

PROSPECCIÓ PER L'OBTENCIÓ D'UNA METODOLOGIA PER A LA CARACTERITZACIÓ SILVÍCOLA DELS BOSCOS PROTECTORS CONTRA ALLAUS D'ANDORRA

XAVIER SOLÉ SENAN¹, MARTA DOMÉNECH FERRÉS² I ÀLVARO AUNÒS GÓMEZ³

¹Departament d'Hortifruticultura, Botànica i Jardineria de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària de la Universitat de Lleida xsole1@alumnes.udl.cat

² Centre d'Estudis de la Neu i de la Muntanya (CENMA) de l'Institut d'Estudis Andorrans (IEA)

³Departament de Producció Vegetal i Ciència Forestal de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària de la Universitat de Lleida

RESUM

Es construeix una tipologia d'estructures de boscos protectors contra allaus. A partir de la informació disponible sobre la interacció entre el bosc i el mantell nival es descriu una metodologia d'inventari que permeti caracteritzar silvicolament els rodals protectors o incloure un rodal en un tipus. La tipologia reuneix en un esforç de síntesi rodals amb característiques estructurals similars i permet veure quina gestió és la més recomanable per assolir uns objectius. La tipologia consta d'onze tipus silvogenètics però l'augment de la prospecció sobre el territori pot portar a modificar-la.

RESUMEN

Se construye una tipología de estructuras forestales de boscos protectores contra aludes. A partir de la información disponible sobre la interacción entre el bosque y el manto nival se describe una metodología de inventario que permita caracterizar silvícolamente los rodales protectores. La tipología reúne en un esfuerzo de síntesis rodales con características estructurales similares i permite prescribir la gestión más recomendable para satisfacer unos objetivos. La tipología consta de once tipos silvogenéticos pero el aumento de la prospección sobre el territorio puede llevar a modificarla.

INTRODUCCIÓ

Les allaus s'originen a partir de la confluència d'un elevat nombre de situacions: pendent, exposició, presència i gruix del mantell nival, vent, geomorfologia i bosc. Els boscos poden oferir un control total o parcial sobre fenòmens naturals com l'erosió, les avingudes torrencials, la caiguda de rocs i allaus i la sensibilitat d'aquests depèn de la seua estructura (CHAUVIN *et al.*, 1994) i és l'únic paràmetre dels que depèn l'allau que pot ser modificat per l'home. El present treball identifica quines són els tipus silvogenètics que ofereixen un major grau de protecció als danys que causen les allaus i per tant presenten un millor paper. La gestió forestal és una bona eina per a la protecció contra allaus. Segons KRÄUCHI *et al.* (2000) els costos de gestió de les funcions de protecció que poden oferir els boscos es multipliquen per 10 si es reemplaça la funció dels boscos per obres de defensa passiva.

DESENVOLUPAMENT

L'octubre del 2007 es va dur a terme una identificació dels diferents tipus silvogenètics presents en la Parròquia andorrana de la Massana (zona de Pal) per quantificar el paper protector que ofereixen aquests tipus a les pertorbacions abiòtiques causades per les allaus.

Es va desenvolupar una metodologia d'inventari per caracteritzar aquests rodals protectors i obtenir informació dasomètrica que permetés classificar-los en una tipologia d'estructures silvícoles (Taula 1). Quan es pretén construir una tipologia d'estructures forestals el que es busca és agrupar la heterogeneïtat present en els diferents rodals en base a similituds dasocràtiques mitjançant un diagnòstic que es pot fer en base als inventaris forestals. Les tipologies reuneixen un esforç de síntesi i sota una mateixa denominació les masses que tenen en comú certes característiques que es consideren determinants en l'obtenció d'un objectiu que se li assigna a llarg termini i unes normes silvícoles que s'apliquen en el present. Les tipologies analítiques o a priori es caracteritzen perquè la diferenciació entre tipus de rodals i boscos es fa en

base a criteris escollits arbitràriament i solen ser aquests criteris els que marquen els objectius de gestió (BAUMEISTER, 2001).

