

Captura de carboni a la Vall d'Alinyà: el bosc de pi roig (*Pinus sylvestris*) a l'Obaga de Colldéu

Ales Azcárate, Gabriel Barguilla, Jordi Bassols i Pol Canudas

Resum

Aquest estudi analitza les possibilitats de gestió d'una parcel·la de pi roig (*Pinus sylvestris*) situada a la Obaga de Colldéu a la Vall d'Alinyà (Catalunya, Espanya) des d'un punt de vista de fixació de carboni i econòmic. S'ha observat que el bosc sense gestionar ja presenta la capacitat de funcionar com a embornal CO₂ (15,4 t CO₂/ha). S'ha determinat que la fixació màxima de CO₂ es produeix amb una aclarida del 37% (23,4 t CO₂/ha). L'elevat cost d'aquesta gestió ha portat aquest projecte a analitzar una gestió alternativa en la que es busqui una major ecoeficiència. D'aquesta manera, amb el 14% d'aclarida es redueix el dèficit en un 39% tot i reduir el balanç de CO₂ en només un 15%. Les aclarides superiors al 80% provoquen una fixació de CO₂ menor a la que presenta el bosc sense gestionar.

Paraules clau

CO₂, fixació, carboni, gestió forestal, *Pinus sylvestris*, Alinyà

Resumen

Captura de CO₂ del bosque de pino silvestre (*Pinus sylvestris*) de la Obaga de Colldéu en el Valle de Alinyà. Proyecto LIFE

Este estudio analiza las posibilidades de gestión de una parcela de pino silvestre (*Pinus sylvestris*) localizada en la Obaga de

Colldéu en el Valle de Alinyà. (Cataluña, España) desde el punto de vista de fijación de carbono y económico. Se ha observado que el bosque sin gestionar ya presenta la capacidad de funcionar como sumidero de CO₂ (15.4 t CO₂/h). Se ha determinado que la fijación máxima de CO₂ se produce con un aclareo del 37% (23.4 t CO₂/h). El elevado coste de esta gestión ha conducido a este proyecto a analizar una gestión alternativa en la que se busque una mayor eco-eficiencia.

Palabras clave

CO₂, fijación, carbono, gestión forestal, *Pinus sylvestris*, Alinyà,

Abstract

CO₂ capture of the Scots pine forest (*Pinus sylvestris*) located in the Obaga de Colldéu inside Alinyà's Valley. LIFE project

This study analyzes the management possibilities of a Scots pine plot (*Pinus sylvestris*) located in the Obaga de Colldéu inside Alinyà's Valley (Catalonia, Spain) from an economic and carbon sequestration point of view. It has been observed that the forest without management already has the ability to work as a CO₂ sink (15.4 t CO₂/ha). It has been determined that the maximum CO₂ capture (23.4 t CO₂/ha) occurs with a 37% thinning of the forest. The high cost of this management has led this project to analyze a management alternative that seeks a greater eco-efficiency. Thus, a 14% thinning reduces the deficit by 39% while only reducing the CO₂ balance by 15%. A thinning intensity higher than 80% causes a lower CO₂ sequestration than the unmanaged forest.

Keywords

CO₂, capture, carbon, forest management, *Pinus sylvestris*, Alinyà

Introducció

La creixent preocupació pel canvi climàtic en termes de conseqüències a curt i mig termini per a la població humana a causa de l'augment de la concentració atmosfèrica de CO₂ està provocant reaccions en l'àmbit internacional per articular estratègies de mitigació vers aquest fenomen. El mecanisme de la fixació de CO₂ per part de la vegetació terrestre, que és el tema que s'ocupa en aquest treball, suposa que aquest gas s'incorpori en forma de carboni mitjançant la fotosíntesi. Aquest fet determina el potencial del bosc com a embornal de CO₂, és a dir, permet saber si retira de l'atmosfera aquest gas d'efecte hivernacle per un període de temps rellevant climàticament (Duarte *et al.*, 2009).

Encara que hi ha un ampli consens en la comunitat científica que el canvi climàtic tindrà grans repercussions en els ecosistemes forestals, les opinions respecte a la seva direcció i escala temporal són dispars (C. Gràcia *et al.*, 2014). L'augment de concentració de CO₂ atmosfèric pot propiciar un increment de la producció forestal a causa del seu efecte estimulador del creixement durant la primera meitat del segle. Això contempla concretament els boscos temperats a curt termini (McMahon *et al.*, 2010). A partir de la segona meitat l'increment de l'aridesa projectada (disminució de pluviositat i augment de temperatura) pot ser més important que l'efecte de fertilització i la producció forestal pot veure's disminuïda. Els resultats dels balanços de carboni dependran dels diferents escenaris climàtics, de la validesa de les simulacions projectades i de si existeixen bones pràctiques de gestió forestal per disminuir la competència per l'aigua entre els arbres del bosc, augmentant així la seva resiliència al canvi climàtic.

