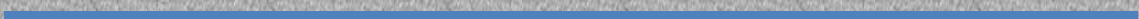


PLANTAR PAULÒNIES (*Paulownia sp.*) A CATALUNYA, UNA ALTERNATIVA SOSTENIBLE EN L'ÀMBIT SOCIAL, AMBIENTAL I ECONÒMIC



Treball Final del Grau en Geografia, Ordenació del Territori i Gestió del Medi Ambient

Treball Final de Grau
Universitat de Girona
Any: 2016-2017
Alumne: **David Brunsó i Guixeras**
Directora: **Dra. Isabel Salamaña Serra**



AGRAÏMENTS

Vull expressar els meus sincers agraïments a totes les persones i institucions que, d'una forma o altra, m'han ajudat a fer aquest Treball Final de Grau.

Agraeixo la tasca de totes i tots els professors que formen part del Departament de Geografia, Ordenació del Territori i Gestió del Medi Ambient de la Universitat de Girona per haver-me ensenyat a pensar com un Geògraf, per haver-me transmès les vostres ganes d'aprendre i estudiar, i per haver-me facilitat tan valuosa informació.

Especialment trasllado els meus agraïments a la Dra. Isabel Salamaña, tutora del meu treball, per les seves incansables ganes d'aprendre i millorar, per la seva capacitat d'animar-me en els pitjors moments, per ser-hi sempre que l'he necessitat, per la seva ferma confiança amb mi, per la seva paciència, per les seves correccions i els seus suggeriments en el contingut, per la seva incansable actitud positiva i, per l'amistat que hem creat al llarg dels quatre anys del grau.

Vull donar les gràcies al Dr. Josep Vila, el meu tutor del Grau, pels seus consells i la seva preocupació pels meus estudis, per la seva confiança, pels seus ànims i per haver-me ajudat sempre que així ho he necessitat.

Al Sr. Gerard Carbonés, al Sr. Sergi Galanó, al Sr. Raül Herrera i al Sr. Guillem Perich per les seves incansables explicacions respecte la fusta de *Paulownia. sp*, per les seves ganes d'innovar amb quelcom nou al nostre país i per haver-me facilitat tants contactes.

A la Sra. Zaida Alcarria i al Sr. Manuel Trigo, per haver-me convidat a assistir al IV Congrés de la *Paulownia sp.* i per motivar-me a investigar i estudiar aquest gènere.

Al Sr. Vicens Ripoll per introduir-me en el món de la paulònia i per transmetre'm el seu esperit positiu. Així com l'hi agraeixo que m'acompanyés a Navarrès (València), a el Congrés Internacional de la *Paulownia sp.*

Al Sr. Marçal Arumí, tècnic de l'empresa AgroSalvi S.L., per facilitar-me l'anàlisi del sòl de dues zones del municipi de Sant Jordi Desvalls.

A la meua família, vital per mi, que sempre ha estat al meu costat per tot i que sempre m'ha donat suport durant tota l'etapa acadèmica. Especialment dono les gràcies als meus pares, Frederic i Montse, a la meua germana Sandra i, com no, a la meua estimada xicota Ariadna.

Als amics de la Universitat per fer d'aquests quatre anys del Grau en Geografia una etapa inoblidable. Gràcies per poder comptar sempre amb vosaltres, tan a nivell professional com personal.

Molt agraït m'adreço a tots vosaltres per dir-vos, un cop més, moltes gràcies.

ÍNDEX

Resum.....	pag. 4
Abstract.....	pag. 5
1. Introducció.....	pag. 6
2. Objectius.....	pag. 8
3. Metodologia.....	pag. 10
4. Part teòrica.....	pag. 13
4.1 Història taxonòmica i genètica de la <i>Paulownia sp.</i>	pag. 13
4.2 Distribució geogràfica.....	pag. 15
4.3 Característiques biològiques.....	pag. 18
4.4 Requeriments edafo-climàtics i ambientals.....	pag. 20
4.4.1 Característiques tèrmiques.....	pag. 20
4.4.2 Requeriments hídrics.....	pag. 20
4.4.3 Característiques del sòl.....	pag. 22
4.4.4 Necessitats lumíniques.....	pag. 22
4.4.5 Tolerància al vent.....	pag. 23
4.4.6 Producció de plantes.....	pag. 24
5. La <i>paulownia sp.</i> : una oportunitat pel món rural català.....	pag. 26
5.1 La plantació.....	pag. 26
5.1.1 Localització de la finca.....	pag. 26
5.1.2 Maneig de la plantació.....	pag. 28
5.1.2.1 La plantació.....	pag. 29
5.1.2.2 El “tall de rebrot”.....	pag. 30
5.1.2.3 La poda.....	pag. 30
5.1.2.4 El maneig del sòl.....	pag. 31
5.1.2.5 El sistema de regadiu.....	pag. 32
5.1.2.6 Els fertilitzants.....	pag. 33
5.1.2.7 Fitopatologia.....	pag. 33
5.2 La meua experiència amb el maneig de les paulònies i els costos de la Inversió.....	pag. 35
5.2.1 Produir plançons a través d’esqueixos d’arrels.....	pag. 35
5.2.2 Paulònies amb “tall de rebrot” i sense tall.....	pag. 37
5.2.3 Els costos i els ingressos d’una inversió amb paulònies.....	pag. 43
5.3 Els professionals i l’aprofitament de les paulònies.....	pag. 46
5.3.1 Aprofitaments i usos de la fusta.....	pag. 46
5.3.2 Les qualitats de la fusta.....	pag. 47
5.3.3 Compradors de fusta.....	pag. 51
5.3.4 La fusta de <i>Paulownia sp.</i> per a biomassa.....	pag. 54
5.3.5 Clons i espècies més utilitzades.....	pag. 56
5.4 Els beneficis medi-ambientals i socials de la <i>Paulownia sp.</i>	pag. 57
5.4.1 Plantacions de <i>Paulownia sp.</i> per a recuperar sòls contaminats.....	pag. 57
5.4.2 Plantacions de <i>Paulownia sp.</i> com a mecanisme de millora ambiental.....	pag. 59
5.4.3 Les plantacions de <i>Paulownia sp.</i> : un paisatge de pel·lícula.....	pag. 61
6. Conclusions i discussió.....	pag. 64
6.1 Conclusions.....	pag. 64
6.2 Discussió.....	pag. 66
7. Fonts d’informació.....	pag. 67
7.1 Bibliografia.....	pag. 67
7.2 Documentals.....	pag. 68

Resum

La producció de fusta i biomassa a través del cultiu de la *Paulownia sp.* proporciona una alternativa als sòls forestals i agrícoles del nostre país, Catalunya. Hi ha diferents espècies del gènere *Paulownia sp.* que han estat utilitzades i cultivades en diferents parts del món a causa de la seva alta producció de fusta, per la seva ràpida taxa de creixement i pels amplis beneficis que aporta a nivell social i ambiental. Aquests arbres han estat cultivats en una gran varietat de climes similars als de Catalunya així que, en aquest sentit, són una alternativa agro-forestal a tenir en compte.

Per garantir l'establiment i la potencialitat d'aquest gènere, cal investigar i estudiar la seva adaptabilitat i les seves necessitats bio-climàtiques. També la seva productivitat, els costos de la plantació, el maneig d'aquesta i els beneficis que ens aporta a nivell social i ambiental per arribar a unes conclusions i a uns resultats sòlids. Aquests determinaran si s'adapta bé a les característiques climàtiques de Catalunya i si realment és un arbre amb capacitat de millorar la nostra qualitat ambiental.

En el present treball, es mostren uns assajos on s'analitzen els creixements i la supervivència de paulònies a partir de dos mètodes diferents al moment de manejar el seu cultiu: aplicant el "tall de rebrot" i sense aplicar-lo. Així com, també, una prova pràctica en la qual es van reproduir deu plançons de paulònia a través d'esqueixos d'arrel.

Segons l'opinió d'experts, la *Paulownia sp.* posseeix unes qualitats molt àmplies, ja que es pot utilitzar tant en interiors com en exterior gràcies a la seva alta capacitat de resistència a les adversitats climàtiques, sobretot a l'aigua (fusta hidròfuga). A més, la qualitat de la fusta és molt valorada, sobretot, per la seva lleugeresa i poca densitat, però amb una excel·lent relació resistència-pes. Per aquest motiu, cada dia sorgeixen més compradors i empreses interessades en aquesta fusta.

Abstract

The production of wood and biomass through the cultivation of *Paulownia sp.* provide an alternative to the forest and agricultural land of our country, Catalonia. There are different species of the genus *Paulownia sp.* which have been used and cultivated in different parts of the world due to their high production of wood, their rapid growth rate and the wide benefits it that contribute to the social and environmental level. These trees have been cultivated in a wide variety of climates similar to those of Catalonia so, in this sense, they are an agro-forest alternative to take into account.

To guarantee the establishment and potential of this genus, it is necessary to investigate and study its adaptability and its bio-climatic needs. Also, we should take into account its productivity, the costs of planting, the manipulation of it and the benefits that all of these contribute and affect the social and environmental level. We decided to take all of the above into account in order to reach some conclusions and solid results. Furthermore, these will determine if it adapts well to the climatic characteristics of Catalonia and if this genus is really a tree with the capacity to improve our environmental quality.

In the present paper, we show some trials analysing the growth and the survival of paulownias through two different methods when manipulate their crops: applying the "root cutting" and without applying it. As well as a practical test in which ten sparrows of paulownia were reproduced through cuttings of root.

According to experts, *Paulownia sp.* possesses very broad qualities, since it can be used both indoors and outdoors due to its high resistance to climatic adversity, especially water (damp-proof wood). In addition, the quality of wood is highly valued due to its lightness and low density and it has an excellent resistance-weight ratio. For this reason, more buyers and companies interested in this wood appear every day.

1 Introducció

Si fins ara han sigut vitals pels humans l'agricultura, la silvicultura i la bona gestió dels recursos naturals, avui és indispensable i improrrogable que aquest fet el valorem, el protegim i el potenciem, doncs rere aquesta obvietat hi ha el futur de la nostra existència.

“La agricultura se ve fácil cuando el arado es un lápiz y se está a mil millas del campo de maíz”
Dwight D. Eisenhower (1953).

Actualment l'agricultura passa per uns moments molt complicats, procedents del baix preu que es paga pels cultius, per l'augment del cost dels carburants, perquè es necessita més personal (costos), per la deslocalització dels cultius, etc. En tot cas, no em centraré amb explicar els problemes pels quals passa l'agricultura, doncs qui més qui menys ja els coneix, sinó tot el contrari, faré una proposta de cultiu “nova” per nosaltres, el cultiu de la *Paulownia sp.*

Aquest treball va destinat a totes i tots aquells que estimen la terra, aquells que entenen el vincle que hi ha entre l'agricultor i la vida rural, aquells que saben la feina que porta el llarg procés de sembrar-recol·lectar, aquells que entenen que el que mengem cada dia és fruit d'un treball pagat amb suor, aquells que veuen com dia a dia pleguen més i més famílies d'agricultors. Cal matisar que, els agricultors dels quals parlo, no tenen res a veure amb les grans empreses agroalimentàries mundials centrades amb un sistema que desvincula i trenca tots els lligams “home-natura” i actuen sota un objectiu primordialment (i en alguns casos únicament) econòmic i personal.

Igualment, cal ser positius i mirar endavant, buscar solucions i aprendre dels altres, entendre que el futur és evolució i aprenentatge constant. Així justifico el fet de plantar *Paulownia sp.* a Catalunya, l'arbre del qual s'extreu més quilograms de fusta per any, el qual avui en dia és molt rendible tant en l'àmbit ecològic-ambiental, com en l'àmbit econòmic i social.

Paulownia sp. és l'únic gènere amb espècies arbòrees de la família *Scrophulariaceae*, les quals són principalment herbàcies. És originària de l'Est d'Àsia, on es cultiva des de fa més de 3.000 anys. En les últimes dècades s'ha incrementat l'interès industrial i comercial d'aquesta espècie, a causa de la seva bona adaptabilitat i ràpid creixement, fet que la fa molt productiva i rendible. També es destaca la seva alta producció de biomassa i l'alta capacitat per a fixar CO₂, així com el potencial ús per a reforestacions de terrenys agraris abandonats, l'excel·lent qualitat de la seva fusta i la seva bellesa com a arbre, el qual crea un paisatge amb vida pròpia.

Avui en dia ningú pot negar el canvi climàtic ni que el medi ambient s'enfronta a greus amenaces a escala global, és una evidència i una realitat que hem d'afrontar, ens hi hem d'adaptar i ens hem d'esforçar al màxim per a intentar millorar la situació amb la qual ens trobem. En aquest sentit, la *Paulownia sp.* pot aportar el seu petit granet de sorra doncs és un dels arbres del planeta que consumeix més CO₂ i que aporta més O₂ gràcies a la seva gran superfície foliar i a les seves característiques metabòliques (Worms, Con Ciència natural, 2015).

A més del canvi climàtic i els problemes que travessa l'agricultura, hem de sumar-hi el fet de la “des-ruralització”, un fenomen greu que pateix tant Catalunya com Espanya des de ja fa molts anys. El fet de trencar aquest vincle amb la terra i la natura, al perdre dia a dia més pagesos i agricultors, està provocant que es perdin i s'abandonin cada dia més pobles, sobretot els més arrelats a aquests vells i bells oficis. Vegem com a Espanya s'han abandonat uns 3.000 pobles i a Catalunya més d'un centenar amb tan sols 10 anys, però aquesta tendència negativa porta

succeint des de la dècada de 1950, moments en què el nombre de pagesos comença a disminuir (Queralt R; Ferro. L, 2013).

És per tot això que cal entendre l'agricultura com a quelcom més important que un cultiu centrat en la producció, cal entendre que estem parlant de gestió dels recursos naturals, estem parlant de biodiversitat, estem parlant de prevenció d'incendis, parlem d'economia, parlem de paisatge, parlem d'un ofici amb sentiment cap a la natura, parlem de proximitat, parlem de mantenir vius els pobles i resumint, parlem de vida.

“Sin importar que tan urbana sea nuestra vida, nuestros cuerpos viven de la agricultura; nosotros venimos de la Tierra y retornaremos a ella, y es así que existimos en la agricultura como existimos en nuestra propia carne”

Wendell Berry (1980)

Òbviament, sota aquest discurs, sóc agricultor en tal que geògraf i geògraf en tal que agricultor. Una frase en la qual, resumint, vull expressar com el fet d'haver estudiat Geografia m'ha permès entendre i valorar un gran ventall de qüestions que abans no apreciava i/o no tenia en compte. Tanmateix, abans de fer la carrera vaig estudiar el Cicle Superior de Gestió i Organització dels Recursos Naturals i Paisatgístics, un estudi que em va donar experiència en el món forestal i que, amb tot, m'ha creat un perfil professional molt lligat del món natural i de la seva gestió.

2 Objectius

La meua idea inicial, en afrontar aquest treball, era la de promoure el cultiu de la *Paulownia sp.* a Catalunya. Cal dir però que aquest fet arrela ja des de fa uns 3 anys, moment en el qual vaig conèixer l'espècie objecte d'estudi.

En veure la plantació per primera vegada em vaig quedar meravellat; vaig veure unes fulles enormes, uns arbres plens de flors, colors i vida, uns troncs molt rectes i ideals per a fer fusta (pensava jo), un arbre que mai abans havia vist. Per sort, al cap de pocs dies ja sabia de quin arbre es tractava i fins i tot qui n'era el propietari de la finca, el senyor Vicenç Ripoll.

En conèixer al Sr. Ripoll, un dels pocs propietaris que en aquells moments coneixia l'espècie, encara vaig quedar més sorprès en explicar-me que la finca d'arbres que jo havia vist solament tenia 3 anys, una dada que em va impactar doncs els arbres ja passaven dels 8-9 m, aproximadament.

A poc a poc vaig anar investigant l'espècie, vaig anar descobrint més i més, i com més descobria més augmentava el meu interès. A casa portem més de 3 generacions fent d'agricultors, sota el nom de "Can Brunsó" a la zona de Sant Jordi Desvalls. Nosaltres, en creure amb aquesta espècie i en pensar que la fusta de *Paulownia sp.* tindria futur, sumat a les ganes d'aprendre i innovar, juntament amb l'entusiasme i optimisme del Sr. Ripoll, vàrem plantar paulònies a una finca d'unes 4 hectàrees. Aquella plantació anava acompanyada sobretot de ganes d'innovar i d'invertir en quelcom nou i diferent del que fins aleshores havíem plantat, ja que no teníem prou informació ni coneixement per a assegurar que el futur de la plantació i de la inversió seria sòlid i prometedor, doncs no disposàvem de l'opinió de cap professional de la fusta respecte a l'espècie en qüestió, ni cap mena d'orientació pel que fa al maneig de la plantació, ni cap assegurança que ens comprarien la fusta un cop els arbres fossin grans.

Per tant, en aquest treball pretenc:

- Objectius prioritaris:
 1. Presentar el cultiu de *Paulownia sp.* com una alternativa agrària-forestal viable a Catalunya, considerant tres dimensions: econòmica, social i medi ambiental:
 - 1.1. Les condicions econòmiques són bàsiques per mantenir actiu el territori i introduir noves produccions viables que generin i diversifiquin la producció final és imprescindible pel desenvolupament rural; creant un nou paisatge, molt atractiu i insòlit a casa nostra que alhora també pot generar indirectament noves activitats (turisme, per exemple).
 - 1.2. No n'hi ha prou en mantenir un territori actiu, cal mantenir-lo viu i això és possible a partir de mantenir i renovar les velles professions. Innovar tot aprofitant el saber dels homes i dones del territori per reforçar el teixit social i crear expectatives per les generacions d'avui i del futur.
 - 1.3. És imprescindible generar activitats i que aquestes creïn un teixit social i comercial, ara, no a qualsevol preu. En aquest sentit pretenc demostrar que el cultiu de les paulònies és sostenible i beneficiós pel medi ambient i que pot jugar, en un futur, un paper vital a l'hora de capturar CO₂, contribuint a la mitigació i adaptació del canvi climàtic.

- Objectius secundaris:
2. Aprendre i investigar, des de l'opinió de professionals i investigadors, per conèixer la viabilitat futura d'aquest cultiu atenent les necessitats biològiques i climàtiques de l'espècie i analitzar si es pot adaptar bé a les característiques físiques-químiques del sòl i a les característiques climàtiques de Catalunya.
 3. Experimentar a través de la pràctica produint plançons de *Paulownia sp.* a casa meua a través d'esqueixos d'arrel. No només pel simple fet d'estalviar a l'hora de comprar els plançons, sinó també pel simple fet d'aprendre i innovar en el sector.
 4. Experimentar a través de la pràctica plantant *Paulownia sp.* de dues maneres: la primera és aplicant el "tall de rebrot" i l'altre aplicar-lo. Pràctica amb la qual, després d'analitzar els creixements, podré veure "in situ" quin dels dos sistemes és millor.
 5. Conèixer i cercar compradors de fusta o subproductes de *Paulownia sp.*, perquè si invertim amb aquest cultiu, hem de tenir assegurat que tindrà sortida comercial i a un preu digne.
 6. Aprendre un correcte maneig del cultiu de la *Paulownia sp.* basat amb la nostra experiència i l'opinió de professionals del sector per contribuir a difondre 'una bona pràctica agrària' als diversos professionals del sector, a les institucions i molt especialment als pagesos, els vertaders guardadors dels nostres territoris .

Deixant de banda els objectius del treball, tinc un objectiu personal de donar a conèixer una tipologia de plantació poc coneguda a casa nostra, Catalunya. Dic això perquè després de contactar amb el Centre Tecnològic i Forestal de Catalunya (CTFC), després de contactar amb el Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació, després de contactar amb Consorci Forestal de Santa Coloma de Farners i després de parlar amb l'IRTA, vaig observar un gran interès per part de tots ells en animar-me a aprofundir en el coneixement de l'espècie i el seu maneig, per les possibilitats de futur que ells també hi veuen.

3 Metodologia

El primer que vaig fer va ser visitar a la Dra. Isabel Salamaña, la tutora del meu Treball Final de Grau (TFG) a la que, altra vegada, aprofito per agrair-l'hi tot el que ha fet per mi des del primer dia que ens vam posar en contacte.

