18è congrés de l'APEVC

L'arbre, estructura del verd urbà

Lleida, 19 i 20 de març 2015

Llibre de ponències

APEVC
Associació de Professionals
dels Espais Verds de Catalunya

18è congrés de l'APEVC

L'arbre, estructura del verd urbà

Lleida, 19 i 20 de març 2015

Llibre de ponències

APEVC
Associació de Professionals
dels Espais Verds de Catalunya

SUMARI

Ponència 1
Els arbres urbans principals errors de disseny i execució, **Gerard Passola** 6

Ponència 2
Noves estratègies per al control integrat del tigre del plàtan i la mosca blanca del taronger, **Xavier Pons, Belén Lumbierres i Izaskun Martí** 13

Ponència 3
Novetats en arbrat per utilitzar en viari, **Josep M. Pagès** 20

Ponència 4
Sòl estructural: Què, com i perquè?, **Albert Bestard** 33

Ponència 5
Gestió del patrimoni arbrat des de la participació ciutadana, **Andreu González, Xavier Ródenas** 38

Ponència 6
Incidència del pol·len de l'arbrat en la salut dels ciutadans, **Jordina Belmonte Soler** 44

Ponència 7
Resposta de *Platanus x acerifolia* a la composició i millores de les terres de plantació, **Xavier Fàbregas, Angel Campeny, Martí Casorran, Jordi Rodriguez i Xavier Martínez** 47

Ponència 8
Gestió del risc de l'arbrat, **Josep Selga** 63

Ponència 1

Els arbres urbans principals errors de disseny i execució

Gerard Passola

Els arbres urbans JA no son un objecte del sector de la jardineria, avui dia son eines dels àmbits SOCIAL, AMBIENTAL, ECONÒMIC, DE SALUT i també encara del sector ORNAMENTAL o del PAISATGE.

Per tant no es poden prendre decisions des d'un punt de vista que no inclogui totes aquestes valoracions,

Els beneficis que els arbres generen a les ciutats omplen pàgines i pàgines d'estudis on es posen en xifres cada una de les seves aportacions. La majoria de ciutats que han entès aquesta aportació inclouen en els estudis econòmics cada un d'aquests beneficis.

Alguns dels beneficis més coneguts i estudiats són:

- Ambientals
  - Millora de la qualitat ambiental (filtració de partícules 60%)
  - Mitigació de la temperatura (6-20º centígrads)
  - Millora de les condicions dels carrers
  - Reducció de la reverberació del soroll
  - Reducció del CO2
  - Millora de les característiques de l'aigua d'origen pluvial
- Salut
  - Reducció de la obesitat i l'asma
  - Millora la recuperació hospitalària
  - Redueix la taxa de mort prematura per malalties cardiovasculars i respiratòries
  - Menor quantitat de baixes laborals
- Econòmics
  - Allargament de la visa dels asfalts (10 Ð 25 anys)
  - Reducció dels costos energètics (aire condicionat i calefacció 20-25%)
  - Augmenta el valor dels habitatges (5-15%)
  - Actuen com a col·laboradors en l'atractiu turístic i comercial

Gerard Passola, Biòleg especialista en arboricultura. www.doctorarbol.com

- Socials
  - Augment de la seguretat vial (reduint la velocitat)
  - Afecta positivament les percepcions i comportaments dels usuaris
    - Redueix la criminalitat (reducció trucades a la policia per violència domèstica, reducció d'abusos infantils (Chicago)
    - Redueix atracaments (3% versus 14% d'atracaments)
    - Millors relacions veïnals
    - Millora la confortabilitat
    - Reducció dels dèficits d'atenció en nens (una caminada per un parc té les mateixes conseqüències que dos dosis de medicació).

Imatge 1: (A dalt dreta) càlcul cost benefici de la implantació i beneficis dels arbres urbans a Fresno. Imatge 2: (A baix dreta) beneficis econòmics generats pels arbres de carrer a diferents ciutats americanes.

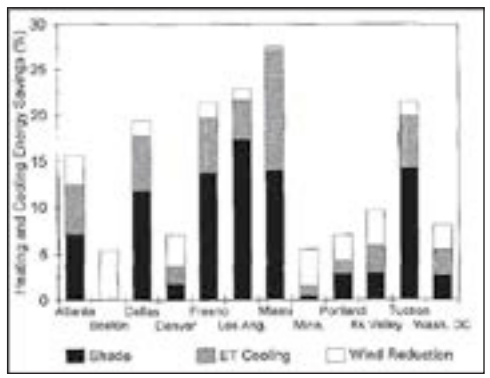


Table 2. Projected present value of benefits and costs for yard tree plantings in Fresno (16,500 trees planted, 21% mortality for 30 years, 10% cost of capital).

Benefit category	Present value (in $1000s)	Cost category	Present value (in $1000s)
Energy:[1]		Planting:[6]	229
Shade	3,949	Pruning:[7]	383
ET cooling	1,484	Removal:[8]	
Wind reduction	303	Tree	175
Subtotal	5,736	Stump	0
Air quality:[2]		Subtotal	175
PM 10	167	Irrigation:[9]	94
Ozone	26	Landfill:	0
Nitrogen dioxide	174	Inspection:	0
Sulfur dioxide	17	Pest/disease:[10]	5
Carbon monoxide	13	Infrastructure repair:[11]	
Subtotal	397	Water/sewer	56
Carbon dioxide:[3]		Sidewalk/curb	43
Sequestered	151	Subtotal	99
Avoided	267	Liability:[12]	38
Subtotal	418	Administration:[13]	201
Hydrologic:[4]		Total costs	1,222
Runoff avoided	614		
Saved at power plant	11		
Subtotal	625		
Property/other:[5]	16,351		
Total benefits:	23,527		
Net present value	22,305		
Benefit-cost ratio:	19.3		

Com que coneixem tot aquest reguitzell de beneficis que els arbres aporten, hauríem de procurar estendre al seva capacitat d'influència al màxim. ELS BENEFICIS SÓN L'OBJECTIU.

És molt important tenir clar que aquests objectius no s'aconsegueixen amb arbusts, o amb arbres petits: Els beneficis estan associats a ARBRES GRANS / MADURS (arbres amb un mida de la massa foliar: altura/amplada a partir de 8 metres (a part del tronc), però normalment a partir de 10-12 metres amplada/altura)

> "The aim of urban forestry is to improve the welfare of urban residents; the planting and care of trees is a means to that end, not an end in itself."
>
> Dr. Mark Johnston (1985) *Community Forestry: a sociological approach to urban forestry*, Arboricultural Journal 9, 121-126

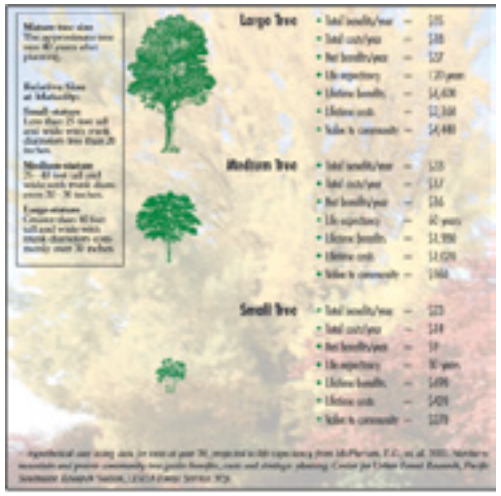
Lagerstroemia, Prunus pissardi, Hibiscus, Nerium, etc. No tenen beneficis ambientals i econòmics i poc beneficis socials. Els arbres petits només tenen un cert benefici estètic i prou.