Actualment els boscos mantenen la seva capacitat d'embornal, augmentant durant el període 2000-2007 sobre el període 1990-1997, però també s'incrementa la

seua incertesa (Yude Pan *et al.* 2011). La disminució de la capacitat d'embornal pot representar un problema per l'agreujament dels efectes del canvi climàtic, convertint els boscos en emissors nets de CO₂, i en aquesta capacitat poden intervenir amenaces derivades del canvi climàtic com els incendis, les sequeres i les plagues (Kurz *et al.*, 2008). L'efecte negatiu sobre el balanç de carboni és major com més gran sigui la disponibilitat d'aigua dels boscos i com més petita sigui la temperatura mitjana de l'entorn (Baqué *et al.*, 2013). Per tant, la amenaça es centra sobre els boscos temperats.

Els boscos capturen el 30% de les emissions antropogèniques globals, però a Catalunya aquesta xifra representa només el 8,5% d'aquestes. Així, podem veure que la capacitat dels boscos de solucionar els problemes de concentració de CO₂ és limitada, i seria necessària una superfície arbrada onze vegades superior a la actual per capturar el 100% de les emissions antropogèniques catalanes (Banqué *et al.*, 2012).

El projecte "Operació CO₂" del programa LIFE, en el que està ambientat el nostre treball, comprèn el període 2012-2017, i subvenciona des de institucions europees a la Fundació Catalunya-La Pedrera per portar a terme una sèrie d'objectius. Aquest projecte pretén demostrar de forma general la viabilitat tècnica i econòmica dels projectes de segrest de CO₂ a través de la gestió integral agroforestal i la conservació de naturalesa, experimentant amb metodologies noves i la introducció de crèdits de carboni per fer profitosos els projectes a gran escala. Així, es podrà clarificar per quin tipus de projecte, magnitud i circumstàncies climàtiques, la gestió agroforestal és viable i pot formar un mètode atractiu per propietaris de terres i organitzacions de conservació de la natura en la lluita davant el canvi climàtic.

Una d'aquestes actuacions, que s'estudiarà amb aquest projecte, es centra en analitzar

la viabilitat tècnica i econòmica del augment del segrest de carboni en un bosc de pi roig situat a l'Obaga de Colldéu a través d'una gestió forestal. Aquesta gestió es vol desenvolupar a la primavera de 2015 i es durà a terme mitjançant una tècnica d'aclarida que permeti millorar la qualitat del bosc i accelerar el creixement dels arbres. Les parcel·les de *Pinus sylvestris* gestionades mitjançant aclarides poden augmentar la captura de CO₂, el que permet adaptar els boscos al canvi climàtic (Vayreda *et al*, 2012). La gestió forestal pot generar a més, una sèrie de valors intangibles com la prevenció d'incendis, la millora de la biodiversitat, l'aprofitament energètic... etc.

Per fer-ho possible, la Fundació Catalunya-La Pedrera ha demanat a la Fundació Integra Pirineus realitzar una proposta de gestió, que serà el escenari de referència d'aquest treball i que proposa una extracció de 720 tones de biomassa, però aquesta proposta no té en compte un anàlisi del carboni del bosc. Aquest treball tractarà d'aportar aquest anàlisi que permeti complir amb els objectius de la Fundació Catalunya-La Pedrera. L'eina utilitzada per estudiar el comportament dels boscos en temes de carboni ha estat GOTILWA+, un programa innovador i molt tècnic de simulació de gestió forestal.

El treball contempla una finalitat última de certificació de crèdits al mercat voluntari de carboni, creat amb motiu d'establir mecanismes de reducció d'emissions fora de l'inventari nacional. Aquesta certificació requereix d'una auditoria d'emissions que expliqui què se'n fa de la fusta quan es talla i quan CO₂ s'emet per tallar-la, processar-la i transportar-la, amb l'objectiu de determinar el balanç final de CO₂ entre la fixació augmentada i les emissions generades per fer possible aquesta fixació.

