les quals hi ha una clara dominància d'un únic conreu són més susceptibles a l'impacte causat per fluctuacions climàtiques, aparició de plagues i malures així com del preu del producte en els mercats internacionals. És per tant necessari diversificar les produccions (per exemple, amb sistemes agroforestals) en la mesura que sigui possible, per tal que els productors disposin de diferents fonts d'ingressos. Per exemple, el projecte francès CAS DAR 09/11 va incloure un estudi de la biodiversitat funcional (sírfids, caràbids, abelles, oníscids) en parcel·les agroforestals. Una de les fitxes tècniques resultants descriu les principals conclusions: <http://www.agroforesterie.fr/documents/Fiche-Biodiversite-CASDAR-agroforesterie-AP32.pdf>

2.3. Àrees forestals amb alt risc d'incendis forestals

Els Perímetres de Protecció Prioritària corresponen a unitats forestals homogènies per grans infraestructures de la xarxa viària de comunicacions, corredors no forestals, nuclis de població o la xarxa hidrogràfica creades amb l'objectiu de desenvolupar les actuacions de prevenció d'incendis necessàries per evitar Grans Incendis Forestals (GIF). En total, a Catalunya hi ha delimitats 34 PPP (Figura 5) que suposen poc més d'una tercera part de la superfície total. Els Punts Estratègics de Gestió (PEG) són emplaçaments molt estratègics on la gestió silvícola i pastoral (pastures arbrades, silvopastoralisme) podria permetre un canvi substancial en el comportament del foc.

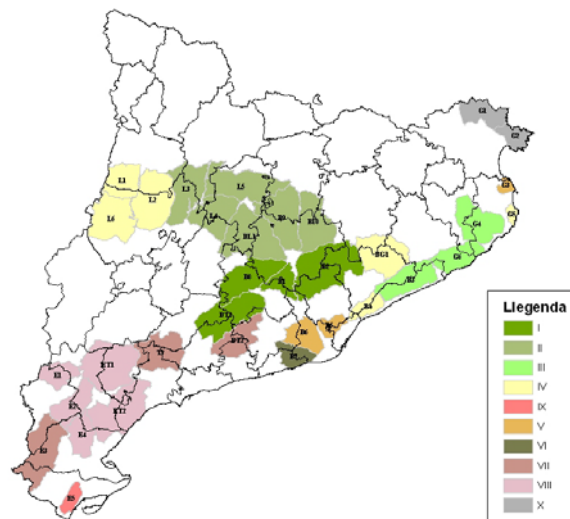


Figura 5. Perímetres de Protecció Prioritària a Catalunya, agrupats per la vegetació que hi és dominant.

2.4 Paisatges agroforestals tradicionals i culturals

Els paisatges rurals en mosaic agroforestal, ja siguin conservats de manera ancestral, recuperats o creats recentment, són percebuts per part d'una societat creixementment urbanitzada com a un paisatge dipositari de formes de vida i de relació amb el medi natural d'origen ancestral. Els sistemes agroforestals tenen un gran interès estètic i cultural, per la qual cosa poden ser molt rellevants en àrees en les quals el paisatge d'alt valor és sinèrgic amb altres activitats, com ara zones en les quals s'explota el turisme d'interior, àrees ambientalment sensibles (interior i l'entorn d'Espais Naturals Protegits) o àrees d'alta freqüentació, com ara els Parcs Agraris en zones periurbanes.

2.5. Explotacions en ecològic i/o control integrat

Alguns dels beneficis dels sistemes agroforestals esmentats prèviament són especialment interessants de promoure en el marc d'explotacions agrícoles o ramaderes amb segell ecològic o que busquen un producte de més alt valor afegit (diferenciació al mercat) així com en explotacions amb control integrat. Les principals oportunitats són l'increment de la capacitat d'acollida de la fauna auxiliar (caràbids, aus i ratpenats), la qual pot ajudar a mantenir les poblacions de plagues (insectes, llimacs) en densitats baixes així com la millora del benestar animal gràcies al microclima millorat que proveeixen els arbres. Per exemple, en explotacions d'aviram a França s'ha observat com la presència d'arbres dóna lloc a una reducció de l'erosió (les gallines es mouen per una superfície més ampla), al filtratge de nitrogen i fòsfor i a un efecte positiu de la productivitat en èpoques de sequera (Malignier i Balaguer, 2017). En remugants, per aconseguir condicions de benestar animal els animals han d'estar en pasturatge un determinat nombre de dies del seu cicle de vida. L'accés a pasturar boscos o deveses pot assegurar aconseguir amb aquest requeriment, fet que ajuda també a la disminució dels costos d'alimentació respecte un sistema més intensiu i a l'estalvi d'inversions en infraestructures com estables.

2.6. Àrees productores de raïm amb problemes per controlar el grau

En el context actual de canvi climàtic, les àrees de més alta temperatura mitjana anual a les quals es produeix raïm comencen a adaptar la gestió per tal de limitar el grau alcohòlic, ja sigui avançant la verema (amb risc d'afectar el color) o alterant la dosi de reg. Una possible solució per reduir aquest problema pot ser l'ombratge parcial dels ceps amb arbres. En aquests sistemes combinats es pot intercalar una filera d'arbres cada 10 fileres de vinya (Malignier i Balaguer, 2017). En aquest sentit destaquen dues experiències a França:

a) Projecte GRAPPE3, impulsat per les cooperatives vitícoles de GARD:

https://www.agroof.net/agroof_projets/agroforesterie_grappe3.html

b) Projecte PIRAT (INRA): estudi de les interaccions entre pins i espècies productores de fusta de qualitat i vinya:

https://www.agroof.net/agroof_dev/documents/pirat/rapport_pirat_2012.pdf

3. Els sistemes agroforestals i la PAC

3.1. Els sistemes agroforestals a la PAC fins a 2013

Primeres dècades de la PAC: arrencament de milers d'arbres d'entorns agrícoles per maximitzar la superfície elegible per rebre subvencions.