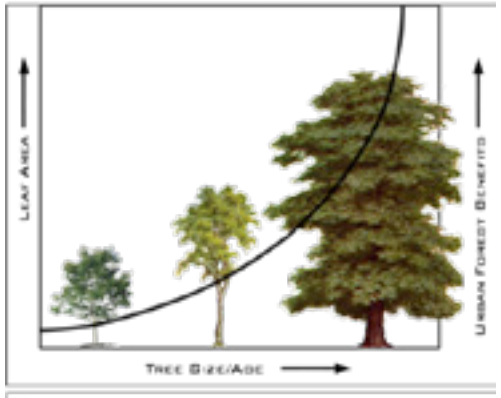
Però si un observa els Plans Directors i de Gestió de la majoria de ciutats espanyoles, pot fàcilment adonar-se que la tendència general és plantar cada vegada arbres més petits i plantar arbres en menys llocs. Que Alex Shigo digués que s'ha de plantar l'arbre correcte en el lloc correcte no vol dir que els arbres per si sòl hagin de poder créixer lliurement sense – en tota la seva vida- afectar cap element de l'entorn.

El resultat es que com a conseqüència dels Plans Directors – Plans de Gestió:

1. Decidim (NO) plantar:
   a) Eliminant massivament llocs de plantació per la dificultat que poden tenir:
      - Carrers estrets (zones antigues, carrers/barris degradats, etc.)
      - Interferències aèries (carrers/barris degradats)
      - Aceres estretes (ídem)
   b) Eliminem llocs de plantació puntuals per motius veïnals
      - Vistes
      - Manca de llum

Aquesta tendència s'accentua en determinats llocs de les ciutats i normalment, les zones més degradades solen ser més castigades amb l'eliminació dels arbres grans.





Imatge 3: (a dalt) càlcul econòmic dels beneficis ambientals que generen els arbres en funció de la seva mida. Imatge 4: (a baix) increment dels beneficis en funció de la mida dels arbres.

2. Restringim les espècies amb valor (climàtic, social, econòmic, ambiental, etc.)
   a) Només especies que no s'hagin de podar (massa)
   b) Especies que segueixin el model descrit en manuals (capçades geomètriques) capçada tipus bola o el·lipse.
   c) Cap arbre de creixement gran i alta longevitat. O en tot cas restringits a carrers que es donen amb molt baixa freqüència.

Això genera una paradoxa increïble: els Plans Directors tenen com a resultat molts menys arbres o, com a molt, que els carrers siguin plens d'arbustos grossos que "no serveixen per gairebé res"

En el disseny urbà i considerant l'arbre com a eina de transformació (social, econòmica, ambiental): la primera pregunta és quan arbres necessito? I, a on?: la resposta és la cobertura foliar.

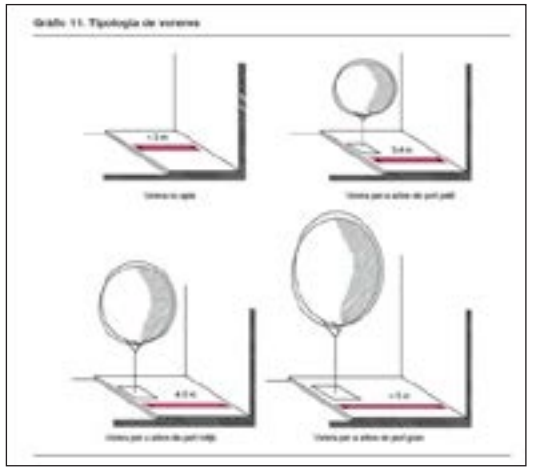
La cobertura foliar és l'element que s'utilitza per avaluar el benefici, per tant la primera pregunta hauria de ser quina cobertura puc generar, entenen que la màxima és la millor.

Si busco aquests beneficis els resultats són:

a) Plantar arbres justament on la majoria de Plans Directors estan pretenen eliminar-los.
b) I també plantar especies d'arbres que la majoria de Plans Directors estipulen només per aceres de més de 6 metres sense interferències (en el millor dels casos)

City of Seattle's Urban Forest Management Plan

The City of Seattle's Urban Forest Management Plan (UFMP) provides a 30-year framework to reverse a severe decline in the city's canopy cover from 40% in the late 1960s to 18% in 2000. Published in 2007, the UFMP establishes a goal of reaching 30% canopy cover in 30 years, which requires the planting of approximately 650,000 new trees.



Imatge 5: (a dalt) proposta de plantació a una ciutat americana (Seattle). Imatge 6 (a baix): proposta estàndard impossible d'assolir a la ciutat sense despoblar les ciutats d'arbres o omplir-les d'arbres misèrrims.

Una de les causes d'aquesta incapacitat de plantar arbres grans és mal entendre la màxima de Shigo que hem esmentat abans: encara que s'ha de buscar l'arbre correcte per al lloc correcte, aquesta màxima, avui, s'ha d'entendre des de la visió de l'arbre de ciutat com a bosc urbà amb unes capacitats a perseguir molt més amplies que el sol fet estètic. Aquesta mala interpretació genera la idea que només els arbres equilibrats amb capçades complertes i ajustades a les fotos de llibre son correctes.

Imatge 7: estructura real d'arbres en carrers amples on la geometria no es estàndard sinó generada i condicionada per l'espai disponible de l'entorn.

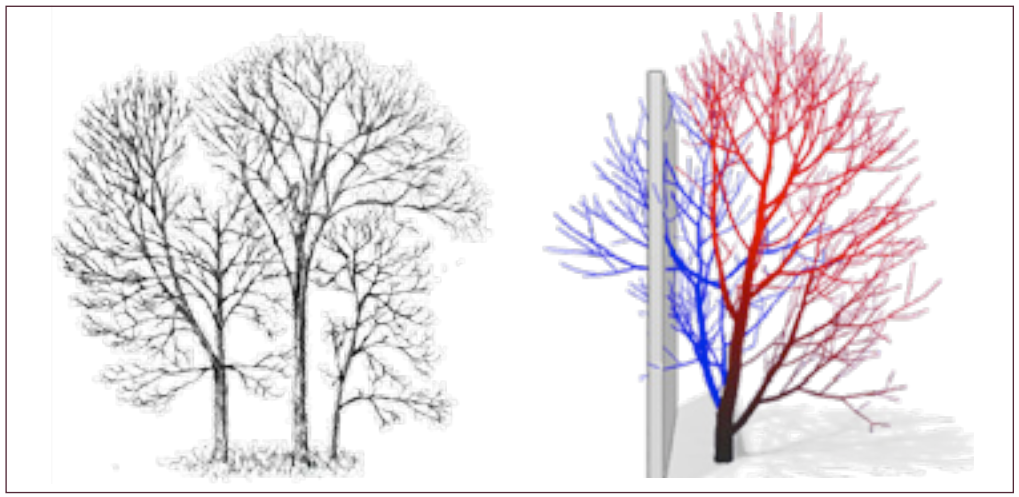
Així els models iconogràfics mostren arbres del tipus esfèrics, immòbils, que només poden coincidir amb classes d'arbres nans.

La tendència natural dels arbres a buscar la llum i a ocupar l'espai lliure no es té en compte. I la estructura madura dels arbres no apareix en cap guió o proposta de Pla Director.

Els arbres tendeixen, en l'entorn urbà (i també en el natural), a formar capçades no geomètriques amb formes aparaiguades agafant la forma que el seu entorn deixa sense ocupar. L'arbre perfecte és tant rar a la ciutat com a la natura. I buscar-lo un error.