Existeixen una gran varietat de projectes que actuen dins del mercat voluntari de

carboni principalment basats en projectes de reforestació. Aquests mercats es troben regulats per acords contractuals entre els titulars del projecte i les entitats sol·licitants de crèdits d'emissió. Per fomentar la credibilitat d'aquests mercats i garantir els compromisos amb el medi ambient d'una forma transparent, diverses empreses i organitzacions han desenvolupat normes de qualitat i protocols per a la certificació dels crèdits de carboni. En aquest treball s'estudiarà l'adequació a l'estàndard VCS.

La novetat d'aquest projecte a la Vall d'Alinyà s'explica només amb el fet de que al 2011 encara no s'havien realitzat a Europa projectes concrets a través del mercat voluntari de crèdits de carboni. Des de llavors, el projecte només ha estudiat la viabilitat dels projectes de segrest de carboni mitjançant la plantació de cultius d'aromàtiques i de pomeres que suposen per naturalesa un augment de la fixació de carboni. L'estudi del segrest de carboni dels boscos d'Alinyà contribueix, per tant, a formar una visió integral d'aquest per part de la vegetació.

La gestió forestal s'interessa per la vessant econòmica de l'aprofitament de la fusta. Aquest estudi trenca amb aquesta dinàmica i busca optimitzar la fixació de carboni a través de la gestió forestal per tal d'obtenir un balanç de carboni òptim a l'Obaga de Colldéu de la Vall d'Alinyà. La manca d'estudis i metodologies que analitzin la capacitat d'embornal dels boscos ha estat un handicap per a intentar definir un model d'explotació que prioritzi la gestió dels boscos des de el punt de vista del carboni en la seva relació amb el canvi climàtic per a aquesta zona. Es valorarà també, la presentació d'una proposta de gestió ecoeficient que permeti compatibilitzar el millor balanç de carboni amb la mínima inversió econòmica.

Àmbit d'estudi

L'Obaga de Colldéu és una zona de bosc de pi roig (*Pinus sylvestris*) de 25,8 hectàrees situat a la Vall d'Alinyà, un terme del municipi de Fígols i Alinyà a la comarca de l'Alt Urgell (Figura 1). La Vall d'Alinyà està formada en la seva major part per l'Espai Natural Muntanya d'Alinyà.

L'Obaga de Colldéu es troba situada entre els 1300 i 1500 metres d'altitud i presenta un clima corresponent a la regió Eurosiberiana i mediterrània. El sòl és calcari i les precipitacions estan compreses entre es 600 mm i els 1.100 mm. Les temperatures mitjanes es situen entre els 8°C i 12°C. Les característiques singulars d'aquest bosc compostat exclusivament de pi roig ens determinen el seu comportament davant la captura de carboni.

El pi roig (*Pinus sylvestris*) o pi rojalet és una espècie arbòria conífera de la família *Pinaceae*. En condicions favorables, aquest tipus d'arbre, pot arribar fins als 40 metres d'alçada de tronc cilíndric i recte. L'escorça de les branques gruixudes i de la part més elevada del tronc presenta un color rogenc, característica de l'espècie. Presenta fulles aciculades agrupades de dos en dos al llarg de les branques.

El pi roig es troba distribuït per tota Europa, des d'Andalusia fins a l'estepa siberiana. El trobem a la regió biogeogràfica Eurosiberiana, a la part més elevada de l'estatge montà (entre els 1000 i 1800 metres d'altitud) i configura el paisatge de la muntanya mitjana. El pi roig acostuma a créixer en terreny silícic tot i que també pot aparèixer en zones calcàries. Viu en sòls poc evolucionats, indiferent al pH i prefereix terrenys rics en matèria orgànica i permeables.

Les fagedes i les pinedes de pi roig capten actualment més del 25% del carboni total absorbit pels boscos catalans i són particularment vulnerables a la sequera i als incendis. Aquestes espècies tindran

molt probablement dificultats per sobreviure en un futur més àrid, i seran les espècies que més patiran els impactes del canvi climàtic (Banqué *et al.*, 2013).

La fusta del pi roig és la fusta de pi més preuada a la Península Ibèrica i també és bona com a combustible.

La quantitat de carboni que conté el *Pinus sylvestris* correspon al 50% de la seva biomassa total (Montero *et al.*, 2004).

Materials i mètodes

Per a organitzar el treball de camp, s'han realitzat una sèrie de mapes a través del software cartogràfic ArcGis. Aquest material s'ha utilitzat per a dividir el bosc a estudiar en parcel·les d'una hectàrea (Figura 2), de les quals s'han escollit el 50% a l'atzar per tal de dur a terme un mostreig significatiu de la estructura i densitat de tota l'àrea d'estudi (Vayreda, 2014 *con. verb.*).