A partir de la reforma de 2003: desacoblament de part dels pagaments directes de la producció i increment de la inversió en desenvolupament rural i pràctiques sostenibles (criteris de condicionalitat). Aquests criteris incloïen el manteniment d'elements característics del paisatge agrari com ara els marges i els arbres. Reglament 1698/2005: reconeixement explícit dels sistemes agroforestals a la PAC: s'estableix la necessitat de promoure aquests sistemes degut al seu alt valor ecològic i social.

PAC 2007-2013: mesura 222 de promoció de sistemes agroforestals. Es van distribuir 15 milions d'Euros, tot i que només el 6.4% es va destinar a la implementació de nous sistemes i només a cinc països. Es va mantenir l'elegibilitat per rebre el pagament directe (Pilar I) tot i la presència d'arbres, sempre que la densitat d'aquests fos inferior a 50 arbres/ha.

3.2. Els sistemes agroforestals a la nova PAC (2014-20)

La programació actual de la PAC contempla una sèrie de noves mesures i criteris per promoure els sistemes agroforestals.

3.2.1. Pilar I, pagament directe: limita la presència d'arbres l'elegibilitat d'un terreny?

La presència d'arbres en un terreny catalogat com a "arable" no limita la seva elegibilitat per rebre pagaments directes mentre no se superi una densitat màxima d'arbres de més de 4 m de diàmetre de capçada i, en el cas d'Espanya, 5 m d'alçada. Aquesta densitat màxima ve marcada per cada regió o estat membre, i en cap cas pot superar els 100 arbres/ha (Reglament Delegat 640/2014). Aquesta limitació de densitat no afecta als arbres fruiters i, a partir de 2018, tampoc als arbres que produeixin aliment per al ramat (fruit, brançam).

3.2.2. Pilar I – són els sistemes agroforestals una activitat de "greening"?

Els ajusts de "greening" es poden atorgar a explotacions de més de 15 ha de superfície arable no posada en ecològic que destinin un 5% de la seva àrea a esdevenir superfícies d'interès ecològic (SIE o *Ecological Focus Areas*). Dels 19 SIE, Espanya n'ha activat 4, una de les quals és "superfícies agroforestals", si bé el suport està condicionat a haver rebut ajuts en el marc del Pilar II, ja sigui amb la programació anterior (mesura 222) o amb l'actual (sub-mesura 8.2, veure apartat 3.2.3). Per tant, per rebre aquest ajut és necessari que la regió o estat hagi activat aquesta mesura 222 o 8.2.

3.2.3. Pilar II (Desenvolupament Rural)

La **sub-mesura 8.2** del Reglament 1305/2013 fa referència a la promoció de la instal·lació de nous sistemes agroforestals en terreny agrícola. Aquesta sub-mesura ha estat activada a 35 regions/estats (30% del total), a Espanya (Andalússia, Astúries, Extremadura, Galícia, País Basc, Comunitat Valenciana), França (15 de 27 regions), Itàlia (5 de 21), Portugal (3 de 3), Regne Unit (3 de 4), Hongria i Grècia (Lawson et al, 2016). Si es desenvolupen els PDRs actuals tal i com estan plantejats s'espera que amb la mesura 8.2 es podran establir fins a 74.000 noves hectàrees agroforestals.

La **submesura Gestió silvopastoral per a prevenció d'incendis (SM8.3)** es va activar a Catalunya amb la resolució ARP/2572/2016, de 15 de novembre, i un import total atorgat de 39.647,54 € per a l'annualitat 2017. Els seus fons són FEADER, però necessiten un 43 % de cofinançament per part de la Generalitat de Catalunya. Ara mateix són elegibles les àrees estratègiques i àrees complementàries per a la prevenció d'incendis incloses dintre els Perímetres de Protecció Prioritària.

Dintre de les **mesures de Gestió Forestal Sostenible**, incloses dintre el PDR 2014-2020, les actuacions silvícoles de millora en són conceptes subvencionables (operació 08.05.01). Així, per a la transformació d'un bosc a devesa, s'hi poden acollir ajuts en concepte d'aclarida i estassada de sotabosc. Aquesta línia d'ajuts s'ha publicat, per a l'annualitat 2017, amb resolució ARP 2806/2017, de 23 de novembre.

A més a més, hi ha d'altres mesures (M) i sub-mesures (SM) dins d'aquest Reglament que poden contribuir a l'establiment i manteniment d'aquests sistemes (Lawson et al, 2016), entre les quals destaquen:

- Petites plantacions d'arbres i marges (M4)
- Forestació amb densitats baixes (SM8.1)
- Restauració d'àrees afectades per incendis i problemes sanitaris (SM8.4)
- Establiment o recuperació de sistemes agrícoles tradicionals (incloent pastures arbrades, marges i horts) amb finalitat agroambiental (M10)

4. Conclusions

- Hi ha una evidència cada cop més contrastada sobre l'interès dels sistemes agroforestals com a alternativa productiva en condicions temperades. La bibliografia disponible mostra un ampli consens sobre els avantatges ambientals (a nivell de biodiversitat, aigües i sòls), socials (valor patrimonial, sentiment de propietat i valor estètic) i productius d'aquests sistemes, sempre que estiguin ben planificats i gestionats. Com a resultat, hi ha un nombre creixent d'iniciatives a Europa per a l'estudi i foment d'aquests sistemes a nivell tècnic i normatiu.