Entre finals de gener i principis de febrer, moments en què “els dubtes” sorgien diàriament, vàrem fer moltes trobades amb la Dra. Salamaña, on aprofitàvem per anar perfilant els principals objectius del treball, la bibliografia de referència bàsica, i el més important, marcar un cronograma d'estudi amb el qual treballaríem fins al dia de l'entrega. Un cop teníem la idea clara i els objectius que preteníem complir en el treball, vaig començar a cercar molta informació, perquè a l'hora d'anar a visitar experts amb paulònies, ja tingués uns criteris i uns coneixements mínims que em permetessin entendre i discutir sobre la temàtica d'estudi.

Així doncs, tot i que existeix molta informació penjada a internet sobre paulònies, hi ha 4 treballs i una revista que m'han ajudat per sobre dels altres, tant per la qualitat del seu redactat i de la seva informació, com per la veracitat de les seves fonts d'informació, que són:

- Harald, D (2012). Valorización integral de la biomassa leñosa agroforestal a lo largo del gradiente altitudinal en condiciones mediterráneas (Tesis Doctoral). Universidad de València, València.
- Llano, J (2009). Fisiología y bioquímica de *Paulownia imperialis*, *Paulownia elongata* y *Paulownia fortunei* en condiciones de campo e invernadero bajo diferente humedad en el suelo. (Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias). Centro de investigaciones biologicas del Noroeste, S.C., La Paz, Bolívia.
- Manuel. E, Martínez. E., Antonio. F., Morote. G., Ramón. F., Serrano. L., Abellán. M., Pérez. D., del Cerro. A (2011). El cultivo de Paulonia (*Paulownia elongata x fortunei*) para la obtención de madera y biomassa en Castilla-La Mancha: Primeros resultados. *Revista Foresta*, 47-48, p. 106-111
- Salguero, D (2015). Crecimiento, Supervivencia e intercambio gaseoso de dos clones de *Paulownia elongata x fortunei* al primer año de desarrollo vegetativa en tres sitios del centro sur de Chile (Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias Forestales). Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- Xiong, J (2015). Recuperación y rehabilitación de suelos contaminador con elementos traza mediante la aplicación de enmiendas y el establecimiento de una cubierta vegetal natural o de una planta de crecimiento rápido (*Paulownia fortunei*) (Tesis para optar a Doctor). Universidad de Sevilla, Sevilla.

A l'entendre que era un cultiu poc desenvolupat a Catalunya, tenia clar que volia conèixer a les principals empreses que venen-compren i subministren plançons de paulònia, així com volia aprendre dels que ja feia un cert temps que en cultivaven. A més, necessitava saber, per opinió d'experts de la fusta, si les qualitats d'aquest arbre serien competitives en el mercat en un futur pròxim, o tot el contrari, no tindrien èxit.

Cronograma de visites i contactes:

- Al llarg dels anys **2015-2017**: visites a les finques de paulònies del **Sr. Vicens Ripoll**.
- **6 de març**: contacte via correu amb el **Sr. Jaime Coello i la Sra. Míriam Piqué del Centre Tecnològic i Forestal de Catalunya (CTFC)**.
- **7 de març**: visita a unes finques de paulònies a Cornellà del Terri (Pla de l'Estany, Girona). Desconec el/la propietari.
- **8 de març**: contacte via correu amb la **Sra. Montserrat Barniol**, responsable de la Direcció General d'Ecosistemes Forestals i Gestió del Medi, del **Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació**.
- **10 de març**: contacte via telefònica amb el **Sr. Josep Maria Tossell**, responsable tècnic del **Consorti Forestal** de Santa Coloma de Farners. Telf. Contacte (Jm. Tossell): 972842708
- **12 i 17 de març**: contacte via correus i via telefònica amb el **Sr. Francesc Camps**, responsable de l'**Institut d'Investigació i Tecnologia Agroalimentària (IRTA)**. Telf. Contacte (Francesc): 972780275
- **14 de març**: visita a l'empresa **Insolid Boards**, amb el **Sr. Gerard Carbonés Carrillo** com a gerent. Situada al municipi de Salt (Girona), es dediquen a dissenyar i fabricar taules de "kitesurf" exclusivament amb fusta de *Paulownia* des de l'any 2011. Telf. Contacte (Gerard): 691690510
- **16 de març**: visita a l'**Escola Forestal i Agrària (EFA) Quintanes**, situada a Les Masies de Voltregà (Vic), la qual va fer un experiment amb 1.500 *Paulownies* entre els anys 2010 i 2014. Telf. Contacte (Carles): 938502441
- **21 de març**: contacte via telefònica amb **NUFRI S.L.** una empresa situada a Mollerussa (Lleida), la qual va invertir amb *Paulownies* per a biomassa des de l'any 2011 fins el 2016 per subministrar-se material per a la seva caldera. Telf. Contacte (Teixidor) 973600229.
- **22 de març**: visita a les finques de *Paulownia sp.* de l'ajuntament de **Sant Boi de Llobregat**. Trobada amb el **Sr. Josep Pons**, biòleg i tècnic d'Entorn Natural a l'ajuntament. Telf. Contacte (Josep): 647634845
- **22 de març**: visita a l'empresa **Flama Surf S.L.** situada a Premià de Mar (Barcelona). Entrevista amb el **Sr. Sergi Galanó**, gerent de l'empresa. Fabricació de taules de surf utilitzant fusta de *Paulownia sp.* des de l'any 2010. Telf. Contacte (Sergi): 687818115
- **24 de març**: visita a la fusteria **Guillem Perich S.L** situada a Sant Jordi Desvalls (Girona). Entrevista amb el **Sr. Perich** amb el que vàrem dialogar sobre les qualitats de la fusta de *Paulownia sp.* Telf. Contacte (Guillem): 635455730
- **25 de març**: contacte via telefònica amb **CERMOTEC S.L.**, una empresa situada a Consuegra (Toledo), dedicada a la compra-venta de fusta de *Paulownia sp.*, entre d'altres. Telf. Contacte: 925481041
- **25 de març**: Assistència al **IV Congrés Internacional de la Paulownia**. Celebrat a Navarrès (València).
- **25 de març**: Entrevista a la **Sra. Estela Darocas** (alcaldessa de Navarrès) sobre el Projecte "Ecoglauc Ergon" en el que el municipi participa. Projecte en el que hi participen 7 municipis d'arreu d'Espanya amb la finalitat d'estudiar la *Paulownia sp.*
- **25 de març**: Entrevista a la **Sra. Zaida Alcarria**, gestora de l'empresa **Innovació Forestal S.L.** Telf. Contacte (Zaida): 606716972
- **25 de març**: breu xerrada amb el **Sr. Manuel Trigo**, creador dels webs "Paulownia.es i Foropaulownia".
- **25 de març**: intercanvi de paraules amb el **Sr. Manel Vinyalet**, propietari d'una plantació de paulònies de més de 15 Ha a la zona de Castelló de la Plana
- **25 de març**: visita a les finques de paulònies del **Sr. Joaquín Soriano**, situades a Navarrès (València).

- **29 de març:** contacte via telefònica amb el **Sr. Guillermo Estevez**, tècnic de l'empresa **IPaulownia**, una companyia europea amb seu a Londres i amb diferents oficines en el Regne Unit i a Espanya (Albacete). Fa més de 15 anys que treballen amb projectes i plantacions de *Paulownia sp.* Telf. Contacte (Guillermo): 677360999
- **4 d'abril:** visita a la **Fusteria Agustí i fills S.L.**, de Cervià de Ter (Girona) i entrevista amb el **Sr. Raül Herrera**, Gerent de l'empresa, amb el que vàrem dialogar sobre les qualitats de la fusta de *Paulownia sp.* Telf. Contacte (Raül): 620979539
- **10 d'abril:** contacte via telefònica amb el **Sr. Josep Maria Bergadà**, agricultor i propietari de finques de *Paulownia* a la zona de Tarragona. Telf. Contacte (Jm. Bergadà): 600087395
- **11 d'abril:** entrevista telefònica a la **Sra. Lúdia Puig**, **apicultora** que treballa amb caixes d'abelles fetes a partir de la fusta de *Paulownia sp.* Telf. Contacte (Lúdia): 626099929
- **11 d'abril:** contacte via telefònica amb el **Sr. Josep Maria Grau**, gerent de l'empresa **InVitro S.L.**, situada a Sant Feliu de Llobregat (Barcelona). Laboratori de micro-propagació fundat l'any 1986, el qual treballa amb paulònies des de ja fa uns anys. Telf. Contacte (Jm. Grau): 657914343

4 Part teòrica

4.1 Història taxonòmica i genètica de la *Paulownia sp.*

El primer científic a descriure i registrar el gènere *Paulownia sp.* fou el Sr. Engelbert Kaempfer (1651-1716), un naturalista alemany que va viatjar a Dejima (Japó), on la va descobrir. Això ho va plasmar en el llibre “*Amoenitatum exoticarum*” (1712), utilitzant el seu nom japonès “Kiri” per referir-se a aquest arbre (Nagata et al., 2013 citat a Salguero, 2015).

Més endavant, el Sr. Carl Peter Thunberg (1743-1828), un naturalista botànic suec, la va registrar en el seu llibre “*Flora Japonesa*” (1784) amb el nom “*Bignonia tomentosa Thunb*” creient que tenia parentesc amb la *Catalpa Scop*, classificant-la així dins la família Bignoniaceae (Kirkham i Fay, 2009; Gutiérrez i Felgado, 2009; Nagata et al. 2013 citat a Salguero, 2015).

Anàlisis filogenètics moderns basats en dades moleculars, ens confirmen la separació de *Paulownia sp.* de *Catalpa sp.* i de Scrophulariaceae i Bignoniaceae (Oxelman et al. 2005; Kirkham i Fay, 2009; Erbar i Gülden, 2011; Nagata et al. 2013 citat a Salguero, 2015). La Paulònia i la Catalpa són superficialment similars en els hàbitats on s’ubiquen i en la forma de les seves fulles i copa quan ambdues espècies són adultes, però són dos gèneres molt diferents en els seus fruits i en altres característiques fisiològiques (Kirkham i Fay, 2009; Nagata et al. 2013 citat a Salguero, 2015).

Mig segle més tard, l’any 1835, el Sr. Philipp Franz von Siebold i el Sr. Joseph Gerhard Zuccarini, dos botànics d’origen alemany, la van transferir dins la família Scrophulariaceae i van trobar 23 espècies. Més endavant, l’any 1959 el Sr. Shiu Ying Hu i altres científics corregiren els errors passats i determinaren únicament 6 espècies. Tot i això, l’any 1973 el Sr. Zhu Zhao i un grup d’investigadors xinesos varen realitzar investigacions sistemàtiques per col·locar la *Paulownia sp.* dins la família Scrophulariaceae, on incloïen 9 espècies dins aquest gènere i totes elles es desenvolupen a l’Est Asiàtic. Avui, dins el gènere *Paulownia sp.* trobem 17 espècies (Barton et al. 2007; Woods, 2008 citat a Salguero, 2015). Set d’aquestes són originàries de la Xina, són les més estudiades i utilitzades per projectes forestals i agraris:

- *Paulownia tomentosa* (Kiri): Coneguda amb el nom de “Paulònia Imperial”, i amb japonès com “Kiri”(桐) és l’emblema del govern del Japó, així com un dels pals de les cartes “hanafuda”, associada amb el mes de desembre. És l’espècie amb major resistència al fred. Es planta a Europa des de fa més de 150 anys com a planta ornamental.
- *Paulownia kawakamii*: Coneguda amb el nom “arbre del drac del zafir” és nativa de Taiwan, la Xina i el Japó. Característica per les seves llargues flors de color morat, que creixen en plena primavera just abans que neixin les fulles. Espècie que es cultiva sobretot com a arbre ornamental.
- *Paulownia elongata*: Espècie molt utilitzada com a arbre forestal als Estats Units, Xina, el sud d’Europa, Espanya i Catalunya. És de creixement ràpid, uniforme i regular. Pot arribar als quatre metres d’alçada en el primer any. Entre els sis i els vuit aconseguen les dimensions idònies per a ser tallat per a fusta. Tot i que no és fins als vint-i-cinc anys que arriba a la maduresa, amb trenta metres d’alçada, un tronc d’un metre de diàmetre i una copa de dotze metres de diàmetre.
- *Paulownia fortunei*: És una espècie d’elevat creixement, molt termòfila, amb un tronc molt recte i una corona estreta. Es cultiva en regions càlides com el sud de Xina, el sud d’Europa i Àfrica. Produeix una fusta d’alta qualitat. Generalment és creuada amb altres espècies de paulònia amb més capacitat de resistència.

- *Paulownia catalpifolia*: És una espècie de creixement més lent, sobretot a partir dels primers tres anys. Tot i que la seva fusta està molt ben preuada per la seva elevada qualitat, s'ha utilitzat poc amb finalitats de producció de fusta, ja que per aconseguir un metre cúbic tarda, aproximadament, entre 18 i 20 anys.
- *Paulownia fargesii*: Espècie d'uns vint metres d'alçada i de corona cònica. Creix de forma natural entre els 1.300 i els 3.000 m en zones de Guizhou, Hubei, Hunan, Sichuan i Yunnan (Vietnam).
- *Paulownia taiwaniana*: Espècie de creixement situat entremig de la *P. kawakamii* i la *P. fortunei*. De flors púrpures-blanquejades, de forma natural creix en boscos de menys de 1.200 m, en zones de Fujian, Guangdong, Hunan, Taiwan i Zhejiang.

A la Xina i altres països asiàtics com el Japó, Taiwan i Corea és on trobem la tradició més gran i coneixement de la silvicultura d'aquest gènere. En aquests llocs disposen de clons híbrids naturals i artificials, els quals són incapaços de produir llavors viables, que s'adapten a una alta varietat de climes i sòls, i a una gran varietat de temperatures i precipitacions, i una bona capacitat d'adaptació en sòls pobres (Barton et al. 2007; Kasamaki 2007 citat a Salguero, 2015).

Tot i que totes les espècies i clons d'aquest gènere són similars en la seva fisonomia i propietats de la fusta, el clon "*Paulownia elongata x fortunei*" es diferencia per ser un híbrid natural que combina gens de dues espècies destacades pel seu elevat creixement i adaptabilitat a diferents tipologies de sòls (Van de Hoefy i Hill, 2003; Zhu et al. 1986 citat a Salguero, 2015). Cal recordar que un clon és un organisme que deriva d'un altre organisme, a través d'un procés de reproducció asexual, portant les mateixes característiques genètiques que l'individu original (Arnold et al. 1991 citat a Salguero, 2015).

Imatge I: Fotografia d'una finca de Paulònies a Cornellà del Terri. Març del 2017



Font: Elaboració pròpia

4.2 Distribució geogràfica

El gènere *Paulownia sp.* creix de forma natural en els boscos temperats del sud de la Xina, d'on és originària. Allà, a més, es cultiva des de fa més de 3.000 anys, on trobem més de 15 milions d'hectàrees plantades; diversificant-se al nord de Laos, Vietnam, Taiwan i a l'est d'Àsia. Mentre que a la zona de Corea i Japó es cultiva des de fa uns 1.000 anys (Barton et al. 2007 citat a Salguero, 2015).

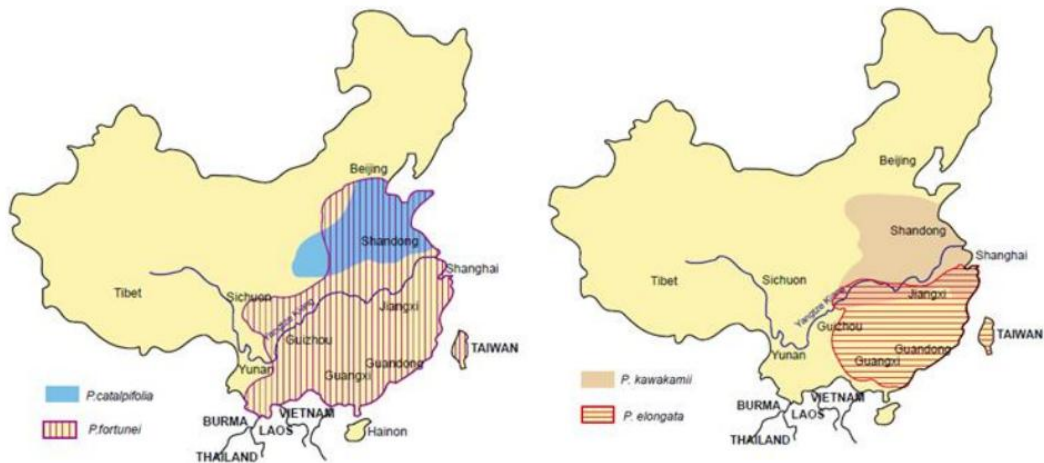
A causa de la seva ràpida taxa de creixement, aquest gènere ha estat descrit com "l'arbre del futur" per a nombrosos autors (Woods 2008 citat a Salguero, 2015). Cal dir que a Europa, aquest gènere s'introdueix des de la base del comerç holandès "East India Company" (Japó), primer a Holanda i Bèlgica, i llavors s'expandeix cap a França (1834), cap a Anglaterra (1838), Àustria (1863), Roma (1888), i Austràlia (1922), entre d'altres (Barton et al. 2007 citat a Salguero, 2015). Vegem com des de principis del segle XIX va començar a cridar l'interès fins a l'actualitat, amb moltes espècies millorades genèticament, entre clons i híbrids, que han sigut distribuïts en diferents parts del món, tals com Alemanya (Keiermeier 1977), Brasil (Yamazone et al. 1979), Argentina (Dimitri 1984; Fernández et al. 1998) i Espanya (Ayanz 1985).

Avui però, gràcies a la seva capacitat d'adaptació a un gran ventall de climes i gràcies al fet que la seva fusta té moltes utilitats, la seva producció s'ha vist incrementada en tot el món. Com ja he dit, es cultiva a Àsia, des de la Xina, Taiwan, Vietnam, Camboya, Corea fins al Japó. Així com també es cultiva als Estats Units, Austràlia, Nova Zelanda, Àfrica i pràcticament a tot Europa; sobretot a Itàlia, Espanya i Catalunya.

Als Estats Units la trobem des de principis del segle XIX, sembla que certes llavors que havien sigut utilitzades com a material d'embalatge pel transport d'una vaixella de porcellana provinent de la Xina, varen ser dispersades pel vent, un cop desembalat el material. Així doncs, uns anys més tard i també gràcies al fet que a la població li agradava el gènere, van aparèixer a gran part dels estats de l'est; Tennessee, Kentucky, Indiana, Carolina del Nord i del Sud, Virginia Occidental, Virginia i Maryland (El-Showk i El-Showk 2003 et al. 2007, Woods 2008, Yadav et al 2013 citat a Salguero, 2015).

En el mapa següent (mapa I) es pot apreciar la distribució natural de la *Paulownia sp.* en el sud-est Asiàtic. En aquesta zona vegem com l'espècie més estesa és la *P. fortunei* que va des de Shandong fins a Laos, tot i que també hi ha grans extensions de *P. catalpifolia*, *P. kawakamii* i *P. elongata* (Barton et al, 2007 citat a Salguero, 2015).

Mapa I: Distribució Natural de la *Paulownia sp.* en el sud-est Asiàtic

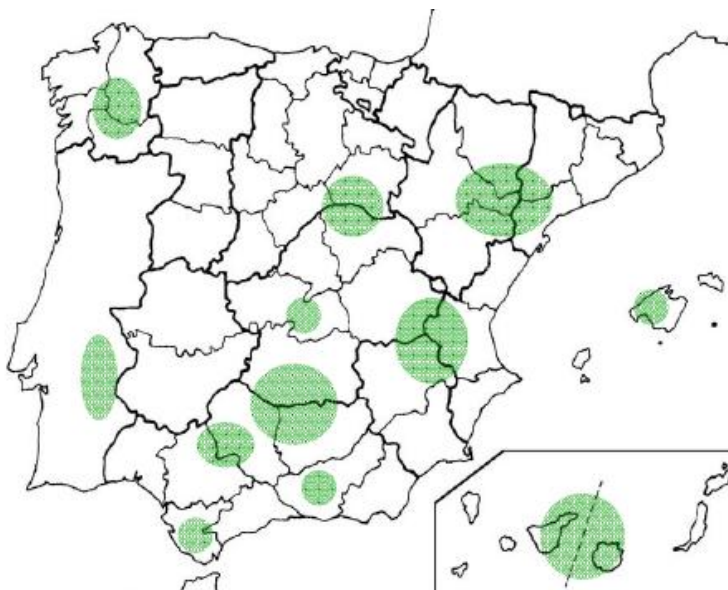


Font: Barton et al, 2007 citat a Salguero, 2015.