Dins de la parcel·la, s'ha escollit un punt a l'atzar a partir del qual s'ha traçat una circumferència de 12 m de radi amb una cinta mètrica i s'han mesurat els perímetres de tots els arbres inclosos. A partir d'aquestes dades s'ha obtingut la distribució dels individus de *Pinus sylvestris* en classes diametral.

Les dades diamètriques anteriors, juntament amb les dades metabòliques de l'espècie d'estudi i les dades meteorològiques i edàfiques de la zona, permeten definir el sistema forestal i simular el seu futur creixement a través del GOTILWA+.

A través d'aquest software es pot conèixer la biomassa inicial i l'increment de biomassa del bosc al cap del període de temps desitjat. En aquest cas, s'han simulat 15 anys ja que és el període de temps que s'ha marcat la Fundació Catalunya- La Pedrera per a certificar els crèdits de fixació de carboni.

Per a trobar el percentatge d'aclarida que maximitza la fixació de carboni s'ha simulat el creixement del bosc estudiat sota diferents règims de gestió, i s'ha observat en quin s'obtenia una major producció de biomassa.

Per elaborar els càlculs del balanç econòmic dels dos escenaris proposats, s'han utilitzat les dades d'ingressos i costos de la gestió realitzada per la Fundació Integra Pirineus, les quals van ser obtingudes a través d'una reunió amb el seu director. Extrapolant aquestes dades als percentatges d'aclarida proposats ha permès estimar els ingressos i els costos dels escenaris estudiats.

Resultats i discussió

A la Figura 3 es mostren els resultats obtinguts de les simulacions amb el GOTILWA+.

Analitzant la fixació en un escenari sense gestionar, el bosc de l'Obaga de Colldéu esdevé un embornal de CO₂, de forma que en les 15 hectàrees gestionades, en un període de 15 anys es capturen 230,5 tones de CO₂ (4,2 t C/ha).

Es pot observar que el percentatge d'aclarida que optimitza la fixació de carboni és el 37%, amb una fixació total de carboni de 6,4 t/ha. Però, com s'exposarà posteriorment a la Taula 2, aquest escenari presenta l'elevat dèficit de 17.351€.

Tot i així, també s'ha estudiat un escenari en el que no es busca la màxima fixació sinó una major ecoeficiència, és a dir, aconseguir la màxima fixació amb els mínims recursos econòmics possibles. Per a aquest escenari s'ha implementat una gestió d'aclarida del 14%, ja que és el mínim percentatge que permet mantenir la fixació de l'ordre de les gestions anteriors. Això es demostra amb el fet que el bosc fixaria 1,3 t/ha menys després d'una aclarida del 13% respecte el 14%, mentre que amb el 14% fixa només 0,5 t/ha menys que en el escenari de fixació òptima (37%).

D'aquesta manera, a l'escenari ecoeficient es fixarien 5,9 t/ha al cap dels 15 anys.

Tot i així, aquestes dades són de fixació absoluta i, a l'hora de certificar crèdits de carboni, interessa conèixer l'increment de la fixació respecte a la fixació del bosc sense gestionar (15,4 t CO₂).

La Figura 4 indica que qualsevol tipus d'aclarida inferior al 80% a la parcel·la gestionada augmenta la quantitat de carboni fixat per al període de 15 anys.

Els resultats dels increments de fixació de CO₂ dels dos escenaris anteriors es poden apreciar a la Taula 1.

La Taula 2 presenta una comparativa on es valoren els resultats respecte l'escenari de referència (proposta de la FIP). Es contrasten tant els balanços de carboni com els econòmics.

Es pot apreciar que l'escenari òptim presenta un dèficit econòmic 21% més elevat que l'escenari de referència mentre que només incrementa el balanç de carboni en un 2%.

En l'escenari ecoeficient, en canvi, disminueix un 14% el balanç de carboni vers una reducció del dèficit econòmic del 27%.

Conclusions

El bosc de l'Obaga de Colldéu manté la seva capacitat d'embornal de CO₂, ja que en les 15 hectàrees gestionades, en un període de 15 anys sense cap tipus de gestió es capturen 230,5 tones de CO₂ (4,2 t C/ha).

Qualsevol tipus d'aclarida inferior al 80% millora la fixació del bosc inicial sense gestionar per al període de 15 anys.