Es va construir una cartografia delimitant la zona on és possible que s'hi originin allaus. Els criteris per a la construcció de la cartografia van ser: zones entre 25 i 50° i per sobre de 1800 m (FURDADA, 1996) i presència de vegetació. Això va generar un mapa delimitant les zones que complien aquesta condició. Aleshores es va procedir a la identificació visual (mitjançant fotografies aèries i prospeccions a peu per la zona) d'uns pre-tipus estructurals presents en aquella zona on es van concentrar els esforços de prospecció de camp. En zones suficientment homogènies s'hi van dur a terme els corresponents inventaris forestals per obtenir una descripció dasomètrica que permetés diferenciar els diferents pre-tipus (i tipus que es van definir en base a la informació bibliogràfica existent a nivell europeu sobre el paper del bosc en la protecció contra allaus).

Taula 1. Variables mesurades durant l'inventari

	Descripció quantitativa	Descripció qualitativa
parcel·la	<ul style="list-style-type: none"> -Coordenades UTM i altura de la parcel·la -Pendent -Exposició 	-Descripció de l'entorn
massa	<ul style="list-style-type: none"> -Especie i densitat de peus amb un diàmetre normal (D.N) major a 7,5 cm per ha i distribució diamètrica -Densitat d'arbres morts en peu/ha i distribució diamètrica -Densitat d'arbres morts caiguts/ha -Altura dominant (H₀): Determinada com l'altura dels 3 o 4 arbres més gruixuts per ha. -Àrea basal (G): Suma de les projeccions de les seccions normals dels arbres de més de 7,5 cm -Diàmetre mig quadràtic (Dg): Diàmetre de l'arbre mig quadràtic de segons la G i la densitat -Altura mitjana (Hm): Altura de 2 arbres que tinguin el diàmetre mig quadràtic calculat segons la G i la número d'arbres per hectàrea -Fracció de coberta (FCC): % que ocupa la projecció de les copes sobre el pla del terra -Edat: Dels arbres usats per determinar l'alçada dominant (els de major diàmetre normal) se'n extraurà un testimoni de fusta amb una barrina per estimar-ne l'edat 	<ul style="list-style-type: none"> -Forma fonamental de la massa: Bosc de llavor, bosc de rebrot o mixte -Forma principal de la massa: Determinació mitjançant l'ús del triangle d'estructures de ALEGRIANI (2001) i JENNER (2001) -Presència de danys biòtics i abiòtics
regenerat	<ul style="list-style-type: none"> -Especie i número de peus de menys de 7,5 cm de diàmetre normal -Quantificació del regenerat en el transecte: A través de la diagonal de la parcel·la es comptaran el n° de peus de regenerat cada 8 m 	-En el transecte per la diagonal principal es consideren tres categories: disseminat, repoblat i plançonada grossa
fusta morta	<ul style="list-style-type: none"> -Nombre d'arbres morts en peu/ha -Nombre d'arbres morts en peu de diàmetre normal major a 32,5 cm/ha -Diàmetre mig quadràtic de la fusta morta en peu de més de 32,5cm -Nombre d'arbres morts en peu de més de 32,5cm/ha 	
Recobri ment arbusti	-Percentatge de recobrimet arbusti total	-Tipus d'arbust: Espècies presents en l'estrat arbusti

Segons la percepció visual (Fig.1) es diferencien dos grups amb característiques diferents en funció de la distribució dels arbres. Existeixen estructures disgregades, amb arbres solitaris o en petits grups i espais sense arbrat en el rodal. Dins d'aquest primer grup es poden diferenciar dos tipus. Per una banda aquells en que els arbres són solitaris, hi

abunden les formes que GIL-PELEGRIN I VILLAR (1988), BOSCH *et al.* (1992) i CAMARERO I GUTIÉRREZ (1999) defineixen amb el terme *krummholz* i també arbres bandera signe de la influència del vent. Aquestes estructures són les típiques de les zones de límit superior de bosc, on els arbres es troben exposats a unes condicions molt dures que dificulten el seu desenvolupament. També estan relacionades amb la col·lonització incipient del pi negre conseqüència de l'abandó de l'activitat ramadera (CAMARERO I GUTIÉRREZ, 1999) i les estructures resultants de perturbacions abiòtiques. Per altra banda hi ha l'altre tipus que correspon als col·lectius que descriuen ZELLER (1994), MULLENBACH (2001) i MERMIN *et al.* (2004).