En el "Mapa II" es pot apreciar la distribució a Catalunya i a Espanya de les plantacions de *Paulownia sp.* A la Comunitat Valenciana és on hi ha més plantacions (aprox. 400 Ha), en general a la costa Mediterrània i algunes zones d'Extremadura (Badajoz). També s'estan fent proves a la zona de Lugo, Ourense i Pontevedra, entre Guadalajara i Sòria i en diferents zones d'Andalusia.

Segons dades de l'empresa *Ipaulownia* hi ha més de 1.200 Ha (2016) de *Paulownia sp.* entre Catalunya i Espanya comptant únicament amb els seus dos clons; Cotevisa 1 i Cotevisa 2.

Mapa II: Distribució de les plantacions de *Paulownia sp.* a Catalunya i Espanya.



Font: web de l'empresa *Ipaulownia* (www.ipaulownia.es).

A tall d'exemple, es pot consultar l'estudi sobre el cultiu de la *Paulownia sp.* per obtenció de fusta i biomassa a Castilla-La Mancha, elaborat pel Departament de Ciència i Tecnologia Agroforestal i genètica, Àrea de Tecnologia del Medi Ambient de la Universitat de Castilla-La Mancha. Aquest treball titulat "La gestión forestal: El cultivo de Paulonia (*Paulownia elongata x fortunei*) para la obtención de madera y biomasa en Castilla-La Mancha" és un exemple del fet que, tant a Espanya com a Catalunya, s'està treballant i s'estan fent moltes proves amb aquest gènere. Els resultats d'aquest estudi varen ser publicats a la revista 'Foresta' l'any 2011, on s'hi publiquen estudis i treballs tècnics de caràcter forestal des de l'any 1998, una prestigiosa revista editada pel Col·legi Oficial d'Enginyers Tècnics Forestals. Més informació al web: <http://www.redforesta.com/blog/2011/02/02/la-gestion-forestalel-cultivo-de-paulonia-pawlonia-elongata-x-fortunei-para-la-obtencion-de-madera-y-biomas-a-en-castilla-la-mancha-primeros-resultados/>

Imatge II: Fotografia d'una plantació de paulònies a la zona de Navarrès (València).



Font: elaboració pròpia

4.3 Característiques biològiques

És un arbre de creixement ràpid i de fulla caduca, que té una supervivència d'entre 70 i 100 anys i que s'adapta a diferents condicions de sòl i de clima (Wang i Shogren, 1992 citat a Xiong, 2015). Aquest gènere el podem considerar de baixa demanda hídrica, tot i que no és capaç de créixer en zones àrides (Lucas-Borja et al, 2011 citat a Xiong, 2015). Fa una elevada producció de biomassa durant la seva fase de creixement, i produeix un metre quadrat de fusta amb tan sols 6-7 anys.

En la "Taula I" es pot apreciar els rendiments anuals i creixements en alçada de diferents espècies d'arbres típiques de Catalunya, incloent-hi la *Paulownia sp.*

Taula I: Taula de rendiments i creixements en alçada de diferents espècies d'arbres.

Espècie	Rendiment anual	Alçada als 3 anys	Alçada màxima
Paulònia (<i>Paulownia spp.</i>)	3 – 5 m	10,5 – 15,5 m	15 – 20 m
Salze híbrid (<i>Salix spp. hybrid</i>)	1,5 – 4 m	7,5 – 12 m	15 – 25 m
Àlber negre (<i>Populus nigra</i>)	2,5 – 3,5 m	9 – 12 m	20 – 25 m
Àlber híbrid, Àlber oriental (<i>Populus deltoides</i>)	2,5 – 3,5 m	9 – 12 m	20 – 30 m
Roure vermell (<i>Quercus texana, Quercus nuttalli</i>)	2 – 2,5 m	7,5 – 9 m	15 – 20 m
Eucaliptus vermell (<i>Eucalyptus polyanthemos</i>)	2 – 2,5 m	6 – 9 m	10 – 15 m
Salze ploraner (<i>Salix babylonica</i>)	1,5 – 2,5 m	4,5 – 9 m	15 – 20 m

Font:: <http://paulownia.bg/es/cualidades-de-paulownia>

És una planta de metabolisme C4, i per tant, el diòxid de carboni és fixat durant les fases intermèdies del Cicle de Calvin en un compost de 4 carbonis. Vegem com el metabolisme tipus C4 necessita major energia per a formar carbohidrats però posseeix l'important avantatge de presentar nivells de fotorespiració molt baixos. Resumint, és una adaptació als ambients més càlids i secs, i dins aquest grup trobem en general plantes de gran creixement i eficàcia en la fotosíntesi a temperatures altes (A. Langtry, L. Martín, J. Merino, 2012).

És un arbre caducifoli en les zones temperades i subtropicals, i perennifoli en zones tropicals. Pot arribar als 20-30 m d'alçada, és de copa ampla i té branques ascendents, d'escorça de color gris. És un arbre que posseeix una gran arrel pivotant la qual, de forma natural, s'endinsa en el sòl per a buscar aigua. Posseeix unes fulles de grans dimensions, les quals poden arribar a mesurar 90 cm d'amplada en tan sols un any; reduint-se a mesura que passen els anys, fins a unes dimensions mitjanes de 12 cm; les fulles estan disposades en parell, són oposades, de forma corbada-ovalada, acuminades, llargament peciolades i cobertes d'una fina i suau capa. Són de color verd tirant a fosc. Les flors es formen a la tardor en panícules de 10 a 30 cm de longitud i resten tancades dins la primavera. Les flors són d'uns 5 cm de longitud, acampanades, amb 5 lòbuls de color violeta pàl·lid. El fruit és una càpsula llenyosa, dehiscent i de forma ovoide punxeguda, amb petites llavors (Zhu *et al.* 1986, Kasamaki 2007 citat a Salguero, 2015).

Imatge III: Fotografia d'una plantació de *Paulownia sp.* a la zona de Cervià de Ter (Girona)



Font: Elaboració pròpia

4.4 Requeriments edafo-climàtics i ambientals

4.4.1 Característiques tèrmiques

La *Paulownia sp.* pot desenvolupar-se des de climes temperats a tropicals amb un ampli rang de temperatures, amb unes mínimes absolutes de -20°C i màximes absolutes de 41°C. Cal destacar que per assolir un correcte creixement cal tenir molt en compte la temperatura de la zona on volem realitzar la plantació. Així, per assolir un creixement òptim requereix una temperatura mitjana diària de 24 a 29°C. Pel que fa a les temperatures mínimes, la Paulònia és sensible a les gelades primaverals fortes, les que poden matar als brots joves en els moments de creixement vegetatiu, o danyar el tall greument, afectant el creixement i la forma de la planta (Van de Hoef i Hill, 2003 citat a Salguero, 2015).

Per aquests motius cal saber quina espècie plantem, ja que cadascuna d'elles s'adapta més o menys bé al fred. En la "Taula II" s'aprecia com la *P. tomentosa*, *P. elongata* i *P. catalpifolia* s'adapten bé a llocs on les temperatures poden baixar dels -10°C. Amb menor mesura també aguanten bé les gelades la *P. fortunei*, la *P. kawakamii* i la *P. fargesii*.

Taula II. Condicions edafo-climàtiques i ambientals de diferents espècies del gènere *Paulownia sp.*

Especies	Distribución			Temperatura			Precipitación		Suelo	
	Lat.(N)	Long.(E)	Altitud (m.s.n.m)	Min. (°C)	Max. (°C)	Media (°C)	Anual (mm)	Meses secos	pH	Textura
<i>P. tomentosa</i>	28-40°	105-128°	1.500	-20	40	11-17	500-1.500	3 - 9	5,0-8,5	Arcillo-arenoso
<i>P. elongata</i>	28-36°	112-120°	1.200	-15	40	12-17	600-1.500	3 - 9	5,0-8,5	Franco-arenoso
<i>P. catalpifolia</i>	32-36°	113-120°	800	-15	38	12-15	700-1.300	4 - 8	6,0-8,0	Arcillo-arenoso
<i>P. fortunei</i>	18-30°	105-122°	1.100	-10	40	15-23	1.200-2.500	2 - 3	4,5-7,5	Arcillo-arenoso
<i>P. taiwaniana</i>	22-25°	120-122°	1.000	-2	39	20-23	1.800-2.300	2 - 3	4,5-7,0	Arcillo-arenoso
<i>P. albiphloea</i>	28-30°	110-122°	600	-3	41	18-20	900-1.400	3 - 4	4,5-7,5	Arcillo-arenoso
<i>P. australis</i>	22-30°	110-122°	700	-6	38	14-20	900-2.100	2 - 3	4,5-7,0	Arcillo-arenoso
<i>P. kawakamii</i>	22-30°	110-122°	800	-8	38	14-20	1.100-2.200	2 - 4	4,5-7,5	Arcillo-arenoso
<i>P. fargesii</i>	23-31°	100-110°	2.000	-11	34	13-18	1.200-1.900	1 - 2	4,5-6,5	Arcillo-arenoso

Font: Zhu et al. 1986 citat a Salguero, 2015

4.4.2 Requeriments hídrics

L'àrea de distribució natural de la *Paulownia sp.* presenta una pluviometria que oscil·la entre els 500 i els 2.500 mm/any. Per a promoure el creixement ràpid d'aquesta per a produccions comercials de fusta en un clima càlid, es requereixen almenys 700 mm de pluja/any o provenir-les d'aigua mitjançant un sistema de reg suplementari (Zhu et al. 1986, Lawrence 2011 citat a Salguero, 2015).

Aguenta la sequera fins a un cert límit, però el seu bon desenvolupament durant, sobretot el primer i segon any de creixement, demandarà altes quantitats d'aigua, ja que les fulles són grans i conseqüentment tenen una alta taxa de transpiració (Lawrence 2011 citat a Salguero, 2015). Així doncs, necessita suficient aigua en el sòl per a compensar les altes tasses de transpiració de les fulles i així maximitzar la seva eficiència fotosintètica.

La seva capacitat metabòlica C4 la fa eficient en l'optimització de l'aigua i els nutrients disponibles quan la llum i la temperatura són altes (Woods 2008 citat a Salguero, 2015). Per contra, les plantes queden afectades negativament en el seu desenvolupament davant

l'escassetat d'aigua. Per a fer front a això, han desenvolupat mecanismes que van des de respostes fisiològiques i bioquímiques a canvis moleculars i genètics (Coll et al. 2001 citat a Salguero, 2015).

Quan nota un canvi de pressió de vapor entre l'atmosfera i els espais intercel·lulars de les fulles, les plantes tanquen totalment o parcialment els seus estomes per a reduir la pèrdua d'aigua, reduint al mateix temps la taxa fotosintètica; aquesta és una resposta estomàtica induïda per la fitohormona àcid abscísic (ABA). Per altra banda, el contingut d'aigua de les cèl·lules és després mantinguda per sinterització i acumulació de diversos grups de compostos de petites molècules, incloent-hi carbohidrats solubles i aminoàcids que, segons els nivells presents, aporten a les diferents espècies de plantes una major o menor resistència a l'estrès hídric (Larcher 2003 citat a Salguero, 2015).

Imatges IV i V: Fotografies d'una plantació amb sistema de reg "gota a gota". Any 2013 i 2017, respectivament.



Font: Elaboració pròpia

Estudis realitzats a Espanya en plantes de *Paulownia elongata x fortunei*, sota diferents nivells de fertilització i reg, en un lloc de sòl franc argilós, determinaren que el creixement de les plantes durant el primer i el segon any depenien en major mesura de la quantitat d'aigua que dels diferents nivells de fertilització en el sòl (Barja, 2009 citat a Sanchez. A, 2013).

4.4.3 Característiques del sòl

En la seva àrea natural trobem la *Paulownia sp.* sobretot en sòls sorrencs i argilosos, on el percentatge d'argila varia depenent de cada espècie (màxim 30% argila). És molt tolerant a les variacions de la fertilitat del sòl i, tot i que creix més en sòls fèrtils, també tolera els sòls pobres, en els que pot aconseguir increments de diàmetre apreciables (Johnson 2000 citat a Salguero, 2015).

Tot i això, els millors creixements els trobem en sòls profunds ($\geq 0,50$ m) i sòls franc-argilosos, amb una porositat superior al 50% i ben drenats, amb el nivell freàtic que estigui almenys a un metre sota la superfície. És essencial un bon drenatge del sòl, ja que cap de les espècies suporta l'aigua estancada doncs els provoca asfíxia radicular, portant la mort de la planta (Johnson 2000 citat a Salguero, 2015). Posseeix un potent sistema radical amb una arrel pivotant que pot arribar a una profunditat de 9 m. Per aquest motiu, la plàntula ha d'estar almenys a 1 m de la capa freàtica doncs en el contrari s'exposaria també a una asfíxia radicular (Kasamaki 2007 citat a Salguero, 2015).

Respecte al pH del sòl, existeix un ampli rang de variació tolerada per a cada espècie, desenvolupant-se en la seva distribució natural en sòls des d'àcids molt forts fins a moderadament alcalins, amb un pH que va des de 4,5 a 8,5, tot i que el seu millor creixement s'ha observat en sòls d'entre 5 i 7 de pH (Zhu et al. 1986 citat a Salguero, 2015).

La supervivència i el creixement de la *Paulownia sp.* es veu molt afectat si el contingut de sal que trobem en el sòl supera l'1% (Zhu et al. 1986 citat a Salguero, 2015) doncs l'alta salinitat redueix l'absorció d'aigua i de nutrients per les arrels (Reigosa et al. 2003 citat a Salguero, 2015), provocant afectes negatius sobre el funcionament bioquímic i fotosintètic, com modificacions en l'aparell fotosintètic (Ayala-Astorga i Alcaraz Meléndez, 2010). Tot i això, la tolerància a la salinitat en el sòl varia en cada espècie.

A tall de curiositat, el seu rang de distribució natural es troba entre els 600 i els 2.000 m sobre el nivell del mar, creixent tant en turons com en les valls ben drenades. Tot i que la diversificació més gran d'espècies naturals s'accentuen en valls que es troben entre els 1.000 i els 1.500 m (Zhu et al. 1986 citat a Salguero, 2015).

4.4.4 Necessitats lumíniques

Les diferents espècies del gènere *Paulownia sp.* són intolerants a l'ombra i per tant, no són aptes per a ser mesclades amb altres espècies heliòfiles. Si un arbre rep ombra en un 70%, així li pot provocar deformacions i fins i tot la mort (Zhu et al. 1986 citat a Salguero, 2015). Així doncs, de forma natural es troben generalment situades als límits dels boscos, on la disponibilitat de llum solar és major que en l'interior. Tant la germinació de les llavors com el creixement de les plàntules exigeixen llum intensa, de manera que la seva regeneració es dona en àrees abandonades, cremades o en boscos tallats, on el banc de llavors existent troba les condicions de llum abundant que necessita per a la seva germinació (Zhu et al. 1986 citat a Salguero, 2015).

Treballs de corba de llum fets amb *P. elongata*, *P. fortunei*, *P. imperialis* i un híbrid (*P. tomentosa* \times *fortunei* 33) (Li et al. 2008, Muthuri et al. 2009, Llano-Sotelo et al. 2010 citat a Ayala-Astorga i Alcaraz Meléndez, 2010), han demostrat que el punt de saturació de llum, a la qual aconseguen la taxa màxima fotosintètica, es troba a una densitat de flux de fotons fotosintètics (PPFD) superior a $1.600 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Un valor alt si el comparem amb espècies

com l'Eucaliptus, que té un punt de saturació de llum a PPFD entre 800 i 1.200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Pereira et al. 1992, Battaglia et al. 1996 citat a Salguero, 2015).

Imatge VI: La flor de la *Paulownia sp.*



Font: Elaboració pròpia

A més de la intensitat de la llum, el fotoperíode també és molt important pel seu desenvolupament. Vegem en un experiment de plàntules de *P. tomentosa* sota fotoperíodes de 8, 12, 16 i 24 hores (Carpenter et al. 1983 citat a Salguero, 2015) com a major fotoperíode (16 i 24 hores), major era el creixement en alçada i en producció de matèria seca total, incloent-hi fullatge, arrel i tall.

4.4.5 Tolerància al vent

Les espècies del gènere *Paulownia sp.* no són adequades per a zones amb vents forts (> 40 km h), ja que les fulles dels arbres joves es poden danyar fàcilment, així com es poden trencar el tronc i les branques (El-Showk y El-Showk 2003, Woods 2008 citat a Salguero, 2015).

Tot i això, el vent afecta amb menor mesura als arbres madurs que tenen el tronc i les branques ja ben lignificades. El vent no causa cap trencament, tot i que pot provocar deformacions en la copa de l'arbre i/o provocar que l'arbre desenvolupi un major nombre de branques axials que apicals, inhibint el creixement en alçada però potenciant el creixement en diàmetre (Zhu et al. 1986, Barton et al. 2007 citat a Salguero, 2015).

4.4.6 Producció de plantes

Les diferents espècies del gènere *Paulownia sp.* es propaguen de manera convencional a través del mètode de llavors i multiplicació vegetativa d'esqueixos de tall i d'arrel, així com mitjançant el cultiu de teixits in vitro; sent el creixement de plàntules procedents de llavors més lent que el de plàntules multiplicades vegetativament (Bergmann 1998, Bergmann y Whetten 1998 citat a Salguero, 2015). La propagació amb esqueixos d'arrel requereix menor temps que la multiplicació in vitro. A més, és més fàcil d'executar i presenta resultats de creixement de plàntules uniformes, amb un alt percentatge de supervivència (Zhu et al. 1986 citat a Salguero, 2015). És el mètode de propagació més usat per propietaris de plantacions forestals gràcies al menor cost de producció.

Els avenços tecnològics per a la propagació in vitro, i la millora de protocols per a la transformació genètica, ha accelerat el desenvolupament d'arbres genèticament millorats en els últims 15 anys. La multiplicació d'espècies forestals mitjançant el mètode de cultiu in vitro ha permès obtenir plantes clonals millorades, amb menys malalties i virosis (Hinchee et al. 2009 citat a Salguero, 2015).

Actualment la gran majoria de clons de *Paulownia sp.* són obtinguts a través de la hibridació, i l'única manera de multiplicar aquestes plantes és pel mètode de cultiu in vitro o per esqueixos d'arrel. Cal recordar que les llavors d'aquests clons no són vàlides per a la seva germinació, ja que al ser híbrides provoca que no siguin fèrtils. L'avenç en la micropropagació de diverses espècies del gènere és ampli, però tot i això, ha calgut desenvolupar protocols més eficients, on es millora la composició de macronutrients, micronutrients i la concentració de reguladors de creixement, amb el fi d'obtenir una resposta òptima dels brots utilitzats durant el cultiu in vitro (Castellanos et al. 2006, Castillo et al. 2012 citat a Salguero, 2015).

Imatges VII i VIII: Estat d'una plantació de *Paulownia sp.*, Sant Jordi Desvalls, a març del 2017



Font: Elaboració pròpia

Per a l'etapa inicial del cultiu in vitro es recomana utilitzar "explants" consistents de gemmes axil·lars, les quals han de ser desinfectades, extirpades i inoculades en tubs d'assaig, obtenint plàntules ben desenvolupades amb un percentatge del 96% de supervivència (Clapa et al. ,2014 citat a Salguero, 2015). Per a l'etapa de multiplicació, recomanen utilitzar 5 micro-esqueixos per recipient de cultiu, provinents de l'etapa inicial, amb brots d'almenys 2 cm de longitud i amb 3 nusos. Una porció d'entre 2/3 i 3/4 de la part basal dels esqueixos ha de ser

submergida, amb un suplement d'1 mg L⁻¹ de meta-topolina i gelicat en 50 g L⁻¹ de midó de blat. Tot seguit passa per un període d'incubació a la sala de creixement amb temperatures de 23 ± 3 °C i una intensitat de llum de 36 μmol m⁻² s⁻¹, obtenint així altes taxes de proliferació i multiplicació de brots.

