

DOSSIERTÈCNIC

FORMACIÓ I ASSESSORAMENT AL SECTOR AGROALIMENTARI

N26

EL CULTIU DE LA TÒFONA NEGRA

Febrer 2008

P03 Estat actual de la tòfona i la tubercultura **P06** On es pot cultivar la tòfona negra?

P11 Com es cultiva la tòfona negra? **P13** Gestió de plantacions tofoneres **P16** Rendibilitat

d'una plantació tofonera **P20** L'Entrevista



ruralCat

La comunitat virtual agroalimentària
i del món rural

www.ruralcat.net



Generalitat de Catalunya
**Departament d'Agricultura,
Alimentació i Acció Rural**
www.gencat.cat/darp



PRESENTACIÓ



Jordi William Carnes i Ayats
President de la Federación Española de Asociaciones de Truficultores

En un context de mercat, caracteritzat per la globalització, el sector agrari, a l'igual que altres sectors econòmics, necessita de la recerca d'alternatives productives que tinguin capacitat per competir. Aquesta competència es pot basar en la capacitat d'oferir al mercat preus molt ajustats per a productes de gran consum o en l'oferta de productes diferenciats que, sense tenir un públic objectiu tan ampli, pugin generar importants rendiments. La tòfona negra és un d'aquests productes que compleixen amb aquests requeriments de producte de qualitat, amb una forta demanda i amb un competitiu preu de mercat. Tot i que l'evolució del nombre de plantacions va en augment, encara no és suficient per a satisfer la demanda actual. Actualment, la producció de tòfona està lluny de cobrir la demanda mundial existent i el mercat absorbeix la totalitat de la producció independentment del preu, essent un clar exemple de les potencialitats que té aquest conreu.

A nivell mundial, Espanya és junt amb França el principal productor de tòfona negra. Tot i aquesta posició, la tòfona espanyola és poc reconeguda a l'estranger, perquè tradicionalment ha estat comercialitzada per francesos i italians. No obstant això, amb l'entrada en

producció de les plantacions realitzades a partir dels anys 90, s'ha pogut aconseguir una producció estable i de qualitat que ha permès comercialitzar la tòfona espanyola directament pels propis productors o empreses especialitzades del país.

Catalunya compta amb una important superfície apta per al desenvolupament de la tubercultura, que coincideix amb zones on les activitats agràries tradicionals es troben en crisi. A l'important superfície de conreu apta per aquest cultiu, s'ha de sumar la millora continuada de les tècniques de conreu i l'assistència tècnica realitzada per part del Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, el destacat paper de difusió que realitza l'Associació LIFE de productors de bolets i tòfones, així com el suport de les administracions.

A Catalunya, el cultiu de la tòfona negra pot esdevenir una activitat complementària a les activitats agràries tradicionals, diversificant l'economia rural i afavorint un reequilibri territorial. L'aportació econòmica d'aquest cultiu a les economies rurals de mitja muntanya pot suposar un assentament de la població al territori, ja que es poden crear diferents activitats al voltant de la tòfona, ja siguin gastronòmiques o turístiques. A més, cal aprofitar l'empenta i el reconeixement internacional dels cuiners i la gastronomia catalana per donar a conèixer els nostre producte a l'exterior. És el cas de les províncies d'Osca i Terol a l'Aragó, de Castelló i València a la Comunitat Valenciana o de la província de Sòria a Castella i Lleó, on moltes famílies viuen actualment de la producció de tòfones, de la producció de planta inoculada, de la indústria de les conserves, de la gastronomia o d'altres activitats relacionades amb la tubercultura. Activitats totes que depenen directament o indirectament de la tòfona.

Dossier Tècnic. Núm. 26
"EL CULTIU DE LA TÒFONA NEGRA"
Febrer de 2008

Edició
Direcció General d'Alimentació,
Qualitat i Indústries Agroalimentàries.

Consell de Redacció
Joan Gené Albesa, Ramon Lletjós Castells, Joaquim Porcar Coderch, Jaume Sió Torres, Elisabet Cardoner Martí, Joan Barniol Garriga, Agustí Fonts Cavestany (IRTA), Santiago Riera Lloveras (Premsa), Joan S. Minguet Pla i Josep M. Masses Tarragó.

Coordinació
Josep Maria Masses Tarragó.

Producció
Teresa Boncompte Ribera, Josep Maria Masses Tarragó i Annabel Teixidó.

Correcció i assessorament lingüístic
Joan Ignasi Elias Cruz.

Grafisme i maquetació
Quin Team!

Impressió
El Tinter
(empresa certificada ISO 14001 i EMAS)
Paper 50% reciclat i 50% ecològic.

Dipòsit legal
B-16786-05
ISSN: 1699-5465

El contingut dels articles és responsabilitat dels autors. DOSSIER TÈCNIC no s'hi identifica necessàriament. S'autoritza la reproducció total o parcial dels articles citant-ne la font i l'autor.

DOSSIER TÈCNIC es distribueix gratuïtament. En podeu demanar més exemplars a l'adreça: dossier@ruralcat.net

Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural
Gran Via de les Corts Catalanes, 612, 4a planta
08007 - Barcelona
Tel. 93 304 67 45. Fax. 93 304 67 02
e-mail: dossier@ruralcat.net

Més recursos, enllaços i versió electrònica a la web de RuralCat: www.ruralcat.net

Foto portada:
Plantació per a la producció de la tòfona negra.
Fotos de la portada i de l'interior cedides per CTFC (excepte la foto num.1).

ESTAT ACTUAL DE LA TÒFONA I LA TUBERICULTURA



Figura 1. Carpòfor de la tòfona negra (*Tuber melanosporum* Vitt.). Foto: Pere Muxí.



Figura 2. Alzina (*Quercus ilex* L.). A. Alzina de quatre anys inoculada amb la tòfona negra. B. Detall de les fulles.

01 Introducció

La tòfona és coneguda per la seva aroma i sabor, i constitueix un dels ingredients privilegiats de la gastronomia internacional. Les tòfones s'inclouen en el gènere *Tuber*, dins dels fongs ascomicets. A Europa, hi ha prop de 30 espècies de tòfones, de les quals a Catalunya es troben i comercialitzen la tòfona blanca o d'estiu (*Tuber aestivum*), la tòfona gravada (*Tuber uncinatum*), la tòfona d'hivern o magenca (*Tuber brumale*) i la tòfona negra (*Tuber melanosporum*), essent aquesta última la més apreciada (Figura 1).

La tòfona és el cos de fructificació d'un fong hipogeu micorízic, és a dir, que produeix les seves espores en carpòfors sota terra i que s'associa a una planta hoste de la qual reben carbohidrats, com les alzines (*Quercus ilex* ssp. *ilex*, *Q. ilex* ssp. *ballota*) (Figura 2), els roures (*Q. faginea*, *Q. pubes-*

cens) (Figura 3), els garrics (*Q. coccifera*) (Figura 4) o els avellaners (*Corylus avellana*) (Figura 5).

La tòfona negra es caracteritza per formar en el terreny una zona desprovista de vegetació al voltant de l'arbre, anomenada cremat (Figura 6). Aquest fet alelopàtic que es produeix, és degut a substàncies químiques produïdes pel fong, inhibidores de la germinació i el creixement de les plantes, i a la major eficiència de l'arbre en la captació d'aigua en estar associat amb la tòfona.

Hi ha poques plantes que resisteixen el cremat. Entre elles, el cirerer de Santa Llúcia (*Prunus mahaleb*), el sanguinyol (*Cornus sanguinea*), càdec i ginebres (*Juniperus oxycedrus*, *J. communis*), el crespinel gros (*Sedum altissimum*) o el pèl de guilla (*Festuca rubra*), entre d'altres.

La recol·lecció de tòfones és una mica atípica, ja que requereix la utilització de gossos ensinistrats.

02 La producció tofonera i els preus de la tòfona negra

La producció de la tòfona negra procedeix d'àrees forestals i de les plantacions tofoneres que es vénen realitzant des de fa més de 30 anys, moltes de les quals ja han entrat en producció.

La producció de tòfona silvestre (Figura 7) ha sofert una davallada important durant les darreres dècades, mentre la demanda ha anat en augment, veient-se reflectida en l'evolució històrica dels mercats a nivell mundial. A França, durant el segle XX, la producció de tòfones ha passat de les 1.000 a les 30-40 tones actuals.

Els principals productors de tòfona negra a nivell mundial són França, Espanya i Itàlia. A Europa es produeixen anualment entre 22 i 134 Tn de tòfona negra durant els darrers anys (1990-2007),



Figura 3. Roure (*Quercus faginea* Lam.). A. Roure de quatre anys inoculada amb la tòfona negra. B. Detall de les fulles.



Figura 4. Garric (*Quercus coccifera* L.). A. Garric de vuit anys inoculada amb la tòfona negra. B. Detall de les fulles.