Els rodals que no es consideren ni desestructurats ni en forma de col·lectius s'integren dins del grup de rodals que tenen una distribució homogènia dels arbres en tota la superfície. A partir d'aquí el criteri que s'utilitza per diferenciar és l'àrea basal (G) (m^2/ha) bon indicador de l'espessura de la massa, diferenciant tres grups: rodals amb una G superior als $30 \text{ m}^2/\text{ha}$, els que la tenen entre 15 i $30 \text{ m}^2/\text{ha}$ i els inferiors a $15 \text{ m}^2/\text{ha}$.

Els rodals amb una G major als $30 \text{ m}^2/\text{ha}$ exerceixen un excel·lent paper protector excepte en aquelles condicions en les que tenen un excès d'arbres de grans dimensions. El tancament de les copes impedeix l'establiment del regenerat. En aquest cas, es considera escaient seguir el criteri de CHAUVIN *et al.* (1994) i RENAULD *et al.* (2001) que consideren que aquells rodals on existeix un percentatge superior al 80% d'arbres amb diàmetres normals superiors als 27,5 cm, tenen un elevat nombre d'arbres envellits, de grans diàmetres i alçades i que són directament susceptibles al vent. Per tant, tot i que per espessura aquests rodals es situen en un rang òptim d'G, la massa és potencialment inestable pels processos de capitalització. Aquells rodals que no tenen aquest percentatge del 80% d'arbres de diàmetres superior als 27,5 cm corresponen al que CEMAGREF (2006) considera estructura irregular peu a peu o "*jardinage*" amb una representació de totes les classes diamètriques en tot l'espai del rodal. Amb el pi negre no són habituals rodals amb aquestes característiques dasomètriques. El creixement és molt lent i en molts llocs està relegat en on ja no s'hi pot establir el pi roig o l'ayet. En cas de trobar-nos en estructures mitxes de pi negre amb ayet o pi roig amb pi negre es podria trobar algun rodal que formes part d'aquest tipus en un lloc que ofereixi unes excel·lents condicions pel desenvolupament dels arbres.

Els rodals amb una G compresa entre els 15 i $30 \text{ m}^2/\text{ha}$ corresponen a un tipus d'espessura *a priori* bo. GONZÁLEZ I PIQUÉ (2003) estableixen un model de corba d'equilibri en forma de J invertida amb una G de $20 \text{ m}^2/\text{ha}$ que consideren que és bo per a boscos protectors. Segons el CEMAGREF (2006) en els Alps consideren que han de ser una mica superiors, al voltant dels $30 \text{ m}^2/\text{ha}$ i FREHNER *et al.* (2007) fixen el límit de bon paper protector entre els 20 i $25 \text{ m}^2/\text{ha}$. CHAUVIN *et al.* (1994) i RENAULD *et al.* (2001) situen els rodals amb àrees basals entre 20 i $30 \text{ m}^2/\text{ha}$ com a bones per estabilitzar el mantell nival sempre i quan existeixi una distribució de J invertida d'estructura irregular peu a peu.