Tot i això, una de les formes més habituals de reproduir *Paulownia sp.* és a través d'esqueixos d'arrel d'arbres prèviament seleccionats. El procediment s'inicia amb els esqueixos d'arrel que s'obtenen a finals d'hivern/principis de primavera, en plantes d'1 o 2 anys de creixement o d'arbres madurs. De cada planta es poden obtenir entre 20 i 30 esqueixos d'arrel (Zhu et al. 1986 citat a Salguero, 2015).

L'arrel és seleccionada en segments d'entre 8 i 12 cm de longitud i d'1,2 a 2,5 cm de diàmetre (Ayanz 1985; Barton et al. 2007; Riffo et al. 2015 citat a Salguero, 2015), i transportats al viver amb testos plens de terra humida, i establerts en safates germinadores, amb mescla de terra, sorra i compost (proporcions 1:1:1). En alguns casos, la reproducció pot fer-se directament en el terreny, però en aquest cas farem servir esqueixos d'arrel de 10 cm de llargada i 3 cm de diàmetre, i es planten directament en el terreny; tot i això, la supervivència és realment més baixa (Kays et al. 1914 citat a Salguero, 2015).

Així doncs, el més habitual és sembrar els esqueixos a 2-3 cm de profunditat i de forma inclinada en testos de 9x9x10 o superiors, obtenint arrelaments i brots en més del 90% dels esqueixos sembrats, entre 25 i 40 dies. Es mantindran en el test fins a tenir la seguretat que la temperatura exterior no baixa dels 3°C i el plançó presenti un sistema radicular suficientment desenvolupat. (Kays et al. 1914 citat a Salguero, 2015).

5 La *paulownia sp.* :una oportunitat pel món rural català

El Sr. Ripoll i el Sr. Brunso varen plantar paulònies a una finca de 4 hectàrees a les ribes del Ter del municipi de Sant Jordi Desvalls (Gironès, Catalunya), l'any 2014. Una plantació que actualment té 3 anys i que està aconseguint uns creixements molt bons. Segons ambdós propietaris l'experiència està sent molt positiva, tant en l'àmbit de rendibilitat i creixement com en l'àmbit personal, doncs són cada dia més i més els que pregunten i s'interessen per l'espècie (apartat 5.1).

La sort de conèixer professionals que treballen amb aquest gènere des de ja fa uns anys, agricultors amb certa experiència en el seu cultiu, a l'haver assistit al IV Congrés Internacional de la Paulònia a Navarrès (València) i haver pogut contactar i dialogar amb fusters i compradors/productors, explicaré les seves experiències pel que fa al maneig de la plantació (apartat 5.2.1).

Per analitzar i experimentar com reaccionaven, creixien i es desenvolupaven les paulònies sota diferents pràctiques de maneig de cultiu, vaig plantar-ne, amb la finalitat d'entre la teoria i la pràctica arribar a unes conclusions sòlides i eficients de com ha de ser una correcta plantació. En la segona part d'aquest capítol (apartat 5.2) s'explica el procés i als resultat de dues experimentacions: la primera és la de produir plançons a través d'esqueixos d'arrel i, la segona, la de comparar creixements en paulònies amb "tall de rebrot" i sense tallar. Al final d'aquest apartat s'explica específicament els costos i els ingressos d'una inversió amb paulònies.

L'apartat 5.3 tracta sobre diferents professionals que des de ja fa un temps treballen amb fusta de *Paulownia sp.*, així com dels diferents aprofitaments que podem extreure d'aquest arbre i els compradors que ja hi comercialitzen, un petit apartat dedicat a les plantacions de paulònia per a biomassa i, finalment, els clons i espècies més utilitzades.

Per tancar el capítol, dedico tot un apartat (apartat 5.4) a parlar sobre els beneficis mediambientals i socials que aporten les plantacions de *Paulownia sp.* En aquest, s'explica la capacitat per a recuperar sòls contaminats, la millora ambiental que provoquen les plantacions i el paisatge que creen.

5.1 La plantació

5.1.1 Localització de la finca

La finca de 4 hectàrees es troba en el municipi de Sant Jordi Desvalls, un petit poble del NE de Catalunya a l'àrea septentrional de la província de Girona i, concretament, al NE de la comarca del Gironès. Des del punt de vista físic, s'ubica en una zona de transició entre el massís de les Gavarres i la depressió de l'Empordà. És un municipi d'11,7 km² situat a 57 m per sobre el nivell del mar, amb una població de 700 habitants (2016) i una densitat de població de 55,3 hab./km².

Sant Jordi Desvalls es troba a la zona climàtica continental i es caracteritza per un clima de tipus subhúmit amb temperatures mitjanes d'entre 14°C i 16°C, pluviometries d'entre 700 mm i 800 mm i una humitat d'entre el 70% i el 81%. Geològicament, el municipi es situa en la zona de transició entre el massís de les Gavarres i la depressió tectònica de l'Empordà, en una àrea ocupada per l'anomenada "cubeta de Celrà", que correspon a una petita depressió geomorfològica situada en el límit sud-occidental de la plana del Baix Empordà. A grans trets podem diferenciar dues àrees clarament diferenciades en el municipi: un extrem SW de

morfologia planera, constituït per dipòsits d'origen al·luvial quaternaris associats a la dinàmica hídrica del riu Ter vers al sud, i un sector meridional i oriental de relleus suaus, configurat per un substrat paleogen i neogen. El Ter discorre pel sector sud del terme municipal en direcció W-E (CILMA, 2016).

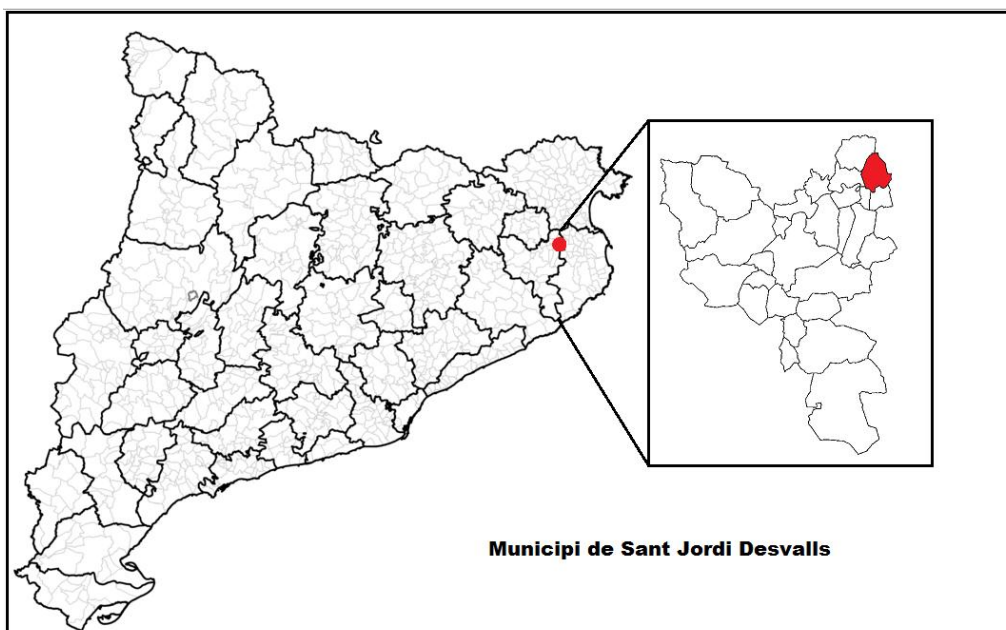
Imatge IX: Fotografia de la finca de Paulònies del Sr. Ripoll i el Sr. Brunsó, Sant Jordi Desvalls (Girona).



Font: Elaboració pròpia

Concretament les Paulònies es varen plantar a una zona coneguda amb el nom de “les ribes” o “zona del riu”, una gran plana agrícola/forestal travessada pel riu Ter, una zona on la plantació pot desenvolupar-se amb òptimes condicions físiques-ambientals. A més, en el subsòl hi ha aigua emmagatzemada amb la que, amb els corresponents permisos i llicències, es pot extreure per a regar. Segons un anàlisi de l'empresa AgroSalvi S.L, el sòl de la finca és de composició sorrenc-argilós, és molt drenat (gràcies a l'alt percentatge de material sorrenc) i posseeix un pH de 6,8. Segons Barton (2007) per obtenir bons resultats de plantació és essencial seleccionar meticulosament el lloc on plantarem, en funció dels requeriments edafo-climàtics de l'espècie a establir. Com es pot apreciar fent una petita comparació amb la part teòrica del treball, la finca posseeix unes característiques físiques-ambientals òptimes per a plantar-hi paulònies.

Sant Jordi Desvalls és un poble que, com la majoria, ha patit i està vivint un procés de “des-ruralització”. És a dir, pateix una sèrie de canvis que per resumir-ho, esdevenen perquè el sector primari no fa més que disminuir i el sector terciari guanya posicions. Cal analitzar com afectaran aquests canvis funcionals, estructurals i laborals en els municipis que, fa poc més de 50 anys, eren evidentment rurals, amb una gran tradició agrària i plenament lligats a oficis, tradicions i costums úniques i brillants. Avui en dia, amb un canvi de paradigma molt significatiu, ens trobem que el que és urbà i el que és rural van agafats de la mà, estan interrelacionats, vinculats i fins i tot, en molts llocs, es fa difícil saber on comença i on acaba la ciutat.

Mapa III: Localització de Sant Jordi Desvalls vers Catalunya i el Gironès.

Font: elaboració pròpia.

5.1.2 Maneig de la plantació

Entre l'experiència professional de tots els tècnics en *Paulownia sp.* que he entrevistat, la literatura complementària i la meua petita experiència com a productor, exposo un seguit de consells pràctics a l'hora de manejar la finca. Cal recordar que són orientacions i recomanacions sovint personals i que, en qualsevol cas, de ben segur es poden discutir depenent de cada lloc, depenent de cada objectiu de producció i fins i tot, depenent de cada experiència personal.

Igualment, la preparació del lloc, la densitat inicial i el marc de plantació, així com el maneig posterior, depenen de l'objectiu de producció. Per exemple, a la Xina i Taiwan, per a la producció de fusta, planten inicialment amb un marc de plantació de 6x6; 5x5 a 5x4 m. Però entre els 5 i 6 anys aclareixen la zona eliminant fileres alternes, aconseguint un marc final de 6x12,5; 5x10 o 5x8 m. Entre les diferents files es deixa un espai que oscil·la entre els 4 i els 5 m. (Zhu et al. 1986 citat a Salguero, 2015). Mentre que quan instal·len paulònies de forma associada amb altres cultius agrícoles tals com el blat, el cotó o el blat de moro, el marc de plantació és de 5x20 m o 5x50 m per permetre un bon creixement del component agrícola (Johnson 2000 citat a Salguero, 2015).

A Europa, en canvi, l'establiment de plantacions de paulònia per a producció de biomassa es fa amb un marc de plantació de 2x2 m o 3x3 (2.500 a 1.100 arbres/Ha). Mentre que per a la producció de fusta generalment es planta entre 5x5 i 5x6 (270 a 500 arbres/Ha) (Zhu et al. 1986 citat a Salguero, 2015).

Cal recordar però, que cada espècie i cada tipologia de condicions edafo-climàtiques condicionaran el marc de plantació. Vegem per exemple que la densitat de plantació recomanada per a *P. elongata* amb fins de biomassa és de 1.667 arbres/Ha, amb un marc de

plantació de 2x3m. En canvi, per a la producció de fusta és amb un marc de plantació de 5x5 m. Amb aquest marc cada arbre disposa de 25 m² de sòl per a ell. Tot i això, molts productors estan fent proves amb marcs de plantació més grans, tals com 5x6 m o 6x6 m, ja que amb aquests, la paulònia dona uns millors resultats en disposar de més quantitat d'energia solar i més quantitat de sòl per unitat de planta (Woods, 2008 citat a Salguero, 2015).

5.1.2.1 La plantació

Es va plantar al mes de març de l'any 2014 utilitzant el clon "*InVitro 112*" de l'empresa InVitro S.L (Sant Feliu de Llobregat, Barcelona). El Sr. Ripoll, soci de l'empresa, és un gran tècnic amb paulònies i per aquesta raó es va valorar d'interès fer una "plantació experimental", en la que preteníem començar a aprendre sobre el maneig i els requeriments de la planta. Es va plantar seguint un marc de plantació de 5x5 m, amb el qual s'aconsegueixen 400 arbres per hectàrea, ja que amb la nostra experiència amb pollancre (*Populus sp.*) creiem que densitats majors comportarien curvatures en el tronc no desitjades i menys quantitat de producció de fusta final per hectàrea.

En el cas d'estudi, com s'ha explicat, l'objectiu és l'obtenció de fusta, fet que n'explica el marc de plantació.

Imatge X: Fotografies de la finca del Sr. Ripoll i el Sr. Brunsó, a mes d'abril del 2017.



Font: Elaboració pròpia

5.1.2.2 El “tall de rebrot”

Tot i que la *Paulownia sp.* té una esperança de vida d'entre 70 i 100 anys, la seva capacitat de rebrotar després de tallar mantenint la màxima productivitat, és d'entre 5 i 6 vegades, en torns de 3 anys (obtenció de biomassa). Mentre que pot rebrotar fins a 4 vegades en torns d'entre 8 i 10 anys (obtenció de fusta).

Imatge XI: Fotografia del rebrot d'una Paulònia tallada només 3 abans, a Navarrès (València)



Font: Elaboració pròpia

Per aconseguir un creixement ràpid i rectilini, el “tall de rebrot” el farem al cap d'un any de ser plantat l'arbre, quan aquest aconsegueixi uns 12 cm de diàmetre, cosa que ens informa que la planta ja té un bon sistema radicular. La planta, en rebrotar fa un creixement molt gran (entre 4 i 7 m) i recta en un any. A més, la part de dalt de la paulònia queda seca després de la floració de cada any, per tant, si aconseguim un gran creixement el primer any després del “tall de rebrot” (segon any en total), aconseguirem que la part apical de la planta que queda seca ho faci a una alçada que ja no afecti la nostra qualitat de la fusta.

Després de fer el “tall de rebrot”, en el moment de la brotada a principis de primavera, poden sortir diferents xucladors a cada planta. A aquests se'ls deixarà créixer, al cap de 15-20 dies els observarem i d'entre tots, en deixarem únicament el més vigorós, el que constituirà el futur tronc de l'arbre.

5.1.2.3 La poda

La poda des de sempre ha estat una qüestió molt personal. Igualment cal recordar que per aconseguir una correcta qualitat de la fusta hi ha d'haver uns 5-6 metres de tronc lliures de branques. Així, s'aconsegueix que la fusta un cop tallada estigui absent de grans marques. Sempre que es talli una branca es farà amb un tall perpendicular a l'arbre i com més a prop del tronc millor, però mai danyant-lo. Es podarà l'arbre amb una moto-serra o serra de mà ben afilada per aconseguir un tall més net i fàcil de regenerar per a la paulònia. Cal recordar que no s'han de tallar mai les fulles de baix (sobretot els 2 primers anys), ja que són les generadores d'energia per a la plàntula mitjançant la fotosíntesi.

S'ha d'estar atent quan la part apical de la planta queda seca i surten les dues branques que la substituiran. Quan aquestes mesurin una llargada suficient (30-50 cm) amb la que es pugui apreciar quina creixerà més vertical, es tallarà la restant al més aviat possible. Quan més aviat es talli, menys corba agafarà el tronc de l'arbre i millor serà la qualitat de la fusta d'aquest.

Imatge XII: Fotografia d'una finca de *Paulownies* exemplar a nivell de poda, a la zona de Cervià de Ter (Girona).



Font: Elaboració pròpia

5.1.2.4 El maneig del sòl

La paulònia agraeix molt que el sòl estigui subsolat almenys uns 40 o 50 cm. Així doncs, abans de plantar es recomana passar amb el subsolador i/o les arades pel camp, aconseguint que el sòl quedi més tou, dreni correctament i afavorint el correcte desenvolupament del sistema radicular de la planta. Si es subsola el sòl 1 mes abans del dia de la plantació, s'aconsegueix que aquest descansi i les bosses d'aire desapareixen. Igualment, com ja s'ha comentat, per aconseguir un òptim rendiment de la producció es pot aplicar qualsevol adob natural en el terreny amb les mesures adequades i estudiades per així facilitar a la paulònia els nutrients que necessita. Cal dir però, que és un arbre que pot sobreviure amb sòls poc fèrtils i/o contaminats.

La dimensió dels forats ha de ser d'entre 40 i 60 cm de profunditat i d'uns 30 cm d'amplada (Wang i Shogren, 1991). En aquests, si poden aplicar petites quantitats de fems o matèria orgànica descomposta per aportar a la nova planta una dosis d'energia alta, molt necessària en el primer any de vida. És recomanable que al plantar es reguin els forats, tant abans com després de fer-ho, per deixar la terra més tendra i pel correcte arrelament i desenvolupament de les plàntules. Les soques es planten en vertical, deixant entre 1,5 i 3 cm al descobert. Tot i que també poden ser enterrades totalment amb fems, palla o qualsevol material similar si es preveu que les temperatures baixin dels 3°C.

Cal recordar que la *Paulownia sp.* és intolerant a l'ombra així que els plançons més joves són sensibles a la competència per males herbes, amb les que en les primeres setmanes de vida

competiran per la llum, així com pels nutrients i per l'aigua. Per aquest motiu, i sobretot en els primers mesos de vida de la planta, s'han de deixar uns 50-60 cm de sòl net al voltant de la planta. A tall de curiositat, els plançons més joves poden morir al veure's superats per un 70% d'ombra i/o en qualsevol cas, provocar la deformació de l'arbre (El-Showk, 2003 citat a Salguero, 2015).

Segons un estudi realitzat a Maryland (EEUU) on comparaven el desenvolupament de la *Paulownia sp.* en 2 situacions completament diferents; en un cas es va controlar el creixement de les herbes que compatien amb els arbres i en l'altre cas es van deixar que cresquessin amb normalitat. Els resultats foren clars; a la zona on s'eliminaren (50 cm a la vora de cada plançó) les males herbes, hi va haver un 21% més de supervivència i un 53% més d'alçada que en el lloc on no es varen eliminar (Beckjord et al. 1985 citat a Homar Sanchez. A, 2013).

5.1.2.5 El sistema de regadiu

La *Paulownia sp.* necessita de mitjana, entre 500 i 1.500 mm d'aigua anuals. Per aquest motiu cal estudiar bé la quantitat d'aigua que cau en forma de pluja anualment en la zona que pretenem fer la plantació.

Per exemple, en la comarca del gironès l'any 2016 va haver-hi una precipitació anual de 701,2 mm de mitjana. Per tant, una quantitat de pluja amb la qual l'espècie en qüestió podria desenvolupar-se. Tot i això, aconseguir un major creixement si, en els mesos de dèficit hídric, la reguem. Igualment sempre hem d'analitzar el sòl, ja que els sòls rics en argila ($\text{CaCO}_3 > 45\%$) i/o en zones on la capa freàtica es troba per sobre els 2 metres, no necessitarà tantes regades i per tant, el cost de l'aigua serà més moderat.

Cal saber que els sòls sorrencs en general necessitaran un 15% més de reg però, no més que això, doncs si ho superem, únicament guanyarem augmentar el cost de l'aigua, llençarem aigua i lixivarem nutrients de la zona radicular de la planta.

Altrament, remarco que en dies molt calorosos l'arbre presenta certs arrugaments a les fulles, un mecanisme d'autodefensa per evitar l'evapotranspiració. És important no confondre això amb la falta d'aigua, ja que les fulles tornen al seu estat normal a la tarda-vespre quan el sol s'amaga.

En un clima mediterrani com el que tenim a Catalunya, amb hiverns suaus i estius secs i calorosos aplicarem, aproximadament, aquestes quantitats d'aigua:

Taula III: Cadència de reg i quantitat d'aigua requerida en època de dèficit hídric.