- En el cas de Catalunya, el desenvolupament d'aquests sistemes permetria ajudar a mitigar alguns dels principals impactes negatius dels agrosistemes moderns, com ara la contaminació per nitrats, l'erosió, la pèrdua de carboni i matèria orgànica edàfica i la fragmentació i disfuncionalitat d'hàbitats. Les principals barreres actuals per a la promoció d'aquests sistemes són socials (desconeixement del seu potencial per part de gestors i tècnics) i normatives (manca de mesures específiques de suport, manca de reconeixement econòmic dels serveis ecosistèmics generats).

Referències

- Cannell MGR, Van Noordwijk M, Ong CK. 1996. The central agroforestry hypothesis: the trees must acquire resources that the crop would not otherwise acquire. *Agrofor. Syst.* 27–31.
- Coello J, Baiges T, Cervera T, Alcoverro F. 2015. Plantacions agroforestals de noguera i freixe amb cultius herbacis. Un sistema productiu innovador amb interès ambiental. In : Tusell, J.M., Vericat, P. (eds.), *XXXII Jornades Tècniques Silvícoles Emili Garolera*. Consorci Forestal de Catalunya. Santa Coloma de Farners.
- Colomb V. 2009. Potential for agroforestry alley-cropping with valuable broadleaves in Central Catalonia. Tesi de Màster. Universitat de Lleida.
- de Miguel E, Pointereau P, Steiner C. 2000. *Los árboles en el espacio agrario. Importancia hidrológica y ecológica*. Banco Santander Central Hispano. Madrid.
- Dupraz C, Liagre F, 2008. *Agroforesterie: des arbres et des cultures*. France Agricole Editions, Paris.
- Eichhorn MP, Paris P, Herzog F, Incoll LD, Liagre F, Mantzanas K, Mayus M, Moreno G, Papanastasis VP, Pilbeam DJ, Pisanelli A, Dupraz C. 2006. Silvoarable systems in Europe – Past, present and future prospects. *Agroforestry Systems* 67, 29-50.
- Fernández M, Gyenge J, Licata J, Schlichter T, Bond B. 2008. Belowground interactions for water between trees and grasses in a temperate semiarid agroforestry system. *Agrofor Syst* 74:185–197.
- García de Jalón, S., Graves, A., Moreno, G., Palma, J.H.N., Crous-Duran, J., Burgess P.J. (2017). Forage-SAFE: a tool to assess the management and economics of wood pasture systems. Submitted to the 15th International Conference on Environmental Science and Technology (CEST). 31 August - 2 September 2017, Rhodes, Greece.
- Graves AR, Burgess PJ, Palma JHN, Herzog F, Moreno G, Bertomeu M, Dupraz C, Liagre F, Keesman K, van der Werf W, de Nooy AK, van den Briel JP. 2007. Development and application of bio-economic modelling to compare silvoarable, arable, and forestry systems in three European countries. *Ecol. Eng.* 29, 434–449
- Jose S. 2009. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Agrofor. Syst.* 76, 1–10.
- Kaesler A, Sereke F, Dux D, Herzog F. 2011. *Agroforesterie en Suisse*. Recherche Agronomique Suisse 2 (3): 128-133.
- Lawson G, Balaguer F, Palma JHN, Papanastasis V. 2016. Options for agroforestry in the CAP 2014-2020. Actes de la 3a Conferència EURAF, Montpel·lier (França) 23-25 Maig 2016.
- Liagre F. 2003. Évaluation socio-économique de l'expérience de Restinclières. *Agrofor Développement. Rapport d'activités 2003*.
- Malignier N, Balaguer F. 2017. Current extent and trends of agroforestry in France. 10 pp.
- Moreno G. 2004. El árbol en el medio agrícola. *Foresta* 27 (3), 170-176.
- Pardini A, Mori S, Rigueiro-Rodríguez A, Mosquera-Losada MR. 2010. Efecto del arbolado en la producción de pasto y trigo *Triticum aestivum* L. ecológicos en la Maremma Toscana, Italia central. *Pastos* 40, 211-223
- Reisner Y, de Filippi R, Herzog F, Palma J. 2007. Target regions for silvoarable agroforestry in Europe. *Ecological Engineering* 29:401–418
- Smith J, Pearce BD, Wolfe MS. 2012. Reconciling productivity with protection of the environment: is temperate agroforestry the answer? *Renew. Agric. Food Syst.* 28, 80–92
- Tóth G, Montanarella L, Rusco E, 2008. *Threats to Soil Quality in Europe*. JRC Scientific and technical report.
- Torrallba M, Fagerholm N, Burgess PJ, Moreno G, Plieninger T. 2016. Do European agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem services? A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 230: 150–161

Annex 1. Sistema silvoarable a Puig-Reig

A1.1. Característiques generals

Any de plantació	Hivern 2013/14
Projecte	LIFE Futur Agrari (www.futuragrari.cat)
Nom finca	La Molina
Terme municipal	Puig-Reig
Comarca	Berguedà
Coordenades UTM	X: 410 357/ Y: 4 648 275

