

RESUM

El moment òptim de tallada dels arbres ha estat un punt de controvèrsia entre les ciències que estudien el món forestal. En aquest article es fa una revisió de les diverses normes de presa de decisió comunment acceptades utilitzades per a la determinació del moment òptim de tallar els arbres. Es demostrarà que amb criteris estrictament silvícoles es poden prendre decisions errònies. Cal introduir aspectes econòmics i considerar que les explotacions forestals no estan restringides a un únic cicle.

També es consideren diferents aspectes econòmics, silvícoles i naturals que poden influir sobre el moment òptim de tallada. En concret es revisa la relació que poden tenir sobre el moment òptim de tallada el preu de la fusta, els costos de producció, el tipus d'interès del diner, la pràctica de treballs silvícoles i el risc de foc.

RESUMEN

El momento óptimo de tala de los árboles ha sido un punto de discusión controvertido entre las ciencias que tienen por objeto el mundo forestal. En este artículo se realiza una revisión de las diversas normas aplicables a la toma de decisiones aceptadas comunmente para la determinación del momento óptimo de tala de los árboles. Se demostrará que con criterios estrictamente silvícolas se pueden tomar decisiones erróneas. Es necesario introducir aspectos económicos y considerar que las explotaciones forestales no están restringidas a un sólo ciclo.

También se consideran diferentes características económicas, silvícolas y naturales que pueden influir sobre el momento óptimo de tala. En concreto se revisa la relación que pueden tener sobre el momento óptimo de tala el precio de la madera, los costes de producción, los tipos de interés, la práctica de trabajos culturales y el riesgo de fuego.

ABSTRACT

The optimal moment of cutting trees has always been a controversial point of discussion among the sciences concerned with forests. This article reviews the decision making rules normally used to determine the optimal moment of felling. It will be demonstrated that strictly forestry criteria may lead to wrong decisions. The introduction of economic aspects, and the inclusion of the idea that forestry plantations are not delimited to an unique cycle is necessary.

Different characteristics related to the economy, the forestry works and the natural conditions are also considered when men the optimal moment of felling is sought. The relationship established between trees and wood or stumpage prices, production costs, interests rates, forestry works and the risk of fire is taken into account.

1. INTRODUCCIÓ

Aquest article és part d'un treball més ampli guardonat amb el premi de la Institució Catalana d'Estudis Agraris en la seva edició de 1994. Atesa l'amplitud de temes tractats en aquell treball hom s'ha centrat en un dels aspectes de més tradició en l'estudi econòmic dels boscos. Així, l'escrit analitzarà un dels aspectes més importants de la gestió forestal: el moment òptim de tallada dels arbres.

Es demostrarà que l'entorn econòmic afecta directament el cicle de vida dels nostres boscos, i que la decisió de tallar està sobretot lligada al preu de la terra i el tipus d'interès del diner. No obstant això, també es consideren altres condicionaments que poden afectar el cicle de vida dels arbres com el preu de la fusta., la realització o no de treballs silvícoles, o la fiscalitat en el món forestal.

2. MOMENT ÒPTIM DE TALLADA

Els arbres, com tots els éssers vius tenen un cicle de vida. L'espècie humana tradicionalment ha intervingut sobre el cicle de vida dels arbres en general mitjançant la tala. La silvicultura moderna no només s'ha preocupat per la tala sinó que, per determinades espècies, ha investigat el creixement dels arbres i les formes que aquests adquireixen per facilitar el serrat.

Així, la silvicultura ha afavorit el creixement ràpid de certes espèci-

es que complien uns requisits de qualitat. Un cop aquesta fita estava assolida calia determinar quin era el moment òptim per realitzar la tala dels arbres. Aquesta es determina en funció de l'orientació econòmica que hom vulgui donar-li al producte. A títol d'exemple hom no pot afirmar quin és el moment òptim de tallada d'una espècie com l'abet sense tenir clar si aquest abet serà en un futur un moble o un arbre de Nadal. La primera orientació exigirà uns gruixos que requereixen un temps llarg, i en canvi la segona orientació té clarament un cicle de vida molt curt.

Deixant de banda les especificitats d'alguns aprofitaments arboris¹ la majoria de les explotacions forestals dirigeixen les seves produccions cap a la trituració (per la realització de paper o conglomerat de fusta), cap al tauló o la producció de llenya. Aquests tipus d'aprofitaments necessiten un cicle que pot ser molt variable, dels deu anys en el cas d'alguns eucaliptus fins a centenars d'anys, en el cas dels roures.

En un cicle productiu tan ampli, el cost de tallada i el preu de la fusta té un pes important a l'hora de determinar el moment de tallada. En una conjuntura de preus i costos desfavorables és una decisió totalment lògica postergar el moment de tallada. Esperar un parell o tres d'anys –o bé avançar-los quan la conjuntura és favorable– és insignificant si el torn d'explotació és molt llarg.

No és el propòsit d'aquest escrit aprofundir en el coneixement de quin és el moment òptim per introduir en el mercat una quantitat de fusta, quan s'esdevé una alta volatilitat de preus i costos de tallada, sinó que es pretén donar unes normes que ajudin a trobar el moment òptim de tallada considerant l'explotació forestal des del seu inici.

2.1. Òptims de tallada natural

Tal com s'ha indicat més amunt una de les qüestions que han motivat més l'estudi en l'economia forestal ha estat la cerca del moment òptim de tallada en un bosc regular. El creixement dels arbres en decurs de la seva vida no és mai constant, i podria reflectir-se en la figura 1.