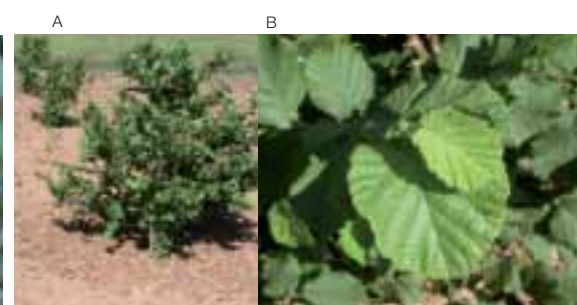


Figura 5. Avellaner (*Corylus avellana* L.). A. Avellaner de quatre anys inoculada amb la tòfona negra. B. Detall de les fulles.



Figura 6. Plantació situada a Cabó (Alt Urgell) on es pot observar el cremat en una alzina en producció.



Figura 7. Tofoner silvestre, on s'aprecia el cremat característic al voltant de la planta, situat en una zona productora d'Alòs de Balaguer a la comarca de La Noguera.

representant el 90% de la producció mundial. La producció espanyola és de l'ordre d'un 30-40% de la producció europea (Taula 1 i Figura 8). A Catalunya, la tòfona té una presència important, representant el 30% de la superfície tofonera coneguda a l'Estat espanyol. Es troba principalment a les zones calcàries de muntanya mitjana del Prepirineu i de la serralada Prelitoral.

La producció actual de tòfona només cobreix un 10% de la demanda mundial existent, segons la Federació Francesa de Tubericultors. L'evolució del nombre de plantacions va en augment,

però encara no és suficient per a satisfer la demanda actual, malgrat l'inici de produccions en altres zones (Austràlia, els Estats Units o Nova Zelanda). L'absorció per part dels mercats de la totalitat de la producció obtinguda independentment del preu (Figura 9), és un clar exemple de les potencialitats que té aquest conreu.

El preu que rep la persona que produeix la tòfona negra és variable, en funció de la producció mundial, molt lligada a les condicions meteorològiques. Tot i això, el preu mitjà pagat al productor durant el període 1991-2007 és de 405 €/kg,

essent la tòfona negra un dels pocs productes forestals que ha augmentat de preu durant les darreres dècades. La tòfona negra pot ser, doncs, l'únic producte agroalimentari amb garantia de mercat i preu digne pel futur previsible.

03 Història del conreu de tòfones

La singularitat de la tòfona, el seu component quasi místic, i el seu elevat preu han propiciat l'intent de domesticació del fong buscant aconseguir plantes amb arrels colonitzades per *T. melanosporum*, previa inoculació d'aquest fong, principalment per part d'investigadors francesos i italians.

Les primeres plantes inoculades amb tòfona negra van estar disponibles comercialment a partir de 1973, desenvolupant-se a partir d'aquesta data i a diferent escala, programes de producció de planta a França, Itàlia i Espanya. Així,

Temporada	Espanya (tn)	França (tn)	Itàlia (tn)	Europa (tn)
1990/91	30	17	5	52
1991/92	10	20	5	35
1992/93	23	31	3	57
1993/94	9	22	2	33
1994/95	4	12	30	46
1995/96	20	19	25	64
1996/97	25	50	20	95
1997/98	80	30	24	134
1998/99	7	14	4	25
1999/00	35	40	10	85
2000/01	6	35	4	45
2001/02	20	15	5	40
2002/03	40	39	20	99
2003/04	7	9	6	22
2004/05	22	27	10	59
2005/06	14	15	8	37
2006/07	20	28	10	58
Mitjana	22	25	11	58

Taula 1. Produccions de *T. melanosporum* en tones d'Espanya, França i Itàlia en el període 1990-2007. Font: Reyna (2007) i Grup Europeu Tuber.

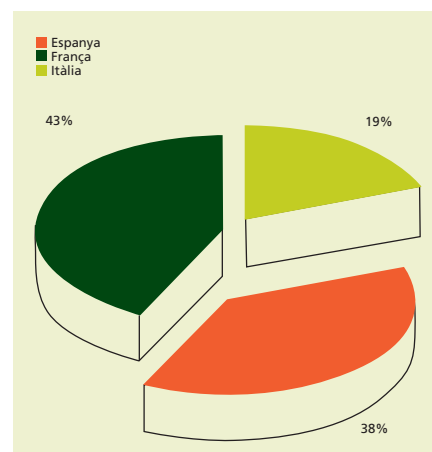


Figura 8. Distribució de la producció de la tòfona negra dels 3 principals països productors en el període 1990-2007. Font: Reyna (2007) i Grup Europeu Tuber.

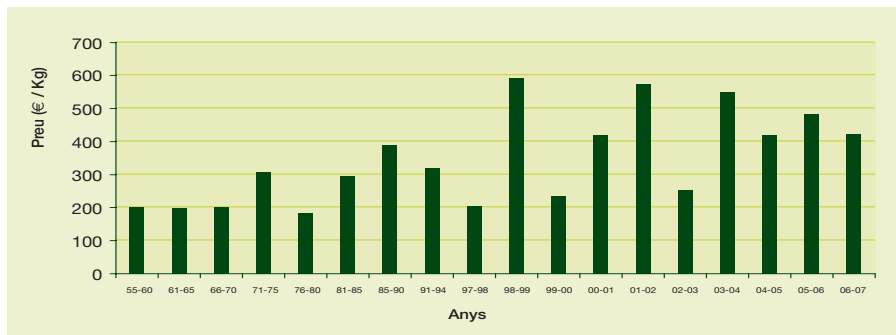


Figura 9. Evolució dels preus de la tòfona negra pagats al productor, en € constants de gener de 2007. Font: Període 1955-1999 (Reyna, 2007); Període 1999-2007 (Llotja de la tòfona de Vic, Barcelona).

ja a l'any 1999 la superfície plantada a Itàlia s'estimava en 5.000 ha i la producció actual anual de plantes inoculades amb *T. melanosporum* està entre 65.000 i 70.000. A França, l'any 1997, el nombre d'arbres inoculats plantats superava el milió i actualment es calcula una superfície plantada per a la producció de *T. melanosporum*, *T. aestivum* i *T. uncinatum* de 18.000 ha.

En l'àmbit estatal, les plantacions es varen iniciar a principis dels anys setanta mitjançant la importació de plantes franceses. No va ser fins a mitjans dels anys vuitanta que van aparèixer les primeres empreses que produïen les seves pròpies plantes, fet que va impulsar la tubercultura. Actualment, hi ha una important oferta de planters que ofereixen arbres inoculats amb la tòfona negra.

A principis dels anys 80 es van realitzar les primeres plantacions a Nova Zelanda i els Estats Units, i més tard, a principis dels anys 90, a l'illa de Tasmània a Austràlia. Els resultats obtinguts són diversos, però cal destacar que la producció

anual de plançons inoculats als Estats Units és de 5.000 i de 40.000 a Austràlia.

Les potencialitats d'aquest conreu, l'increment del coneixement sobre el conreu del fong, l'oferta de plantes i la important tasca de difusió i foment del conreu realitzats per associacions, administracions i altres institucions públiques ha propiciat que la superfície de plantacions a Espanya superi actualment les 6.000 ha (Taula 2).

Catalunya, el desenvolupament d'aquest conreu ha estat molt inferior, essent la superfície plantada actualment d'unes 145 ha (Taula 2), sobretot per la manca d'informació sobre el cultiu i d'assessorament tècnic. No obstant això, actualment s'estan generant moltes expectatives al voltant d'aquest cultiu a causa de l'entrada en producció d'alguna de les plantacions realitzades a partir de l'any 2000 (Figures 10 i 11).

El cultiu de la tòfona negra és una important font de riquesa en les zones aptes on està fortament implantat, com és el cas de la província de Terol amb una superfície plantada superior a les 3.000 ha.

A les nostres contrades, el cultiu de la tòfona negra pot esdevenir una activitat complementària a les activitats agràries tradicionals, diversificant l'economia rural i afavorint un reequilibri territorial. L'aportació econòmica d'aquest cultiu a les economies rurals més dependents d'ajuts externs pot suposar un assentament de la població al territori, ja que es poden crear activitats gastronòmiques i turístiques a zones tradicionalment poc desenvolupades. És el cas de la zona de Sarrion, a Terol, on moltes famílies viuen actualment de la producció de tòfones, en els diferents àmbits de la producció de planta inoculada, de la producció de tòfones, de la indústria de les conserves, de la gastronomia o d'altres activitats relacionades amb la tubercultura. Activitats totes que depenen directament o indirectament de la tòfona.



La gran adaptabilitat que ofereix la tòfona negra a les condicions de muntanya mitjana lligada als importants rendiments que es poden obtenir, la converteixen en un dels cultius amb millors perspectives futures en el món rural.



Figures 10 i 11. Plantacions en producció situades a la serra del Montsec, a la comarca de la Noguera.

COMUNITAT AUTÒNOMA	SUPERFÍCIE ESTIMADA (HA)
Andalusia	30
Aragó	3.800
Castella- La Mancha	100
Castella-Lleó	900
Comunitat Valenciana	750
La Rioja	30
Navarra	200
País Basc	100
Catalunya	145
TOTAL	6.055

Taula 2. Estimació de la superfície plantada amb tòfona negra. Font: Federación Española de Asociaciones de Truficultores, 2006.