Tipus de terreny	Camp agrícola (2 ha)
Ús previ	Cereal

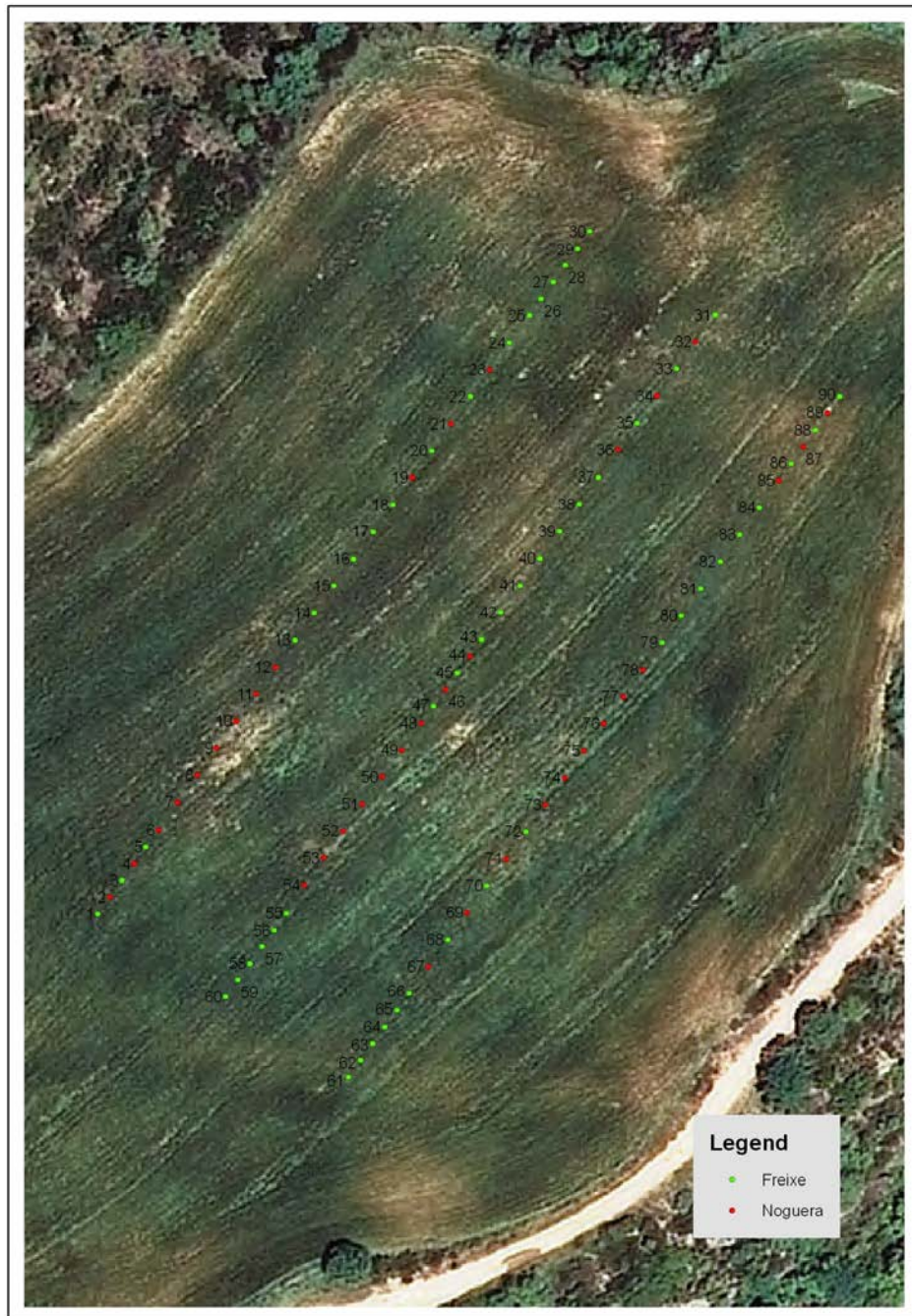
Altitud mitjana	469 m
Temp mitjana mes més fred / anual / mes més calorós	4,5 °C / 12,7 °C / 22,0 °C (Atles Climàtic Digital de Catalunya)
Precipitació anual (estival)	675 (190) mm (Atles Climàtic Digital de Catalunya)
Tipus de sòl	pH 7,8, textura franco-arenosa (57% arena, 24% llim, 19% argila)

Superfície plantada	1 ha
Material vegetal	Espècie principal: Noguera híbrida (<i>Juglans x intermedia</i>) MJ209xRa; 40/60 cm, arrel nua; Freixe de fulla gran (<i>Fraxinus excelsior</i>) FP300 15/20 cm RP-8 Pirineu axial Acompanyament: cereal (ordi o blat)
Distància entre fileres	18 m
Experiències realitzades (nombre arbres experimentals)	Noguera pura cada 4 m (18); noguera + freixe cada 4 m (18); noguera + freixe cada 2,5 m (18); freixe pur cada 4 m (18); freixe pur cada 2,5 m (18)

Condicionament del terreny	No
Preparació del terreny	No
Aclotament	Retroexcavadora: 60 x 60 x 60 cm

Podes	Poda de guiatge anual des de 2014
Desherbat	No
Regs	No
Fertilitzacions d'arbres	No
Altres	Instal·lació tècniques plantació en el moment de plantar: mulch plàstic 1 m ² (abril 2014), protectors individuals en freixes: malla plàstica de 120 cm lligada a estaca de castanyer de 150 cm