El cicle de vida dels arbres o dels boscos regulars es caracteritza per un creixement lent en els primers anys de la seva vida, que és seguit d'un període de ràpid creixement fins que arriba a un punt d'inflexió (**a**) on passa a créixer cada vegada menys fins arribar al moment (**b**), on a partir del qual

1. Existeixen orientacions, a més de l'esmentada dels arbres de Nadal, com la dels pals de llum i telèfon, que tot i no ser una orientació dels aprofitaments dels arbres molt generalitzada és localment important al Bages i al Solsonès.

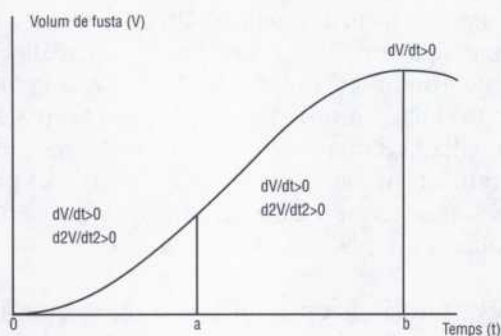


Figura 1. Creixement tipus dels arbres.

l'arbre ja no té creixements i només cal esperar pèrdues en volum degudes a l'acció del agents externs.

Així, una primera aproximació al cycle òptim de tallada afirmaria que el bosc o l'arbre –a partir d'ara parlarem indiferentment d'ambdós si no s'indica el contrari– s'ha de tallar quan aquest assolix el màxim volum.

Aquesta proposició només es compleix quan no es tenen en compte projectes alternatius al forestal, i l'explotació del bosc es realitza en un únic cycle, sense l'esperança de dur a terme una replantació o regeneració de la massa boscosa. Aquestes condicions extremes i estranyes en la realitat faran que rarament es talli un bosc quan el creixement dels seus arbres arribi al màxim genètic.

El creixement dels arbres es quantifica normalment en termes de volum, encara que és possible de mesurar-lo en termes d'alçada, pes o matèria seca. Hi ha dos criteris importants per mesurar el volum dels arbres: el *current annual increment* (o creixement marginal anual) i el *mean annual increment* (o creixement mitjà anual). El primer representa la taxa de creixement anual en qualsevol moment del temps i el darrer representa el creixement mitjà des del moment de la plantació fins al moment de referència. Assumint un creixement del volum del l'arbre com el de la figura 1. El CAI i el MAI tenen una evolució com la que mostra la figura 2.

En els gràfics que mostra la figura 2 hom pot observar que el CAI dels arbres arriba relativament ràpid al seu màxim, per després davallar amb celeritat. En canvi, el MAI es manté durant anys fins a arribar a un punt en què la seva derivada és 0 i davalla amb suavitat. No és casualitat que el MAI i el CAI es creuin el moment en el qual el primer arriba al punt màxim. Aquest punt és el que identifica el moment òptim de tallada des del punt de vista dels forestalistas.

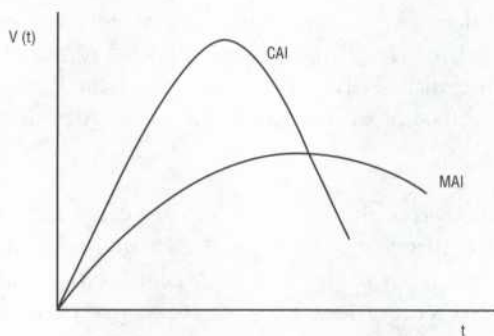


Figura 2. Moment òptim de tallada segons del CAI i el MAI

Des del punt de vista del silvicultor, els creixements marginals de seguir mantenint l'explotació no compensen els rendiments que es poden obtenir si es tallés i s'iniciés un altre cicle.

Per tant, els silvicultors, concentrats en l'obtenció dels màxims volums de fusta del bosc, pensaran que el moment òptim de tallada del bosc s'esdevé quan el CAI i MAI es creuen, o bé quan el MAI arriba al seu punt màxim.

Els silvicultors en general, però, no tenen en compte l'ambient en el qual es desenvolupa la seva activitat, i per tant tradicionalment no s'han preocupat del cost d'oportunitat que pot tenir la monetarització dels ingressos de la fusta i també de la utilització de la terra sobre la qual es du a terme el projecte forestal. Aquests aspectes es tractaran més endavant i hom veurà que tenen una incidència directa sobre el cicle de tallada.

El cost d'oportunitat d'una inversió és el cost que incorre un projecte en descartar el segon millor projecte al qual podria destinar-se aquesta inversió. El cost d'oportunitat de les inversions forestals pot prendre's com el cost del diner en el mercat de capitals, que en un mercat perfecte seria idèntic a la remuneració del diner en inversions financeres. Així tot seguit es presenten alguns mètodes financers tradicionals que tenen en compte el cost del diner a l'hora d'avaluar les explotacions forestals.

2.2. Òptims de tallada financers

La complexitat de la natura és tal que esbrinar el moment òptim de tallada requereix fer simplificacions d'aquesta. Així, hom introduirà unes restriccions amb la finalitat de poder incloure les explotacions forestals en un model de càlcul de rendibilitats financeres.

En primer lloc, es coneix el creixement dels arbres d'una parcel·la homogènia i amb arbres de la mateixa edat (bosc regular). Les condicions edàfiques són inalterables durant el cycle de vida dels arbres. Aquesta parcel·la pot comprar-se, vendre's o llogar-se segons les condicions del mercat.