L'únic punt crucial en la estructura i forma dels arbres urbans és que el **desenvolupament de l'arbre** allà on es pugui donar **sigui a través del creixement natural** –acompanyat si cal- però gestionat des de la manera de ser de cada arbre sense podes de reducció.

Imatge 8: els arbres a la natura rarament tenen capçades geomètriques esfèriques o el-lipsoïdals, si no existeixen a la natura, es un error perseguir-los a la ciutat. Imatge 9 (a baix): estructura segons el creixement natural en un arbre aïllat o situat proper a una edificació.

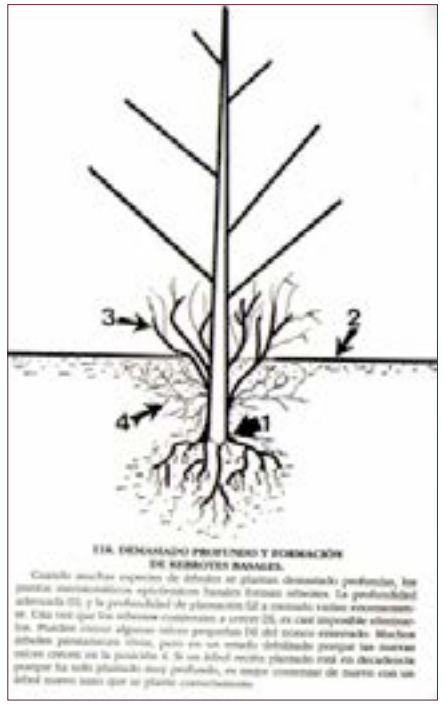


Cal doncs fer un esforç de canvi en el model de l'arbre a la ciutat. No és un tema de gustos estètics o de opinions hi ha una ciència de la confortabilitat a la ciutat que ha descobert que l'arbre és la principal eina de millora i per tant s'ha de posar al servei de les persones de les ciutats per millorar-los-hi la vida.

Aquest repte requereix formar-se de nou, i valentia per vèncer les normals reticències que qualsevol canvi de model genera.

Per a aquesta revolució cal canvis a nivell conceptual i canvis a nivell laboral, hem de millorar tècnicament cada una de les actuacions que realitzem amb els arbres perquè la seva longevitat és necessària per tenir arbres madurs que són els elements bàsics per a la millora.

Un dels aspectes que cal millorar és el procés de plantació, de fet la meva opinió és que el 90% dels arbres a carrer estan mal plantats. D'aquest 90%, el 60-70% correspon (al menys) a arbres amb mala qualitat radicular que provenen de les tècniques de cultiu. La resta del percentatge ve generat per la mala execució de la plantació. Gairebé podríem dir que els arbres ben plantats ho son per pura sort.



Imatge 10: pàgina del llibre Arboricultura Moderna, Compendio, d'Alex Shigo, on s'alerta dels problemes de la plantació profunda.

Els defectes principals son arbres cultivats en contenidor, o mantinguts en contenidor durant espais de temps superior als 2 mesos, plantacions amb 3, 4 o 5 nivells de substrats diferents, plantació profunda!, la busqueda de la homogeneïtat dins una ciutat heterogènia, etc., no són gaire defectes en número, però es repeteixen, sols o combinats, en pràcticament totes les plantacions d'arbres urbans.

La inversió llençada en arbres de mala qualitat o espatllats en el moment de la plantació, hauria de ser objecte de preocupació per part de les entitats públiques i més amb els temps que corren. I no ens podem queixar que no ens ho hagin dit abans: el llibre "la arboricultura moderna" de Shigo té avui 24 anys...

Sinó es millora el procés de fabricació dels arbres i la seva plantació física no es podran dur a terme aquestes millores generals que la gent necessita. Els viveristes no milloraran les tècniques de cultiu si els clients no són conscients de quina és la qualitat que han de demanar i les exigeixen, i per això cal entendre i després perseguir els objectius de millora REAL.

La plantació és un moment clau: tots els coneixements, previsió de futur, expectatives de vida, paisatge, millores ambientals i la resta beneficis es concreten en el precís moment de la plantació. Si

aquest fet es realitza de manera correcte, més de la meitat del camí està fet. Tot el que un arbre pot arribar a ser depèn de dos aspectes: la seva genètica i l'entorn a on es desenvolupa. I això es defineix cada vegada que plantem un arbre.

La genètica és important, cada espècie que seleccionem tindrà unes determinades característiques: alta o baixa apetència per la llum, creixement ràpid o lent, estructura més vertical o eixamplada, més o menys longevitat. Per això cada plantació ha de ser objecte d'un estudi proporcional a els conseqüències d'aquesta decisió, i per tant ha de ser correcte per un període llarg (100 anys de mitja), si la plantació és correcte però la elecció de l'espècie perd importància (al menys pel que fa a la supervivència). El segon element en la plantació és l'entorn. Allà on col·loquem un arbre hem de conèixer el volum radicular disponible, insolació, humitat, tipus de sòl, espai aeri, altura màxima permissible, etc., i això **per cada un dels arbres** a plantar, sense aquesta valoració les plantacions fracassen.

La plantació dels arbres és i hauria de ser un fet transcendent que va més enllà d'una ordre de treball dins les tasques de manteniment del verd. Cada plantació (no la decisió però si el fet físic) hauria de realitzar-se amb el concurs dels veïns i demès beneficiaris, hauria d'executar-se amb un simbolisme especial ja que és un element destinat a acompanyat la vida de la ciutat mentrestant varies generacions d'homes es renoven a la seva ombra.

Aquestes ciutats són possibles, existeixen arreu on la gent ha entès que la ciutat és poc humana i requereix natura per fer-la adequada a l'home, és un repte, a la vegada, apassionant i que augmenta l'àmbit de l'actuació del mon del verd a una realitat que transcendeix enormement l'àmbit estètic o paisatgístic.

Ponència 2

Noves estratègies per al control integrat del tigre del plàtan i la mosca blanca del taronger

Xavier Pons, Belén Lumbierres
i Izaskun Martí

Actualment hi ha una necessitat ambiental i social de buscar alternatives a l'ús de plaguicides per al control de plagues en espais verds urbans. Els plaguicides són productes tòxics, contaminants de l'aire i de l'aigua, afavoreixen l'aparició de poblacions de plagues resistents i afecten negativament a la fauna auxiliar. La normativa vigent, principalment el **Real Decreto 1311/2012** del Ministerio de la Presidencia promou l'ús sostenible de productes fitosanitaris per al control de plagues i assenyala la **gestió integrada** com l'estratègia més adient, donant **preferència a mètodes** de control **menys agressius, com el control biològic**, i deixant l'ús de **plaguicides com a darrer recurs**.

Donada aquesta situació, l'**Àrea d'Arbrat de l'Ajuntament de Barcelona** es planteja la necessitat d'obtenir la informació per **dur a terme el control de plagues amb mètodes biològics i, amb col·laboració amb la Universitat de Lleida**, engeguen un **pla per millorar el control de dos dels problemes** fitosanitaris que actualment té la ciutat: **el tigre del plàtan i la mosca blanca dels tarongers**.

1. Tigre del plàtan

El **plàtan d'ombra** (*Platanus x acerifolia*) és una de les espècies arbòries més abundants i característiques de la ciutat de Barcelona, hi ha més de 100.000 exemplars, essent habitual el seu ús com a arbres d'ombra en carrers, places i parcs públics.