A1.2. Croquis de la plantació



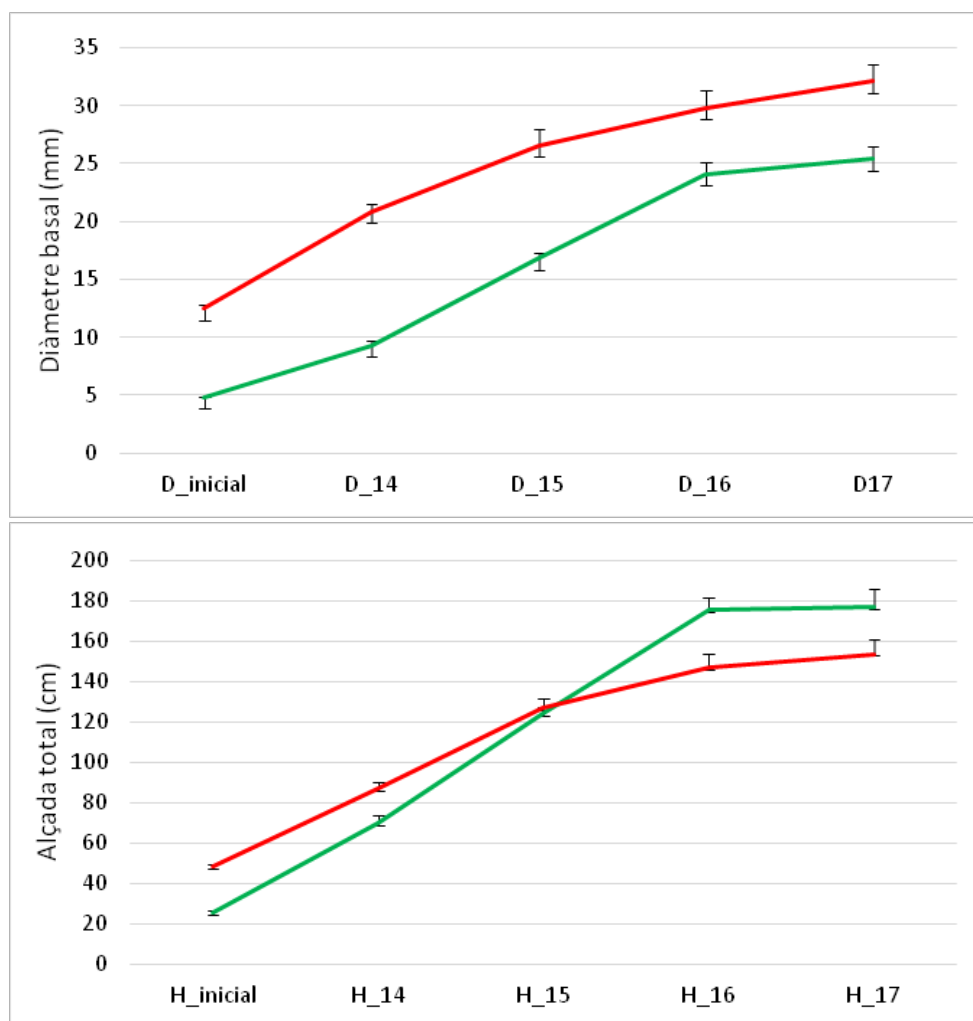
A1.3. Resultats productius 2014-2017

Nogueres

La supervivència de la plantació és del 97%, sense diferències entre les dues espècies. A més, un 13% dels freixes mostra problemes vegetatius (puntisecats, brots a la base) per només un 6% de les nogueres.

Les xifres mitjanes de creixement anual en diàmetre i alçada són de 4,9 mm i 26 cm en el cas de la noguera i de 5,1 mm i 38 cm en el cas del freixe. Aquestes xifres es poden considerar com a adequades considerant l'extensivitat de la gestió i la baixa precipitació dels dos últims anys. No s'han observat diferències de creixement en funció del tipus de filera (distància entre arbres i composició d'espècies).

Es mostra a continuació l'evolució del diàmetre acumulat a la base i l'alçada total de les nogueres (línia vermella) i els freixes (línia verda), entre 2014 i 2017.



Cereal

Pel moment no s'ha trobat cap efecte de la presència de les fileres arbrades sobre la productivitat del cereal, degut a la petita mida dels arbres.

Annex 2. Sistema silvoarable a Sagàs

Fitxa preparada en col·laboració amb Eva Moré i Roser Cristòbal (Programa Bioeconomia i Governança, CTFC).

A2.1. Característiques generals

Any de plantació	Hivern 2011/12
Projecte	Sistemes agroforestals a Catalunya: Innovació d'esquemes productius per la diversificació de rendes - Experiència pilot a Lluçà i Sagàs (2011-2016) – DARP
Nom finca	Camp de l'Ermengol
Terme municipal	Sagàs
Comarca	Berguedà
Coordenades UTM	X: 414 150/ Y: 4 655 500