ON ES POT CULTIVAR LA TÒFONA NEGRA?



Figura 12. Plantació en producció on es pot observar la pedregositat superficial.



Figura 13. El cereal és considerat un bon antecedent per al cultiu de la tòfona negra. A la dreta de la imatge podem observar una plantació tofonera.

L'aptitud tofonera d'una zona ve determinada per les seves condicions geogràfiques, climàtiques, geològiques, edàfiques i biòtiques.

01 El clima

El clima adequat per a la tòfona negra es caracteritza per una alternança marcada de les estacions i per un període d'aridesa estival relativament curt, interromput per temporals de pluja, i és capaç de suportar extrems rigorosos.

No obstant això, s'haurien d'excloure els climes de tipus oceànic poc marcat, els climes de tipus continental amb estius molt calorosos i hiverns molt freds sense estacions intermèdies marcades, els climes de tipus mediterrani àrid amb pluviometria



El clima adequat per a la tòfona negra es caracteritza per un període d'aridesa estival relativament curt interromput per temporals de pluja.

únicament hivernal o insuficient i els climes amb període molt fred excessivament llarg.

Les condicions climàtiques de més influència per al desenvolupament de la tòfona negra són la precipitació i la temperatura.

01.01 Precipitació

La disponibilitat d'aigua és de gran importància en la tubercultura, sobretot durant l'estiu, quan les precipitacions tenen un paper decisiu per al creixement de la tòfona negra. La literatura no conté informació sobre les necessitats hídriques de l'organisme simbiòtic arbre-fong i les dades disponibles es refereixen només a precipitació. Aquest fet té limitacions importants, ja que la mateixa precipitació que manté sobrerament el creixement vegetal en climes frescos pot ésser insuficient en climes més càlids.

L'amplitud de la pluviometria observada en tofoneres silvestres varia entre els 485 i els 1.500 mm/any, amb una precipitació mínima de 72 mm durant els mesos d'estiu. No obstant això, es podrien considerar aptes per al cultiu de la tòfona negra, les zones amb una precipitació inferior i que compleixin la resta de paràmetres si resulta factible establir-hi un sistema de reg per suplir la necessitat d'aigua en els períodes més secs.

01.02 Temperatura

La tòfona negra prefereix climes mediterranis de marcada estacionalitat. El clima favorable per a la tòfona negra es caracteritza per una primavera temperada, un estiu relativament calorós, una tardor sense gelades avançades que podrien aturar la maduració dels carpòfors i amb hiverns no extremadament freds. Tot i així, la tòfona negra pot suportar temperatures extremes puntuals de fins als 43°C a l'estiu i -25°C a l'hivern. Un encoixinament redueix l'amplitud tèrmica, disminuint la temperatura del sòl a 10 cm de profunditat a l'estiu i augmentant-la lleugerament a l'hivern. La Taula 3 presenta els rangs de temperatures òptims descrits en la literatura. Aquests rangs estan basats en observacions de llocs on creix la tòfona negra, però no en comprovacions experimentals que fora d'ells no pugui créixer, per la qual cosa és d'esperar que alguns s'ampliïn a mesura que progressin els estudis sobre l'autoecologia de la tòfona negra.

La temperatura limitarà d'una manera determinant l'aptitud del terreny per a una plantació, exclouent-ne les zones més elevades i més fredes del Pirineu i Prepirineu i les zones més baixes i càlides de la Plana de Lleida i de les zones litorals de les províncies de Barcelona i Tarragona.

PARÀMETRE	RANG RECOMANAT
Temperatura mitjana anual (°C)	8,6 - 14,8
Temperatura mitjana de les màximes del mes més càlid (°C)	23 - 32
Temperatura mitjana del mes més càlid (°C)	17,4 - 23,5
Temperatura mitjana de les mínimes del mes més fred (°C)	(-2) - (-6)
Temperatura mitjana del mes més fred (°C)	1 - 8,2
Temperatura màxima absoluta (°C)	43
Temperatura mínima absoluta (°C)	(-9) - (-25)

Taula 3. Rangs de temperatures proposats per a la tòfona negra.

02 El sòl

Els paràmetres edàfics tenen un paper rellevant, ja que no tots els sòls tenen les mateixes característiques i per tant no tots seran aptes per realitzar-hi un cultiu de tòfones. La tòfona negra es desenvolupa sobre sòls calcaris de 10-40 cm de profunditat del tipus Inceptisòl, Entisòl i Mol·lisòl.

Els paràmetres edàfics més rellevants i el seu rang aproximat per a un correcte establiment i desenvolupament d'una plantació tofonera serien els següents:

02.01 La pedregositat

La pedregositat del sòl és un element valorat molt positivament perquè contribueix a un bon drenatge i aireig del sòl. El contingut de pedregositat en el sòl apareix relacionat amb una major producció de tòfones. No obstant això, els sòls massa pedregosos, en els quals el volum de pedregositat sobrepasa àmpliament al de terra fina, han de ser exclosos en cas de no tenir una pluviometria suficient, tot i que la presència de graves als sòls tofoners és molt variable i pot oscil·lar entre el 0,2 i el 90%, podent-se arribar a produir empedrats superficials que cobreixen completament el sòl. La pedregositat superficial (Figura 12) disminueix l'evaporació a l'estiu i protegeix el sòl contra la compactació i erosió produïda per la pluja. Té un efecte d'encoixinament i regula també la temperatura a la superfície del sòl. La disminució de la temperatura en període calorós afavoreix la condensació i l'activitat de la fauna del sòl.

02.02 L'acidesa o basicitat

L'acidesa o basicitat d'un sòl, representada pel pH, és un dels paràmetres que més condicionen la producció de la tòfona negra a causa de la seva necessitat de pH bàsics.

El rang recomanat per al cultiu de la tòfona negra està comprès entre 7,5 i 8,5, essent el més favorable al voltant de 8. El pH de forests tofoneres oscil·la de 7,1 a 8,85.

Per cultivar la tòfona negra en sòls àcids cal aportar esmenes per augmentar el pH, les quals han de ser calculades en funció de les característiques concretes del sòl. Una estimació de partida seria 1 tona d'una barreja de calç (CaCO_3) i calç apagada (Ca(OH)_2) per hectàrea i dècima de pH que es vulgui elevar als 20 cm superficials del sòl.

02.03 El calci

La presència de carbonat càlcic és un requeriment indispensable per al cultiu de la tòfona negra, encara que la seva carència en el sòl pugui ser compensada amb una presència important a la roca mare o als materials grossos del sòl. Si no està present en els materials grossos, la seva concentració ha de superar l'1% i pot arribar fins al 90%.

02.04 La textura

La textura dels sòls més adequada per a les explotacions tofoneres és l'equilibrada de tipus franc. Queden exclosos els sòls excessivament arenosos per la seva poca capacitat de retenció d'aigua i els argilosos (>46% d'argila) per la seva elevada compactació. No obstant això, els nivells màxims d'argila dependran de la pedregositat, la matèria orgànica i l'activitat biològica del sòl, que afavoreix l'aireig i evita una excessiva compactació del sòl. En el cas de la tubercultura, l'ús de maquinària pesada podria fer inviable el cultiu en aquelles textures més pesades amb alts continguts d'argila per la compactació que podria produir.

Les textures de sòl recomanades per al cultiu de la tòfona negra són les de tipus franca,

francoarenosa, francoargilosa, francollimosa, francoargil·loarenosa, considerant com a òptimes les classes texturals franca, francoarenosa i francoargil·loarenosa, tot i que es formen tofoneres silvestres en sòls de gairebé tot tipus de textures.

02.05 La matèria orgànica

La matèria orgànica millora l'estructura, afavoreix la formació d'agregats i augmenta la porositat i la capacitat d'intercanvi catiònic d'un sòl. També regula el pH del sòl, augmenta la capacitat de retenció d'aigua i estimula l'activitat biològica. Per això és un paràmetre a tenir en compte a l'hora de triar un sòl per al cultiu de la tòfona negra.

La matèria orgànica d'una zona productora de tòfones es transforma tant quantitativament com qualitativament, pel fet que el desenvolupament vegetatiu del miceli de la tòfona hi juga un paper important. Així, les zones productores de *T. melanosporum* mostren un baix contingut en matèria orgànica lliure (>20 μm), corresponent a la matèria orgànica parcialment degradada; i un alt contingut en matèria orgànica lligada (<20 μm), corresponent a la matèria orgànica humificada estable i ben evolucionada. En general, podem dir que s'observa una disminució de la matèria orgànica total i un augment de la relació matèria orgànica lligada/matèria orgànica lliure a les tofoneres.

La quantitat de matèria orgànica en els sòls tofoners és bastant variable, amb mínims i màxims absoluts de 0,16% i 35,40%, respectivament. El rang recomanat per al cultiu de la tòfona negra va d'1,5% a 8%.



Freqüentment els problemes associats a macronutrients són a causa de concentracions massa elevades que provenen de l'aportació d'adobaments a camps de cultiu.