EDAT	LITRES/ARBRE	CADÈNCIA DE REG
1 - 8 setmanes	20	de 5 a 12 dies
2 - 4 mesos	30	de 12 a 15 dies
4 - 12 mesos	40	de 12 a 15 dies
més d'1 any	50	cada 15 dies

Font: Elaboració pròpia

Aquestes quantitats són citades únicament per a oferir una idea general de les quantitats d'aigua que necessita la *Paulownia sp.* i, en cap cas, per a mostrar una cadència de reg real/obligatòria. És a dir, es desenvolupa i s'adapta molt bé al clima de Catalunya i pot

sobreviure i desenvolupar-se sense cap problema (deixant de banda certs punts del país on les mitjanes pluviomètriques són molt inferiors) però, en general, tots els agricultors que treballen amb aquesta espècie des de ja fa uns anys, apliquen un sistema de reg en el període de dèficit hídric, és a dir a l'estiu. Es recomana, sempre que es pugui, regar mitjançant el sistema de gota a gota, tant per motius d'estalvi d'aigua i de millor aprofitament d'aquesta, motius econòmics i per evitar que l'arbre pateixi asfíxia radicular (a partir de les 48 hores submergit sota aigua comença a quedar afectat).

5.1.2.6 Els fertilitzants

La *Paulownia sp.* té una gran capacitat d'adaptar-se a sòls pobres en matèria orgànica. Cal dir però, que agraeix i creix de forma quasi exponencial en aplicar-li un suplement de fertilitzants. He vist créixer paulònies en sòls realment pobres i aquestes, en general, no presentaven problemes de supervivència.

Igualment, per a aconseguir una producció de fusta òptima el millor és aplicar un suplement de fertilitzants. És una planta que agraeix molt que l'hi subministrin fems, ja que aquests l'hi aporten una gran quantitat de nitrogen.

Molts productors apliquen fertilitzants a través del sistema de reg "gota a gota" i en general treballen amb un NPK de l'ordre del 10/15/5. Es recomana fer-ho durant els mesos de primavera quan la planta necessita més energia per a desenvolupar tot el sistema foliar, florir i generar fusta. A partir del juliol ja no cal aplicar cap sistema d'abonat, ja que no interessa tant el creixement vegetatiu sinó tot el contrari, interessa que l'arbre centri les seves energies a lignificar amb la fi que afronti la tardor i l'hivern amb les millors condicions.

5.1.2.7 Fitopatologia

És un arbre molt resistent a plagues i malalties. Tot i això, cal tenir cura amb els fongs que poden aparèixer a les fulles, sobretot els del gènere *Polyporus* (Gutiérrez. J, Ocaña. R, 2009).

S'han de tenir controlades les plagues de talps "*Talpa europaea*", el perill més gran amb el qual ens hem trobat nosaltres a les finques. Aquests petits mamífers han trobat deliciosa l'arrel de *Paulownia sp.*, provocant greus problemes a la plàntula als llocs on la plaga s'instal·la. Primerament queden algunes fulles "groc-verdoses" fins que aquestes comencen a caure i, finalment en alguns casos, l'arbre mort.

Deixant de banda aquests petits animalons, no hi ha cap altre plaga que presenti problemàtiques. Cal dir però, que segons Joaquín Soriano, propietari de diverses finques de paulònies a Navarrès, la principal amenaça són els conills, ja que quan la plàntula és més petita i presenta brots tendres, aquests són molt preuats per aquests petits herbívors. Igualment, segons ell, va tenir pocs casos de diagnòstic mortal.

A la Xina, s'han donat casos de *Mycoplasma sp.*, uns bacteris que afecten tota la planta conegudes com la malaltia de "l'escombra de bruixa". Aquesta es propaga bàsicament a Àsia, tot i que també s'han trobat alguns casos als Estats Units. Per això cal treballar amb llavors i plantes de micro-propagació, les quals no transmeten la malaltia (Gutiérrez. J, Ocaña. R, 2009). Allà, també és sensible a l'antracnòs, símptoma que la planta té fongs (*Sphaceloma sp.* i *S. Paulowniae*), els quals ataquen especialment als arbres més joves. Els principals fongs són: *Rhizoctonia solani*, *Fusarium sp.*, *Phyllactina imperialis* i *Uncinula clintonii*.

A causa de la naturalesa de les fulles de *Paulownia sp.*, grans i nutritives, aquesta planta pot ser atacada per diferents insectes fitòfags i defoliadors. Per exemple, al continent asiàtic, les principals plagues d'insectes fitòfags són: *Agrotis ypsilon* (Rott.), *A. toxionis* Butler, *Euxoa segetum* Schiff, *Serica orientalis* Matsch, *Anomala corpulenta* Matsch, *Holotrichia diomphalia*, *Gryllotalpa unispina* Saussure, *G. africana palisot de Beauvois*, *Empoasca flavescens* (Fabricius), *Cicadalla viridis* L., *Cryptotothlea variegata* Snellen, *Psilogramma menephron* Cramer, *Batocera horsfieldi* Hope, *Megopis sinica* White y *Basiprionota bisignata* Boh.

En canvi per exemple a Austràlia, un dels majors problemes són les erugues *Heliothis sp.* i *Helicoverpa sp.* A més, en alguns casos també s'han donat casos de problemes amb àcars sobretot del gènere *Tetranychus sp.* i amb certs fongs com *Phytophthora sp* (Gutiérrez. J, Ocaña. R, 2009).

5.2 La meva experiència amb el maneig de les paulònies i els costos de la inversió

5.2.1 Produir plançons a través d'esqueixos d'arrel

Un dels meus objectius pràctics del treball era aprendre a fer plançons de *Paulownia sp.* a través d'esqueixos d'arrel. Aquest fet el trobo interessant per dos motius: el primer és per la simple qüestió econòmica d'estalviar-te 3-4€/plançó a l'hora de plantar i el segon motiu és pel simple fet d'aprendre com d'un simple "tros" d'arrel pot sortir un magnífic arbre.

Sabia que de cada arbre es podien extreure entre 20 i 30 esqueixos d'arrel, però no va ser fins després de visitar l'Escola Agrària i Forestal EFA que vaig aprendre a com produir-los.

Així doncs, el dia 23 de març vaig anar a la finca on tenim paulònies d'un any i vaig extreure de les seves arrels petits esqueixos d'entre 10 i 12 cm de longitud, els quals vaig plantar amb petits testos a uns 3-4 cm de profunditat i de forma inclinada. En total en vaig plantar 10.

Imatges XIII i XIV: Fotografies del dia de la plantació dels esqueixos d'arrel, dia 23 de març.



Font: Elaboració pròpia.

Al cap d'uns 21-25 dies van anar sortint les primeres gemmes a tots els esqueixos plantats, amb lo qual el resultat va ser tot un èxit.



Imatge XV: Fotografia de les primeres gemmes, dia 14 d'abril.

Font: Elaboració pròpia.

Com hem vist en l'anterior fotografia (imatge XV), de cada esqueix en surten varies gemmes. D'aquestes, únicament en vaig deixar dues fins que, al cap d'unes 10-15 dies (moments en què ja s'apreciava quina de les dues restants era la més forta) vaig eliminar la gemma més dèbil.

Imatge XVI: Fotografia de dues gemmes d'uns 10-12 cm, dia 20 d'abril.



Font: Elaboració pròpia

En deixar únicament un brot per a cada esqueix, aquest encara va créixer amb més força fins que al cap de 50-55 dies després d'haver nascut, els brots ja assolien alçades d'entre 50 i 60 cm d'alçada (imatge XVII).

Imatge XVII: Fotografia dels brots de Paulònia, a dia 10 de juny.



Font: Elaboració pròpia

El dia 10 de juny, després de concloure que el 100% dels esqueixos d'arrel plantats a finals de març havien nascut i es desenvolupaven amb molta força, els vaig anar a plantar a una finca on tenim paulònies de dimensions similars.

De tota l'experiència en vaig quedar meravellat, tan per l'alta capacitat de rebrotar a través d'esqueixos d'arrel de la Paulònia, com per la velocitat de creixement d'aquesta; aconseguint dimensions de fulla que superaven els 25x25 cm amb tan sols tres mesos.

5.2.2 Paulònies amb “tall de rebrot” i sense tall

Per analitzar de forma directa i personal el fet de si és convenient fer el “tall de rebrot” o no a una paulònia d’un any, vaig provar-ho “in situ” a casa meua. Sabia que, entre totes les opinions que havia llegit en diferents webs de discussió com “foropaulownia, paulownias.es o agroterra”, en quasi totes dominava el “Sí” com a resposta però volia comparar resultats per així arribar a una conclusió contundent i vàlida que serveixi a tots/es els interessats.

Amb aquest objectiu, el dia 8 de març vaig anar a una finca on tenim paulònies d’un any i en vaig extreure a “pico i pala” vuit, de les quals a sis els hi vaig aplicar el “tall de rebrot” i a dues no. Totes elles eren del mateix clon “InVitro 112” i tenien les mateixes dimensions. A més les vaig plantar amb igualtat de condicions de sòl i d’aigua. Vaig preparar el terreny amb una excavadora i vaig fer 8 forats al terra d’uns 100x100 cm. A totes elles se’ls hi va aplicar una dosis d’aigua aproximada de 15 litres cada 20 dies; la quantitat mínima perquè poguessin desenvolupar-se doncs des de mitjans d’abril fins a finals de juny pràcticament no va ploure.

Imatges XVIII i XIX: Fotografies del dia de la plantació. A l’esquerre vegem una paulònia a la que se l’hi ha aplicat el “tall de rebrot”. Dia 8 de març.

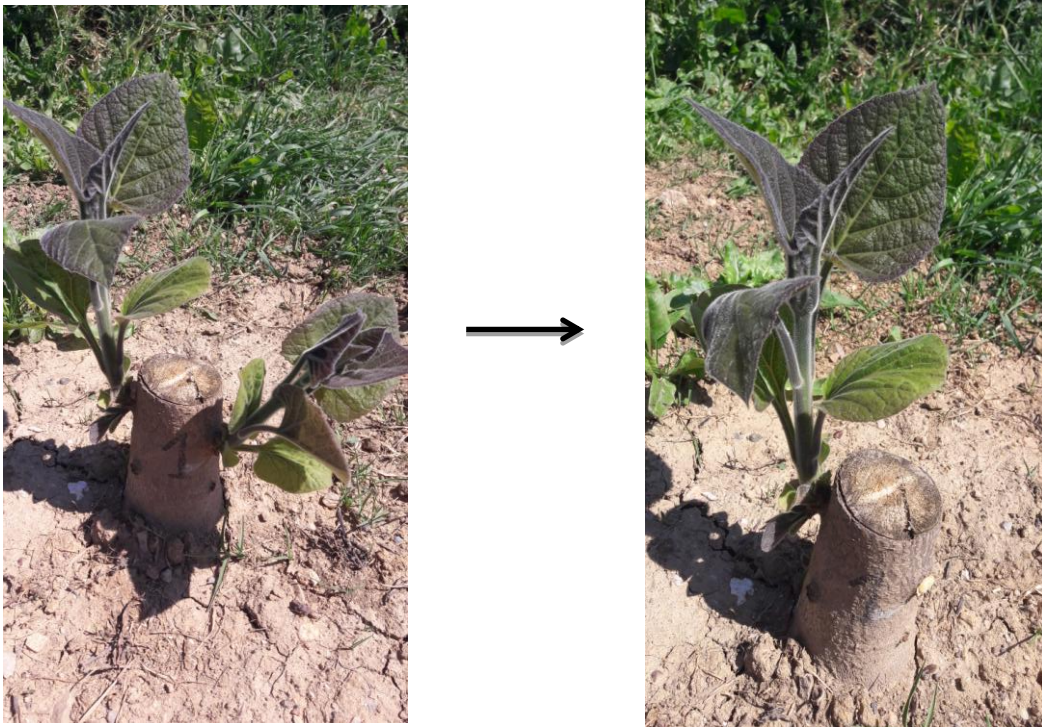


Font: Elaboració pròpia.

Igual que amb els esqueixos d’arrel, cada arrel de paulònia va treure unes 6-8 gemmes al cap d’uns 10-12 dies després de ser plantades. D’aquestes, únicament en vaig deixar dues (les més vigoroses).

Com es pot apreciar en les següents fotografies (imatges XX i XXI), dels dos brots que primerament havia deixat, vaig eliminar el més dèbil, deixant el més vigorós i rectilini amb més capacitat de créixer i desenvolupar-se amb plenes condicions.

Imatges XX i XXI: Fotografies on s'aprecia el pas de deixar 2 brots a 1 brot, el més fort.



Font: Elaboració pròpia.

Els sis arbres creixien a una velocitat veritablement impressionant fins que amb tant sols 10 dies varen patir 2 fortes gelades (21 i 29 d'abril) amb temperatures nocturnes de (-1°C/-2°C). Aquestes gelades varen alentir d'orant uns 15-20 dies el seu creixement i varen malmetre de forma severa-moderada les fulles de les plàntules. Tot i això, la força d'aquesta espècie i la seva capacitat de recuperar-se va ser sorprenent. A les següents fotografies "imatges XXII, XXIII i XXIV" es pot apreciar com les fulles varen quedar negres i cremades després de les gelades.

Imatges XXII, XXIII i XXIV: Fotografies dels danys de les gelades, a dia 30 d'abril.



Font: Elaboració pròpia.

Però com he dit unes línies mes amunt, les paulònies es varen recuperar ràpidament del fort cop de la gelada, assolint uns creixements impressionants, detallats en la següent taula (taula IV).

Taula IV: Creixements de les Paulònies des de finals de març a finals de juliol.

	Data	Alç. (cm)	Data	Alç. (cm)	Data	Alç. (cm)	Data	Alç. (cm)	Data	Alç.(cm)
P. 1	25-març	22	25-abr	81	25-maig	132	25-juny	185	25-jul	225
P. 2	25-març	14	25-abr	50	25-maig	91	25-juny	147	25-jul	176
P. 3	25-març	16	25-abr	58	25-maig	88	25-juny	118	25-jul	140
P. 4	25-març	12	25-abr	40	25-maig	67	25-juny	113	25-jul	145
P. 5	25-març	17	25-abr	61	25-maig	105	25-juny	150	25-jul	178
P. 6	25-març	17	25-abr	60	25-maig	112	25-juny	163	25-jul	203

Font: Elaboració pròpia

A més de les gelades, aquestes paulònies també varen haver de que superar un altre cop fort el dia 30 de juny, però aquest cop no va ser quelcom relacionat directament amb la temperatura, sinó que va ser una forta pedregada. Aquest fet no és gens comú a la zona de Sant Jordi Desvalls, però ja ens avisa i recorda que el que està al camp depèn en gran mesura de les inclemències del temps, doncs d'ell vivim i d'ell depenem.

Com es pot apreciar en següents fotografies (Imatges XXV i XXVI), la pedregada va malmetre les grans fulles dels arbres, ocasionant petits forats en aquestes i provocant uns dies de creixements minvats.

Imatges XXV i XXVI: Fotografies dels efectes de la pedregada, a 30 de juny.



Font: Elaboració pròpia.

Un cop més, es varen recuperar demostrant que són una espècie molt resistent a les adversitats climàtiques i ambientals. A més, un detall que fins ara no havia comentat i que també han hagut de superar aquestes paulònies és el fort vent que topa contra elles dia rere dia, doncs visc en un turó on el vent i és present quasi diàriament. Així doncs, i com ja he parlat a l'apartat de requeriments edafo-climàtics i ambientals, el vent és un fenomen atmosfèric que com menys l'hi toqui a l'arbre millor, però com he pogut comprovar, pot aguantar amb petites afectacions tals com trencaments d'alguna fulla i/o d'alguna branqueta. He pogut analitzar que a mesura que el teixit de la planta es va lignificant i per tant, endurent, aquest ja no pateix tant amb el vent.

Com es pot apreciar a les següents fotografies (imatges XXVII i XXVIII), les paulònies a les quals se'ls hi va aplicar el "tall de rebrot" han crescut de forma sorprenent, tenint en compte que han sigut trasplantades i que han hagut de superar diferents adversitats climàtiques, ja explicades unes línies més amunt.

Imatges XXVII i XXVIII: Fotografies de les sis paulònies a dia 22 de juliol.



Font: Elaboració pròpia

En les següents fotografies (Imatges XXIX i XXX) es pot apreciar com dues paulònies les vaig trasplantar sense tallar-les, per poder comparar ambdós mètodes. Aquestes, en el moment de plantar-les mesuraven 123 i 159 cm respectivament.

Imatges XXIX i XXX: Fotografies de 2 Paulònies trasplantades directament de la finca a casa, a dia 11 de març.



Font: Elaboració pròpia.

Imatges XXXI i XXXII: Fotografies on es pot apreciar com el creixement de les Paulònies sense "tall de rebrot" ha sigut, sobretot, horitzontalment (132 i 173 cm respectivament).



Font: Elaboració pròpia

L'experimentació em va servir per assegurar que, el fet d'aplicar el "tall de rebrot" és un èxit per a la producció de Paulònies amb finalitats fusteres, ja que la planta creix amb molta més força i, molt important, creix de forma recta fins a aconseguir uns 5-7 metres amb solament un any. Una característica vital si el que volem és aconseguir una fusta de qualitat i consegüentment, de millor valoració econòmica. En el cas contrari, si el que volem és que l'arbre creixi de forma més pausada i no ens importa que el tronc sigui recta o no, no caldrà que fem el "tall de rebrot", com per exemple passa amb les Paulònies per a jardineria.

5.2.3 Els costos i els ingressos d'una inversió amb paulònies

L'empresa familiar fa 3 generacions que es dedica a fer treballs agrícoles per a tercers i, per tant, comptar econòmicament els costos d'una inversió amb paulònies no m'ha sigut complicat en l'àmbit informatiu, doncs quasi tota la informació ja la tenia. És un apartat important doncs la inversió és elevada i, per tant, l'interessat/ada ha de tenir-ho molt clar abans d'invertir-hi.

Com es pot apreciar en les següents taules (Taula V, VI i VII), he calculat que el regadiu serà mitjançant el sistema gota a gota. La informació i costos d'aquest punt els he extret de l'empresa Sague S.L. la qual es dedica a muntar sistemes de reg i, molt amablement, em fa facilitar un pressupost perquè em fes a la idea dels costos del muntatge. A més, com es pot apreciar a continuació, els costos estan calculats per hectàrea (costos/hectàrea) per facilitar la seva lectura i dividits 3 grans grups: costos de plantar, costos anuals fixes dels 1-6 anys i costos anuals fixes dels 6-10 anys:

Taula V: Costos de plantar paulònies calculats per hectàrea. Font: Elaboració pròpia.

TASCA	€/Ha
Subsolar el sòl	73,1
Passar els discos (treballar el camp)	82,2
Anivellar el camp	300
Fer el marc de plantació, portar els arbres i repartir-los	376
Arbres (2,5€/arbre x 400 arbres/Ha)	1000
Plantar amb retroexcavadora + peó (3€/arbre)	1200
Muntar el sistema de reg "gota a gota"	1360
Tirar fems/abono (opcional)	180
	4391,3

Material:

- Motobomba pel reg → 1.400€ aprox.
- Fer un pou (legal) → 1.200 € aprox.
- Temporitzador per programar el motor → 300 € aprox.

Cost estimat de plantar: **4391,3 €/Ha + 2.900 € (material)**

Taula VI: Costos anuals fixes del 1r al 6è any calculats per hectàrea. Font: Elaboració pròpia.

TASCA	€/Ha/any
Replantar (1*)	?
Treure herbes competidores a 1m del diàmetre de l'arbre (un peó) (114 €/Ha x 4 vegades l'any)	457
Passar els discos (82,2 €/Ha x 3 vegades l'any)	246,6
Podar (1,5€/arbre x 400 arbres/Ha)	600
Control del regadiu (un peó) → comptant fer 10 regades/any (estiu)	500
Cànon del regadiu (aquest varia segons el lloc i l'H ₂ O consumida)	150
	1453,6

1*: el cost de replantar no el compto ja que, amb un bon maneig de la finca, el nombre de plantes que es tindran que replantar serà el mínim.

Taula VII: Costos anuals fixes del 6è al 10è any calculats per hectàrea. Font: Elaboració pròpia.