Tipus de terreny	Camp agrícola (1,5 ha)
Ús previ	Cereal i Colza

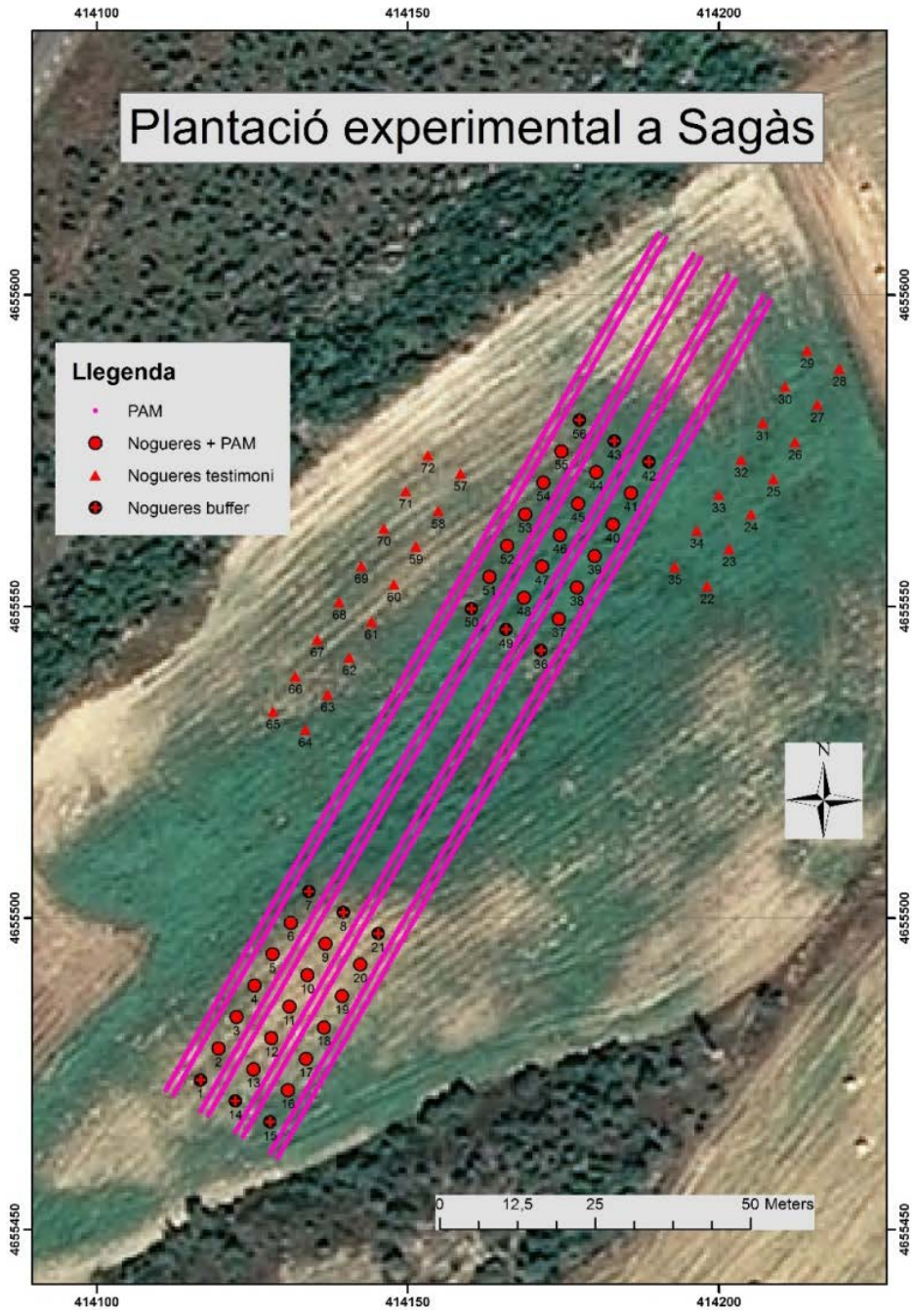
Altitud mitjana	695 m
Temp mitjana mes més fred / anual / mes més calorós	3,6°C / 11,5°C / 21,1°C (Atlas Climàtic Digital de Catalunya)
Precipitació anual	780 mm (Atlas Climàtic Digital de Catalunya)
Tipus de sòl	Textura franca / pH 8,1 / Calcari actiu 4% (poc clorosant) / M.O. 2,38%; Conductivitat elèctrica: 0,18 dS/m (no limitant) / Carbonats 18%

Superfície plantada	1 ha
Material vegetal	Arbres: noguera híbrida (<i>Juglans x intermedia</i>) MJ209xRa; 40/60 cm, arrel nua Aromàtiques: Sàlvia (<i>Salvia officinalis</i>)
Marc de plantació	Noguera pura: 6 x 7 m; noguera + sàlvia: 6 m entre nogueres, 2,5 m entre noguera i sàlvia, Sàlvia: fileres dobles, 30x140 cm
Experiències realitzades (# arbres experimentals)	Noguera pura: 30 (30) Noguera + sàlvia: 42 (30) Sàlvia arrencada a l'hivern 2017/18 i substituïda per tarongina (<i>Melissa officinalis</i>)

Condicionament del terreny	No
Preparació del terreny	Subsolatge creuat profund
Aclotament	Manual, 30x30x30 cm

Podes	Poda anual des de 2012
Desherrat	Passada de cultivador anual pels marges de filera, abans de la collita, i estassada anual entre fileres de sàlvia. Estassada entre nogueres cada 2 anys.
Regs	No
Fertilització	No
Altres	Instal·lació tècniques plantació (abril 2012): mulch plàstic 1 m ² , protectors individuals de malla plàstica 60 cm alçada