En aquest grup de rodals amb àrees basals entre els 15 i $30 \text{ m}^2/\text{ha}$ s'ha de considerar una nova variable, la fusta morta que aporten els arbres morts en peu. Els arbres morts en peu exerceixen a curt termini (període de temps en que es mantenen de peu) un paper fixador del mantell nival. Aleshores es diferencien dos grups; hi ha aquells rodals on la suma de la G dels arbres vius i els morts en peu supera els $30 \text{ m}^2/\text{ha}$ i els que no. Aquells rodals en que es supera el $30 \text{ m}^2/\text{ha}$ corresponen a un tipus. En aquells en que la suma no supera els $30 \text{ m}^2/\text{ha}$ el criteri de diferenciació és la presència d'arbres en peu de diàmetres entre els 7,5 i 27,5 cm en més d'un 90% de la distribució diamètrica. Segons CHAUVIN *et al.* (1994) i RENAULD *et al.* (2001) aquestes estructures són susceptibles al trencament del mantell nival. Com més petit sigui el diàmetre quadràtic mig d'aquesta classe de fusta de petites dimensions (PB% (7,5-27,5 cm)) major és la susceptibilitat a la ruptura del mantell nival. Els rodals que no compleixen aquesta condició es diferencien segons la presència de fusta de grans dimensions (%GB>42,5cm major al 40%). Els que compleixen aquesta condició conformen un tipus i els que no un altre tipus. Segons CHAUVIN *et al.* (1994), RENAULD *et al.* (2001) i FREHNER *et al.* (2007) aquestes estructures amb més d'un 40% de fusta de gran diàmetre són susceptibles a iniciar-se processos de capitalització amb la

conseqüent pèrdua de capacitat d'autoregenerat-se i l'augment de la inestabilitat (SCHULTZ, 1997 i AUNÓS I BLANCO, 2006)

Finalment segons el criteri de diferenciació inicial de la G s'agrupen en un mateix grup aquells rodals amb una G inferior als 15 m²/ha. Per bé que CHAUVIN *et al.* (1994) i RENAULD *et al.* (2001) consideren que poden fixar el mantell nival sempre i quan no existeixin espais dins del rodal de dimensions suficientment grans com per acumular-s'hi neu suficient i desencadenar una allau. Les dimensions d'aquestes clarianes són les que descriuen CEMAGREF (2006) i FREHNER *et al.* (2007), de dimensió horitzontal màxima acceptable 1,5 vegades l'alçada mitjana dels arbres al voltant de la clariana en corbes de nivell i 0,75 vegades en màxima pendent.

Dins del grup de rodals amb una G a 15 m²/ha la següent diferenciació es fa com en el grup de 15 a 30 m²/ha. Si la suma de la G de la fusta morta en peu i la G dels arbres es troba entre els 15 i 30 m²/ha es diferencia un tipus. En cas contrari la diferenciació dels rodals que no compleixen la condició de la suma de la G de la fusta morta i dels arbres es fa d'acord el pendent. A àrees basals més baixes, la susceptibilitat a desencadenar-se allaus augmenta fortament si augmenta el pendent (MEYER-GRASS I SCHNEEBELI). Segons els criteris exposats per CEMAGREF (2006) i FREHNER *et al.* (2007) els pendents inferiors o superiors a 35° són els que discriminen els dos tipus.

D'aquesta manera la tipologia desenvolupada diferencia 11 tipus estructurals i el paper protector segons l'estat estructural actual de la massa. La inclusió de les parcel·les forestals inventariades en els tipus caracteritzats permet establir, dins d'un model de dinàmica evolutiva dels diferents tipus silvogenètics, les mesures silvícoles a prescriure per tal de modificar el paper protector del rodal.

CONCLUSIONS

Com a conclusions generals es pot afirmar que:

- La tipologia desenvolupada està pensada per a boscos de coníferes. Les informacions disponibles sobre allaus i boscos dels Alps diferencien entre boscos formats per espècies caducifòlies de perennes. La tipologia s'ha desenvolupat segons els criteris que descriuen per a boscos d'espècies perennes. Als Pirineus, per sobre dels 1800 m la presència de boscos caducifolis es redueix a rodals perturbats on bedolls i moixeres inicien els processos de colonització i autorecuperació de la coberta vegetal.
- La definició d'uns tipus a partir d'unes variables dasomètriques permet determinar el paper protector que actualment ofereix un rodal i a partir de l'aplicació de tècniques silvícoles aquest paper protector es pot veure afavorit i conduir una massa potencialment inestable a potencialment estable.
- La definició d'uns tipus a partir d'unes variables dasomètriques permet determinar el paper protector que actualment ofereix un rodal i a partir de l'aplicació de tècniques silvícoles aquest paper protector es pot veure afavorit i conduir una massa potencialment inestable a potencialment estable.