El percentatge d'aclarida òptim per a obtenir la màxima fixació possible i el millor balanç de carboni és del 37%, ja que fixa 6,4 t C/ha. El balanç de CO₂ obtingut és òptim i és de 101 t respecte el bosc sense

gestió, amb una fixació màxima de 120 tones i unes emissions de 19,3 t de CO₂. Per altra banda aquest escenari presenta un dèficit econòmic de 17.351€, ja que permet ingressar 31.069€ i presenta uns costos de 48.420€. Per tant, amb la corresponent avaluació de l'auditor, es podrien certificar un nombre màxim de 101 crèdits, que ens proporcionarien uns ingressos indirectes de 521,2€.

L'escenari 3 amb el 14% d'aclarida presenta característiques d'ecoeficiència degut a que presenta la millor relació entre el balanç de carboni i el balanç econòmic i permet superar les elevades pèrdues econòmiques de l'escenari 2. En comparació amb l'escenari 2 la reducció en el balanç de CO₂ és de 15%, mentre que les pèrdues econòmiques disminueixen un 39,8%. Si comparem amb l'escenari de referència proposat per la FIP, aquesta proposta d'ecoeficiència suposa una reducció del balanç de CO₂ el 14% i d'un 27% del balanç econòmic.

La gestió forestal no és econòmicament viable en cap dels escenaris. A mesura que augmenta el percentatge d'aclarida el balanç econòmic és més negatiu, per tant és impossible portar a terme aquest projecte optimitzant la fixació de carboni sense assumir que es tracta d'una gestió deficitària. La gestió forestal de la Obaga de Colldéu no és econòmicament viable sense una aportació externa.

La proposta de gestió de la Fundació Integra Pirineus, tot i no tenir l'objectiu d'optimitzar la fixació, s'apropa tant a la fixació de l'escenari òptim (115,8 t CO₂) com al seu balanç de carboni (99,4 t CO₂), el que permetria certificar 99 crèdits de CO₂, només dos menys que l'escenari 2, i ens permet validar en aquest cas l'ús d'altres tècniques convencionals amb d'altres objectius.

Propostes de millora

- Realitzar un estudi en el qual s'investigui si la gestió forestal amb aclarida potencia

la biodiversitat de la zona per tal de saber si es poden certificar els crèdits CCBS.

- Adequar la selecció de les parcel·les d'estudi a la realitat del bosc ja que certes parcel·les, tot trobar-se dins de la obaga, no són representatives de la resta del bosc pel fet de trobar-se a la perifèria. Aquestes parcel·les no es gestionaran degut a la seva baixa densitat arbòria, fet que justifica la seva exclusió de l'estudi.

- Substitució dels combustibles convencionals en els camions i en el tractor forestal per biodièsel-20 cosa que permetrà reduir el 26% de les emissions i un 33% dels costos en combustible.

- Substituir la flota de camions actuals per a camions amb les cabines arrodonides i amb deflactors a la part posterior del remolc per tal que siguin més aerodinàmics i redueixin en un 10% les seves emissions de CO₂.

- Adaptar els treballs forestals segons els períodes crítics de cada espècie com l'època de zel o de cria. S'han de portar a terme entre els mesos de setembre i desembre.

- Mantenir en peu un cert nombre d'arbres de classes diametral superiors a 30 cm ja que poden ser elements importants com a substrat d'alimentació, cria i refugi per a la fauna.

- Aplicar productes biològics com preparats de *Bacillus thuringiensis* per tal de controlar la plaga de la processionària (*Thaumtopoea pityocampa*), un paràsit que provoca defoliacions en els pins.

Agraïments

Primer de tot agrair als tutors les seves aportacions constants per a realitzar el treball Dr. Martí Boada, Dr. Joan Rieradevall, Dra. Almudena Hierro, Prof. Jordi Duch.

També agrair la col·laboració a Xavier Escuté (Fundació Catalunya la Pedrera), a Daniel Nadal (UB), a Jordi Vayreda (CREAF),

a Ignasi Amat (Fundació Integra Pirineus), al Dr. Carles Gràcia (CREAF) i al Dr. Carles Martínez (INÈDIT).

Bibliografia

- Articles

Banqué, M.; Martínez-Vilalta J., Vayreda J. (2012) CREAF, Projecte DeBosCat, 2010. Xarxa de seguiment de l'estat dels boscos de Catalunya.

Banqué, M.; Grau A.; Martínez-Vilalta J., Vayreda J. (2013) CREAF, Projecte CANVIBOSC, 2. Vulnerabilitat de les espècies forestals al canvi climàtic.