02.06 Els macronutrients (N, P i K)

La importància de les concentracions de nitrogen, fòsfor i potassi en el sòl per a la producció de la tòfona negra és baixa, malgrat la seva condició de nutrients essencials. En general, la majoria de sòls tenen les quantitats suficients per mantenir el creixement del fong i de l'arbre, per la qual cosa, excepte en casos excepcionals, no hi ha problemes de deficiència per causa d'ells. Freqüentment, els problemes associats a macronutrients són a causa de concentracions massa elevades que provenen de l'aportació d'adobaments a camps de cultiu. Les plantes depenen dels fongs micorízics per captar nutrients a les concentracions habitualment baixes del sòl. Quan les concentracions són altes, la planta els pot absorbir sense necessitat del fong i deixa de formar micorízies, la qual cosa provoca la desaparició del fong que depèn de l'arbre per obtenir energia.

El rang del contingut de nitrogen orgànic (Kjeldahl) recomanat per al cultiu de la tòfona negra està comprès entre 0,1% i 0,3% amb valors mínims i màxims absoluts en tofoneres silvestres de 0,05% i 0,52%.

Tant el miceli de la tòfona negra com els microorganismes són capaços de transformar les diferents fraccions del fòsfor en forma assimilable per a l'hoste, per la qual cosa, en tubercultura, resulta més rellevant la mesura del fòsfor total. No obstant això, en planta jove, continguts en fòsfor assimilable elevats poden ser nefastos per a la micorizació. El seu rang recomanat expressat en P_2O_5 és de 0,1% a 0,3%.

El rang recomanat del contingut de potassi intercanviable (K_2O) per al cultiu de la tòfona negra està comprès entre 0,01% i 0,03%, amb valors mínims i màxims absoluts en tofoneres silvestres de 0,004% i 0,485%.



Les textures de sòl òptimes per al cultiu de la tòfona negra són les classes texturals franca, francoarenosa i francoargil·loarenosa.

02.07 La relació C/N

La relació C/N reflecteix el grau de mineralització d'un sòl i dóna indicació de la seva activitat biològica, per la qual cosa cal considerar-la en sòls pesants, amb un contingut en argiles elevat.

Els valors de la relació C/N van disminuint a mesura que es descompon la matèria orgànica i reflecteix el grau de mineralització d'un sòl i la qualitat de la matèria orgànica. Per aquest motiu, l'estudi de la relació C/N pot resultar interessant en sòls pesants, amb un elevat percentatge d'argiles.

El rang recomanat de la relació C/N per al cultiu de la tòfona negra està comprès entre 8 i 15, amb valors òptims al voltant de 10. Els valors mínims i màxims absoluts observats en forests tofoneres són 0,1 i 26, respectivament.

02.08 L'estructura

L'estructura descriu la forma de com s'agreguen les partícules individuals d'un sòl i l'espai de cavitats associades. La millor estructura per al desenvolupament de la tòfona negra és aquella que permet un millor aireig del sòl i una bona circulació de l'aigua pels porus, així com una bona penetració de les arrels de l'arbre i del miceli de la tòfona negra. L'estructura òptima per al cultiu de la tòfona negra és la denominada granular o grumollosa.

La Taula 4 recull els rangs recomanats dels principals paràmetres edàfics.

PARÀMETRE	RANG RECOMANAT
pH	7,5 - 8,5
Matèria orgànica oxidable (%)	1,5 - 8
Calcària total (% $CaCO_3$)	1 - 83,7
Calci intercanviable (% CaO)	0,4 - 1,6
Nitrogen (Kjeldahl) (%)	0,1 - 0,3
Fòsfor total (% P_2O_5)	0,1 - 0,3
Potassi intercanviable (% K_2O)	0,01 - 0,03
Textura	Franca, francoarenosa, francoargilosa, francollimosa, francoargil·loarenosa
Estructura	Granular o grumollosa
Ràtio C/N	8 - 15

Taula 4. Rangs recomanats dels principals paràmetres edàfics per al cultiu de la tòfona negra.

03 Condicions geològiques

Són preferibles els terrenys del Secundari-Mesozoic: Triàsic, Juràssic o Cretàcic, amb preferència del Juràssic superior, encara que també són aptes els substrats al·luvials de l'època Quaternària.

04 La topografia

La ubicació geogràfica pot condicionar l'aptitud de la zona per a la producció de la tòfona negra, essent els paràmetres considerats: l'altitud, l'orientació i el pendent, però els paràmetres geogràfics per si sols no tenen gran rellevància i cal considerar-los en combinació amb el clima.

04.01 Altitud

L'altitud adequada per a l'establiment d'una plantació és un paràmetre que presenta discrepàncies entre autors, ja que no es pot separar de la latitud i de l'orientació.

A Europa, les tofoneres silvestres es troben des de gairebé a nivell del mar a França fins als 1.800 m a Granada. A Espanya, les tofoneres silvestres es situen majoritàriament al voltant dels 600 - 1.200 m.

04.02 Orientació

La influència de l'orientació depèn de l'altitud, la latitud i també de l'exposició als vents dominants. La majoria de les tofoneres silvestres es



Figura 14. La vinya és un bon antecedent per al cultiu de la tòfona negra.

troben a exposicions sud, però quan ens dirigim al sud peninsular hi ha una tendència cap a exposicions de més ombra. Així, per exemple, a la província de Castelló hi ha més tofoneres a orientacions sud, mentre que a la província de València les tofoneres ja prefereixen orientacions Nord. A Catalunya, podem considerar totes les exposicions possibles, si bé caldrà considerar que en cotes elevades hi haurà preferència per una exposició sud.

04.03 Pendent

Normalment, no es troben tofoneres en zones completament planes pel risc d'entollaments. És més freqüent trobar-les en pendents moderats (<15%), encara que es citen tofoneres silvestres fins i tot amb un 60% de pendent.

05 Antecedents de cultiu

El llegat del cultiu anterior al terreny on s'establirà la plantació n'afectarà l'evolució. Són preferibles els cultius de cereals (Figura 13), farratgeres o lleguminoses. També es consideren bons antecedents la vinya (Figura 14) i els fruiters i en general antecedents de cultius endomiorizics. En el cas de cultius llenyosos, és important comprovar l'estat sanitari de les arrels. Una infecció del fong patògen *Armillaria spp.* podria afectar seriosament la plantació. És recomanable una "neteja biològica" del terreny a base de cultivar espècies cerealistes o farratgeres durant almenys un any.

06 Aptitud per al cultiu de la tòfona negra a Catalunya

El Centre Tecnològic Forestal de Catalunya ha delimitat les zones potencialment adequades per al cultiu de la tòfona negra a Catalunya en un mapa que permet identificar les zones d'actuació i planificar un correcte desenvolupament de la tubercultura (Figura 15). No obstant això, el mapa no pot deixar de ser una aproximació i es fa necessària la realització a nivell de parcel·la de les anàlisis de sòl, vegetació i clima pertinent.

Podem distingir les zones aptes per al cultiu de la tòfona negra, així com zones on el cultiu seria viable amb diferents tipus de gestió, establint-se tres models diferents de gestió específica: Reg de suport, zones amb una precipitació reduïda,



Figura 15. Mapa d'aptitud per al cultiu de la tòfona negra a Catalunya. Font: (Colinas i col., 2007).

on caldrà l'establiment d'un reg de suport en períodes de sequera perllongada; Esmena calcària, zones amb un pH lleugerament àcid per a la tòfona negra ($6,5 < \text{pH} < 7,1$), on serà necessària l'aportació de carbonat càlcic per augmentar el pH i situar-lo en el rang idoni per a la tòfona negra; *Reg de suport + Esmena calcària*, zones on caldrà una combinació de les gestions dels tipus *Reg de suport* i *Esmena calcària* (Figura 15 i Taula 5).

La superfície apta actualment per al conreu de la tòfona negra a Catalunya és de 1.582.662 ha (Taula 5), un 49% de la superfície total catalana, de les quals actualment 375.007 ha es destinen a conreu de cereals i fruiters de secà (potencialment compatibles amb el conreu de la tòfona negra), conreus poc rendibles sense la subvenció anual de la política agrícola comuna.

La figura 15 ens mostra el territori apte per al desenvolupament de la tubercultura. Aquest territori coincideix principalment amb la franja prepirinenca, que és una de les zones amb majors dificultats de trobar sortides viables al medi rural, perquè no té els atributs turístics dels Pirineus ni tenen la topografia ni els mitjans necessaris per a desenvolupar una agricultura competitiva com a la plana. S'ha de tenir en compte, però, que l'estimació dels efectes que produirà el canvi climàtic global provocarà un descens del 29% de la superfície total apta per al desenvolupament de la tubercultura. No obstant això, per a l'any 2040 encara hi haurà més d'un milió d'hectàrees aptes per al cultiu de la tòfona negra a Catalunya (Figura 16).



El llegat del cultiu anterior al terreny on s'establirà la plantació afectarà la seva evolució. Són preferibles els cultius de cereals, farratgeres o lleguminoses. També es consideren bons antecedents la vinya i els fruiters i en general antecedents de cultius endomicorízics.