En aquesta parcel·la hipotètica no s'efectuarà cap aclarida, ja que els arbres estan suficientment espaiats. La plantació s'efectua en l'any 0 del projecte. Quan hom assumeixi la replantació, quan es donin més cycles, la replantació s'efectuarà en el mateix any de la tallada del cycle anterior.

El preu de la fusta i els costos d'extracció són reals, inalterables i coneguts per tot el cycle. De la mateixa manera el mercat de capitals funciona perfectament i el tipus d'interès del diner és constant i conegut.

Si hom pren el cas de maximitzar els ingressos futurs actualitzats en un sol cycle de vida, trobar el moment òptim de tallada de l'arbre s'esdevé un senzill problema de maximització de la funció del VAN depenent de t .

Si C_t són els costos totals, I_t són els ingressos nets en cada període i r és el tipus d'interès, es troba que

$$[1.1] \quad \text{VAN} = I_t * (1 + r)^{-t} - C_t$$

que també pot expressar-se en forma contínua amb la fórmula

$$[1.2] \quad \text{VAN} = I_t * e^{-rt} - C_t$$

Així el moment òptim de tallada s'esdevindrà en

$$[1.3] \quad d\text{VAN} / dt = -r * I_t * e^{-rt} + dI_t / dt * e^{-rt}$$

Si

$$-r * I_t * e^{-rt} + dI_t / dt * e^{-rt} = 0$$

d'on

$$[1.4] \quad r = (dI_t / dt) / I_t$$

La qual cosa significa que el moment òptim de tallada s'esdevindrà quan el tipus d'interès iguali la taxa dels ingressos marginals en un període sobre el total dels ingressos. És el mateix que dir que la plantació s'ha de tallar quan el rendiment marginal iguali la taxa d'interès del capital o bé que

el moment òptim de tallada d'un bosc s'esdevé quan el rendiment marginal de l'explotació iguala el cost d'oportunitat del capital.

Però si hom para atenció sobre les variables que s'han fet servir per trobar el moment òptim de tallada s'adonarà que no s'ha esmentat el valor del sòl sobre el qual es du a terme el projecte forestal. Els propietaris de terrenys forestals també tenen en consideració més variables que les estrictament lligades al tipus d'arbres que es poden plantar en un terreny. Els propietaris també són conscients del rendiment que poden extraure dels terrenys destinant-los a usos alternatius als forestals.

Amb això es vol afirmar que dins del torn de tallada dels arbres cal considerar, no només les variables intrínsecament lligades a l'espècie, sinó que també cal tenir en consideració el cost d'oportunitat del capital invertit, és a dir, el segon millor ús al qual pot destinar-se la inversió en parcel·la forestal. Així, quan un terreny forestal prop d'un nucli urbà passa a ser qualificat d'urbanitzable, el torn de les espècies que estiguin desenvolupant-se allí passa a ser immediatament 0 si hi ha una demanda efectiva d'espais urbans.

Per tant, hom no pot afirmar taxativament que un bosc es tallarà quan els rendiments marginals igualin al cost d'oportunitat del diner o, el que és el mateix, al tipus de remuneració del diner en el mercat de capitals. Això només serà així quan el cost d'oportunitat de la terra sigui 0, quan no existeixi cap alternativa productiva més per aquella parcel·la de terra que l'explotació forestal.

Així, caldrà trobar un altre instrument per trobar el moment òptim de tallada d'un bosc.

Trobar el moment òptim de tallada d'un bosc pel mètode del VAN implicava trobar el període en el qual es maximitzava l'actualització dels ingressos futurs. En canvi, amb el mètode de la TIR hom vol trobar el període en el qual el tipus d'interès anul·la el VAN.

Així, es parteix de la coneguda definició de TIR:

$$[1.5] \quad \text{VAN} = I_t * e^{-rt} - C = 0$$

on r' és el tipus d'interès que anul·la el VAN i es coneix. Si es modifica 1.5 es tindrà:

$$\begin{aligned} I_t * e^{-rt} &= C \\ \ln C &= \ln I_t - rt \\ r't &= \ln I_t - \ln C \\ [1.6] \quad r' &= 1/t \ln (I_t / C) \end{aligned}$$

Així, caldrà maximitzar el tipus d'interès que fa 0 la igualtat anterior. Però hi ha dues objeccions principals a aquesta proposició. En primer lloc, no s'està recollint el cost d'oportunitat del terreny, i, en segon lloc, seria una casualitat matemàtica que la r' tal com està definida coincidís amb el rendiment marginal de l'explotació:

$$r' = 1/t \ln (I_t / C) = (d I_t / dt) / I_t$$

Per tant ni la TIR ni el VAN, si es té en compte el projecte en un únic torn dels arbres, permeten esbrinar el moment òptim de tallada. Això no significa, però, que els mètodes financers per trobar el cicle òptim de tallada de l'arbre fracassin. El que ha succeït fins ara és que no s'ha tingut en compte el cost d'oportunitat del terreny.

2.3. Òptim de tallada amb cicles repetitius i considerant costos d'oportunitat

Enfront d'una producció sobre un terreny, el cost d'oportunitat d'aquest pot expressar-se com el valor que aquest obtindria en el mercat. Així doncs, cal plantejar-se com es pot expressar el valor d'un terreny mitjançant una expressió financera.