El tigre del plàtan, **Corythucha ciliata Say** (*Hemiptera, Tingidae*), passa l'hivern en estat adult sota l'escorça i a la primavera surt d'hivernació i es dirigeix a les fulles per alimentar-se, aparellar-se i donar lloc a dues o tres generacions. Un cop a les fulles, els tigres s'alimenten de la saba. Quan l'atac és fort, les fulles es decoloren afectant l'estètica de l'arbre. Degut a que els plàtans es troben

Xavier Pons, Universitat de Lleida, Dept. Producció Vegetal i Ciència Forestal
Belén Lumbierres, Universitat de Lleida, Dept. Producció Vegetal i Ciència Forestal
Izaskun Martí, Ajuntament de Barcelona, Institut Municipal de Parcs i Jardins, Àrea d'Arbrat

sobre tot en carrers i places, el tigre pot causar també molèsties a les persones, en caure'ls a sobre o entrar dins dels habitatges.

Per al control del tigre s'han utilitzat insecticides (aplicats per via foliar, radicular o amb endoteràpia) i depredadors (antocòrids, crisopes) amb resultats poc satisfactoris (baixa eficàcia, repetició de tractaments, dificultat d'aplicació, etc.). Hi ha estudis que indiquen l'eficàcia potencial de nematodes (Shapiro-Ilan i Mizell, 2012) i de fongs (Tarasco i Triggiani, 2006). A França s'ha desenvolupat un programa de control del tigre del plàtan basat en l'ús de nematodes entomopatògens (NEP) del gènere *Steinernema sp.* i l'espècie de crisopa *Chrysoperla lucasina*. Aquesta estratègia està desenvolupada i adaptada a les condicions ambientals de França i no es tenen dades dels resultats que es podrien tenir en condicions mediterrànies i més concretament a la ciutat de Barcelona.

Com a un primer pas per conèixer la capacitat dels NEP per al control del tigre del plàtan en les nostres condicions, es va desenvolupar un estudi amb l'objectiu de determinar l'eficàcia de NEP comercials en el control de les poblacions d'adults hivernants. L'estudi va consistir en un assaig de laboratori i una prova en camp.

L'assaig de laboratori es va fer amb adults de C. *ciliata* recollits uns dies abans de l'experiment i es va dur a terme al laboratori de nematologia de la Universitat Autònoma de Barcelona. Es van utilitzar dues espècies de NEP, ***Stienernema feltiae i Steinernema carpocapsae***, procedents de productes comercials (Entonem® i Capsanem®, Koppert España) aplicades a les dosis estàndard d'assaigs de laboratori (25 i 50 IJ (formes infectives) /cm2) i a una dosi de 200 IJ/cm^2, equivalent a la dosi de camp recomanada per la casa comercial. Es va incloure també un testimoni sense aplicació de NEP. L'assaig es va fer a 25ºC en 10 plaques de Petri per tractament, amb 10 adults per placa i es va repetir dues vegades.

L'espècie de NEP S. *carpocapsae* va causar major mortalitat que *S. feltiae* a qualsevol dosi. Per les dues espècies, la mortalitat més elevada es va aconseguir a l'equivalent a la dosi comercial (200 IJ/cm^2), assolint un valor del 95% en el cas de S. *carpocapsae*. Aquests resultats posen de manifest que, en condicions de laboratori i a 25ºC, S. *carpocapsae* pot funcionar per a controlar les poblacions hivernants del tigre del plàtan.

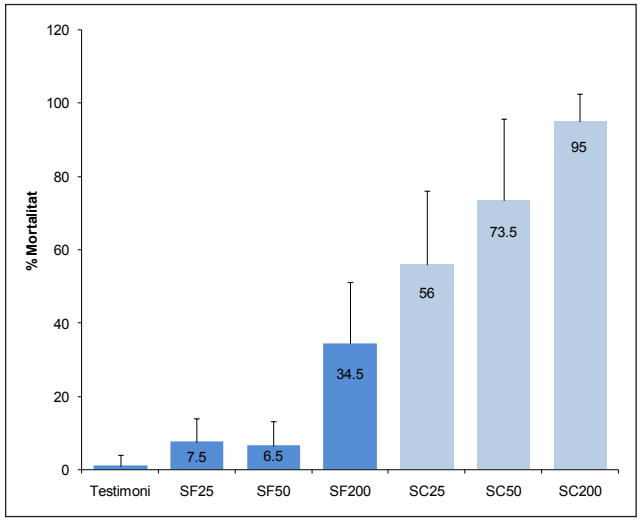


Figura 1. Mortalitatd'adults hivernants de C. ciliata morts (mitjana ✣ error estàndar) en el tractament testimoni i en els de S. feltiae i S. carpocapsae a les dosis assajades a 25 ºC, en condicions de laboratori.

L'assaig de camp es va fer al districte 3 (Sants-Montjuïc) de la ciutat de Barcelona. Es van determinar tres sectors, en cadascun dels quals es va aplicar un dels tractaments de l'assaig: (1) sector de tractament biològic amb **NEP**, (2) sector de tractament insecticida amb **azadiractina** i (3) sector amb tractament amb aigua que actuava com a **testimoni**. El nombre d'arbres en cada sector va ser el següent: 25 al sector tractat amb NEP, 31 al sector tractat amb azadiractina i 33 al sector testimoni. El tractament amb NEP es va fer el 24 de febrer del 2014, amb el producte comercial Capsanem® a la dosi recomanada de 7,5 milions IJ/litre més el coadjuvant Addit (0.5 cc/litre).

En 5 arbres de cada zona, 4 dies abans del tractament i 7 i 14 dies després d'aquest, es va fer el recompte dels adults presents (vius i morts) en 1 dm2 d'escorça en tres llocs del tronc i la corona. Els insectes morts es van recollir per comprovar la causa de la mortalitat. Es va fer també un recompte addicional d'adults a les fulles l'11 d'abril, quan els insectes ja havien abandonat els llocs d'hivernació i s'havien desplaçat al fullatge. En aquest mostratge es van recollir un total de 20 fulles per arbre, 10 fulles en cadascuna de les orientacions est i oest. Un cop al laboratori, es va enregistrar la presència i nombre d'adults i d'ous. La comparació entre tractaments es va fer amb una ANOVA no paramètrica de Kruskal-Wallis i es va calcular l'eficàcia corregida dels tractaments amb la fórmula de Henderson-Tilton. Degut a que la població inicial va ser molt diferent en les diferents zones (Figura 2a) es va procedir a l'estandardització dels valors amb la fórmula [(individus mostratge i / individus mostratge previ al tractament) *100], (Figura 2b).

Hi va haver una disminució clara del nivell de població als arbres del sector NEP una setmana després del tractament i que es va mantenir una altra setmana després (Figura 2b). En canvi, mentre la població al sector testimoni es va mantenir gairebé constant, la població al sector tractat amb azadiractina va ser superior a la inicial una setmana després del tractament, la qual cosa només es pot explicar per la gran variabilitat entre arbres observada en aquesta zona. L'eficàcia del tractament amb NEP va estar al voltant del 50%, essent una mica superior transcorreguda una setmana de l'aplicació.