Aptitud i gestió específica	Superfície (ha)	Superfície (%)
Apte	1.075.858	33,51
Apte amb reg de suport	363.470	11,32
Apte amb esmenes calcàries	128.382	4
Apte amb reg de suport + esmenes calcàries	14.953	0,47
No apte	1.628.084	50,71
TOTAL	3.210.746	100

Taula 5. Superfícies aptes per al cultiu de la tòfona negra a Catalunya, amb les superfícies de la gestió específica adient a les zones no idònies. Font: (Colinas i col., 2007).



Figura 16. Mapa d'aptitud estimat per al cultiu de la tòfona negra a Catalunya a l'any 2040. Font: (Colinas i col., 2007).

COM ES CULTIVA LA TÒFONA NEGRA?



Figura 17. Subsolat del terreny per trencar la sola de labor.



Figura 18. Camp d'ametllers a la zona de Bellaguarda, Les Garrigues. Es pot observar l'arbre arrencat de soca-rel mitjançant una retroexcavadora.

Per poder realitzar la plantació cal preparar el terreny, obtenir la planta i plantar-la en l'època adequada. Prèviament, cal escollir la densitat de la plantació.

01 Preparació del terreny

La preparació del terreny dependrà, en part, de l'ús anterior del terreny i de l'estat en què es troba la seva superfície abans de plantar.



Figura 19. Extracció de les arrels mitjançant un subsolat profund.

És important fer un conreu profund mitjançant un subsolat per trencar la possible sola d'arada i afavorir el drenatge i l'aireig amb subsolador (Figura 17), i després un conreu superficial per anivellar i afinar el terreny amb rascles o cultivadors. L'època recomanada és durant els mesos d'estiu o de tardor anteriors a la plantació. Cal realitzar-se damunt de sòl sec i sense barrejar els horitzons.

En les parcel·les amb sòls superficials o poc orgàniques i arenoses, i relativament netes, es poden plantar realitzant un conreu superficial del terreny a bandes d'un metre d'amplada sobre la línia de plantació.

Si el cultiu anterior és llenyós, s'extrauran totes les arrels per evitar la proliferació d'*Armillaria spp.* o altres fongs patògens d'arrel. Els arbres s'arrancaran de soca-rel (Figura 18) i després mitjançant un subsolat profund s'extrauran el màxim nombre d'arrels del terreny (Figura 19).

02 Elecció de la planta hoste

La tòfona negra pot establir simbiosi amb gran varietat de plantes: alzines, roures, garrics, avellaners, estepes (*Cistus incanus*), pins (*Pinus pinea*, *P. halepensis*, *P. nigra*), òstries (*Ostrya carpinifolia*), càrpinus (*Carpinus betulus*) i til·lers (*Tilia spp.*). No obstant això, són poques les espècies arbòries que s'utilitzen per al seu cultiu.

En funció de la zona i el terreny s'escollirà la planta hoste. Al mercat viverístic hi ha disponibles plantes inoculades d'alzina (Figura 20), roure, avellaner i garric. Idealment, l'hoste elegit ha de ser el més adequat a la zona. Actualment, l'espècie hoste més utilitzada és l'alzina (*Quercus ilex ssp. ilex*, *Q. ilex ssp. ballota*), i en menor mesura els roures. Puntualment, també s'utilitzen els avellaners i els garrics.

A Espanya, els millors resultats s'estan obtenint amb *Quercus ilex* i es desaconsella la plantació d'avellaners, espècie molt més receptiva a *Tuber brumale* que les alzines i els roures. A França, l'alzina es mostra més primerenca que el roure, la qual cosa explica la seva major utilització a les plantacions actuals.



Actualment l'espècie hoste més utilitzada és l'alzina (*Quercus ilex ssp. ilex*, *Q. ilex ssp. ballota*), i en menor mesura els roures. Puntualment també s'utilitzen els avellaners i els garrics.



Figura 20. Alzines inoculades amb la tòfona negra en viver.



Figura 21. Avaluació de l'estat micorizic de planta inoculada amb la tòfona negra.

Cal que la planta tingui un sistema radicular ben desenvolupat amb abundants arrels tròfiques. El percentatge de micorizes de *T. melanosporum* haurà de ser superior al 33% i no podrà tenir cap micoriza d'un fong d'una altra espècie del gènere *Tuber*. Un percentatge baix de micorizes de fongs de viver és acceptable, però no és desitjable. És fàcil trobar al mercat la planta amb percentatges de micorizes de la tòfona negra molt superiors al 33% i pràcticament mancada de micorizes d'altres fongs. Cal que la qualitat forestal de les plantes sigui òptima i compleixi la normativa vigent del material forestal de reproducció. També cal que les plantes estiguin correctament endurides, sobretot si estan destinades a una plantació de tardor.

A causa de les limitacions observades en la certificació d'algunes plantes, és aconsellable que la persona interessada a realitzar una plantació porti la planta a analitzar en un laboratori de la seva elecció (Figura 21).

03 Elecció de la densitat de plantació

La densitat de plantació dependrà de la planta hoste escollida i de la fertilitat del terreny, lligada a la profunditat i al contingut de matèria orgànica i d'argila del sòl. En les zones de major qualitat d'estació, on s'espera un major creixement dels arbres, la densitat haurà de ser menor. La densitat també varia segons el model de manteniment de la vegetació. Així doncs, si

es planteja realitzar conreus freqüents, caldrà espaiar un mica més els arbres. En tots els casos, el criteri ha de ser el de mantenir la insolació i l'obertura de la tofonera.

Actualment, els marcs de plantació més utilitzats són els que corresponen a una densitat de 200-330 plantes/ha. S'aconsegueix amb marcs de 6x5 m, 6x6 m, 7x5 m, 7x6 m o 7x7 m.

04 Plantació

Segons el clima de cada regió, la plantació es realitzarà des del mes de novembre fins al mes de març, i encara fins a l'abril si hi ha glaçades tardanes. El dia anterior a la plantació és convenient regar les plantes perquè el pa d'arrel estigui més compacte i per pal·liar l'estrès que pateix la planta durant la seva plantació. No s'ha de plantar en el període de gelades o amb vents forts. La plantació es realitzarà manualment (Figura 22). Es fa un forat de grandària suficient per albergar la planta, col·locant-la amb molta cura perquè quedi vertical i amb les arrels ben esteses, i de manera que el coll de l'arrel quedi una mica enterrat. Després s'omplirà de terra fina i es pressionarà al voltant de la planta amb els peus per evitar bosses d'aire. Després de plantar, és aconsellable regar amb uns 5-8 litres d'aigua per planta. Es poden utilitzar protectors en el cas que hi hagi risc d'atac per animals (Figura 23). En sòls superficials o molt arenosos, és útil col·locar protectors parcialment soterrats per protegir la planta contra la sequera.



Figura 22. Plantació manual d'alzines d'una saba.



Figura 23. Plantació d'alzines d'un any amb tubs protectors.

GESTIÓ DE PLANTACIONS TOFONERES



Figura 24. Escarda manual en alzines de 4 anys d'edat.



Figura 25. Llaurat del terreny amb ormeig amb control de profunditat en una plantació de 4 anys.

Una vegada realitzada la plantació, haurem de gestionar-la adequadament per obtenir una bona producció. En altres cultius hi ha molta informació sobre la forma de conduir les plantacions i la resposta a una gestió determinada és clarament observable: es pot veure al camp el creixement dels arbres, si floreixen, si els fruits augmenten de grandària, etc. En canvi, en el cultiu de la tòfona negra, l'objectiu és afavorir el desenvolupament del fong i aquest no és directament observable, ja que es desenvolupa en el sòl. El primer indicatiu d'un bon desenvolupament del fong, tot i que no és determinant per a l'èxit de la plantació, és l'aparició dels cremats a partir del quart al setè any. No serà fins a partir del sisè al desè any quan podrem obtenir les primeres tòfones. Fins a l'arribada d'aquest moment, per poder fer el seguiment de l'evolució del fong, es pot observar la proliferació de micorizes del fong a les arrels del arbre, o detectar el miceli en el sòl mitjançant tècniques moleculars.

01 Tractament de la vegetació

01.01 Etapa 1: Des de l'establiment de la plantació fins a l'aparició dels cremats.

En aquesta etapa el tractament de la vegetació al voltant de les plantes és independent del model de gestió de la vegetació que es triï a posteriori. Durant els primers anys és important mantenir

net de males herbes els voltants de la planta, mitjançant escardes manuals amb aixada (Figura 24). D'aquesta manera, afavorim la supervivència de la planta a l'eliminar la competència per l'aigua i els nutrients, incrementant la supervivència i la proliferació del miceli.

Als carrers de separació entre plantes es poden realitzar llaurades del terreny amb ormeigs amb control de profunditat -cultivadors o rascles (mai fresses)- a una profunditat no superior a 15-20 cm (Figura 25).

En el cas de parcel·les amb certa pendent o terrenys molt arenosos, s'eliminarà la vegetació herbàcia al voltant de l'arbre mitjançant escarda manual i, en cas que sigui necessari, als carrers de separació es controlarà la vegetació mitjançant desbrossadora.