A2.2. Croquis de la plantació



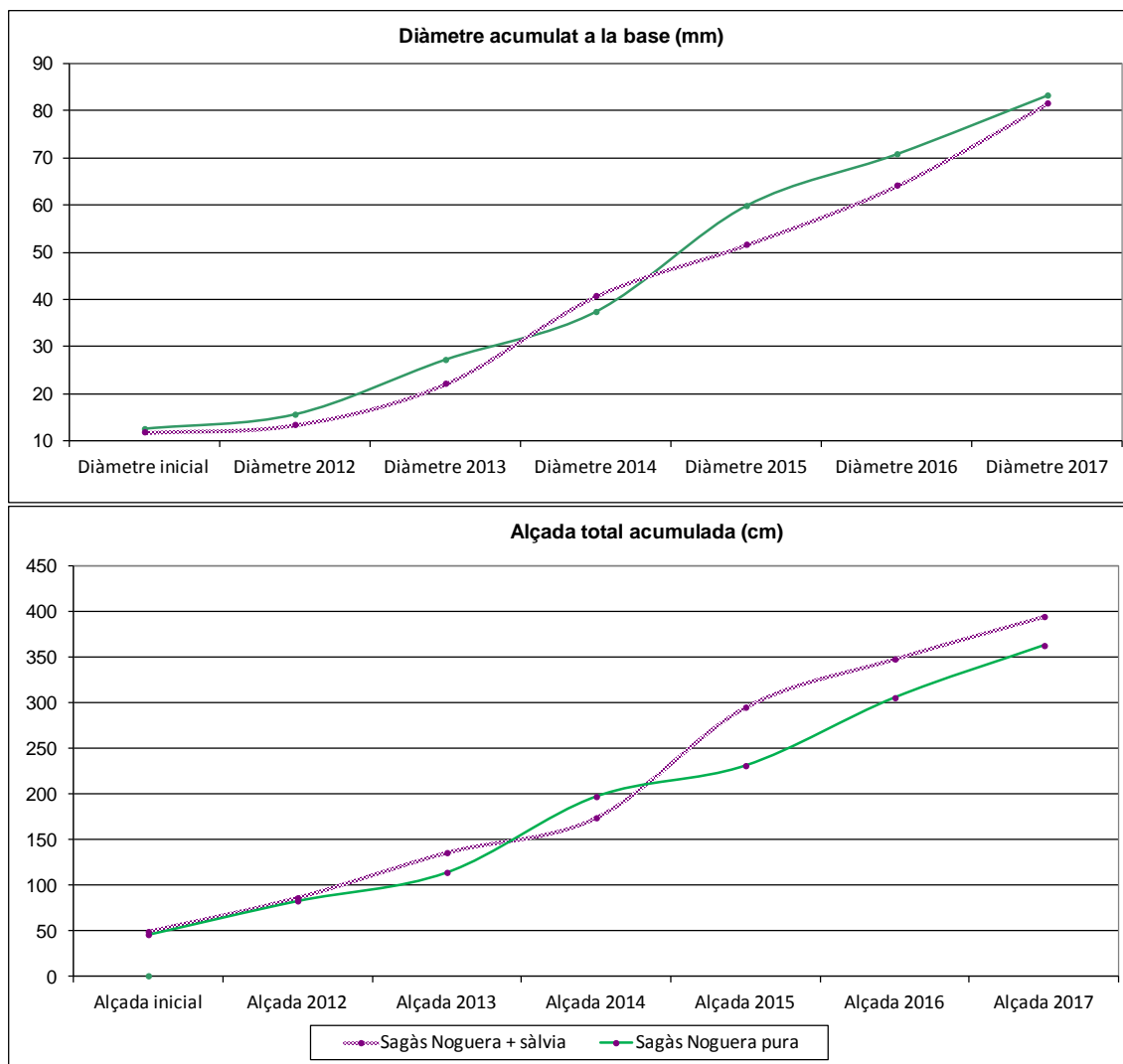
A2.3. Resultats productius (2012-17)

Nogueres

La supervivència de la plantació és del 100%, i només l'1% dels arbres mostra problemes vegetatius.

El creixement mitjà de les nogueres durant els sis primers períodes vegetatius és d'1,2 cm en diàmetre i 55 cm en alçada, unes xofres molt notables considerant la curta edat de la plantació i l'extensivitat de la gestió. Pel moment no s'ha detectat una diferència consistent entre el creixement de les nogueres combinades amb PAM i les testimoni, tot i que s'intueix un efecte en els últims anys: si el període vegetatiu és sec, com és el cas de 2016 i 2017, les nogueres testimoni tendeixen a créixer més que les combinades amb sàlvia, mentre que en anys humits la tendència és l'oposada. Aquesta situació podria indicar una competència incipient per l'aigua entre les dues produccions, tot i que cal esperar més anys per poder-la corroborar.