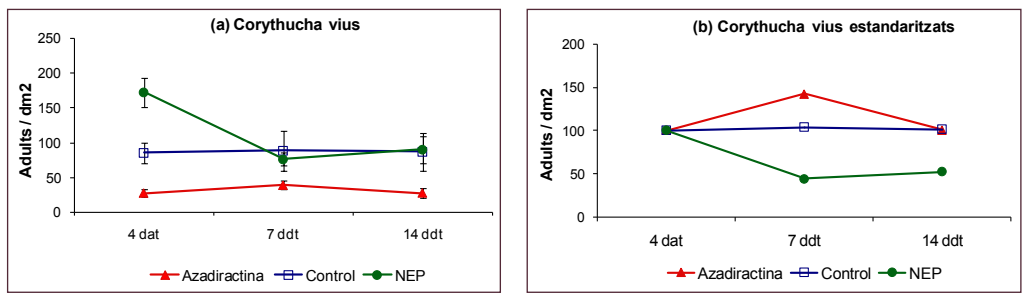


Figura 2. Nivell de població d'adults hivernants de C. *ciliata* en arbres al sectors tractats amb azadiractina, testimoni i NEP en les dates de mostreig (4dat: 4 dies abans del tractament, 20 febrer; 7ddt: 7 dies després del tractament, 3 de març; 14ddt: 14 dies després del tractament, 14 de març), sense (a) i amb estandardització (b). La fletxa vertical indica el moment del tractament. S'indica l'eficàcia del tractament amb NEP a la Figura2a.

Els valors de densitat de C. *ciliata* al fullatge van ser molt baixos (inferiors a 1 individu/fulla). No es van trobar diferències significatives en el nivell de població d'adults que s'havien desplaçat cap al

fullatge (x^2=2,63; P=0,26) ni en el nombre d'ous que havien post (x^2=4,92; P=0,09) entre els tres sectors de l'assaig. Tot i que els arbres del sector NEP partien d'una població hivernal inicial molt superior a la dels altres dos sectors, quan els adults surten d'hivernació (a la primavera) i s'inicia el moviment cap a les fulles, aquests valors es van igualar. Aquest fet podria ser un indicador de l'efectivitat del tractament amb nematodes, que hauria reduït la població hivernant. Tot i això caldria saber com evolucionen les poblacions de tigre durant la primavera i l'estiu, conèixer l'efectivitat acumulada de nous tractaments amb NEP i tenir en compte el cost i els requeriments especials de l'aplicació per a determinar la viabilitat de l'estratègia.

2. Mosca blanca dels tarongers

Els **tarongers** (*Citrus aurantium*) formen part de l'entramat urbà en diferents cascs antics d'alguns barris de Barcelona, on no disposen d'unes condicions òptimes de creixement, que els fa més sensibles a les plagues i malures. Molts d'aquests són atacats per la mosca blanca i, malgrat l'aplicació d'insecticides, s'assoleixen sovint nivells de població no acceptables des del punt de vista tècnic i social. Això contrasta amb el que passa a tarongers cultivats, on **Aleurothrixus floccosus** (*Maskell*) (Hemiptera: Aleyrodidae) és l'espècie més freqüent i està controlada pel parasitoide **Cales noacki Howard** (Hymenoptera, Aphelinidae) (García-Marí, 2012).

Com a pas previ al disseny d'un programa de control biològic, l'estudi realitzat tenia com a objectius identificar les espècies de mosca blanca que atacaven els tarongers, identificar els enemics naturals associats, determinar la presència i abundància del parasitoide C. *noacki* i avaluar la capacitat potencial dels enemics naturals per contenir el desenvolupament de la plaga.

L'estudi es va dur a terme en un carrer del districte 9 (Sant Andreu), que tenia 98 tarongers. Els arbres es van distribuir en tres grups d'entre 23 i 30 arbres cadascun. A cadascuna de les zones es va assignar un tipus de maneig de la mosca blanca: **control químic** amb azadiractina + sabó potàssic (Zona A), **control biològic** amb inoculació del parasitoide C. *noacki* (Zona B), i un **testimoni** (Zona C). El període de presa de dades va anar del febrer a l'octubre i es van realitzar 12 mostratges, dos dels quals es van fer sobre fulles velles amb població d'hivern i la resta sobre fulles brotades a la primavera i a l'estiu. El mostratge es va fer en 5 arbres de cada zona. En els mostratges de població hivernal es va agafar un brot vell per cada arbre que es va portar al laboratori, es van determinar les espècies de mosca blanca, i en 3 fulles per cadascun dels brots, es va fer el recompte de la mosca blanca viva i parasitada. En els mostratges de primavera i estiu es van agafar 4 brots i, al laboratori, en 3 fulles de cada brot es va enregistrar l'espècie i el nombre de mosca blanca (distingint entre larves i adults), així com la presència i abundància d'enemics naturals (depredadors i parasitoides) i la proporció de larves de mosca blanca parasitades. A partir de la primavera es va instal·lar una trampa cromotròpica de color groc en 2 arbres de cada zona. Les trampes es recollien el dia del mostratge i es reemplaçaven per unes de noves. El tractament amb azadiractina en la zona de control químic es va fer el 10 de juliol.

Es van identificar 2 espècies de mosca blanca: *A. floccosus* i *Paraleyrodes minei laccarino*, essent la primera la predominant al llarg de l'estudi (proporció de 50:1).

El ventall d'enemics naturals identificats en els tarongers de l'estudi va ser molt ampli (Taula 1) amb un nombre considerable d'espècies associades a la mosca blanca. El nombre de parasitoides (especialment C. noacki) va ser molt més elevat que el de depredadors (fins a 300:1 a les trampes grogues). Es va enregistrar la presència de C. noacki des dels mostratges d'hivern amb unes taxes de parasitisme prou elevades (del 40 al 70%) que van fer desaconsellable la introducció addicional del parasitoide (www.gipcitricos.ivia.es). Per tant, l'estudi va quedar reduït a dos tipus de maneig: una zona amb control químic (Zona A) i dues zones de control biològic amb les poblacions naturals de C. noacki (Zones B i C). Tot i tenir el mateix tipus de maneig, aquestes darreres zones es van continuar mostrejant per separat per tal de tenir una major informació sobre la variabilitat de presència de plaga i de parasitisme en zones diferents.

Taula 1. Relació de les espècies d'enemics naturals enregistrats en els tarongers, situació taxonòmica (ordre i família), funció (depredador o parasitoide) i hostes o preses a les que afecten.

Espècie	Ordre	Família	Funció	Hoste / Presa
Cales noacki	Hymenoptera	Aphelinidae	Parasitoide	A. floccosus
Amitus spiniferus	Hymenoptera	Platygastridae	Parasitoide	A. floccosus
Pendent d' identificació	Hymenoptera	No identificada	Parasitoide	P. minei
Clitostethus arcuatus	Coleoptera	Coccinellidae	Depredador	A. floccosus
Delphastus catalinae	Coleoptera	Coccinellidae	Depredador	A. floccosus
Àcars pendents identificació	Acari	Phytoseiidae	Depredador	Àcars fitòfags
Mosques blanques				
Conwentzia psociformis	Neuroptera	Coniopterygidae	Depredador	Mosca blanca
Generalista				
Semidalis aleyrodiformis	Neuroptera	Coniopterygidae	Depredador	Mosca blanca
Generalista				
Chrysoperla carnea	Neuroptera	Chrysopidae	Depredador	Generalista
Anthocoris sp.	Hemiptera	Anthocoridae	Depredador	Generalista
Pilophorus perplexus	Hemiptera	Miridae	Depredador	Generalista
Cryptolaemus montrouzieri	Coleoptera	Coccinellidae	Depredador	Cotxinilles
Chilocorus bipustulatus	Coleoptera	Coccinellidae	Depredador	A. floccosus
Cotxinilles				
Rodolia cardinalis	Coleoptera	Coccinellidae	Depredador	Cotxinilles
Pendent d' identificació	Hymenoptera	No identificada	Parasitoide	P. citri
Oenopia conglobata	Coleoptera	Coccinellidae	Depredador	Pugons
Adalia bipunctata	Coleoptera	Coccinellidae	Depredador	Pugons
Scymnus sp.	Coleoptera	Coccinellidae	Depredador	Pugons
Binodoxys angelicae	Hymenoptera	Braconidae	Parasitoide	Pugons
Stethorus punctillum	Coleoptera	Coccinellidae	Depredador	Àcars
Aranyes	Aranea	vàries	Depredador	Generalista

A la Figura 3 s'expressen els nivells de població d'A. *floccosus* en cadascuna de les tres zones de l'estudi. La densitat de mosca blanca va ser alta a partir del maig i els danys estètics i de confort van ser importants. El pic de població es va assolir el 8 de juliol a les zones A i C, mentre que es va enregistrar abans a la zona B. Després del pic es va produir un descens de la població, que es va veure accelerat a la zona A pel tractament insecticida aplicat (F = 8,57; P = 0,0003). Tanmateix, al cap de pocs dies la població es va igualar i ja no hi van haver diferències significatives entre zones.