Cal pensar que en un mercat perfecte el valor d'un terreny no canviarà si les condicions que l'estan afectant –com la fertilitat del sòl, les preferències dels consumidors, la normativa a la qual està sotmesa, etc.– no varien amb el pas del temps. Així, es pot enunciar que el valor d'un terreny és l'actualització en un moment determinat de tots els fluxos que aquest pugui generar en el futur.

$$[1.7] \quad \text{Valor d'un terreny} = V^* = \sum_0^{\infty} (Bt - Ct) e^{-rt}$$

Per tant, s'analitza a continuació el moment òptim de tallada incorporant el valor de la terra, de forma que aquest queda expressat per la suma de valors actuals que tindrà el projecte forestal concret.

En aquest model s'assumeix que en el primer torn existeixen uns costos de plantació (**C**), uns costos (**c**), i uns beneficis (**b**) per unitat de fusta produïda i venuda. El torn queda reflectit per la funció de creixement dels arbres **V(t)**. Així el VAN en el primer torn s'expressaria amb la fórmula següent:

$$[1.8] \quad \text{VAN} = -C + (b - c) V(t) e^{-rt}$$

Repetint aquest torn successivament s'obté:

$$\begin{aligned} \text{VAN} = & [(b - c) V(t) e^{-rt} - C] + [(b - c) V(t) - C]e^{-2rt} \\ & + [(b - c) V(t) - C]e^{-3rt} + \dots \end{aligned}$$

d'on

$$[1.9] \quad \text{VAN} = [e^{-rt} (b - c) V(t) - C] [e^{-rt} / (e^{-rt} - 1)]$$

Així, la maximització d'aquesta igualtat passa per aplicar la derivada primera respecte el temps:

$$\begin{aligned} dV(t) / dt &= 0 : \\ dV(t) / dt - rV(t) &= [r / (p - c)] V^* \end{aligned}$$

que expressat de la forma següent:

$$[1.10] \quad dV(t) / dt = rV(t) + [r / (p - c)] V^*$$

presenta que el moment òptim de tallada d'un bosc s'esdevé quan els increments marginals en volum de la fusta d'aquest per període ($dV(t) / dt$) igualen al cost d'oportunitat de mantenir els arbres durant aquest període $rV(t)$ més el cost d'oportunitat de mantenir la terra dedicada a tasques forestals $[r/(p-c)]V^*$.

Així, per saber el moment òptim de tallada s'ha de cercar la t que resolgui la igualtat [1.10]. La solució a aquest problema es troba a la secció 2.4. d'aquest capítol. Abans, però, es pot il·lustrar una solució gràfica del problema que ajudarà a aclarir-ho:

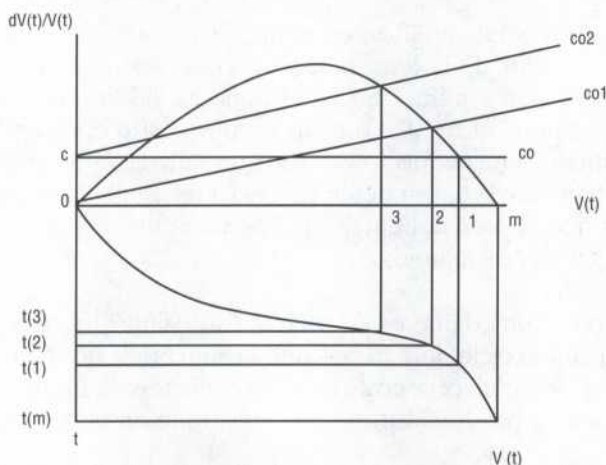


Figura 3. Moment òptim de tallada considerant costos d'oportunitat del capital i de la terra

Aquest gràfic consta de dos quadrants que comparteixen l'eix d'abscisses que representa el volum de fusta en funció del temps $V(t)$. En el quadrant superior, l'eix d'ordenades representa l'increment marginal en volum de la fusta d'un bosc per un sol cycle. En aquest mateix quadrant també hi són dibuixades tres rectes de costos d'oportunitat diferents: **co** cost d'oportunitat de la terra, **co1** cost d'oportunitat del diner, i **co2** cost d'oportunitat de la terra i el diner conjuntament.

En el quadrant inferior del gràfic, es dibuixa el creixement acumulat en volum durant un cycle. Aquest quadrant correspon al perfil de creixement d'un arbre presentat a la figura 1.

Així, es pot observar que ignorant tots els costos d'oportunitat el moment òptim de tallada s'esdevé quan el creixement marginal de la quantitat de fusta és 0. Aquest moment es dona en el punt **m**, que projectat sobre el quadrant inferior coincideix amb el punt de màxim volum en la vida de l'arbre, **t(m)**.

S'assumeix ara que no hi ha una alternativa a l'explotació forestal - això només succeeix en terrenys que no són aptes ni per a l'agricultura ni per a les explotacions ramaderes-, però en canvi la provisió de terres és limitada, el que significa que aquesta té un cost d'oportunitat igual a la distància entre **0** i **c**. En aquest cas, el moment òptim de tallada ocorrerà quan els rendiments marginals de fusta tallin el cost d'oportunitat de la terra, justament en el moment **1**. Tal com pot apreciar-se, el fet de computar un valor positiu a la terra ja comporta una reducció del torn de tallada, i mitjançant la figura 3 es pot veure que el cycle de tallada òptim s'escurça a mesura que el preu de la terra s'incrementa.