Bargalló, D.; Cañadas, V.; Cecilia, F.J.; Lòpez, S. (2013). Propuesta de implementación del cultivo del manzano (*Malus domestica*) en la Vall d'Alinyà.

Duarte, C.M. (coord.); Alonso, S.; Benito, G.; Dachs, J; Montes, C.; Pardo M.; Ríos, A.F.; Simó, R.; Valladares F. (2006). Cambio global. Impacto de la actividad humana en el sistema Tierra. CSIC [ed.]. Madrid: Consejo superior de investigaciones científicas (CSIC). ISBN: 978-84-00-08452-3

Gràcia, C.; Sabaté, S.; Nadal-Sala, D.(2014). «*Impactos, Vulnerabilidades y Adaptación de los Bosques y la Biodiversidad de España frente al cambio climático*». Herrero A, Zavala MA [ed.]. Proyecciones sobre la evolución de los balances de carbono y agua para los bosques españoles en el contexto del cambio climático. Madrid: MAGRAMA.

Hermoso E. (2001). Caracterización mecánica de la madera estructural de *Pinus sylvestris* L. Departamento de industrias forestales, escuela técnica superior de ingenieros de montes.

Kurz, W.A.; Dymond, C.C.; Stinson, G.; Rampley, G.J.; Neilson, E.T., Carroll A.L., Ebata T., Safranyik L. (2008). Mountain pine beetle and forest carbon feedback to climatic change. *Revista Nature*.

McMahon, S.M.; Parker, G.G.; Miller, D.R. (2010). William H. Schlesinger [ed.]. Evidence for a recent increase in forest growth. Nova York: Institute of Ecosystem Studies, Millbrook.

Montero, G. et al., 2004. Fijación de CO₂ por *Pinus sylvestris* L. y *Quercus pyrenaica* Willd. en los montes «Pinar de Valsaín» y «Matas de Valsaín»

Richard, Yude Pan.; Birdsey, A.; Fang, J.; Houghton, R.; Kauppi, P.E.; Kurz, W.A.; Phillips, O.L.; Shvidenko, A.; Lewis, S.L.; Canadell, J.G.; Ciais, P.; Jackson, R.B.; Pacala, S.W.; McGuire, A.D.; Piao, S.; Rautiainen, A.; Sitch, S.; Hayes, D. (2011). A Large and Persistent Carbon Sink in the World's Forests. *Revista Science*

Vayreda J.; Martínez-Vilalta J.; Gracia N.; Retana J. (2012). Recent climate changes interact with stand structure and management to determine changes in tree carbon stocks in Spanish forests. *Global Change Biology*

- Enllaços web

Árboles ibéricos, *Pinus sylvestris* (en línea) <http://www.arbolesibericos.es>

Annex: Taules i Figures

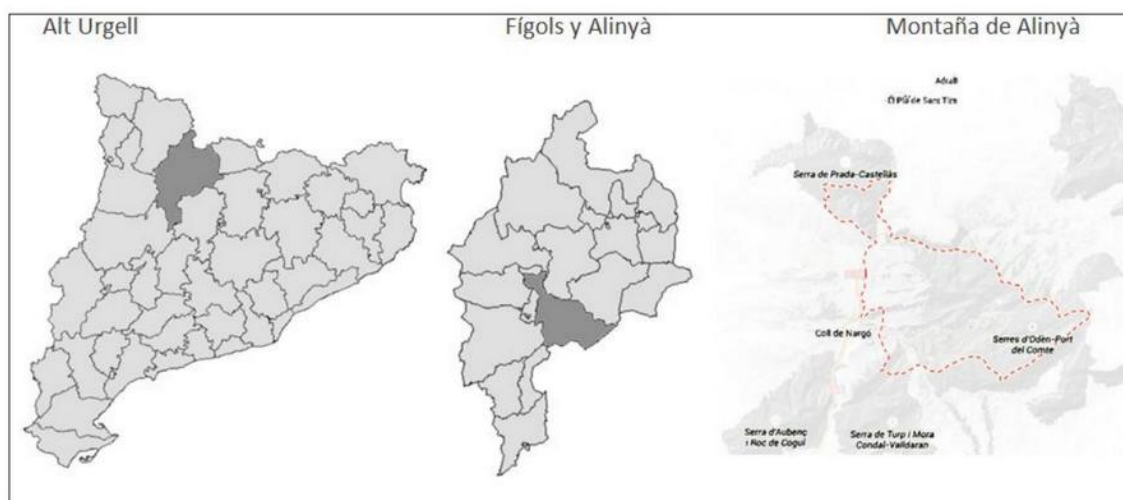


Figura 1. Mapa de situació geogràfica de la Vall d'Alinyà. **Font:** Membrive *et al.*, 2014.