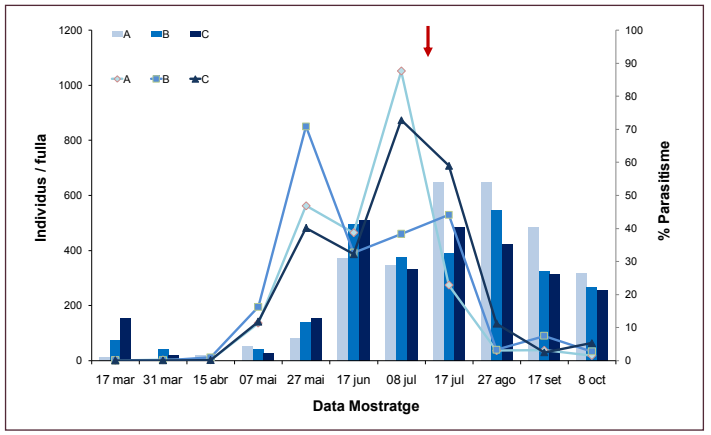


Figura 3. Desenvolupament de la població total d'A. *floccosus* (línies) i de la taxa de parasitisme (columnes) (expressada en % de nimfes de mosca blanca parasitades) degut a C. *noacki* en fulles de tarongers en les tres zones. La fletxa vermella indica el moment de l'aplicació del tractament químic a la zona A.

A la Figura 3 es pot observar també l'evolució de la taxa de parasitisme degut a C. noacki. La taxa de parasitisme va ser baixa a l'inici de la primavera però va anar creixent a mesura que augmentava la població de mosca blanca. Els nivells de parasitisme més elevats es van enregistrar del 17 de juliol al 27 d'agost, amb valors d'entre el 35 i el 55%, depenent de les zones. Les taxes de parasitisme assolides no van ser suficients per impedir el creixement de les poblacions de mosca blanca. Tot i això, el descens de població enregistrat entre el 27 de maig i el 17 de juny podria haver estar causat per l'acció del parasitoide. La resta d'enemics naturals tampoc no van ser capaços d'evitar el creixement de la població de mosca blanca fins a nivells acceptables.

No obstant això, cal remarcar que aquests resultats d'un únic any no desacrediten el potencial d'aquests agents de control. Caldria veure si al llarg de diversos anys sense estar sotmesos a la pressió de tractaments insecticides les poblacions d'enemics naturals augmenten i són capaces de reduir les de mosca blanca.

El tractament químic va produir un descens de les poblacions de parasitoides i de depredadors capturats a les trampes grogues (Figura 4). Tot i que els enemics naturals són poc sensibles a l'azadiractina, en espècies molt petites de parasitoides, com és el cas de C. *noacki*, la taxa d'emergència d'adults pot veure's afectada quan el tractament s'efectua sobre larves o pupes del seu hoste (Kumar *et al.*, 2010). Això podria explicar el menor nombre de captures d'adults a la zona tractada. L'azadiractina també podria haver afectat l'activitat i fecunditat de depredadors de la mosca blanca com el neuròpter C. *psociformis* i el coccinèl·lid, C. *arcuatus* (Vogt et al., 1998).

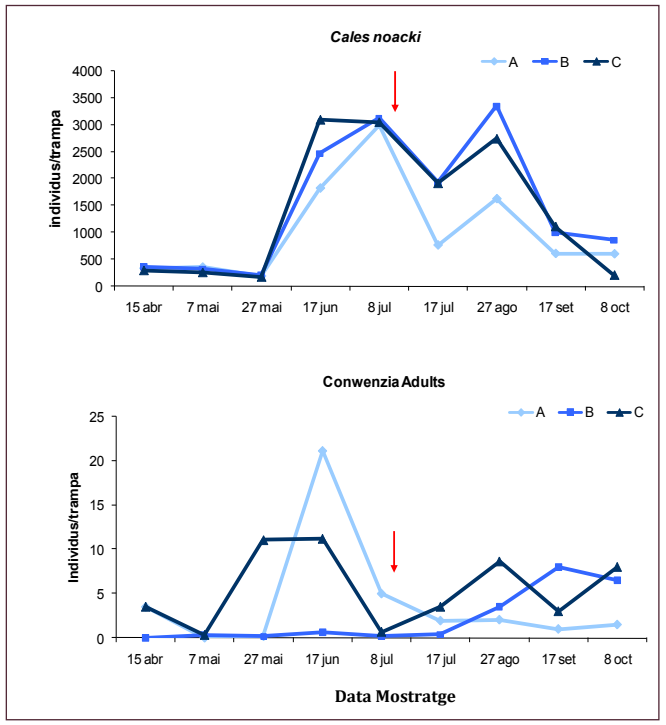


Figura 4. Promig d'adults de C. noacki i de C. psociformis per trampa/setmana a les tres zones de l'estudi. La fletxa vermella indica el moment de l'aplicació del tractament químic a la zona A.

Aquests resultats, tan **pel que fa als plataners com als tarongers**, corresponen a un únic any d'estudi i, per tant, s'han de prendre com a merament orientatius i provisionals. La variabilitat anual de les densitats de població d'insectes i d'altres artròpodes, que està influïda per factors biològics i ambientals, fa que siguin necessaris estudis a més llarg termini per tal de poder tenir dades d'una certa consistència per extreure'n conclusions sòlides.

Referències

Garcia-Marí F. 2012. Plagas de los cítricos. Ed. Phytoma-España S.L.. Valencia. 556 pp.

Kumar P., Singh H.S., Poehling H. 2010. Effects of neem on adults of *Eretmocerus warrae* (Hym. Aphelinidae), a parasitoid of *Bemisia tabaci* (Hom., Aleyrodidae) in tropical horticulture systems. Journal of Plant Diseases and Protection 117: 273-277.

Shapiro-Ilan D.I., Mizel III R.F. 2012. Laboratory virulence of Entomopathogenic nematodes to two ornamental plant pests, *Corythucha ciliata* (Hemiptera: Tingidae) and *Stethobaris nemesisi* (Coleoptera: Curculionidae). Florida Entomologist 95: 922-927.

Tarasco E., Triggiani O. 2006. Evaluation and comparison of entomopathogenic nematodes and fungi to control *Corythucha ciliata* Say (Rhynchota: Tingidae). Redia 89: 51-54.

Vogt H., González M., Adán A., Smagghe G., Viñuela E. 1998. Efectos secundarios de la azadiractina, vía contacto residual, en larvas jóvenes del depredador *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera, Chrysopidae). Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas 24: 67-78.