Un altre cas exemplificat en la mateixa figura presenta l'explotació forestal amb un valor de la terra nul, però contràriament al cas anterior el diner té un preu que vindria donat pel pendent de la recta **co1**. Tal com s'il·lustra en el gràfic, el fet d'existir un preu o cost d'oportunitat del diner provoca igualment una reducció del torn de tallada òptim dels arbres. La relació establerta entre el preu del diner i el torn de tallada deixa entreveure que a mesura que el preu del diner -o el pendent de la recta **co1**- augmenta, el torn de tallada disminueix.

Quan el tipus d'interès de mercat és positiu i existeix un preu del sòl, s'està afectant el cycle dels arbres amb la suma dels dos factors anteriors, de la qual en resulta la recta **co2**. Tal com reflecteix la figura 3 el moment òptim de tallada es produirà encara més aviat que en els casos anteriors.

En el quadrant inferior de la mateixa figura hom podrà comprovar que els moments òptims de tallada sobre la vida de l'arbre s'avancen a

mesura que es consideren el preu de la terra, el preu del diner i la combinació de tots dos factors.

Fins aquí s'ha explicat la relació entre els costos d'oportunitat del diner i de la terra amb el cycle de tallada òptim, però la figura 3 encara mereix més discussió.

En primer lloc, cal observar que sempre que es considera el preu del sòl, sigui la línia **co** o la **co2** es donen dos talls amb la corba de rendiments marginals de l'explotació forestal. Abans de produir-se el primer tall les rectes **co** i **co2** tenen uns rendiments superiors al de l'explotació forestal, el que significa que els cost d'oportunitat de la terra i del capital i la terra conjuntament superen al del projecte forestal.

En la figura 4 hom pot apreciar les diferències que existeixen entre les àrees de tall de la funció de creixement marginal dels arbres i el cost d'oportunitat conjunt (**co2**):

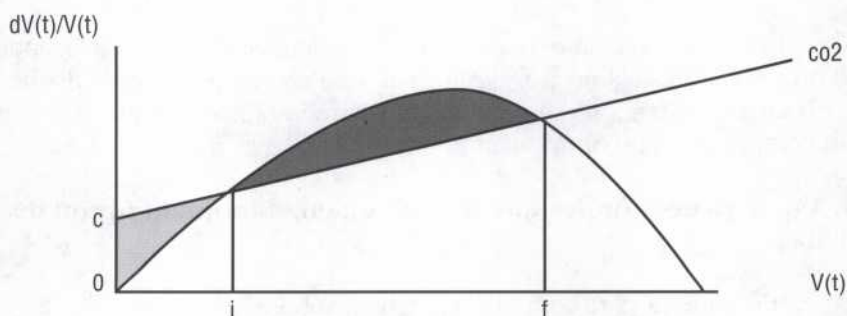


Figura 4. Àrees de costos i beneficis marginals de les explotacions forestals

Des de l'origen fins al punt de tall **i**, el cost d'oportunitat supera els ingressos marginals, i per tant el saldo en aquest període és negatiu. Es podria afirmar que durant aquest temps l'empresari forestal rebutja obtenir uns ingressos més alts dedicant la terra a altres fins. Des del punt **i** fins al punt **f** l'empresari té un saldo d'ingressos nets positius. El punt **f** il·lustra el moment òptim de tallada i la fi del projecte.

En la figura 4 l'ombrejat més clar, que correspon a un saldo negatiu entre els ingressos marginals i el cost d'oportunitat, és menor que l'ombrejat més dens, que correspon a un saldo positiu dels conceptes esmentats. Per tant, qualsevol empresari forestal acceptaria aquest projecte. Però pot esdevenir-se que el pendent de la recta o preu del diner **co2** sigui més alt, o bé que l'origen de la mateixa recta o preu de la terra **c** se situï més lluny de

l'origen –sigui més car–, amb el qual s'obtidria un saldo total negatiu. En aquest darrer cas l'empresari no durà a terme l'explotació forestal.²

Per tant, el cost d'oportunitat de l'explotació forestal, a més de ser important per determinar el moment òptim de tallada, també ho és per determinar si aquest projecte és viable.

Un altre aspecte a tenir en compte en la determinació del moment òptim de tallada és la variació del preu de la terra. En la figura 3 pot apreciar-se que un increment bruscat del valor de sòl de co per sobre de la corba d'increments marginals de fusta provocarà el retall del cicle òptim de tallada fins a precipitar-la si el cost d'oportunitat de la terra co superés el rendiment de l'explotació forestal.

Aquests canvis sobtats del preu del sòl succeeixen a la realitat, ja que per exemple una requalificació d'un terreny forestal a urbanitzable podria provocar, com la figura superior demostra, una tallada immediata dels arbres.

Amb el que s'ha exposat fins ara es demostra que el cicle òptim dels projectes forestals no pot deslligar-se de l'entorn econòmic i financer que els envolta. Així, a mesura que es van introduint noves restriccions i es té en compte el cost d'oportunitat el torn de l'arbre es redueix.

2.4. Aspectes econòmics que influeixen en el moment òptim de tallada

En aquesta part hom posarà atenció sobre com afecten el cicle de l'arbre, els preus de la fusta i els costos de tallada i de plantació. Per tal comesa caldrà posar en termes monetaris les igualtats que fins ara havien estat expressades en termes de volum. Per això es recupera l'equació [1.10]:

$$[1.10] \quad \frac{dV(t)}{dt} = rV(t) + [r / (p-c)] V^*$$

$$[1.11] \quad \frac{dV(t)(p-c)}{dt} = r V(t) (p-c) + V^*$$

Aquesta nova formulació [1.11] transforma en termes monetaris l'equació [1.10]. Així, es formula el que ja s'havia vist gràficament en l'apartat anterior: el moment òptim de tallada esdevindrà quan el valor dels ingressos marginals de l'explotació forestal igualin la suma del rendiment del marge net de l'explotació forestal col·locat en el mercat de capitals i el valor de la terra.