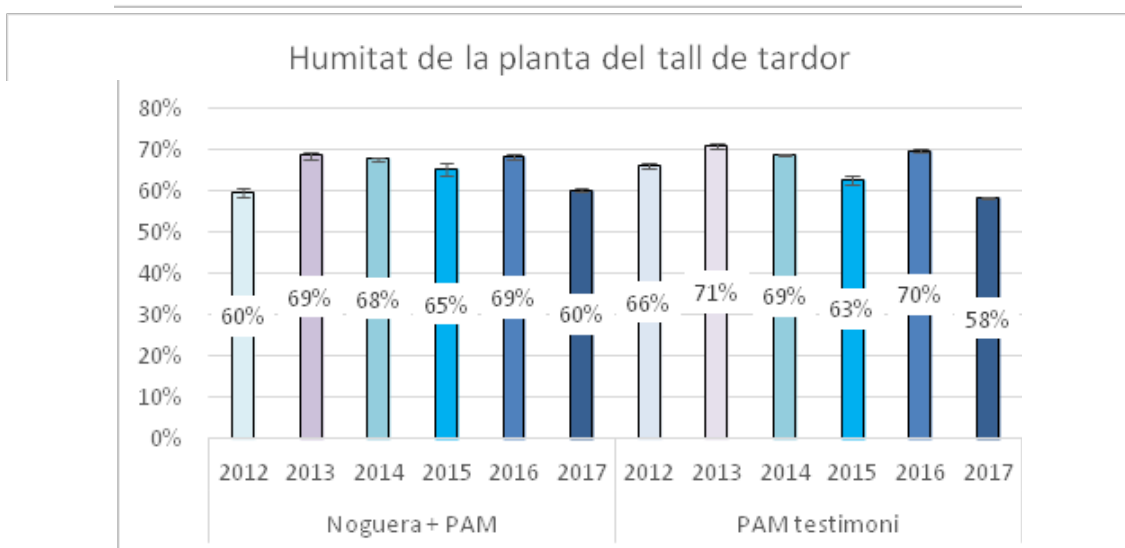
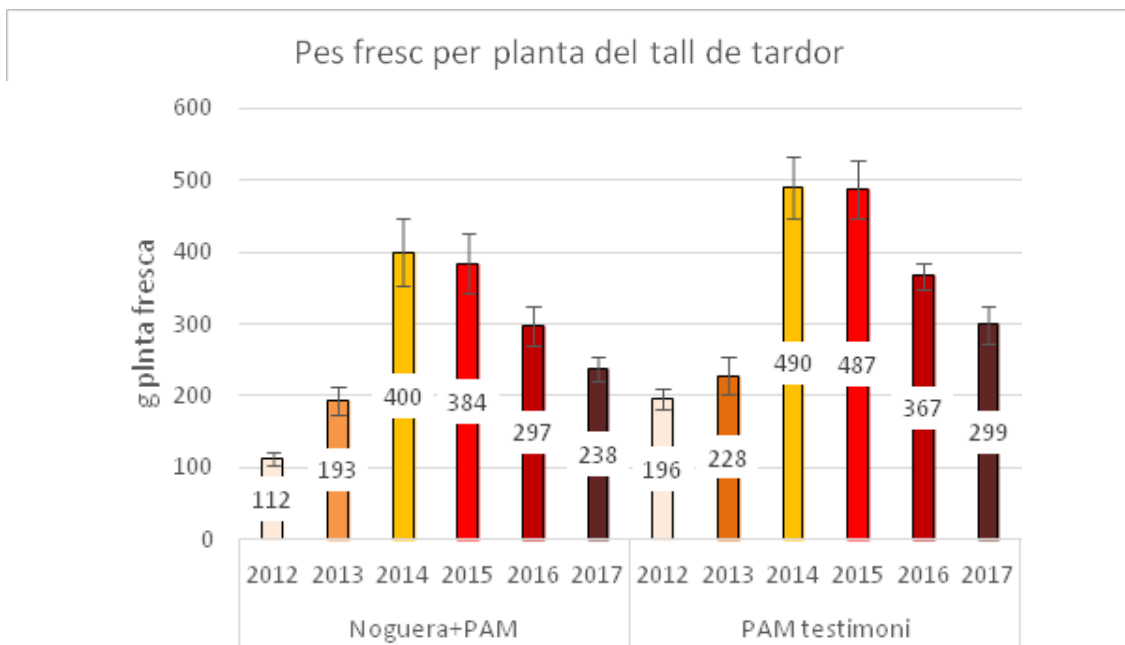
Es mostra a continuació l'evolució del diàmetre acumulat a la base i l'alçada total de les nogueres, entre 2012 i 2017.



Plantes aromàtiques i medicinals

El primer cicle (6 anys) ha estat completat, i durant l'aturada vegetativa 2017-18 s'arrenquen les plantes de sàlvia, les quals ja han esgotat la seva fase més productiva, i són substituïdes per tarongina (*Melissa officinalis*).

La gestió habitual de la sàlvia ha consistit en un tall no comercial a la primavera, per revigoritzar les plantes, i un tall comercial a la tardor. S'ha observat una davallada de la producció els dos últims anys, com a conseqüència de la baixa pluviometria i a l'esgotament de les plantes. Es mostra a continuació l'evolució de la producció de la sàlvia en pes fresc, així com la humitat de la planta, totes dues per al tall de tardor. No s'han detectat diferències significatives a nivell productiu ni de característiques de les plantes entre aquelles que creixen en monocultiu i aquelles combinades amb nogueres.



Per a més informació:

- Associació Espanyola de Sistemes Agroforestals: www.agfeagroforestry.eu
- Federació Agroforestal Europea: www.agroforestry.eu
- Associació Francesa d'Agroforesteria: www.agroforesterie.fr
- AGROOF: cooperativa d'estudi sistemes agroforestals (Fr): www.agroof.net
- Projecte LIFE Futur Agrari (2013-2018): www.futuragrari.cat
- Projecte H2020 AgForward (2014-2017): www.agforward.eu
- Projecte H2020 AFINET (2017-2019): www.eurafagroforestry.eu/afinet
- Canal Youtube AGROOF: <https://www.youtube.com/user/AGROOFdeveloppement>

Contacte:

Jaime Coello

Grup de Gestió Forestal Sostenible, Programa de Gestió Forestal Multifuncional
Consorti Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya – CTFC
www.ctfc.cat - jaime.coello@ctfc.cat

Sònia Navarro

Forest Biotechnology Solutions
www.fbs.cat - sonia.navarro@fbs.cat