Ponència 3

Novetats en arbrat per utilitzar en viari

Josep M. Pagès

Acer campestre 'Lienco'

Alçada: 7 - 12 m. / Amplada: 2 - 3 m. / Zona climàtica: 5a / Capçada: ovalada, estreta i compacta. / Fulles: les fulles verdes es tornen daurades a la tardor abans que caiguin. / Flors: sense interès. / Fruits: poc fruit, sense interès. / Descripció: arbre molt compacte, branques ascendents, amb guia central. / Avantatges: la capçada estreta i compacte el fa adequat per carrers estrets; requereix poc manteniment. / Limitacions: no posar en sòls sense drenatge. / Lloc i cultiu: S'adapta bé a la majoria dels sòls.

x

Chitalpa tashkentensis 'Minsum' SUMMERBELLS (= *x Chitalpa tashkentensis* SUMMERBELLS)

Alçada: 7 - 15 m / Amplada: 7 - 15 m / Zona climàtica: 5a / Capçada: esfèrica / Fulles: verdes, simples, lanceolades. / Flors: flors de color rosa clar, molt vistoses, semblants a les de Catalpa. L'arbre floreix des de juliol fins a primers de setembre. / Fruits: no en produeix, és estèril. / Descripció: arbre de creixement ràpid i de dimensions mitjanes. / Avantatges: llarga floració, ja des del primer any. Baixos requeriments hídrics. / Limitacions: sensible a l'oïdi si no està a ple sol, no podar excessivament per evitar problemes d'oïdi. / Lloc i cultiu: no és exigent pel sòl, necessita poca aigua i ha d'anar a ple sol. Resisteix molt bé la calor.

Josep M. Pagès, Associació de Viveristes de Girona

Albizia julibrissin 'Summer Chocolate'

Alçada: 6 m / Amplada: 4-5 m / Zona climàtica: 7 / Capçada: oberta / Fulles: broten verdes, però ràpidament es tornen de color vermell fosc i a l'estiu són d'un bronze vermellós o marró que dura fins a la seva caiguda. / Flors: molt poca floració, però és atractiva, rosada. / Fruits: no en produeix. / Descripció: arbre d'ombra, amb capçada irregular arrodonida. / Avantatges: el color de xocolata de les fulles, una vegada establerta necessita poca aigua. / Limitacions: tem l'excés d'aigua. / Lloc i cultiu: a ple sol, velocitat de creixement mitjana, similar a *Albizia julibrissin* 'Boubri' (OMBRELLA®).

Fraxinus ornus 'Mecsek'

Alçada: 5 – 6 m / Amplada: 3 – 4 m / Zona climàtica: 7a / Capçada: esfèrica / Fulles: verdes, compostes. / Flors: poc vistoses / Fruits: irrellevants. / Descripció: aquest arbre d'origen hongarès té fulles i flor semblants al *Fraxinus ornus*. La capçada té forma de bola i és un arbre de petites dimensions. / Avantatges: arbre petit, apte per carrers estrets; tolera la contaminació ambiental, gens sensible a plagues i malalties. / Limitacions: sense. / Lloc i cultiu: tant es pot ubicar al sol com en semi-ombra, és indiferent al sòl i força tolerant a l'asfixia radicular.

Fraxinus ornus 'Paus Johannes-Paulus II' OBELISK (=*Fraxinus ornus* OBELISK)

Alçada: 10 - 15 m / Amplada: 2 - 4 m / Zona climàtica: 7a / Capçada: columnar / Fulles: compostes, de color verd fosc, que esdevenen grogues a la tardor. / Flors: blanques / Fruits: molt pocs / Descripció: freixe de port mitjà i capçada estreta / Avantatges: el port columnar, estret. / Limitacions: sense / Lloc i cultiu: es pot posar en carrers relativament estrets, al sol o semi-ombra.

Gleditsia triacanthos 'Skyline' (= *Gleditsia triacanthos* f. *inermis* 'Skycole')

Alçada: 15 - 20 m / Amplada: 8 - 15 m / Zona climàtica: 6a / Capçada: obertament ovalada / Fulles: fulles compostes amb folíols verd fosc, de color groc daurat a la tardor / Flors: pràcticament no es veuen / Fruits: molt poca fructificació. / Descripció: Té una guia central i branqueja verticalment. Seleccionat a Ohio (USA) a finals dels 1950. / Avantatges: força resistent a plagues, no té punxes i produeix poc fruit. És fàcil de pujar-hi per podes d'alçada. / Limitacions: Sensible a la *Dasyneura gleditischiae*, però menys que *Gleditsia triacanthos* 'Sunburst' / Lloc i cultiu: Fàcil trasplantament. S'adapta a una gran gama de sòls, tolera relativament la salinitat, la calor, la sequera, la compactació i altres condicions urbanes adverses. Prefereix ple sol.

Ulmus 'Nanguen' LUTECE (= *Ulmus* LUTECE)

Alçada: 12 – 15 m / Amplada: 6 – 8 m / Zona climàtica: 5a / Capçada: mitjana, força vertical / Fulles: simples, verdes i no canvien de color. / Flors: poc vistoses. / Fruits: no. / Descripció: Om resistent a la malaltia de la grafiosis. Arbre pensat per carrers de dimensions mitjanes que manté molt bé la seva forma. / Avantatges: resistent a la grafiosi de l'om (*Ophiostoma ulmi*). / Limitacions: Necessita un escocell gran, sinó les arrels superficials poden aixecar el paviment. Sensible a la galeruca (*Pyrrhalta luteola*). / Lloc i cultiu: és indiferent al sòl però té alts requeriments hídrics; millor al sol.

Acer xfreemanii 'Jeffersred' AUTUMNBLAZE (*Acer* x *freemanii* AUTUMN BLAZE)

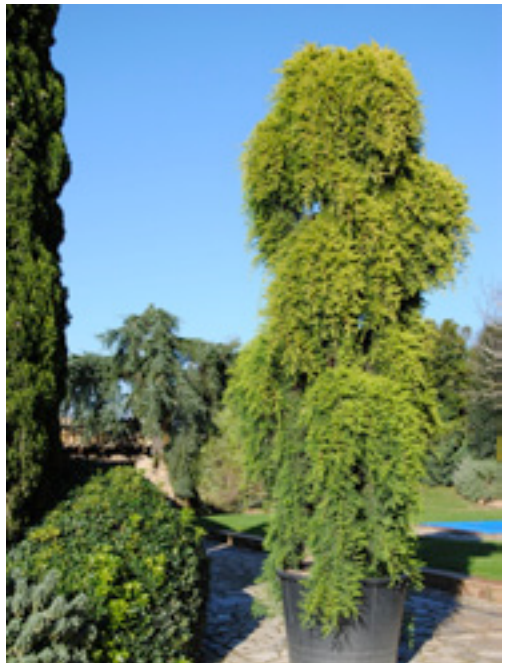
Alçada: 20 – 25 m / Amplada: 8 – 12 m / Zona climàtica: 4 / Capçada: obertament ovalada / Fulles: fulles verdes profundament lobulades, sempre vermell-ataronjat a la tardor / Flors: femenines / Fruits: pràcticament sense llavors. / Descripció: Té una capçada densa amb una guia central i branques ascendents. És un híbrid entre *Acer rubrum* i *Acer saccharinum* seleccionat a Ohio (USA) a finals dels 1960. / Avantatges: el color de tardor és segur i l'agafa molt aviat. En comparació a *l'Acer saccharinum* té una millor distribució de les branques i és menys sensible als danys per tempestes. / Limitacions: la majoria de característiques són similars a l'*Acer rubrum*. Sistema radical poc profund, amb algunes arrels superficials. L'escorça és fina i es pot danyar fàcilment. / Lloc i cultiu: Fàcil de trasplantar si és empeltada sobre *A. saccharinum*. S'adapta a climes i sòls variats, d'humits a secs, però prefereix els neutres i àcids. Tolera l'ombra parcial.