REFERÈNCIES

AUNÓS, A. I BLANCO, R. 2006. *Caracterización de rodales irregulares de Abies alba Mill. capitalitzados en existencias del Valle de Arán (Pirineos, Espanya) y de las cortas de entresaca practicadas*. Investigaciones Agrarias. Sistemas y recursos forestales. n° 15. Vol. 1. pp 96-106

BAUMEISTER, M. (2001) *Des premières classification aux typologies actuelles: une approche historique des typologies de peuplements*. En: Typologie des peuplements: actes de la table d'hôte sur la sylviculture des peuplements en futaie irrégulière. École Nationale de Génie Rural, des Eaux et des Forêts.

BOSCH, D.; GINÉ, L.; RAMADORI, E.D.; BERNAT, A. I GUTIÉRREZ, E. 1992. *Disturbance, age and size structure stands of Pinus uncinata*. Pirineos. n° 140. pp. 5-14

CAMARERO, J.J. I GUTIERREZ, E. 1999. *Plant species distribution across two contrasting tree line ecotones in Spanish Pyrenees*. Plant Ecology, nº162, pp. 247-257.

CEMAGREF (2006). *Guide des sylvicultures de Montagne : Alpes du Nord Françaises*. Cemagref, CRPF, ONF. 154 p.

CHAUVIN, C.; RENAUD, J.P., RUPE, C. I LECLERC, D. (1994). *Analyse des structures et diagnostic sylvicole dans une forêt à fonction de protection. Modes de gestion et stabilité*, Rev. For. Fr., XLVI - 6-1994: 655-669.

FREHNER, M.; WASSER, B. I SCHWITTER, R. 2007. *Sustainability and success monitoring in protection forests. Guidelines for silvicultural interventions in forests with protective functions*. Federal Office of the Environment. Forest Products. 55 pp.

FURDADA, G. (1996) *Estudi de les allaus al Pirineu Occidental de Catalunya: Predicció Espacial i Aplicacions de la Cartografia*. Departament de Geodinàmica i Geofísica. Universitat de Barcelona. Geofoma Ediciones.

GIL-PELEGRIN, E I VILLAR, L. 1988. *Structure of mountain pine (Pinus uncinata Ramond) population at its upper limit in central Pyrenees*. Pirineos. nº 131. pp. 25-42

GONZÁLEZ, J.M^a; PIQUÉ, M. 2003. *Análisis de la regeneración natural en una masa irregular de abeto, pino negro y pino silvestre*. Cuadernos de la SECF, Nº 15: 129-134.

KRÄUCHI, N.; BRANG, P. I SCHÖNENBERGER, W. (2000). *Forests of mountainous regions: gaps in knowledge and research needs*. Forest Ecology and Management. nº 132, pp. 73-82.

MERMIN, E.; WASZAK, D. I FAY, J. 2004. *Silviculture par collectifs dans les forêts de montagne: principes et exemples d'application*. Revistier forestiere française. nº LVI. vol. 2. pp. 143-154

MEYER-GRASS, M. I SCHNEEBELI, M. 1992. *Die Abhängigkeit der Waldlawinen von Standorts. Bestandes- und chneeverhältnissen*. Interpraevent Bern. Tagungspublikation, Band 2. pp. 443-455.

MULLENBACH, P. 2001. *Reboisements d'altitude*. Cemagref Editions, Antony, 335 p.

RENAUD, J.P.; LECLERC, D. I RUPE, P. 2001. *Modes de gestion et stabilité*. En: Typologie des peuplements: Actes de la table d'hôte sur la sylviculture des peuplements en futaie irrégulière. ENGREF. pp 24-29

SCHÜTZ, J. 1997. *Sylviculture 2. La gestion des forêts irrégulières et mélangées*. Presses polytechniques et universitaires romandes. Lausanne. 178 pp.