2. No es té en compte la possibilitat que una altra empresa, amb una altra tecnologia s'encarregués de proveir d'arbres l'empresari forestal en un moment a partir del qual l'empresari forestal només tingués un saldo positiu fins al final del cicle.

Hom mostrarà ara com afecta la incidència dels preus de la fusta, els costos inicials, els costos d'extracció i de transport de la fusta i el diner. Així, si es defineix **m** com el marge brut entre (**p** - **c**) i es deriva l'equació (1.10) es trobarà que:

$$dt / dm < 0$$

i que **dt / dp < 0** i **dt / dc > 0**

Així, tot increment del marge brut incideix retallant el cicle de vida dels arbres. D'acord amb aquesta proposició els increments dels costos, siguin inicials o lligats a l'aprofitament, provoquen un augment del cicle de vida de l'arbre. I, contràriament, un augment del preu de la fusta significa una reducció del cicle de tallada dels arbres.

L'efecte que pot tenir el tipus d'interès sobre el cicle de vida de les explotacions forestals ja ha estat explicat més amunt en discutir l'efecte del preu del diner.

Si més no, es pot afegir que els increments del tipus d'interès repercuteixen escurçant la vida de les explotacions forestals. Això pot demostrar-se utilitzant l'equació 1.10, que derivada en funció de **r** s'obté: **d(t) / dr < 0**. D'aquesta manera s'aclareix que els augments en els tipus d'interès retallen el cicle dels arbres, i inversament la baixada de tipus els allarga la vida.

Cada vegada que es manté una explotació un any més sense tallar-la s'està postergant la realització de beneficis durant el mateix període. Així –en absència d'un altre projecte millor– si el tipus d'interès és alt, els beneficis futurs que es derivarien de mantenir l'explotació forestal tindrien un factor de descompte més alt, i per tant tindrien menys pes que si el tipus d'interès no hagués pujat. Així doncs, la pujada de tipus d'interès significa avançar el moment òptim de tallada dels arbres.

2.5. Aspectes naturals i silvícoles que afecten el cicle de vida

La pràctica de treballs silvícoles intensius té dos efectes oposats sobre el cicle de vida dels arbres. En primer lloc, augmenten els costos, el que significa una pressió per augmentar el cicle de vida dels arbres. En segon lloc, uns treballs silvícoles adequats poden fer augmentar tant la productivitat de la terra i de l'espècie (per fertilització i tractament fitosanitari), com la qualitat de l'arbre que s'extrau (increment del preu de venda). Aquests dos components afavoreixen clarament l'escurçament del cicle de vida.

Un tipus de treball silvícola a mig camí entre l'aprofitament i els propis treballs culturals són les aclarides. La majoria de les aclarides va

associada a l'obtenció d'uns subproductes o productes intermedis de l'explotació forestal (trituració, pals per impregnació, llenya, etc.). Si hi ha mercat pels productes obtinguts de les aclarides s'estan avançant uns ingressos futurs, s'incrementa el volum de fusta i s'augmenta la qualitat —el preu— de part de la producció comercialitzable.

Un augment de la quantitat de fusta produïda per unitat forestal provoca un augment del marge brut de l'empresari forestal. Segons s'ha vist més amunt, quan s'incrementa el marge brut el cicle de tallada tendeix a reduir-se.

L'increment de qualitat en la part dels productes forestals que romanen en el bosc després de les aclarides fan que augmenti el preu mitjà de la fusta. I segons s'ha vist més amunt, un increment del preu de la fusta significa una reducció del cicle de tallada.

A més, l'avançament d'ingressos futurs que comporta la venda dels productes de les aclarides no té cap efecte directe sobre el cicle de tallada dels arbres. La riquesa del propietari forestal no s'incrementa quan realitza una tallada, sinó que passa de tenir forma d'arbre a ser diner. Altra cosa seria que el propietari forestal reinvertís els ingressos obtinguts per les aclarides en millores de la seva explotació o en projectes que tinguessin una taxa de rendibilitat major a la dels arbres. En aquests darrers casos l'aclarida tindria un efecte reductor del cicle de tallada, ja que s'estarien augmentant els ingressos per unitat forestal.

L'únic efecte negatiu que tenen les aclarides o qualsevol altre treball silvícola sobre el cicle de tallada dels arbres són els increments de costos que aquestes signifiquen en comparació a no realitzar el treball cultural. Tal com s'ha vist en l'apartat anterior els increments dels costos allarguen el cicle de tallada dels arbres.

Així, hom pot afirmar que la realització de treballs culturals tindrà un efecte sobre el cicle de tallada dels arbres que dependrà del saldo entre els beneficis i costos que aquestes pràctiques comportin per al bosc. Quan el saldo sigui positiu el cicle de tallada s'escurçarà, mentre que si el saldo és negatiu el cicle de tallada s'ampliarà.

En general, es pot afirmar, doncs, que la pràctica de treballs culturals sobre el bosc afavorirà la reducció del cicle de vida dels arbres si els beneficis d'aquests treballs superen els costos que aquests comporten.