A França, en algunes plantacions s'està utilitzant el mètode *Tanguy*. Durant els dos o tres primers anys de la plantació s'elimina la vegetació herbàcia al voltant de l'arbre mitjançant escarda amb aixada o aplicació d'herbicides per afavorir la supervivència i assentament de la planta. Al tercer o quart any s'abandonen els treballs per reduir el creixement dels arbres. Es manté la plantació amb gramínies espontànies o sembrades i quan està en producció es pot fer alguna passada amb el cultivador per afavorir el naixement de noves arrels.

01.02 Etapa 2: Anys posteriors a l'aparició dels cremats.

Un cop han aparegut els cremats, hi ha dues opcions de gestió de la vegetació:

a) Conreu del terreny (Figura 26):

Els objectius del conreu de les tofoneres consisteixen a eliminar la vegetació adventícia que competeix amb el miceli de la tòfona negra i amb l'alzina per l'aigua i els nutrients, facilitar l'aireig del sòl i augmentar la capacitat de retenció de l'aigua disponible.

El conreu es realitza amb ormeigs amb control de profunditat, a una profunditat no superior a 10 cm.

No obstant això, un conreu excessiu del sòl pot tenir un efecte negatiu sobre l'estructura i la porositat del sòl a causa de la destrucció dels agregats i a la compactació. Això pot conduir a un efecte invers al qual es busca en la tuberculatura i a disminuir l'activitat microbiana.

En alguns casos, s'ha observat que el conreu permet obtenir tòfones de més grandària, encara que no afavoreix l'entrada en producció i en algunes situacions fins i tot pot retardar-la.

En sòls arenosos o molt lleugers, l'aireig natural pot fer innecessari conrear el sòl.



Figura 26. Model de gestió de la vegetació mitjançant conreu del terreny.



Figura 27. Plantació enherbada en producció a Terol.

En el moment que la plantació entri en producció, s'aconsella llaurar només un cop a l'any. La millor època seria els mesos de març-abril, una vegada acabada la recol·lecció.

b) Enherbat:

Un cop les plantes tenen cremats s'interromp la llaurada i es permet el creixement d'herbàcies (Figura 27), controlat, si és necessari, mitjançant desbrossadora. Pot ser natural o artificial, mitjançant la sembra de gramínies. Al contrari del conreu, l'enherbat afavoreix el desenvolupament de l'activitat biològica i de la microflora del sòl, activitat que més tard serà important per al desenvolupament de la tòfona negra.

02 Regs

02.01 Etapa 1: Implantació i preproducció

És recomanable regar els primers anys fins que s'estableixi el sistema radicular i, en particular



Un cop les plantes tenen cremats s'interromp la llaurada i es permet el creixement d'herbàcies, controlat, si és necessari, mitjançant desbrossadora.

el primer any, en cas de sequera prolongada durant 20 o més dies segons el sòl i les condicions climàtiques (Figura 28). Hi ha dos tipus de recomanacions de la quantitat d'aigua que cal aportar. Un d'ells està basat en un volum d'aigua per planta i l'altre en el dèficit hídric de la planta calculat en funció de l'evapotranspiració potencial. En el primer, la recomanació és de 3 a 4 litres per planta cada dues o tres setmanes segons la intensitat de la sequera. En el segon cas, la recomanació és reduir a la meitat el dèficit hídric especialment durant la primavera i la primera meitat de l'estiu. El primer tipus de recomanació és útil quan no es pot estimar el dèficit hídric, però és problemàtic perquè la quantitat d'aigua necessària depèn del tipus de sòl i cap recomanació no és extrapolable a zones diferents d'aquella per a la qual s'ha calculat.

En cas de no poder regar, es pot fer un encoixinament. L'encoixinament no sembla que sigui desfavorable per al manteniment del fong, però és desaconsellable conservar-lo de forma prolongada.

02.02 Etapa 2: Producció

Durant aquesta etapa cal fer aportacions de 25-35 l/m² des del maig-juny fins a l'agost-setembre, cada 3 setmanes en funció de la capacitat de retenció del sòl i de les precipitacions caigudes, encara que cada cultivador té la seva pròpia norma. No obstant això, un reg excessiu sembla inhibir la producció de tòfones. Actualment, es desaconsella el reg localitzat mitjançant dego-

tadors en favor del reg per aspersió o microaspersió (Figura 29). L'ús de l'encoixinament amb palla o amb altres materials vegetals pot ajudar a mantenir durant més temps la humitat del reg. L'encoixinament es pot mantenir durant tot l'estiu, però sense recobrir totalment el cremat i les plaques d'encoixinament d'uns 50 cm de diàmetre cal que s'esparguin 60 cm com a mínim.

03 Fertilització

Normalment els sòls tenen les quantitats de nutrients suficients per al desenvolupament de la tòfona negra. La tòfona negra és un fong adaptat per viure en zones generalment pobres en nutrients. Només en el cas de plantacions en terrenys excepcionalment pobres en algun nutrient seria aconsellable d'adobar per compensar aquesta carència. Una pràctica habitual en zones amb pH poc alt és aplicar esmenes calcàries d'alliberació lenta abans de conrear a una dosi de l'ordre de 1.000 kg/ha de CaCO₃, amb un pH inicial de 5,5, mitjançant esmenes calcàries aconseguir corregir el pH fins a 8, obtenint posteriorment produccions a Carolina del Nord (EUA).

04 Podes

Durant els primers anys de la plantació es realitzarà podes de formació. El seu objectiu principal és corregir anomalies del port i formar l'estructura de l'arbre per crear les condicions favorables per al desenvolupament de les tòfones.



Figura 28. Plantació d'alzines inoculades amb la tòfona negra amb sistema de reg per microaspersió a la Baronia de Rialb, la Noguera.



Figura 29. Plantació amb sistema de reg per microaspersió.

La poda de formació va encaminada a la consecució d'un arbre amb forma de con invertit o oval, eliminant així les branques baixes i els rebrots bassals (Figura 30). D'aquesta manera, s'aconsegueix augmentar la llum que arriba al sòl i facilitar la instal·lació posterior d'un sistema de reg, a més d'afavorir la recollida de les tòfones.

La poda de formació podrà començar a partir del tercer any en funció del vigor de la planta i cal que la seva intensitat sigui baixa. Es recomana realitzar-la anualment.

Posteriorment, a partir del desè any, es pretén limitar el creixement de la part aèria i del seu sistema radicular i evitar el tancament de copes.

En aquesta etapa la intensitat de poda pot ser més alta i amb una freqüència de 2-5 anys.

En climes calorosos i amb una forta insolació es pot podar la part alta de l'arbre per afavorir-ne l'aireig i conservar les branques baixes que farien ombra al sòl i permetrien esmoreir les variacions de temperatura.

Es recomana realitzar la poda en la fase de repòs vegetatiu, encara que també es pot podar durant el període estival. La poda en verd consistiria en una poda lleugera i en pinçaments.

05 Plagues i malalties

Les espècies utilitzades en tubercultura són molt rústiques i els petits atacs d'organismes que sofreixen no arriben a produir pèrdues.

Pràcticament només en plantacions joves durant la fase d'implantació podem témer atacs severos que puguin pertorbar el creixement dels arbres. Només en aquestes situacions seria convenient actuar. En l'etapa de producció els grans problemes els podem tenir amb els possibles predadors de la tòfona negra, principalment el senglar, per la qual cosa és recomanable el tancat del terreny en aquesta etapa.

En els terrenys on hi ha hagut un cultiu llenyós anteriorment, és important eliminar la major quantitat d'arrels possible abans d'establir la plantació per reduir el risc d'atacs de patògens d'arrel.

En tubercultura hem de plantejar-nos la lluita contra plagues i malalties d'una forma no agressiva, ja que tot el tractament que es faci pot afectar l'ecosistema tofoner.



Figura 30. Poda de formació amb les branques baixes eliminades. Plantació de nou anys a Terol, on es pot observar el cremat.

RENDIBILITAT D'UNA PLANTACIÓ TOFONERA



Figura 31. Gos tofoner en una plantació en producció a Terol. (Foto: Montse García).

Per al càlcul de la rendibilitat d'una plantació tofonera hem previst per separat els costos d'implantació, els costos de manteniment i els ingressos, obtenint finalment els rendiments d'una hectàrea de plantació.

01 Costos d'implantació

Comprèn l'eliminació del cultiu anterior mitjançant una passada del cultivador (opcional), el marcatge de les línies d'acord a una densitat de plantació de 280 arbres/ha que suposa un marc final de 6x6 m, el subsolat, la plantació –que inclou a la vegada els jornals de plantació– el cost de planta i el petit material, i el reg posterior de la planta al forat (Taula 6).

El tancament de la parcel·la es pot posposar els primers anys de producció, encara que si hi ha



El cost d'implantació d'una ha per al cultiu de la tòfona negra és de 5.760 €.

risc de danys causats per animals és preferible avançar-se al primer any. El cost del tancament varia en funció del perímetre de la parcel·la i del tipus de tanca. S'ha pensat en un perímetre de 300 metres lineals per hectàrea a un cost de 10 €/metre lineal.