Selecció de les parcel·les de mostreig

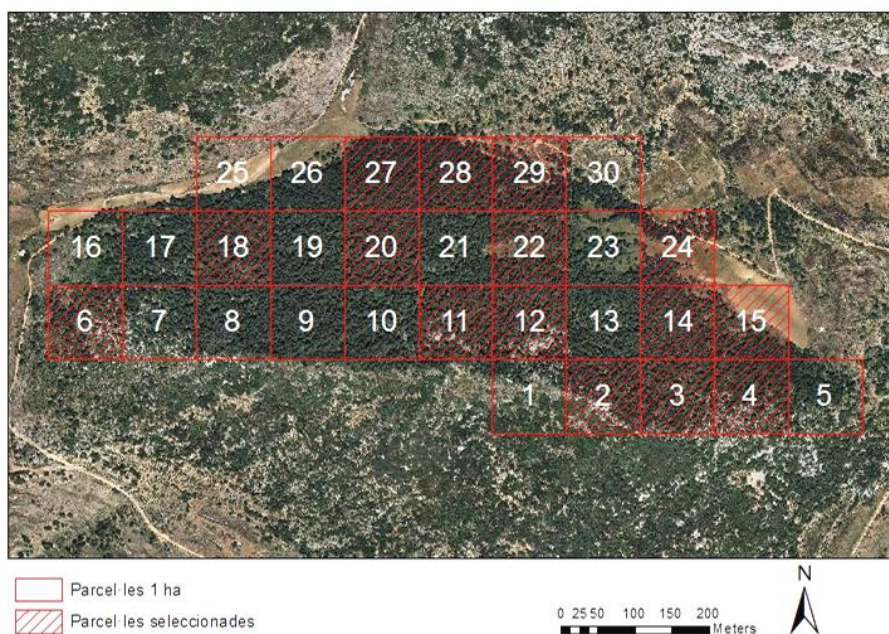


Figura 2. Divisió de la Obaga de Colldéu en parcel·les d'una hectàrea. **Font.** Elaboració pròpia.

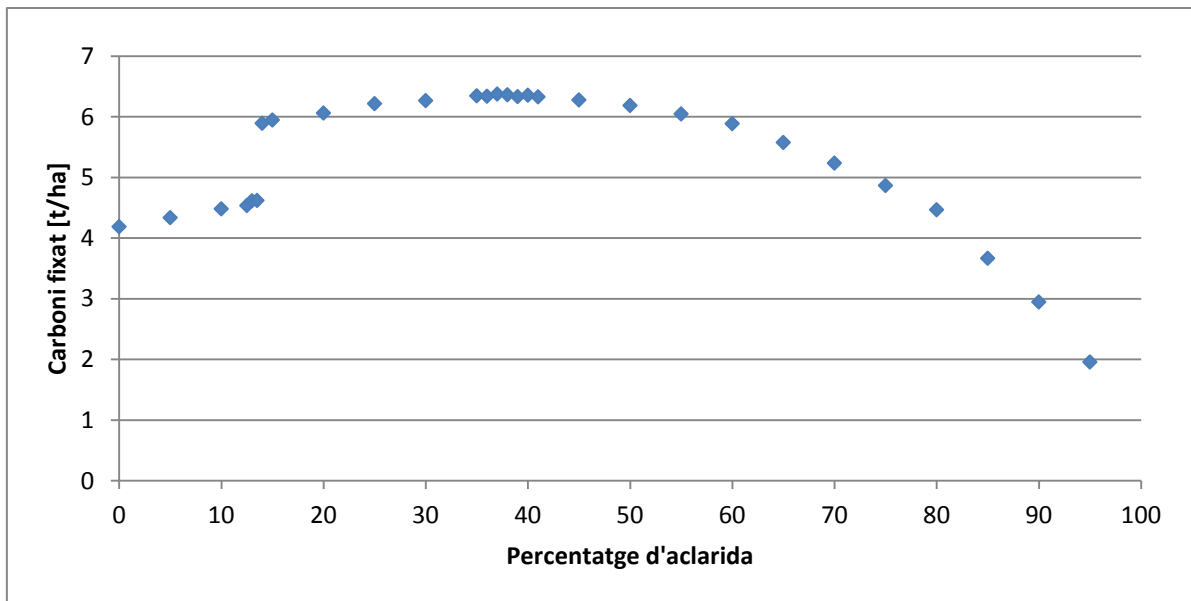


Figura 3. Fixació de carboni per hectàrea del bosc de pi roig de l'Obaga de Colldéu al cap d'un període de 15 anys respecte el percentatge d'aclarida. **Font:** Elaboració pròpia amb dades obtingudes a través de simulacions amb el GOTILWA+.