TASCA	€/Ha/any
Treure herbes competidores a 1 m del diàmetre de l'arbre (un peó) (114 €/Ha x 3 cops l'any)	342
Passar els discos (82,2 €/Ha x 3 vegades l'any)	246,6
Control del regadiu (un peó) → comptant fer 8 regades/any (estiu)	400
Cànon del regadiu (aquest canvia segons el lloc i l'H ₂ O consumida)	150
	1138,6

Taula VIII: Resum dels costos: sumatori calculat per torns de tallada. Font: Elaboració pròpia.

Anys	Sumatori	TOTAL €/Ha
Torn 1 (als 10 anys)	4391,3 €/Ha (plantar) + 1453,6 €/Ha/any (costos fixes fins els 6 anys) + 1.138,6 €/Ha/any (costos fixes dels 7 als 10 anys) + 2.900 (material)	20567,3
Torn 2 (als 19 anys)	1453 €/Ha/any (costos fixes fins els 5 anys) + 1.138,6 €/Ha/any (costos fixes dels 6 als 9 anys)	11819,4
Torn 3 (als 27 anys)	1453 €/Ha/any (costos fixes fins els 5 anys) + 1.138,6 €/Ha/any (costos fixes dels 6 als 8 anys)	10680,8
Torn 4 (als 35 anys)	1454 €/Ha/any (costos fixes fins els 5 anys) + 1.138,6 €/Ha/any (costos fixes dels 6 als 8 anys)	10680,8

Com es pot apreciar a la Taula VIII, el "Torn 1" és considerablement més car econòmicament parlant, ja que en ell hi ha sumat els costos de plantar i el material necessari (detallat en la Taula V). El fet de sumar tots els costos inicials en el "Torn 1" és per una qüestió de facilitar els càlculs al lector. Igualment, es poden dividir els costos inicials en el total dels torns, per comptar amb una inversió més equilibrada en els anys, tot i que això no afectarà el total.

Taula IX: Ingressos calculats a 400 arbres/hectàrea per torns de tallada a 75 €/m³ de fusta (preu d'orientació) comptant extreure 1 m³ per arbre en el moment de tallar. Font: Elaboració pròpia.

Anys	€/Ha
Torn 1 (als 10 anys)	30.000
Torn 2 (als 19 anys)	30.000
Torn 3 (als 27 anys)	30.000
Torn 4 (als 27 anys)	30.000

Avui en dia, el preu que es paga per metre cúbic de fusta de *Paulownia sp.* és lleugerament major que el que he comptat. Igualment, al ser una inversió a llarg termini i comptant que és un producte "nou" al nostre país, és millor comptar a la baixa.

Els costos també han sigut comptats orientativament. Han sigut comptats i calculats amb unes condicions ideals i calculant que no passarà cap desastre, com per exemple: arbres morts per asfíxia radicular (ofegats per la riuada i/o pel mateix regadiu), arbres trencats pel vent, arbres morts per la gelada/pedregada, arbres morts per culpa dels talps (en alguns casos els hi dona per menjar-se les arrels dels arbres), plançons petits menjats per conills, etc. Són casos hipotètics que s'han de tenir en compte perquè, per desgràcia poden passar i, consegüentment, fan pujar els costos de la inversió.

Taula X: Relació costos – ingressos per torns de tallada i relació total de la inversió. Font: Elaboració pròpia.

Anys	Ingressos €/ha	Costos €/Ha	Diferència Ingressos - Costos	Saldo positiu acumulat
Torn 1 (als 10 anys)	30.000	20567,3	9432,7	9432,7
Torn 2 (als 19 anys)	30.000	11819,4	18180,6	27613,3
Torn 3 (als 27 anys)	30.000	10680,8	19319,2	46932,5
Torn 4 (als 35 anys)	30.000	10680,8	19319,2	66251,7

Per tancar aquest apartat, només em falta dir que la inversió és bona a primera vista. Amb això vull dir que ara com ara és una bona inversió, però que és impossible saber amb total seguretat què passarà d'aquí 20, 30 o 40 anys. Un punt a favor, del que ja parlaré i ampliaré en el "Punt 6" del treball, és que la fusta de paulònia està agradant molt a el sector comercial per les seves qualitats i per la seva transversalitat pel que fa els seus usos, provocant un pensament positiu a tots i totes els que hi estem interessats i vinculats.

Imatge XXXIII: Fotografia del dia de la visita a l'Escola Agrària i Forestal EFA Quintanes.



Font: Elaboració pròpia

5.3 Els professionals i l'aprofitament de les paulònies

5.3.1 Aprofitaments i usos de la fusta

Actualment és una fusta molt utilitzada, tot i que encara en molts àmbits es desconeix. És una fusta “en fase d'expansió” per les nombroses qualitats que posseeix, de les quals parlaré en l'apartat següent (apartat 5.3.2). Així doncs, nombrosos fusters i empreses que treballen amb fusta estan trobant sortides a la fusta de paulònia. Algunes de les utilitzacions més comunes d'aquesta fusta són:

- Nucli de petits avions.
- Mobiliari d'embarcacions, caravanes i autocaravanes.
- Guitarres elèctriques. Com per exemple la Deán ML XM.
- Ideal per a fusta d'exterior (estaques, pals, etc.)
- Ideal per a taules de surf, kitesurf i derivats d'aquests.
- Xapes i taulers
- Persianes
- Biomassa.
- Taüts
- Juguets pels nens
- Molt apreciada en jardineria per la seva bellesa.
- Cremes de la pell i aromes.
- Mobiliari de la llar. Exemples:

*https://www.portobellostreet.es/secciones/catalogo_por_maderas.asp?mat=73

*<https://es.aliexpress.com/w/wholesale-paulownia-wood-furniture.html>,

*<https://spanish.alibaba.com/g/paulownia-wood-furniture.html>,

*https://www.amazon.es/s/?ie=UTF8&keywords=mueble+paulownia&tag=hydes-21&index=aps&hvadid=182751778072&hvpos=1t2&hvnetw=g&hvrnd=4920267583771073770&hvpone=&hvptwo=&hvgmt=b&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=9047033&hvtargid=kwd-264333533944&ref=pd_sl_9fw00txb5_b

Imatge XXXIV: Fotografia de fusta de *Paulownia. sp.*, a Navarrès (València)



Font: Elaboració pròpia

5.3.2 Les qualitats de la fusta

Per aprofundir correctament en aquest apartat creia convenient visitar experts en fusteria que treballessin amb fusta de *Paulownia sp.*. El Sr. Guillermo Mercedez, un dels tècnics de Ipaulònia. S.L, una empresa que es dedica a gestionar finques forestals em va explicar que varen ser una de les primeres a crear clons de paulònia al laboratori Cotevisa amb Lorenzo García com a tècnic, un dels pioners de l'Estat Espanyol pel que fa al coneixement i al maneig d'aquest gènere. Segons Guillermo, comptant únicament amb el seu clon híbrid (Cotevisa2) ja s'han distribuït més d'1.500.000 exemplars de paulònia al llarg i ample d'Espanya sobretot perquè, amb les seves paraules *“La paulònia és el metall de la fusta”* referint-se que la fusta de paulònia és com quan es va descobrir el metall, el qual es va posar de moda per ser més resistent i pesar menys que el ferro.

El Sr. Raül Herrera, gerent de la fusteria *“Agusti i fills S.L”* va respondre molt optimista sobre les qualitats de la fusta de *Paulownia sp.*: *“és una fusta molt manejable i de molt bon treballar, la qual pesa poc i és de molt bon moure i transportar. Es talla fàcilment i deixa uns escaires perfectes perquè no te vetes regirades. És molt noble i fàcil de polir, i a més, admet qualsevol tipologia de cola i pintura. El seu millor atribut és que tot i pesar poc és resistent, així com és resistent a la humitat. L'únic problema actual és que no només en puc aconseguir a Toledo o València, i això augmenta els costos pel transport de la fusta...”*.

Imatge XXXV: Fotografia d'un tros de fusta de Paulònia, a la fusteria Agustí i fills S.L de Cervià de Ter (Girona).



Font: Elaboració pròpia

La fusta de paulònia és molt preuada en el món del surf des de ja fa uns anys, tema que coneix molt bé el Sr. Gerard Carbonés Carrillo, fundador de l'empresa Insolid Boards. La seva fusteria es dedica a fer taules de *“kitesurf”* únicament amb fusta de paulònia. La resposta de Gerard Carbonés va ser sincera i clara pel que fa a la qualitat d'aquesta fusta: *“fa que la taula tingui un caràcter viu i pur on el surfista gosa de major contacte amb la natura. És una fusta de molt bon treballar que aguanta molt l'aigua (hidròfuga), resisteix molt els canvis de temperatura (ignífuga), pesa molt poc, és modelable, i és resistent als cops de les onades. El color de la fusta juntament amb els seus nervis crea unes taules amb una bellesa inexplicable. El problema és*

que he de comprar la fusta a la Xina o a València i el que m'agradaria és poder comprar-la aquí, a Girona..."

Imatge XXXVI: Fotografia d'una taula de "Kitesurf" elaborada per l'empresa Insolid Boards.



Font: Elaboració pròpia.

El Sr. Sergi Galanó va ser el fundador de Flama Surf, un gran entès amb fusteria que em respongué el següent en preguntar-l'hi sobre la fusta de paulònia: *"només treballa amb fusta de paulònia, bambú i suro per donar un valor afegit a l'empresa, creant unes taules totalment naturals. Puc treballar la fusta amb qualsevol maquinària perquè no s'esquitlla (ribot, polidora,..). Tot i ser una fusta relativament tova, és suficientment resistent i aporta una flexibilitat que la fa molt manejable, un equilibri resistència-flexibilitat òptim..."*. Però a l'igual que en el cas anterior, l'únic que em deia de negatiu és que no trobava fusta ni a Girona ni a Barcelona.

Imatge XXXVII: Fotografia de diferents taules de surf elaborades per l'empresa Flama Surf.



Font: Elaboració pròpia

El Sr. Guillem Perich, el fuster de Sant Jordi Desvalls, que ja ha treballat amb aquesta fusta en diverses ocasions em va respondre: *"a aquesta fusta l'hi espera un futur prometedor perquè*

aguanta molt els canvis de temperatura i l'aigua. És a dir, es pot utilitzar en exterior, un incentiu molt favorable perquè la majoria de fustes toves no serveixen per exteriors i s'han d'utilitzar fustes més nobles, les quals pesen molt i són dures per treballar. Això sí, cal trobar un vernís que la protegeixi dels cops si la volem utilitzar per exteriors...".

En el IV Congrés Internacional de la Paulònia es va parlar molt sobre les qualitats de la fusta d'aquests arbres. Entre l'opinió dels experts i el congrés, resumeixo:

- Fusta molt clara i de gra fi, amb la que és molt fàcil treballar.
- Fusta molt recta i sense nusos aconseguint una fusta de qualitat.
- És molt lleugera. Té una densitat d'entre 290 i 250 kg/m³.
- Tot i pesar poc, és molt resistent. Excel·lent relació resistència-pes.
- La baixa densitat provoca que sigui un bon aïllant tant tèrmic com acústic.
- Impermeable
- Molt hidròfuga
- Molt ignífuga (s'encén a 420°C).
- Baixa en clor. Molt positiu perquè el clor corroeix les calderes.
- Baix contingut d'humitat (10-12% aigua).
- No és invasiva ni perjudicial per a la flora ni la fauna autòctona.
- Poder calorífic de 4.700 Kcal/kg (la fusta).
- Poder calorífic de 18,12 MJ/kg (el pellet).

Taula XI: Comparació del poder calorífic de diferents espècies arbòries a partir d'un estudi fet per l'Institut per a la Diversificació i Estalvi d'Energia (IDAE).

Espècie	PCI (kWh/t) amb 10% d' humitat
Alzina	4.709
Pi pinyer	4.769
Pi roig	4.736
Paulònia	4.700
Pinassa	4.698
Castanyer	4.598
Pi blanc	4.506
Roure	4.410
Faig	4.388
Pollancre	4.266

Font: Cabrera. M, Vera. A, Cornejo. J, Ordás. I, Tolosana. E, Ambrosio. Y, Martínez. I, Vignote. S, Hotait. N, 2011.

Segons el Sr. Manel Vinyalet, propietari de finques de paulònies i aficionat d'aquest cultiu, en certes parts del món s'utilitzen les grans fulles que cauen dels arbres com a farratge pels animals herbívors (les fulles contenen aproximadament un 20% de proteïna, amb unes qualitats semblants a les de l'alfal). A més, les fulles contenen substàncies que influeixen de manera positiva en la funció del fetge, ronyons, la vesícula i els pulmons. Unes qualitats que bé coneix la cultura Oriental, on fins i tot la indústria farmacèutica de la Xina es dedica a la producció d'aquesta fusta per a elaborar medicaments. En els països asiàtics a més, fa centenars d'anys que s'utilitza en cosmètica, tot i que a Europa això és quelcom de nou, ja fa uns anys que es treballa amb extractes de fulla de Paulònia per elaborar cremes.

El Sr. Vinyalet, propietari de més de 15 Ha de paulònies a la zona de Castelló de la Plana, està tan content amb els resultats de la seva plantació que està treballant amb un nou projecte de plantació de 30 Ha més, a la mateixa zona de Castelló.

Imatges XXXVIII i XXXIX: Fotografies del IV Congrés Internacional de la *Paulownia sp.* Exposicions de la Sra. Zaida Alcarria, gerent de l'empresa "Innovación Forestal" i del Sr. Manuel Trigo, fundador dels webs "Paulownia-es i foropaulownia".



Font: Elaboració pròpia

Per tancar aquest capítol, només puc afegir les sensacions que es respiren en tot el món que envolta la *Paulownia sp.*, unes sensacions i un aire sempre positiu i optimista, fruit del bon encaix que està tenint aquesta fusta tant amb fusteria com en les grans marques comercials que elaboren mobiliari.

5.3.3 Compradors de fusta

Un dels meus objectius era el d'assegurar-me que hi ha empreses que comprin fusta de Paulònia, ja que com hem vist, la inversió inicial és elevada i no és fins al cap de 10 anys que fem la primera tallada.

Segons el Sr. Guillermo Mercedez, tècnic de l'empresa Ipaulownia, necessiten fusta de Paulònia perquè tenen més demanda de fusta que la que ells poden oferir. Una explicació molt semblant a la de la Sra. Zaida Alcarria, gestora de l'Empresa Innovació Forestal S.L., una empresa especialitzada tant amb la gestió forestal com agrària però sobretot centrada amb la gestió de finques de *Paulownia sp.* Aquesta empresa fan des de la tasca pròpia de consultoria "forestal" com també compren – venen fusta de paulònia. Segons Zaida Alcarria, actualment estan pagant entre 60 i 90 €/m³ per la fusta de paulònia, depenent de la seva qualitat. Aquesta diferència de preu sobretot canvia segons si l'arbre ha estat ben podat i, sobretot, si el tronc és recta (almenys 5-6 m de fusta recta). Amb aquestes condicions aconseguen una fusta amb la qual es pot treballar molt bé i a més, amb pocs nusos. La seva empresa treballa amb contractes firmats de compra-venda de fusta amb els que t'assegures que la finca serà venuda un cop els arbres siguin grans. Un tracta molt favorable pels agricultors que vulguin invertir-hi, els quals hauran de seguir una sèrie de barems a l'hora de manejar el seu cultiu doncs l'empresa de Zaida treballa amb el que s'anomena *Quality Wood Forestry (QWF)*, una sèrie d'obligacions a l'hora de manejar el cultiu per assegurar que la seva fusta prové de finques que treballen amb una correcta gestió mediambiental, una gestió sostenible i respectuosa amb la natura.

Segons el Sr. Manuel Trigo, creador dels webs "*paulownia.es i foropaulownia*", va crear els fòrums per així crear sinergies entre els diferents agricultors que cultiven paulònies, per explicar les seves vivències i experiències personals i els seus "trucs" a l'hora de manejar el cultiu. Amb les seves paraules: "*som nous amb aquest cultiu i, per tant, n'hem d'aprendre i ajudar-nos entre tots els agricultors. Per això vaig crear els webs, per intercanviar informació...*". Manuel Trigo creu fermament que a aquesta fusta l'hi espera un futur molt prometedor perquè als fusters i compradors de fusta els hi agrada molt, així com a les grans multinacionals que treballen amb mobles "low cost", mobles que pesen poc i que "estan de moda".

L'empresa Catenva S.L amb el Sr. Jose Aquino com a gerent també treballa amb fusta de *Paulownia sp.* des de ja fa uns 5-6 anys. Van introduir aquesta fusta en la seva línia de treball perquè s'adapta bé al que ells elaboren; taulers i contraxapats. Cal dir però, que encara estan molt especialitzats amb la fusta de pi i de pollancre, ja que, de moment, és la fusta que tenen més a l'abast.

Imatge XL: Fotografia d'una de les finques de *Paulownia sp.* del Sr. Joaquín Soriano, a Navarrès (València).



Font: Elaboració pròpia

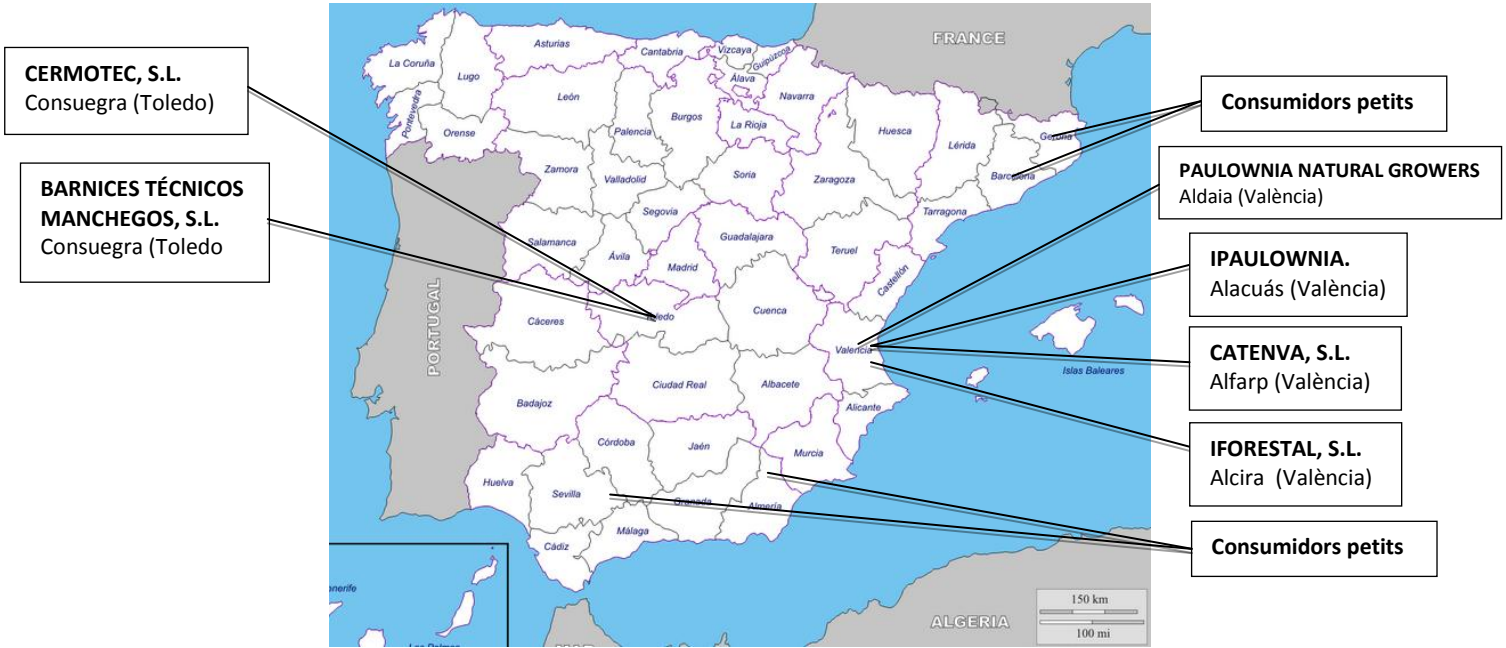
Existeixen altres empreses que també compren fusta de *Paulownia sp.* com “Paulònia Natural Growers”, una empresa situada a Aldaia (València) la qual gestiona plantacions ecològiques i sostenibles de paulònia. Aquesta empresa contacte amb agricultors i els ofereix el servei de gestionar la seva finca a través del cultiu de paulònia fins que, a finals del cicle, venen el seu producte.