02 Costos de manteniment

És convenient fer regs de manteniment a l'estiu, en el cas que sigui necessari, fins a la instal·lació definitiva al 5è any del sistema de reg que inclou canonades, vàlvules, microaspersors, grup motobomba, capçal de filtrat i caseta. S'ha suposat una reposició del material de reg l'any 20.

S'ha suposat un model de cultiu anual del terreny mitjançant rasclat a una profunditat màxima de 10 cm amb cultivador, durant els primers 8 anys, i escardes manuals al voltant de la planta durant els 5 primers anys.

S'han suposat podes fortes cada 5 anys, que equivaldrien a podes anuals o bianuals de menor pes.

La recollida de tòfones es realitza amb l'ajut d'un gos tofoner (Figura 31) que tindria una vida útil mínima de 5 anys i que podria treballar en 2 hectàrees. S'ha tingut en compte el cost de recollida a partir de l'entrada en producció. Els costos de compra del gos, alimentació i

Operació	Hores/ha	Unitats/jornals	Cost/(€/hora)	Cost/(€/planta)	Cost/(€/jornal)	Subtotal (€/ha)
Eliminació del cultiu anterior	6		35			210
Mà d'obra marcatge		2			90	180
Material petit						90
Subsolat	2,5		60			150
Mà d'obra plantació		2			90	180
Cost planta		280		6		1.680
Reg	6		45			270
Tancat						3.000
					TOTAL:	5.760

Taula 6. Descripció de les operacions i càlculs de rendiments per a la implantació d'1 hectàrea d'arbres inoculats amb la tòfona negra.

veterinari són variables en funció de la tradició tofonera de la zona i poden ascendir a 2.400-4.200 € (Taula 7).

03 Ingressos

És difícil predir la vida útil de la plantació. La primera plantació tofonera de la qual es té constància a Espanya es va realitzar el 1968 i manté la seva plena producció, i la gran plantació de 600 hectàrees de AROTZ-CATESA a Sòria es va iniciar el 1979 i encara manté la seva producció. A efectes de càlcul, s'ha suposat una vida útil de 35 anys a la plantació.

Les produccions en plantacions amb reg se situen entre els 10 i 50 kg/ha/any, i amb mitjanes al voltant de 30 kg/ha/any a partir del 10è any. A efectes de càlcul hem suposat una producció mitjana de 25 kg/ha/any a partir del 10è any.

El preu que rep la persona que produeix la tòfona negra és molt variable. El preu mitjà anual pagat del període 1955-2005 és de 345 €/kg, amb un Interval de Confiança al 95% de 281-409 €/kg en euros constants de 2007. Per realitzar el càlcul de rendibilitat hem utilitzat el límit inferior de l'Interval de Confiança (281 €/kg).

El final de la plantació coincideix amb la tala de l'arbrat i la venda final de la fusta és calculat a 42 €/t per a un creixement de 2 t/ha/any.

04 Rendiments finals

La rendibilitat total de la inversió inicial es calcula obtenint anualment els rendiments per diferències entre ingressos i despeses i actualitzant-lo a euros constants de l'any inicial d'implantació (Taula 8). En el nostre cas, la rendibilitat total d'una hectàrea de *Tuber melanosporum* segons el Valor Actual Net (VAN) és de 50.340 €, la qual cosa correspon a un Flux de Caixa Anual Equivalent (FCAE) de 2.697 €/ha.

Aquesta anàlisi de rendibilitat és orientativa, ja que suposem el preu de venda i la producció constant. Hi ha diversos estudis de rendibilitat recollits a la bibliografia, dels quals a les plantacions d'Espanya, França i Itàlia s'obtenen Valors Actuals Nets que oscil·len entre 19.424 €/ha i els 66.972 €/ha. La rendibilitat mitjana que s'obté amb la Tassa Interna de Rendiment (TIR) és sempre superior al 9% i el període de recuperació de la inversió igual o superior a 10 anys.

A la Taula 9 es presenten els FCAE en funció de diferents supòsits de producció.



La rendibilitat total d'una hectàrea de *Tuber melanosporum* segons el Valor Actual Net (VAN) és de 50.340 €.

Els importants rendiments que es poden obtenir amb la tòfona negra, la converteixen en un dels cultius amb millors perspectives futures en el món rural.

Operació	Hores/ ha	Unitats/ jornal	Cost/ (€/hora)	Cost/ (€/jornal)	Subtotal (€/ha)
Regs manuals	12		45		540
Instal·lació material reg					3.600
Rasclats anuals amb cultivador	6		35		158
Escardes manuals		9		90	810
Recol·lecció	63		9		567
Reposició material de reg					1.800
Podes fortes		4,5		128	576
Adquisició i mant. del gos					3.000

Taula 7. Descripció dels càlculs de rendiment de les principals operacions de manteniment d'una plantació d'arbres inoculats amb la tòfona negra.

Producció a partir del 10è any	Flux de Caixa Anual Equivalent (€/ha)
A 10 kg/ha i any	99
A 15 kg/ha i any	944
A 20 kg/ha i any	1.789
A 25 kg/ha i any	2.635
A 30 kg/ha i any	3.480
A 50 kg/ha i any	6.861

Taula 9. Flux de Caixa Anual Equivalent en funció de diferents supòsits de producció d'1 hectàrea de plantació d'arbres inoculats amb *Tuber melanosporum*.

Any	Concepte	Ingressos (€)	Despeses (€)	Rendiment (€)	Actualització (€)
0	Cost implantació		5.760	-5.760	-5.760
1	Reg. Rasclat. Escarda manual.		1.508	-1.508	-1.450
2	Reg. Rasclat. Escarda manual.		1.265	-1.265	-1.169
3	Reg. Rasclat. Escarda manual.		2.498	-2.498	-2.220
4	Reg. Rasclat. Escarda manual.		1.274	-1.274	-1.089
5	Instal·lació reg. Rasclat. Poda. Escarda manual.		5.108	-5.108	-4.198
6	Rasclat		158	-158	-124
7	Rasclat		158	-158	-120
8	Rasclat		158	-158	-115
9	Compra gos		3.000	-3.000	-2.108
10	Producció. Poda. Recol·lecció.	7.025	1.143	5.882	3.974
11	Producció. Recol·lecció.	7.025	567	6.458	4.195
12	Producció. Recol·lecció.	7.025	567	6.458	4.034
13	Producció. Recol·lecció.	7.025	567	6.458	3.879
14	Producció. Recol·lecció.	7.025	567	6.458	3.729
15	Producció. Recol·lecció. Poda.	7.025	1.143	5.882	3.266
16	Producció. Recol·lecció.	7.025	567	6.458	3.448
17	Producció. Recol·lecció.	7.025	567	6.458	3.315
18	Producció. Recol·lecció.	7.025	567	6.458	3.188
19	Producció. Compra gos. Recol·lecció.	7.025	3.567	3.458	1.641
20	Producció. Recol·lecció. Poda. Reposició reg.	7.025	2.943	4.082	1.863
21	Producció. Recol·lecció.	7.025	567	6.458	2.834
22	Producció. Recol·lecció.	7.025	567	6.458	2.725
23	Producció	7.025	567	6.458	2.620
24	Producció. Recol·lecció.	7.025	567	6.458	2.519
25	Producció. Recol·lecció. Poda.	7.025	1.143	5.882	2.206
26	Producció. Recol·lecció.	7.025	567	6.458	2.329
27	Producció. Recol·lecció.	7.025	567	6.458	2.240
28	Producció. Recol·lecció.	7.025	567	6.458	2.154
29	Producció. Compra gos. Recol·lecció.	7.025	3.567	3.458	1.109
30	Producció. Recol·lecció. Poda.	7.025	1.143	5.882	1.814
31	Producció. Recol·lecció.	7.025	567	6.458	1.915
32	Producció. Recol·lecció.	7.025	567	6.458	1.841
33	Producció. Recol·lecció.	7.025	567	6.458	1.770
34	Producció. Recol·lecció.	7.025	567	6.458	1.702
35	Producció. Recol·lecció. Tala final fusta.	9.970	567	9.403	2.383
RENDIMENT TOTAL CICLE PRODUCTIU					50.340

Taula 8. Rendiment total d'1 hectàrea de plantació d'arbres inoculats amb *Tuber melanosporum*. S'ha actualitzat els rendiments anuals calculant un interès anual del 4%.

05 Glossari

Agregat: Unitat elemental de l'estructura natural del sòl, formada per la unió coherent de partícules minerals.

Binar: 1.- Fer la segona llaurada. 2.- Fer la segona cavada a les plantes.

Carpòfor: Aparell esporífer dels ascomicets (ascocarp), format per un estroma de consistència suberosa o carnosa. Cos de fructificació del fong.

Cremat: Zona d'una tofonera on no creix la vegetació (Vegeu exemple figura 30).

Encoixinament: Aplicació d'una capa de material vegetal o sintètic inert al sòl per conservar-ne la humitat i esmorteir els canvis de temperatura.