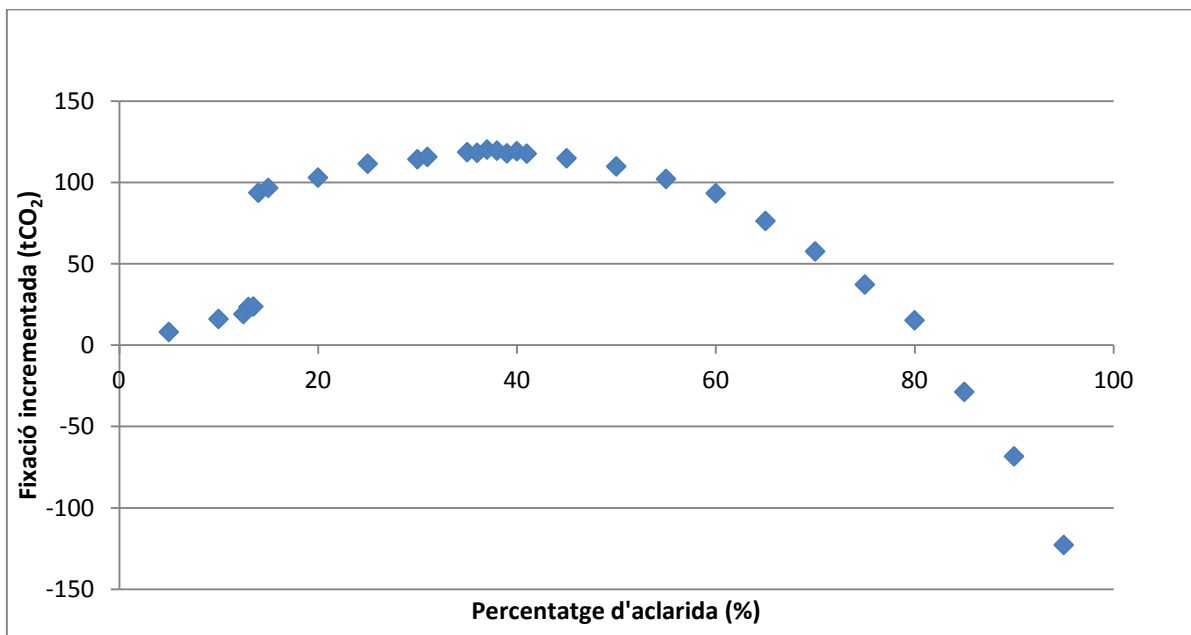


Figura 4. Increment de fixació de CO₂ de les 15 ha gestionades del bosc de pi roig de l'Obaga de Colldéu al cap d'un període de 15 anys per percentatge d'aclarida respecte a la fixació del bosc sense gestionar. **Font:** Elaboració pròpia amb dades obtingudes a través de simulacions amb el GOTILWA+.

Taula 1. Resultats de la fixació de carboni de l'escenari òptim i ecoeficient.

	Òptim	Ecoeficiència
Aclarida	37%	14%
Fixació C [t/ha]	6.4	5.9
Fixació CO₂ [t/ha]	23.4	21.6
Increment fixació CO₂ [t/ha]	8.0	6.3
Increment fixació CO₂ [t]	120.3	94.0

Font: Elaboració pròpia.

Taula 2. Comparativa dels escenaris òptim i ecoeficient respecte l'escenari de referència (proposta de la FIP).

	Escenari referència		Escenari òptim		Escenari ecoeficient	
Fixació	115.8	1	120.3	1.04	93.8	0.81
Emissió	16.4	1	19.3	1.18	8	0.49
Balanç de carboni	99.4	1	101	1.02	85.8	0.86
Ingressos	27072	1	31068.9	1.15	12269.4	0.45
Costos	41420	1	48419.9	1.17	22714.3	0.55
Balanç econòmic	-14348	1	-17351	1.21	-10444.9	0.73

Font: Elaboració pròpia.