No s'ha d'oblidar que la pràctica de treballs culturals generen beneficis sobre el sòl, repercuteix en la reducció del risc d'incendis i a més

comporta una millora de la qualitat paisatgística del bosc. Aquests beneficis no reverteixen només sobre el propietari forestal, sinó que és el conjunt de la societat el que guanya en benestar amb aquests efectes dels treballs culturals sobre el bosc. Això, però, entra dins del camp de les externalitats generades per l'activitat forestal, apartat que no pertoca parlar-ne aquí.

2.6. Risc de foc

Malauradament, tot treball sobre economia forestal realitzat a la conca mediterrània ha de tenir en compte el risc d'incendi forestal. Parlar del moment òptim de tallada i obviar el risc de foc significa deixar de banda un dels components més importants si hom vol aproximar-se a la realitat.

Abans, però, de parlar del foc en si mateix cal introduir el concepte de risc en un projecte qualsevol. El risc és la probabilitat que succeeixi un fet o conjunt de fets que comportin la pèrdua d'una inversió realitzada o d'uns ingressos previstos.

Així, hom considerarà el foc com un fet que comporta un risc de perdre els ingressos previstos d'un projecte forestal. Donada la probabilitat de perdre els ingressos d'un cycle de vida dels arbres a causa del foc (f), i coneixent l'esperança d'uns ingressos futurs tant si s'esdevé foc (SF) com si no (NF), hom pot conèixer l'esperança matemàtica de la producció del bosc (E) tenint en compte el risc de foc :

$$[1.12] \quad E = f * SF + (1-f) * NF$$

Essent, doncs, l'esperança del projecte forestal (PF) amb risc E , caldrà preguntar-se quan estarà disposat a pagar l'individu per passar del projecte forestal (PF) que li proporciona uns ingressos esperats d' E amb risc a un projecte alternatiu (PA) que li proporcioni un resultat segur d' E sense risc.³

Si l'empresari forestal és advers al risc estarà disposat a pagar una quantitat (a) per evitar-ho, és a dir, per obtenir un assegurança que li asseguri uns ingressos E . Així, la regla de decisió s'haurà de modificar per incloure les quotes que l'empresari forestal estigui disposat a pagar per evitar el risc.

$$[1.13] \quad VAN = [e^{-rt} (b - c - a) V(t) - C] [e^{-rt} / (e^{-rt} - 1)]$$

$$[1.14] \quad dV(t) / dt - rV(t) = [r / (p - c - e)] V^*$$

3. Definició adoptada de Cals, Matas i Riera (1994) per a l'avaluació de projectes turístics des d'una perspectiva pública.

Així si hom deriva en funció de e trobarà que:

$$dt / da > 0$$

Així, la cobertura del risc de foc, quan aquest s'anul·la mitjançant la contractació d'una assegurança, comporta un perllongament del cicle de vida de l'arbre. Per tant, hom podrà deduir el cas contrari, si aquest risc no es cobreix l'empresari forestal tendirà a retallar el cicle de vida del bosc.

2.7. Fiscalitat

L'objectiu rau ara a tenir en compte com poden afectar diverses classes d'impostos i subvencions als projectes forestals. S'assumeix que els boscos comporten una activitat remuneradora i per tant aquesta és susceptible de rebre els efectes de la imposició. D'altra banda, també es pot afirmar que si les activitats productives dels boscos no remuneren suficientment els empresaris forestals, d'acord amb les preferències de la societat, aquestes activitats també poden ser premiades amb subvencions.

En el cas d'**impostos per unitat de producte** l'efecte de l'impost es pot llegir com si fos un increment dels costos d'extracció. Així, en lloc de tenir uns costos c hom tindrà uns costos $c + x$, essent x el tant per tona treta.

Aquest tipus d'impost tindrà un efecte similar a l'esmentat de l'increment de costos unitaris. Si es recorda, un augment dels costos unitaris significa perllongar el cicle de vida de l'arbre, però a la vegada també repercuteix sobre el valor de la terra, fent baixar el valor d'aquesta V^* . L'efecte agregat es tradueix en un increment del torn de tallada degut a que la $dt / dc > 0$ i $dt / dV^* > 0$.

El resultat que tindrà aquesta política fiscal sobre el paisatge boscós es plasmarà en un bosc amb arbres més grans, i per tant més voluminosos i de millor qualitat.

Contràriament **subvencionar els costos corrents com els costos de plantació** significa una reducció del torn de tallada, ja que aquest tipus de subvenció fa davallar el costos dels propietaris. Tal com s'havia mostrat més amunt, la relació entre la davallada de costos interns a la propietat i la durada del cicle significa una reducció del cicle de tallada.

Lògicament qualsevol tipus d'**impost sobre els costos corrents** de la propietat, com l'**impost de béns immobles** (rústic), o l'**impost anual del patrimoni**, tenen uns efectes contraris a les subvencions dels costos corrents. Aquests impostos al capdavall estan augmentant els costos corrents, i tal com s'havia vist en apartats anteriors, un augment dels costos corrents significa un allargament del cicle de vida dels arbres.

Les **taxes sobre els beneficis extrets** dels boscos no signifiquen cap canvi en el torn de tallada, ja que aquest impost no afecta cap dels paràmetres que estan implicats en la realització del VAN. Així sí:

$$[1.14] \quad x^* \text{ VAN} = [e^{-rt} x^* (b - c) V(t) - (x^* C)] [e^{-rt} / (e^{-rt} - 1)]$$

La qual cosa donaria un resultat similar en el cicle de tallada. L'**impost sobre la renda i l'IVA** s'enquadren dins d'aquest tipus d'impostos ja que els beneficis extrets són augments de renda del propietari, i l'IVA és un impost sobre les vendes del propietari, que al capdavant significa un impost sobre els beneficis de la venda. Així, es pot afirmar que aquest tipus de taxació és independent de cicle dels arbres.