ZELLER, E. 1994. *Traitement des collectifs*. Sylviculture en montagne II. 47 pp.

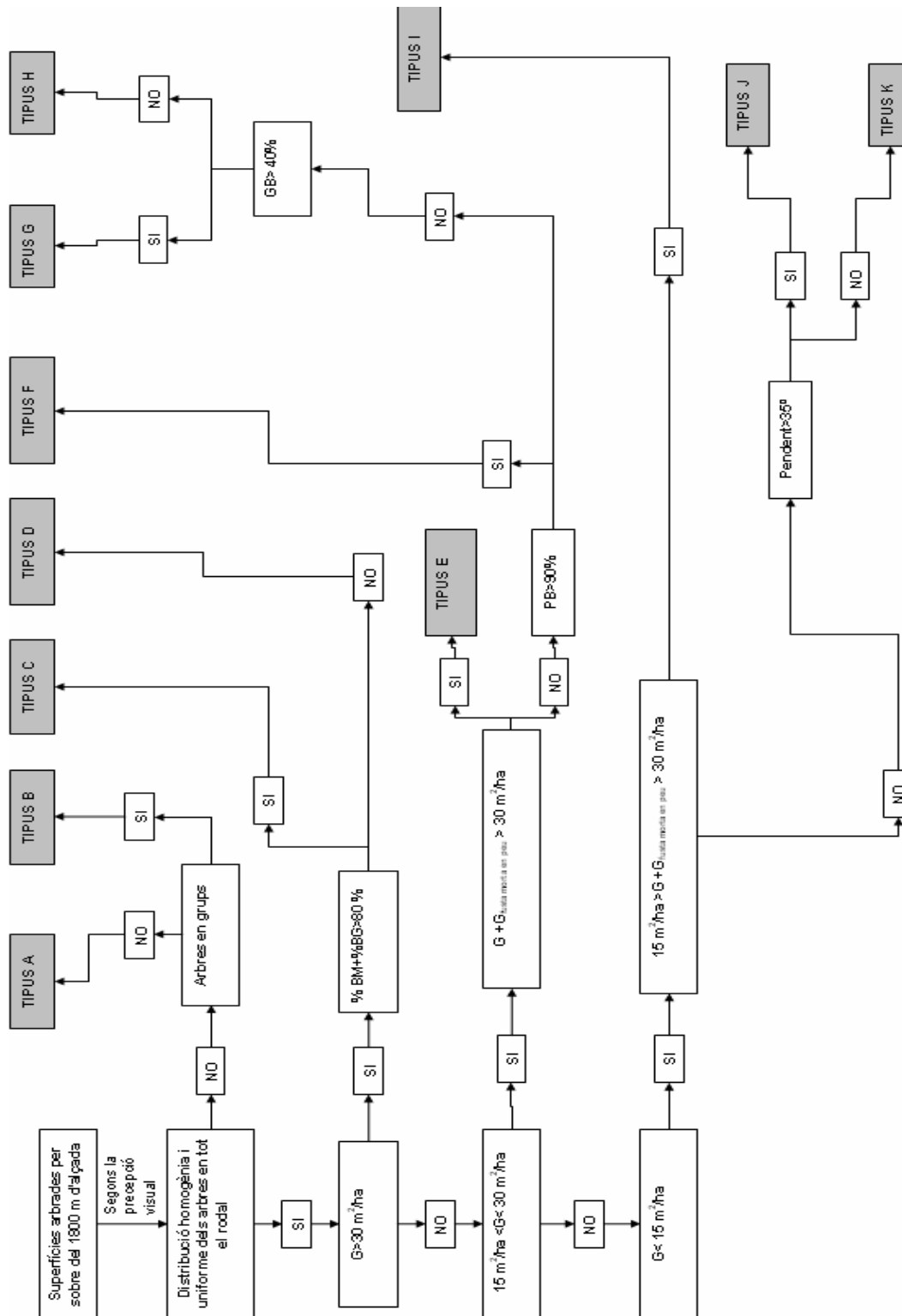


Figura 1. Tipologia d'estructures