Ectomicoriza: Micoriza en què les hifes formen un mantell que envolta l'arrel i una xarxa de Hartig entre les cèl·lules perifèriques de l'arrel. Característiques d'espècies arbòries d'interès forestal (alzines, roures i pins entre d'altres espècies).

Endomicoriza: Micoriza en què les hifes penetren en les cèl·lules de l'arrel. Són les més abundants a la naturalesa, i es formen principalment en plantes herbàcies (com cereals o alfals).

Estroma: Massa compacta formada per l'aglomeració d'hifes, a partir de la qual es poden formar esporocarps.

Hifa: Cadascun dels elements filamentosos que constitueixen el miceli dels fongs.
Miceli: Estructura vegetativa dels fongs constituïda pel conjunt d'hifes.

Micoriza: Òrgan simbiòtic format per l'arrel d'un vegetal i les hifes d'un fong.

Planta endurida: Planta en repòs vegetatiu capaç de resistir les condicions meteorològiques hivernals en el lloc de plantació.

Tofoner: Zona on fructifiquen les tòfones.

Tubercultura: Cultiu de tòfones, mitjançant la plantació d'arbres inoculats.

06 Per saber-ne més

COLINAS, C.; CAPDEVILA, J.M.; OLIACH, D; FISCHER, C.R. i BONET, J.A. (2007) *Mapa d'aptitud per al cultiu de la tòfona negra (Tuber melanosporum Vitt.) a Catalunya*. Solsona. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya.

MORCILLO, M.; MORENO, B.; PULIDO, E. i SÁNCHEZ, M. (2007) *Manual de trufficultura andaluza*. Córdoba. Fundación Gypaetus.

REYNA, S. (2007) *Trufficultura. Fundamentos y técnicas*. Madrid. Mundi-Prensa.

RICARD, J.M. (2003) *La truffe. Guide technique de trufficulture*. París. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes.

SÁEZ, R. i DE MIGUEL, A. (1995) *Guía práctica de trufficultura*. Pamplona. I.T.G. Agrícola S.A. y Universidad de Navarra.

Autors de tots els articles



Daniel Oliach i Lesan
Centre Tecnològic Forestal de Catalunya.
daniel.oliach@ctfc.cat



José Antonio Bonet Lledós
Centre Tecnològic Forestal de Catalunya.
jantonio.bonet@ctfc.es



Christine R. Fischer
Centre Tecnològic Forestal de Catalunya.
christine.fischer@ctfc.es



Antoni Olivera Ruestes
Centre Tecnològic Forestal de Catalunya.
Antoni.Olivera@ctfc.cat



Juan Martínez de Aragón
Centre Tecnològic Forestal de Catalunya.
mtzda@ctfc.cat



Carlos Colinas González
Universitat de Lleida -UdL.
carlos.colinas@pvf.udl.cat



Oriol Rovira



Va ser el 1997, quan a Oriol Rovira, propietari i xef de l'Hotel Restaurant Els Casals, se li va despertar la curiositat per la tòfona fresca, i encara avui dia el continua fascinant aquest preuat tresor de la terra. Tres anys abans, ell, la seva dona Marta i la resta de la família Rovira havien decidit restaurar la masoveria familiar a Sagàs (Baix Berguedà), que havia estat afectada pels incendis de l'estiu del 1994, i reconvertir-la en l'actual negoci que combina activitat agrària i hostaleria. Aquí l'Oriol s'ha desenvolupat com a cuiner, amb una cuina sense artificis elaborada amb productes propis, entre els que hi ha les tòfones de la seva finca.

Què fa de la tòfona un fong tant apreciat gastronòmicament? Quines propietats en destacaria?

Caldria dir, abans de res, que no ens trobem davant d'un producte normal, cal dir que arrossega una aura de misteri i secretisme, al respecte de la seva cerca i comercialització. Que només per això, ja el fa absolutament únic en el món, només comparable amb altres grans mites, per exemple el caviar. A partir d'aquí, totes les peripècies que l'home fa per desenterrar aquest fong, no són en va. Cal dir d'ella que quan és fresca i madura té una aroma absolutament inconfusible, característica i única.

"Sempre recomano la utilització d'aquest producte en fresc, mai en conserva ni congelat"

Catalunya no ha estat un país on tradicionalment s'hagi utilitzat la tòfona a la cuina, creu que s'hi està incorporant amb èxit?

Tradicionalment sí que crec que és un producte emprat des de fa molts anys, tenim un receptari antiquíssim de cuina catalana on ja la utilitzaven, una altra cosa ha estat la utilització popular de la tòfona. Ni el preu ni les quantitats recol·lectades han ajudat gaire a que la gent del carrer l'hagi utilitzat sense por. Cal dir però que últimament els

L'ENTREVISTA

Oriol Rovira

Propietari i xef a Els Casals

Sagàs (Berguedà)

"L'EXPLOTACIÓ DE TÒFONA DE CULTIU POT PRODUIR TÒFONES MOLT MILLORS QUE LES SALVATGES"

cuiners professionals fan una feina de prescripció que ajuda a que el consumidor final perdi la por i s'atreveixi a utilitzar-la sense més.

Quins són els seus principals usos a la cuina? Són diferents en funció del tipus de tòfona? (negra, blanca o d'estiu)

Sempre recomano la utilització d'aquest producte en fresc, mai en conserva ni congelat, també crec convenient utilitzar-la acompanyant elements molt neutres, això ens ajudarà a treure-li el màxim de partit. I pel que fa als diferents tipus de tòfona que podem trobar a casa nostra, sí que diferenciaria clarament la *Tuber melanosporum* de la resta, no tant per la tècnica a utilitzar, sinó perquè és molt més aromàtica que les altres. Això no és un inconvenient, és simplement una diferència important a tenir en compte.

Què cal tenir present per a determinar la qualitat d'una tòfona i l'ús que se'n farà al restaurant?

Molt fàcil, frescor i maduresa, intento no repetir-me però penso que són els condicionants que marcaran la qualitat de la tòfona.

Com hem de conservar la tòfona fresca un cop collida o comprada? Quants dies es pot conservar?

Quants menys dies es conservi millor, jo quan en tinc les tanco en un pot de vidre tapat hermèticament amb una mica de paper de cel·lulosa a dins embolcallant la tòfona, no és convenient conservar-les més de 5 o 6 dies un cop arrencades.

Tòfona fresca o en conserva? Utilitza productes elaborats de tòfona?

Sempre fresca, només en estricta temporada i es poden utilitzar sub-productes de la tòfona. A mi particularment m'agraden molt els sucs de tòfona de la coccio i també m'arriba una mantega d'origen francès extraordinària.

"Els últims anys hi ha hagut una pèrdua bastant accentuada dels tofoners salvatges i per això és important intentar protegir-los el màxim"

Com s'abasteix de tòfona el seu restaurant?

Nosaltres tenim uns quants tofoners a la finca i en traiem tantes com podem, però la resta de la producció la comprem a tofonaires de pobles veïns.

A la seva explotació familiar té tòfona silvestre, us heu plantejat cultivar-la?

Sí que ens ho hem plantejat, ja que és una solució pel futur. Es nota que en els últims anys hi ha hagut una pèrdua bastant accentuada dels tofoners silvestres i per això és important intentar protegir-los el màxim, a més de plantar arbres nous en zones apropiades.

Quina opinió li mereix la tòfona cultivada? Creu que pot ser una bona alternativa de cultiu per completar les rendes agràries donada la demanda actual?

Sí, pot ajudar en més o menys mesura, el fet de poder comptar amb explotacions de cultius alternatius. A més, les zones potencialment apropiades pel cultiu coincideix que solen ésser zones deprimides amb sòls poc cultivats en l'agricultura convencional. Pel que a les cultivades, crec que no només igualen la silvestre, sinó que ben gestionada, l'explotació de tòfona de cultiu pot produir tòfones molt millors que les silvestres, ja que el control, el reg, la preparació del terreny, i l'extracció acurada, entre d'altres, contribueixen a millorar-ne la qualitat.

I finalment, ens podria oferir una recepta senzilla amb tòfona per fer-la a casa?

Una recepta fàcil.

Ou ferrat d'oca amb puré de patates i tòfona.

Ingredients per 4 persones

4 ous d'oca frescos, 750 grams de patates, 2 dl. d'oli d'oliva verge extra, c/s tòfona, Sal gruixuda, Cerfull, Mantega, Bastons de pa torrat.

Pel puré:

Fem bullir les patates, ja pelades i tallades a trosos, un cop cuites, les escorrem, salem i passem per la batedora elèctrica tot afegint la mantega fins a obtenir la textura adequada.

Per l'ou:

En un pot fondo i estret, antiadherent, hi posem l'oli verge d'oliva, i el posem a escalfar fins que ens fumegei. A continuació, posem l'ou amb molt de compte i el ferrem absolutament.

Per l'emplatat:

Al fons del plat, posem el puré de patates, al damunt l'ou, la tòfona rallada, les fulles de cerfull, el bastonet de pa i la sal gruixuda.

RuralCat.
redaccio@ruralcat.net