Què succeeix amb uns impostos tan controvertits entre els forestal·listes com són **successions i transmissions patrimonials**. Aquests són impostos sobre el patrimoni, però a diferència del mateix impost del patrimoni aquests es produeixen en realitzar-se un traspàs de béns entre propietaris. Ambdós tipus d'impostos poden preveure's com un augment dels costos inicials d'un projecte forestal que haurà de suportar un nou gestor del bosc. Tal com s'ha esmentat més amunt, els augments dels costos inicials repercuteixen en un augment del cicle de tallada dels arbres. Per tant, aquests impostos perllonguen el moment òptim de tallada de l'arbre.

Dins dels treballs i aprofitaments susceptibles de ser afectats per la fiscalitat cal tocar el cas especial de les aclarides, que com s'ha afirmat més amunt són un treball cultural i un aprofitament a la vegada. Així doncs, aquestes estan subjectes a dos possibles tipus d'afectació fiscal. Tractada com un cost corrent, si es subvenciona, s'està afavorint la reducció del cicle dels arbres que resten dempeus; i si es grava amb un impost s'incentiva a perllongar el cicle dels arbres que es mantenen en la parcel·la forestal. Tractada com un aprofitament, un impost sobre els beneficis extrets de la venda dels productes de l'aclarida no tindria cap incidència sobre el cicle de tallada dels arbres que resten en el bosc.

Així, per concloure aquest apartat es pot afirmar que tots els tipus de subvenció tinguts en compte sobre plantacions o treballs culturals signifiquen una reducció del moment òptim de tallada. En canvi, els impostos –tret de l'IVA i l'IRPF– augmenten el moment òptim de tallada.

4.2. CONCLUSIONS

El moment òptim de tallada és el tema tradicional en la gestió de boscos, i aquí s'ha demostrat que criteris únicament silvícoles es revelen

insuficients per arribar a una solució d'aquest problema. Els boscos no estan deslligats de l'entorn econòmic, i aspectes tant econòmics com el preu de la terra i el tipus d'interès del diner poden tenir tanta importància a l'hora d'establir el moment òptim de tallada com pot ser el mateix creixement dels arbres.

De forma similar, el càlcul del cicle òptim de tallada exigeix considerar els ingressos futurs de l'explotació forestal sense restringir-se només a un sol cicle de la vida dels arbres. Considerar només un torn productiu per trobar el moment òptim de tallada porta a sobreestimar la durada del cicle òptim de tallada.

Ja des d'un punt de vista de la gestió, i considerant els efectes esmentats anteriorment, els projectes d'inversió forestal s'han sotmès a una bateria de restriccions. En aquestes s'ha demostrat que, tot increment de costos, les baixades del tipus d'interès del diner, uns hipotètics pagaments d'assegurances contra risc de foc, i l'aplicació d'impostos —excepte els que s'apliquen sobre els beneficis extrets— es tradueixen en un augment del cicle òptim de tallada dels arbres.

En canvi, l'increment del preu de la fusta, els augments del tipus d'interès del diner, obviar el risc d'incendis i augmentar les subvencions, signifiquen una retallada del cicle de tallada òptim.

La utilització del criteri correcte a l'hora d'esbrinar el moment òptim de tallada d'un bosc i el coneixement dels efectes esmentats sobre el cicle òptim de tallada ajuda de ben segur tant a la gestió privada com pública dels espais forestals. El coneixement *a priori* dels efectes que pot tenir un treball cultural o l'adopció d'una assegurança forestal sobre el cicle òptim de tallada serveix tant per optimitzar els rendiments econòmics que poden extraure's del bosc com per dissenyar un model paisatgístic dels boscos a Catalunya.

BIBLIOGRAFIA

- CALS, J.; MATAS, A.; RIERA, P. *Evaluación de proyectos. Análisis de la rentabilidad social desde la perspectiva del turismo y del ocio*. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, 1994. (Serie Libros sobre Turismo; 1).
- CRABBÉ, P. J.; VAB LONG, N. «Optimal forest rotation under monopoly and competition». *Journal of environmental economics and management*. núm. 17. (1989).
- HARTWICK, J. M.; OLEWILER, N. D. *The economics of natural resources use*. Nova York: Harper and Row. 1986.
- HELLSTEOM, M. «Socially optimal forestry». *Journal of environmental economics and management*. núm. 15 (1988).
- JOHANSSON, P. O.; LÖFGREN, K. G. *The economics of forestry and natural resources*. Oxford: Basil Blackwell. 1985.
- KRUTILLA, J. V.; BOWES, M. D. «Economic and public forestland management». *Natural resources Journal*, vol. 29 (estiu 1989).
- KRUTILLA, J. V.; FISHER, A. C. *The economics of natural environments. Studies in the valuation of commodity and amenity resources*. Baltimore, Londres: John Hopkins University Press, 1975.
- KULA, E. *The economics of forestry. Modern Theory and practice*. Londres, Sydney: Croom Helm, 1988.
- KULA, E. *The economics of natural resources and the environment*. Londres, Sydney: Chapman Hall, 1992.
- PASCUAL, J. *La rentabilidad de un proyecto público*. Bellaterra: Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona. Departament d'Economia Aplicada, 1994.