Seguin la mateixa línia, hi ha una empresa alemanya anomenada “Wegrow” que busquen terrenys a Espanya i a Catalunya amb la finalitat de plantar-hi paulònies. Igual que en l’anterior cas, ells fan tractes amb agricultors i pacten un preu per a la fusta. Vegem un cas real; a Portella (Lleida), varen plantar 25 Ha de paulònies a uns terrenys de l’ajuntament amb un tracte de 70 €/arbre un cop aquests es tallessin (8-9 anys). WeGrow assumeix els costos de tallar-los i s’encarrega de vendre’ls. Més informació al web: <http://www.wegrow.de/kirinews.html>

Existeixen altres empreses com Cermotec S.L o Barnices Técnicos Manchegos S.L, ambdós de Consuegra (Toledo), que també compren fusta de paulònia. Així com hi ha petits compradors d’aquesta fusta a Girona, Barcelona, Almeria i Sevilla.

Tot seguit es pot apreciar un petit mapa de caràcter informatiu on es veu clarament reflectit com la majoria de moviments empresarials pel que fa a la comercialització de la fusta de *Paulownia sp.* es donen a la zona de València.

Mapa IV: Comercialització de la fusta de *Paulownia sp.* a Catalunya i Espanya.



Font: Elaboració pròpia.

5.3.4 La fusta de *Paulownia sp.* per a biomassa

L'actual model d'explotació de combustibles fòssils amb fins energètics resulta insostenible, a l'estar basat a utilitzar recursos naturals no renovables, amb la conseqüent amenaça del seu esgotament, i al mateix temps, estar associat a problemes ambientals com el canvi climàtic, a causa de l'emissió de CO₂ i altres contaminants a l'atmosfera. Diferents governs estan posant interès en nous aprofitaments energètics basats amb recursos naturals renovables (Michelena y Martín, 2008 citat a Salguero, 2015). En aquest sentit, utilitzar biomassa amb finalitats energètiques presenta una elevada potencialitat pel seu caràcter poc contaminant, doncs durant la combustió de biomassa produeix CO₂, però la quantitat emesa és prèviament captada de l'atmosfera per les plantes durant el seu creixement (Jefferson, 2006 citat a Salguero, 2015).

Els cultius energètics llenyosos mitjançant el cultiu de *Paulownia sp.* cobren cada vegada més rellevància, al proporcionar biomassa en relativament poc temps (entre 2 i 5 anys). Al mateix temps, aquest cultiu presenta una nova oportunitat per a reduir l'abandonament gradual de cultius tradicionals agrícoles, millorar i donar ús a aquests terrenys i ocupar superfícies forestals abandonades (Sixto et al. 2007 citat a Salguero, 2015), enfortint l'economia de les zones en qüestió.

Per a produir biomassa necessitem cultius amb altes densitats, altes taxes d'acumulació de fusta anual i curts períodes de rotació. Entre els gèneres més utilitzats trobem: *Populus sp.*, *Salix sp.*, *Alnus sp.*, *Casuarina sp.*, *Gmelina sp.* i *Paulownia sp.*, entre d'altres menys utilitzats. Una de les propietats d'aquest arbre per a la producció de biomassa és la seva facilitat d'assecatge a l'aire lliure (passa d'aprox. 50% d'humitat a un 10-12% en menys de 40 dies). Així, es redueixen els costos d'assecatge amb mecanismes artificials, permeten entregar la seva biomassa a centrals termoelèctriques a preus inferiors que d'altres tipus de plantes (Sixto et al. 2007 citat a Salguero, 2015).

L'ajuntament de Sant Boi de Llobregat va ser un dels primers a invertir amb *Paulownia sp.* per obtenir biomassa i així autosubministrar-se material per a la caldera del pavelló municipal. L'encarregat de la finca és el Sr. Josep Pons, que treballa com a Tècnic d'Entorn Natural a l'ajuntament. Segons Pons, treballen amb un projecte que té un doble sentit; primer el de produir-se la seva pròpia biomassa i, segon, un projecte de pol·linització en el que la paulònia i juga un paper fonamental. Els arbres els van plantar a una antiga zona on s'havien abocat runes provinents de les grans construccions dels últims anys. Josep Ponç, com a biòleg i coneixedor d'aquest gènere, sabia que els arbres sobreviurien en aquest terreny poc fèrtil. El creixement d'aquestes paulònies està sent lent doncs, a més d'estar en un terreny desfavorable, no tenen cap suplement d'aigua a l'estiu. Igualment, estan contents doncs la zona va passar d'estar abandonada a estar plena de vida, natura i abelles, un dels seus objectius prioritaris.

Nufri S.L és una empresa amb seu a Mollerussa (Lleida) que es dedica al sector de l'horta i la fruita, però que per auto-subministrar-se material per a la seva caldera varen plantar paulònies a una finca de 20 Ha. La plantació es va dur a terme l'any 2011 però l'any 2016, després de fer la primera tallada, es va arrancar perquè la subvenció que rebien per fer-ho es va acabar. A més, segons ells, no els sortia a compte perquè en tenir la finca relativament lluny del lloc d'emmagatzematge, els sortia més car el transport de biomassa que la mateixa biomassa. En tot cas, estaven meravellats amb els alts creixements que feien els arbres.

De totes maneres, segons la Sra. Zaida Alcarria, la *Paulownia sp.* no està tenint bons resultats per a l'obtenció de biomassa, sobretot quan les finques es troben lluny (més de 30 km) del lloc

on s'emmagatzema el material. Amb paraules de Zaida: “*les Paulònies tenen uns creixements impressionants tant per a fins fusters com per a l’obtenció de biomassa. Tanmateix, en diferents estudis i proves realitzades en tot Espanya, per obtenir biomassa surt més a compte plantar espècies com Populus sp. o certs Pinus sp., entre d’altres, ja que la paulònia pesa molt poc quan té solament 2-3 anys (moment que es talla per obtenir biomassa perquè encara conté molta aigua a dins)...”.*

Imatges XLI i XLII: Fotografies de Paulònies a la zona de Sant Boi de Llobregat, dins el projecte de pol·linització i biomassa.



Font: Elaboració pròpia

Tot i que a primera vista semblava que la *Paulownia sp.* podia donar molt bons resultats per a l’obtenció de biomassa, sembla que aquesta idea ha canviat. A moltes parts d’Europa, sigui pel clima o perquè ho fan millor que nosaltres, hi ha grans extensions de paulònies per a biomassa, però a Catalunya i a la resta d’Espanya, de moment no estan funcionant.

5.3.5 Clons i espècies més utilitzades

Tot seguit es poden apreciar els principals clons i espècies que s'estan utilitzant més tant a Espanya com a Catalunya. S'inclou en cada cas l'empresa que ho ven, el preu i el "link" d'on s'ha extret la informació:

- Clon **COT1**; Empresa Cotevisa S.L., l'Alcúdia (València). Nº de patent 2007/1679. *P. Elongata* x *P. Fortunei*. Preu (planta) a 3,5 €/planta. Extret de: <http://www.cotevisa.com/catalogo-paulownia/catalogo-paulownia-2r/>
- Clon **COT2**; Empresa Cotevisa S.L., l'Alcúdia (València). Nº de patent 2007/1679. *P. Elongata* x *P. Fortunei*. Extret de: <http://www.cotevisa.com/catalogo-paulownia/catalogo-paulownia-2r/>
- **IN VITRO 112**; Empresa In Vitro S.L., Sant Feliu de Llobregat (Barcelona). *P. Elongata* x *P. Fortunei*. Hi treballen des del 2003. Preu (planta) a 3,5 €/planta. Extret de: <http://www.paulownia112.com/invitro/>
- Clon **Ecoplante 374**; Empresa Ecoplante (venta online). Preu (llavors) a 0,04 €/llavor. Extret de: <http://plantarpaulownias.blogspot.com.es/?view=classic>
- Híbrid **9501**; Empresa Ecoplante (venta online). Preu (arrels) a 3€/unitat. Preu (llavors) a 0,04 €/llavor. *P. fortunei* x *P. tomentosa*. Extret de: <http://plantarpaulownias.blogspot.com.es/?view=classic>
- Híbrid **9502**; Empresa Ecoplante (venta online). Preu (arrels) a 3€/unitat. *P. fortunei* x *P. tomentosa*. Preu (llavors) a 0,04 €/llavor. Extret de: <http://plantarpaulownias.blogspot.com.es/?view=classic>
- Clon **Shantong**; Empresa Ecoplante (venta online). *P. fortunei* x *P. tomentosa*. Preu (arrels) a 3€/unitat. Preu (llavors) a 0,04 €/llavor. Extret de: <http://plantarpaulownias.blogspot.com.es/?view=classic>
- **Z07**; Empresa Ecoplante (venta online). Preu (llavors) a 0,109 €/llavor. Preu (arrels) a 3,4 €/unitat. Extret de: <http://plantarpaulownias.blogspot.com.es/?view=classic>
- **P. Tomentosa**; Empresa Ecoplante (venta online). Preu (arrels) a 3,5 €/unitat. Extret de: <http://plantarpaulownias.blogspot.com.es/?view=classic>
- Clon **PK67**; Empresa Ecoplante (venta online). *P. Kawakamii* (PK). Extret de: <http://plantarpaulownias.blogspot.com.es/?view=classic>

Imatge XLIII: Micro-propagació de paulònies



Font: <http://www.cotevisa.com/tecnologia/micropropagacion/>

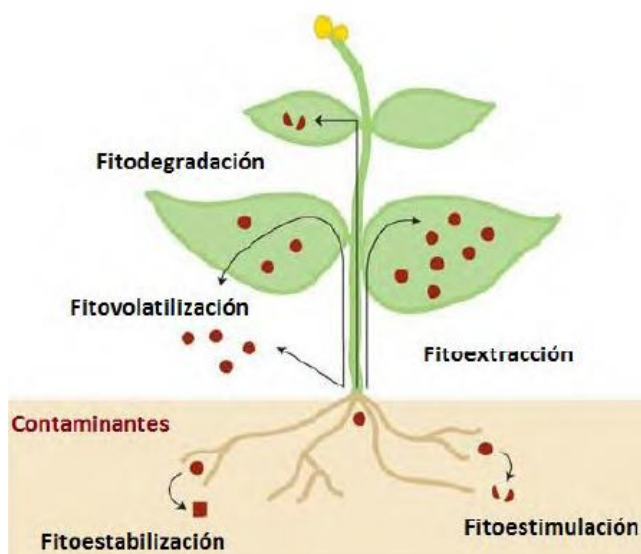
5.4 Els beneficis medi-ambientals i socials de la *Paulownia sp*

5.4.1 Plantacions de *Paulownia sp.* per a recuperar sòls contaminats

Estudis de rehabilitació i recuperació de sòls contaminats confirmen que la *Paulownia sp.* no es pot considerar una espècie “fitoextractora” perquè les quantitats totals de substàncies contaminades extretes del sòl per la planta són baixes, un 2‰ del contingut en el sòl (Mench et al., 2010 citat a Xiong, 2015).

Però, el fet que aquesta planta pugui créixer en sòls contaminats ja és quelcom significativament positiu. Pels especialistes en aquest tema, la consideren una planta “fitoestabilitzadora” d’aquests elements perjudicials pel medi ambient. Els resultats d’aquests estudis ens mostren que és un arbre factible per a la recuperació d’àrees contaminades amb elements traça sota el clima mediterrani, així com per promoure i treure un rendiment econòmic de l’espai en qüestió. La contaminació del sòl és un dels principals problemes ambientals a escala global. Vegem com a Europa s’estima que el nombre d’enclavaments potencialment contaminats supera els 2,5 milions i es preveu que aquest número incrementi en un 50% l’any 2025. La contaminació per elements traça és una de les més preocupants perquè més del 35% dels sòls contaminats ho estan per aquest tipus de contaminants (Mench et al., 2010 citat a Xiong, 2015).

Imatge XLIV: Procés de fito-recuperar un sòl.



Font: Xiong, 2015

En el conjunt de l'Estat Espanyol, amb el Pla Nacional de Recuperació de sòls contaminats (1995-2005) es varen inventariar 4.532 zones com a potencialment contaminades (Real Decret 9/2005). Per a recuperar un sòl contaminat per a elements traça podem escollir entre diferents tècniques, depenent sobretot del nivell de neteja que desitgem, de la quantitat de contaminants, de la forma com s'eliminen els contaminants, de les característiques de la zona afectada i del pressupost econòmic per a fer totes aquestes tasques (Adriano, 2001 citat a Moreno, 2010).

Entre les diferents estratègies cal destacar: la retirada dels elements traça, la contenció, la descontaminació i l'estabilització. En els últims anys, les investigacions basades en la recuperació de sòls contaminats per ET s'han centrat a desenvolupar mètodes alternatius aplicats "in situ", capaços d'immobilitzar l'ET, econòmicament viables i, més respectuosos pel medi ambient. Dins aquestes tècniques trobem la denominada recuperació natural i la bio-recuperació, tecnologies mediambientalment molt eficients i respectuoses que ens permeten restaurar sòls i millorar la seva qualitat, capturar C i en general, millorar el seu ecosistema (Vangrosveld et al., 2009 citat a Xiong, 2015). Això sí, aquests mètodes són interessants a tenir en compte quan el grau de contaminació del sòl no és molt intens.

Vegem com utilitzar l'espècie *Paulownia sp.* com a mecanisme per a recuperar sòls contaminats és una opció a tenir en compte i amb gran potencial tant des d'un punt de vista sostenible i mediambiental, com econòmic (Conesa et al, 2012; Dauber et al., 2012; Shortall, 2013 citat a Xiong, 2015). Implementar aquesta espècie arbòria en zones deteriorades i contaminades ens aporta una sèrie de beneficis tant en la qualitat del sòl, prevenció de l'erosió d'aquest, addició de matèria orgànica i enriquiment de la quantitat i diversitat de microorganismes del sòl (Mertens et al., 2007; Ciadamidaro et al., 2014a, 2014b citat a Xiong, 2015). A més dels beneficis pel sòl, la biomassa i la fusta d'aquests arbres pot ser usada tant per a usos energètics com constructius, així com per a reduir el CO₂ de l'atmosfera (Calfapietra et al., 2010 citat a Xiong, 2015).

Però les paulònies poden reduir la fertilitat del sòl (Alfaia et al., 2004 citat a Xiong, 2015), ja que necessiten altes concentracions de nutrients (Szott et al., 1991, citat a Xiong, 2015). Utilitzar "residus" en aquests tipus de plantacions podria ser una alternativa als fertilitzants minerals i podria proporcionar una solució interessant pel reciclatge de residus.

Entre els arbres més utilitzats per a recuperar zones degradades destaquen l'Àlber i el Salze, que han set utilitzats en nombroses parts del món, especialment en aquelles afectades per la contaminació de ET (Meers et al., 2005, Lavoie et al., 2010; Zalesny et al, 2012; Ciadamidaro et al., 2013, 2014a, 2014b citat a Xiong, 2015). Però també s'han provat altres espècies com la *Paulownia fortunei*, tan en sòls contaminats amb ET, com en sòls molt degradats (contingut de COT menor a l'1%).

5.4.2 Plantacions de *Paulownia sp.* com a mecanisme de millora ambiental

Des de fa uns anys s'estan plantant *Paulownies sp.* al llarg i ample del planeta amb la intenció de, entre altres coses, captar CO₂. Aquest arbre, conegut com "els pulmons de la terra", és capaç de captar 10 vegades més diòxid de carboni que qualsevol altre gènere, i a més, emet altes quantitats d'oxigen, convertint-lo amb un gran aliat per la lluita contra el canvi climàtic.

Com ens informa "el blog verde" en un dels seus articles, l'any 2008 es va iniciar a Texas un projecte anomenat "The Kiri Tree Revolution", amb l'objectiu de plantar un milió d'aquests arbres per a purificar l'aire i el sòl contaminat d'aquest estat nord-americà i aconseguir que torni a ser apte pel creixement d'espècies vegetals. El projecte el lideren el Sr. Chris Sanders i la Sra. Brittany Turner, els quals varen escollir la paulònia no només per a les seves propietats fèrtils sinó perquè absorbeix 10 vegades més diòxid de carboni que qualsevol altra espècie. Més informació al web: <http://elblogverde.com/la-revolucion-del-kiri-el-arbol-que-puede-salvar-al-mundo/>

Hi ha molts més casos com aquest, com per exemple el cas de Paine (Chile), on viuen unes 70 mil persones amb un 80% de la població vinculada a l'agricultura. Un lloc que històricament s'havia caracteritzat pel seu cel blau i una bona vegetació, avui està contaminat tant en l'àmbit atmosfèric com en l'àmbit del sòl, per les altes quantitats de contaminació atmosfèrica per pesticides i emissions de CO₂, com per la sobreexplotació dels recursos del sòl. Per aquests motius neix el projecte "1.000 Paulònies per Paine", amb l'objectiu de disminuir aquests danys (Codoceo. F., 2015)

Segons dades de la revista argentina "Worms, con Ciencia Natural", un arbre de *Paulownia sp.* captura, de mitjana, 21,7 kg de CO₂ i entrega 5,9 kg d' O₂ al dia (23.950 Kg/ha i 686 kg/ha respectivament), unes xifres molt superiors a la majoria d'arbres fins avui dia coneguts. Dades basades amb unes condicions òptimes i amb un marc de plantació de 5x5m (400 arbres/ha). Més informació al web: <http://www.wormsargentina.com/kiri-el-arbol-del-futuro-que-purifica-el-aire-y-la-tierra/>

El diari català "La Vanguardia", sota el títol "El árbol que puede ayudar a combatir el cambio climático" també va fer notícia d'aquest gènere. Així doncs, aquest mateix any 2017, explicaven els beneficis de les plantacions de paulònies, centrant-se sobretot amb l'alta capacitat per a purificar sòls poc fèrtils i amb que pot absorbir 10 vegades més CO₂ que altres espècies. Més informació al web:

<http://www.lavanguardia.com/natural/20170102/413034036992/arbol-kiri-cambio-climatico.html>

Notícies que no paren de sortir a la llum, sobretot en xarxes socials i en webs, com en el web de "World Press" <https://seleccionesyrealidades.wordpress.com/tag/el-pulmon-del-mundo/> o fins i tot a "atresmedia.com" http://compromiso.atresmedia.com/hazte-eco/noticias/arbol-kiri-buena-arma-combatir-cambio-climatico_201701025943e6a30cf26e79abb2267c.html

Són moltes les notícies que surten dia a dia sobre aquest gènere, motiu pel qual només escrivint la paraula "Paulònia" al cercador d'internet, la pantalla queda plena de blocs, empreses, particulars, i tota mena d'interessats amb aquest espectacular arbre.

A més de la bellesa que creen en tot el seu entorn, també generen un aroma molt agradable, usualment determinat com de "vainilla i d'ametlla suau". Les flors poden ser un luxe per a les abelles, de les quals n'extraurem la seva mel. Una mel de caràcter molt dolç, lleugera, transparent, molt clara, flagrant i d'alta qualitat; d'un color i consistència molt semblant a la mel d'acàcia.

Segons la Sra. Zaida Alcarria, s'està treballant molt amb projectes de pol·linització per a potenciar el nombre d'abelles així com també per a fer mel. Porten des del 2014 treballant amb aquest projecte i, segons ella, els resultats són sorprenentment positius.

Imatge XLV: Fotografia d'un pot de mel elaborat per l'empresa IForestal.



Font: Elaboració pròpia

5.4.3 Les plantacions de *Paulownia sp.*: un paisatge de pel·lícula

Avui més que mai parlem de paisatge doncs sabem i coneixem de primera mà les vivències, les experiències sensorials i emocionals, la vida i les sensacions que aquest ens aporta. Avui entenem el paisatge com a una construcció cultural, quelcom humanitzat, subjectiu, viu, amb significat propi, quelcom percebut i viscut. Una combinació d'elements abiòtics, biòtics i antròpics que crea un entramat social i cultural que sempre evoluciona (J. Nogué, 2016).

Al llarg dels anys 90' sorgeix un gran neguit per la dispersió urbanística, per la imparable fragmentació, per les pèrdues de les pautes d'organització i per l'absoluta homogeneïtzació de paisatges. Així, amb les ganes de canviar aquesta trista realitat, sorgeix el Conveni Europeu del Paisatge el qual s'aprova exactament a l'octubre de l'any 2000 a Florència.

Catalunya, amb una actitud molt participativa si adhereix al cap de 2 mesos, al desembre del mateix any 2000, però no és fins al 8 de juny de 2005 que crea la Llei 8/2005 de Protecció, Gestió i Ordenació del paisatge de Catalunya. Llei que desenvolupa al cap de poc el Decret 343/2006 amb el que es marquen els objectius i es fixa el "com" es desenvoluparà la llei. A més, només a tall de curiositat, dir que la llei té 2 grans instruments per a protegir, gestionar i ordenar el paisatge que són; els Catàlegs del paisatge i les Directrius del paisatge. Molt per sobre, podem entendre els Catàlegs del paisatge com els documents de caràcter descriptiu i prospectiu que determinen la tipologia dels paisatges de Catalunya, identifiquen els seus valors i l'estat de conservació i proposen objectius que han de complir. N'hi ha concretament 7, els quals coincideixen amb els Plans Territorials Parcial (PTP). L'objectiu principal és que tot això influeixi en els PTP i això s'aconsegueix a través de les Directrius del paisatge. Cada PTP ha d'incloure la seva directriu; un resum dels objectius del Catàleg, convertits en forma de norma que s'incorporen en els PTP. A grans trets aquesta és la manera d'incloure el paisatge en el planejament doncs un cop està en el PTP ja és llei.

Imatge XLVI: Fotografia d'una plantació de Paulònies, Cervià de Ter (Girona)



Font: Elaboració pròpia

Després d'aquesta petita introducció que ens aproxima i ens ajuda a entendre la importància de tenir en compte el paisatge, de mantenir-lo, gestionar-lo, protegir-lo i valorar-lo, ordenar-lo i fins i tot apreciar-lo, podem entendre com un paisatge ens pot abocar unes sensacions i unes vivències, unes experiències personals i una força positiva que són indescriptibles, en el millor sentit de la paraula.

És per aquest motiu que incloc en el treball un apartat de paisatge, a l'entendre molt bé que un cultiu com el de la *Paulownia sp.* és molt més que quelcom productiu. Aquests arbres, al créixer, creen un paisatge inconfusible, d'un verd intens i ple de vida, un paisatge que desperta l'experiència poli-sensorial per l'olor de les seves flors, pel soroll de la vida que l'envolta i per la vista verd-blanquinosa i vermellova que neix entre les lluentors flors i les grans fulles.

Imatge XLVII: Fotografia de l'obertura de les flors d'una paulònia.



Font: Elaboració pròpia

Durant tot l'any podem gaudir d'un paisatge canviant on hi ha aquest tipus de plantació. Vegem com a l'hivern les grans fulles van caient deixant entrar els raigs de sol, molt agraïts en aquesta estació, mentre que a l'aproximar-se la primavera comencen a sorgir les primeres gemmes i a crear-se les primeres flors, les quals es mantindran fins a aproximadament finals de març/principis d'abril depenent de les condicions meteorològiques. Unes flors que un cop les hem vist una vegada ens permetran recordar sempre més aquest arbre perquè són realment brillants, d'un color primerament rosat, el qual a mesura que avancen les setmanes va quedant més blanquinós. En caure les flors guanyen força les fulles, les quals creixen fins als 50-80 cm de llargada, unes dimensions que realment no estem acostumats i que sobresurten a la vista. Fins acabat l'estiu queda tot l'arbre cobert d'aquestes exuberants fulles resseguides pel tronc i les branques d'un color marró-verdós clar.

Imatge XLVIII: Fotografia d'una finca de Paulònies, Navarrès (València).

Font: Elaboració pròpia

És un arbre que també destaca per la forma de les branques, les quals sovint ens recorden a les d'un canelobre quan no estan cobertes de fulles, on a la punta de cadascuna d'elles hi podem observar el fruit de la plàntula. Com he dit unes línies més amunt, lluny de ser únicament un cultiu productiu, crea un espai allà on el trobem meravellós i sobretot amb molta vida, molts colors i sensacions, tranquil, amable i agradable, curiós i fins i tot diferent, que amb paraules se'm fa impossible descriure. Precisament per la seva bellesa, la *Paulownia sp.* també ha sigut molt utilitzada en jardineria, i no únicament en parcs i jardins d'Àsia, sinó també en zones de Nord-Amèrica (sobretot EE.UU) i arreu d'Europa. Les enormes fulles i la gran copa d'aquesta espècie ofereixen una espessa ombra en zones de descans; així els parcs esdevenen agradables i frescs, plens de vida i color, a més de les qualitats i beneficis que aporten per a la nostra salut i pel planeta.

Imatges XLIX i L: Fotografies de Paulònies en jardins de Cervià de Ter i Sant Jordi Desvalls, respectivament.



Font: Elaboració pròpia

Cal saber que la *Paulownia sp.* arriba a Catalunya i a la resta d'Espanya molt abans amb finalitats de jardineria que per a producció de fusta i/o biomassa.

6 Conclusions i discussió

6.1 Conclusions

Recordant el meu objectiu prioritari, puc concloure que el cultiu de la *Paulownia sp.* és una alternativa agrària-forestal viable per a Catalunya. Després d'analitzar les tres dimensions bàsiques a l'hora de contemplar un cultiu nou, que són l'econòmica, la social i la medi-ambiental, crec fermament que estem davant d'una oportunitat real plena d'aspectes positius.

És bàsic pel nostre territori tornar a donar vida a tants llocs on aquesta ha desaparegut, i no només pel simple fet de retornar a viure-hi, sinó per mantenir l'espai natural ordenat, cuidat, protegit i valorat. L'abandó de pobles i la conseqüent abandó de les terres és un problema real greu que viu Catalunya pràcticament cada dia.

Així doncs, després d'analitzar la vessant econòmica, cal primer tenir clar que per a mantenir viu i actiu el territori és necessari i bàsic mantenir viva l'agricultura. En aquest sentit, i un cop vist que ara com ara és econòmicament viable el fet de cultivar paulònies, cal entendre que aquest cultiu pot crear una xarxa comercial i una sinergia positiva allà on s'instauri, creant un seguit d'ofertes laborals tals com: talladors de l'arbre, comerciants de fusta, fusters, turisme, i com no, agricultors. És a dir, encara que sigui a petita escala o a gran escala, parlem de col·laborar amb el desenvolupament rural i parlem de generar activitat i vida al territori. A més, amb el cultiu de la *Paulownia sp.* parlem d'expectatives de futur perquè de cada plantació en farem 4 o 5 torns (tallades), és a dir, parlem d'una inversió que tot i ser elevada en els primers anys, finalitza sent una mirada cap al demà. Aquest "demà", és el que provoca arrelament en el territori i, conseqüentment, esdevé un reforç pel teixit social d'aquest.

Per concloure amb la vessant social, en uns moments que el turisme i el sector serveis s'han convertit amb el màxim productor d'economia a Catalunya, crec que es podria vincular aquest amb la producció de *Paulownia sp.*, igual que es fa amb altres cultius com per exemple la vinya. El turisme és una font d'ingressos real a Catalunya, amb aspectes positius i negatius, com la resta de sectors. Tot i això, crec que el que és impensable és el fet de perdre més actius del sector primari (2% sobre el total) i per tant, defenso el fet de crear una simbiosi entre ambdós sectors, bàsicament per salvar l'agricultura. Aquest lligam es podria donar mitjançant diverses opcions, com per exemple: visites guiades a les finques o rutes que passin entremig del cultiu. Són opcions que podrien tenir èxit sobretot en els moments en els quals l'arbre floreix, com passa amb els presseguers a Lleida, entre altres llocs.

Avui que ningú pot negar el canvi climàtic, encara que alguns "capitalistes" el continuïn negant, sabem més que mai que hem de trobar solucions eficients i reals que ens ajudin a mitigar-lo i/o, si més no, controlar-lo. És un problema que neix, s'alimenta i continua present per molts motius, però que sobretot va agafat de la mà de l'augment de CO₂ a l'atmosfera, entre molts altres aspectes. En aquest sentit, i centrant-me amb la vessant ambiental, el cultiu de *Paulownia sp.* pot aportar el seu granet de sorra al ser un dels arbres del planeta que capta més CO₂ i retorna O₂ a l'atmosfera. A més, és capaç de sobreviure en sòls contaminats i deteriorats, provocant una sèrie de beneficis en la qualitat del sòl, en la prevenció de l'erosió, aportant matèria orgànica, enriquint la quantitat i diversitat de microorganismes, capturar C i, resumint, millorant tot l'ecosistema. Per tancar amb aquest apartat, només vull afegir que els projectes de pol·linització amb paulònies amb els que estan treballant diverses empreses són molt interessants, no només per donar un valor afegit al cultiu, sinó per col·laborar amb la supervivència de les abelles i amb altres pol·linitzadors, els defensors de la biodiversitat i la vida del planeta.

Després d'aprendre, estudiar i investigar des de l'opinió de professionals i investigadors la viabilitat del cultiu de la *Paulownia sp.* a Catalunya, analitzant cadascuna de les seves necessitats biològiques del gènere, concloc que s'adapta bé a les característiques climàtiques i física-químiques del sòl de Catalunya, sense cap inconvenient. Igualment, abans de plantar, cal haver-se informat de les necessitats de l'arbre i sobretot dels aspectes que l'arbre no tolera.

Centrant-me amb l'experimentació de produir plançons de *Paulownia sp.* a través d'esqueixos d'arrel, he arribat a la conclusió que és una molt bona opció el fet de cultivar-los un mateix, sense haver de pagar 3-4 € per plançó. La supervivència en aquest cas ha sigut del 100%, sent una pràctica senzilla que, amb pocs passos, pot seguir tothom. Aleshores, recomano als agricultors interessats amb aquest cultiu, tenir reservat un espai del conreu per a l'elaboració de plançons. Així, en el moment en que es requereixi un arbre, el tindreu a la vostra disposició. És una pràctica que porta duent-se a terme des de ja fa molts anys en el camp de la jardineria però poc en el món forestal, així que defenso el fet d'aprendre a fer-ho sobretot amb la voluntat d'innovar en el sector.

De l'altra prova pràctica, on comparava el fet de si era millor aplicar el "tall de rebrot" o no, he arribat a la conclusió que esperava, és a dir, és millor aplicar el "tall de rebrot". Amb aquest, com hem vist (apartat 5.2.2), aconseguim que l'arbre creixi uns 5-7 m amb un any, i el més important, creixi de forma recta. Mentre que les paulònies a les quals no vaig aplicar el tall, han crescut a una velocitat molt més reduïda i el pitjor de tot, tindran una curvatura en tronc que no agrada gents als comerciants d'aquesta fusta.

Pel que fa als compradors de fusta de *Paulownia sp.*, he pogut comprovar que cada dia hi ha més interessats amb aquesta, però que de moment, cal anar fins a València per a trobar veritables xarxes comercials que ja tinguin certa experiència amb aquest camp. Igualment, sóc positiu amb el futur d'aquest cultiu perquè, tant a través de la bibliografia com per l'opinió dels experts, veig que el pensament que es respira és molt bo, per les nombroses qualitats de la fusta.

Pel que fa a la fusta de *Paulownia sp.* per a biomassa (apartat 5.3.4) crec que no està aconseguint els resultats que s'esperaven, tant perquè la fusta d'aquests arbres pesa poc durant els primers 2-3 anys com perquè, en la majoria de casos, es va plantar sense conèixer les necessitats biològiques i del maneig del cultiu d'aquest gènere. Crec, i és una opinió personal, que es va plantar seguint únicament una lògica econòmica a l'aprofitar unes subvencions que es van donar fa uns anys per a plantar diferents cultius per a fins de biomassa. Un cop aquesta subvenció es va acabar, en la majoria de casos es van arrancar els cultius, una pràctica que deixa molt de desitjar. Igualment, hi ha altres gèneres com el *Populus sp.*, *Salix sp.* o certs *Pinus sp.*, entre d'altres, que donen millors rendiments per a la producció de biomassa.

Ja per acabar, remarco la importància de practicar un correcte maneig del cultiu, al que hi dedico tot un apartat (apartat 5.1.2), ja que d'aquest fet en depèn la inversió. És a dir, amb els preus ajustats amb els quals es treballa a pagès, no podem permetre'ns errors, sobretot si aquests són per la falta de coneixement. Per tant, he arribat a la conclusió que per aconseguir que el cultiu ens aporti els beneficis que d'ell esperem, és indispensable aplicar una bona pràctica agrària: amb un bon maneig del cultiu i sempre respectuós amb el medi ambient.

Important, en cap cas defenso el fet d'abandonar els cultius tradicionals de Catalunya, sinó que únicament tinc la missió d'informar a tots els interessats sobre un cultiu que ja fa anys que està present a molts països d'Europa i pràcticament a tot el món.

6.2 Discussió

- Si el cultiu de *Paulownia sp.* per a biomassa no funciona a Catalunya, perquè s'han donat subvencions a empreses i entitats, sense abans haver-ho estudiat a fons?
- Econòmicament es pot calcular el projecte/inversió de plantar *Paulownia sp.* però no es pot saber del cert quin serà el preu de la fusta d'aquí 20, 30 o 40 anys. Avui el preu és bo, però estem parlant d'un producte nou a casa nostra, el qual segurament, estarà uns anys fluctuant fins que s'estanqui, moments que hauria de ser beneficiós tant pels agricultors com pels comerciants/venedors.
- A l'apartat de fitopatologia (apartat 5.1.2.7) s'ha parlat sobre l'alta capacitat que té la *Paulownia sp.* per a resistir a les plagues i a les malalties. Deixant de banda incidents ocasionals com els problemes amb els talps i/o els conills, no està presentant cap problemàtica major, que amenaci al cultiu. Igualment, i igual que en l'anterior cas, cal reconèixer que és una espècie nova a Catalunya, amb la que cal ser meticulosos i observadors per si, de forma esporàdica, apareixes alguna problemàtica no coneguda fins ara.

7 Fonts d'informació

7.1 Bibliografia

- Ayala-Astorga. G., Alcaraz-Meléndez. L (2010). Salinity effects on protein content, lípid peroxidation, pigments, and proline in *Paulownia imperialis* (Siebold and Zuccarini) and *Paulownia fortunei* (Seemann and Hemsley) grown *in vitro*. Universidad Catlica de Valparaso, Chile. Extret el juliol de 2017 de: <http://www.ejbiotechnology.info/index.php/ejbiotechnology/article/view/v13n5-13/1226>
- Cabrera. M., Vera. A., Cornejo. J., Ordás. I., Tolosana. E., Ambrosio. Y., Martínez. I., Vignote. S., Hotait. N (2011). Evaluación del potencial de energia de la biomassa. Estudio Técnico PER 2011-2020. IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energia. Madrid, Espanya. Extret el juliol de 2017 de: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_11227_e14_biomasa_A_8d51bf1c.pdf
- Codoceo. F (2015). Las Paulownias absorben 10 veces más CO² que cualquier árbol en el mundo y son ideales para fertilizar campos estériles. Extret el juliol de 2017 de: <https://www.veoverde.com/2015/02/quieren-rearborizar-paine-con-10-mil-paulownias-tormentosas/>
- Gutiérrez. J., Ocaña. R (2009). Manual para el cultivo de la *Paulownia elongata*. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. Extret el juliol de 2017 de: http://www.siea.uaemex.mx/siestudiosa/FrmEditorial/2009/09_C_422_0643.pdf
- Harald, D (2012). Valorización integral de la biomassa leñosa agroforestal a lo largo del gradiente altitudinal en condiciones mediterráneas (Tesis Doctoral). Universidad de València, València. Extret el juliol de 2017 de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/19133/TESIS%20VERSION%20FINAL.pdf?sequence=1>
- Homar Sanchez. A (2013). Ensayos de plantación de clones *Paulownia sp.* para producción de biomassa lignocelulósica en las fincas de Madrigal de la Vera (Cáceres) y Carpio de Tajo (Toledo). Departamento Técnico Bosques Naturales S.A. Alcobendas, Madrid. Extret el juliol de 2017 de: <http://bosquesnaturales.com/wp-content/uploads/2016/02/2.5.8-2013-Documento-Final-Ensayo-Paulownia.pdf>
- Langtry. A., Martín. I., Merino. J. (2012). Dos metabolismes fotosintéticos con un mismo destino, mejorar la EUA. Extret el juliol de 2017 de: <http://www3.uah.es/pedrovillar/Docencia/Ecologia%20Grado%20Biologia/Archivos/Seminarios/C3,%20C4,%20CAM/Langtry,%20Martin,%20Merino.pdf>
- Llano, J (2009). Fisiología y bioquímica de *Paulownia imperialis*, *Paulownia elongata* y *Paulownia fortunei* en condiciones de campo e invernadero bajo diferente humedad en el suelo. (Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias). Centro de investigaciones biologicas del Noroeste, S.C., La Paz, Bolívia. Extret el juliol de 2017 de: http://cybertesis.cibnor.mx:8080/sdx/cibnor/2009/llano_j.pdf
- Manuel. E., Martínez. E., Antonio. F., Morote. G., Ramón. F., Serrano. L., Abellán. M., Pérez. D., del Cerro. A (2011). El cultivo de Paulonia (*Paulownia elongata x fortunei*) para la obtención de madera y biomassa en Castilla-La Mancha: Primeros resultados. *Revista Foresta*, 47-48, p. 106-111. Extret el juliol de 2017 de: <http://www.redforesta.com/blog/2011/02/02/la-gestion-forestalel-cultivo-de-paulonia-pawlonia-elongata-x-fortunei-para-la-obtencion-de-madera-y-biomasa-en-castilla-la-mancha-primeros-resultados/>
- Moreno Jiménez. E (2010). Recuperación de suelos contaminados con arsénico mediante fitotecnologías. (Tesis Doctoral). Universidad Autónoma de Madrid. Madrid, Espanya. Extret el juliol de 2017 de:

- https://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/emjimene/Publicaciones/PhD_Thesis_EM_orenoHQ.pdf
- Queralt, R, Ferro. L (2013). Más de un centenar de pueblos están abandonados en Catalunya. La Vanguardia. Extret el juliol de 2017 de: <http://www.lavanguardia.com/vida/20130414/54371181086/pueblos-abandonados-catalunya.html>
 - Salguero, D (2015). Crecimiento, Supervivencia e intercambio gaseoso de dos clones de *Paulownia elongata x fortunei* al primer año de desarrollo vegetativa en tres sitios del centro sur de Chile (Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias Forestales). Universidad de Concepción, Concepción, Chile. Extret el juliol de 2017 de: [http://repositorio.udec.cl/bitstream/handle/11594/1819/Tesis%20Crecimiento Supervivencia e IntercambioImage.Marked.pdf?sequence=1](http://repositorio.udec.cl/bitstream/handle/11594/1819/Tesis%20Crecimiento%20Supervivencia%20e%20IntercambioImage.Marked.pdf?sequence=1)
 - Wang, Q., Shogren. F (1991). Characteristics of the Crop-Paulownia System in China. Center for Agricultural and Rural Development. Iowa State University. Ames, Iowa (EE.UU). Extret el juliol de 2017 de: <http://www.card.iastate.edu/products/publications/pdf/91wp84.pdf>
 - Xiong, J (2015). Recuperación y rehabilitación de suelos contaminador con elementos traza mediante la aplicación de enmiendas y el establecimiento de una cubierta vegetal natural o de una planta de crecimiento rápido (*Paulownia fortunei*) (Tesis para optar a Doctor). Universidad de Sevilla, Sevilla. Extret el juliol de 2017 de: <https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/39861/Tesis%20Jian%20Xiong.pdf?sequence=1>

7.2 Documentals

- Durant, X, Casado. A (2012). TV3 El Medi Ambient- Paulònia: una alternativa per a fusta i energia. Extret el juliol de 2017 de: <http://www.ccma.cat/tv3/alacarta/el-medi-ambient/el-medi-ambient-paulonia-una-alternativa-per-a-fusta-i-energia/video/4128150/>
- Galmés. M (2012). Paulonia, Desarrollos agro-energéticos. Extret el juliol de 2017 de: <https://www.youtube.com/watch?v=OrTygKJZm5k>
- Uribe. A (2016). El mundo del campo. Extret el juliol de 2017 de: <https://www.youtube.com/watch?v=gM-EvQRBwCA>