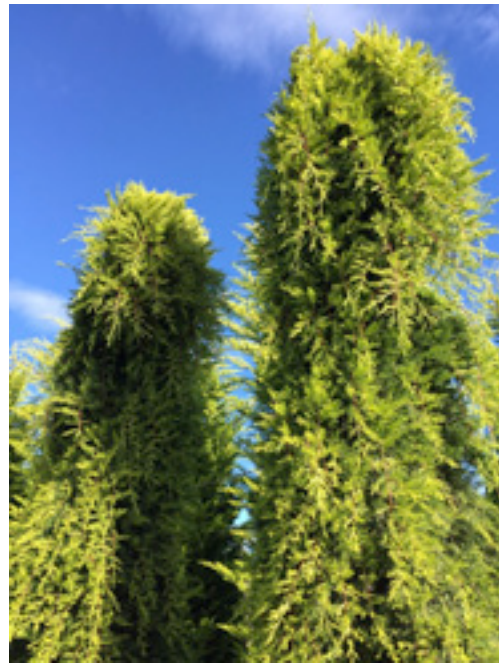
Fraxinus angustifolia 'Raywood' (=*Fraxinus angustifolia* 'Flame' ; *Fraxinus angustifolia* var. *wollastonii*)

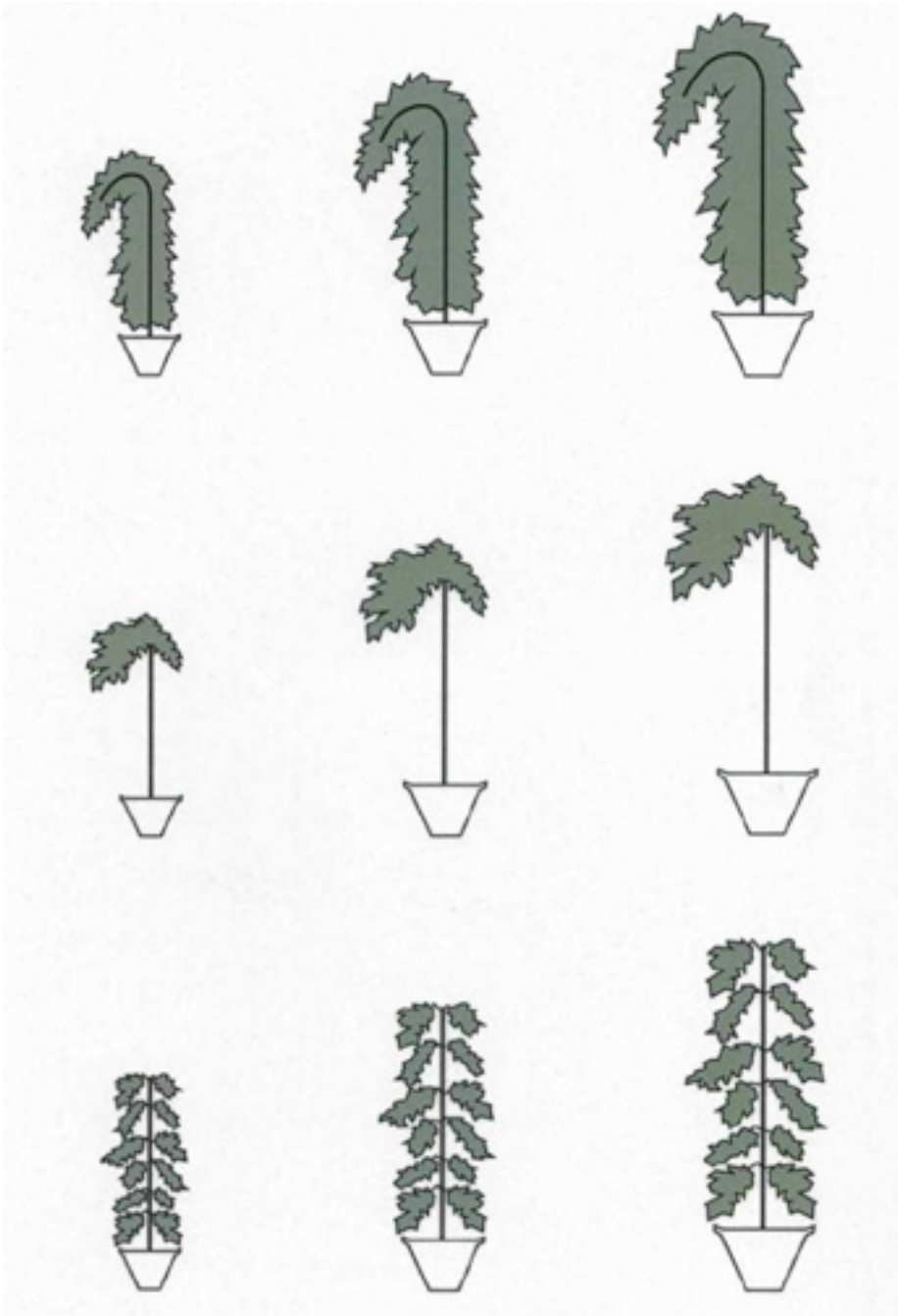
Alçada: 15 – 20 m / Amplada: 8 – 10 m / Zona climàtica: 6b / Capçada: ovalada / Fulles: compostes, color verd més fosc que els altres *Fraxinus* que canvia a granat. Flors: poc vistoses. / Fruits: no en produeix. / Descripció: Arbre de dimensions mitjanes-grans. / Avantatges: el canvi de color de les fulles a la tardor de verd a morat fosc, resistent a la contaminació ambiental. / Limitacions: tendència a fer branques gruixudes i codominants. / Lloc i cultiu: adaptable a tots els sòls i resistent a l'asfixia radicular, especialment si és empeltat sobre F. excelsior; al sol o semi ombra.

Cupressus macrocarpa 'Pubol Pendula Aurea'

Nova varietat de conífera obtinguda a Catalunya. Zona climàtica: 8 / Capçada: pèndula, adaptable segons la formació. / Fulles: color groc daurat / Descripció: és l'únic *Cupressus macrocarpa* de port pèndul d'Europa, molt compacte. / Avantatges: admet diferents formes de cultiu; resistent al vent, baix requeriment d'aigua, resistent a la salinitat. / Limitacions: necessita formació, ser asprat per anar-se enfilant. / Lloc i cultiu: s'adapta a tot tipus de sòl, requereix pel sol.







Brachychiton rupestris

Zona climàtica: 8-9 / Alçada: 8 – 15 m / Fulles caduques, digitades les juvenils, linears en els arbres adults. Copa arrodonida. Tronc inflat a la base. Indiferent a sòls calcaris o silícics. Origen: Austràlia.

Celtis julianae

Zona climàtica: 6 / Alçada: 12 – 15 m / Fulles vellutades d'un to groc-ataronjat, caduques, grogues a la tardor. Copa arrodonida. Escorça gris. Indiferent a sòls calcaris o silícics. Origen: Xina central.

Celtis sinensis

Zona climàtica: 6 / Alçada: 10 – 25 m / Fulles lluentes, caduques, es tornen grogues a la tardor. Copa arrodonida. Escorça gris. Indiferent a sòls calcaris o silícics. Origen: Est Àsia.

Fraxinus velutina

Zona climàtica: 7 / Alçada: 8 – 10 m. / Fulles brillants, caduques, agafant tons groc-daurat a la tardor. Copa arrodonida. Escorça gris-marró. Indiferent a sòls calcaris o silícics. Origen: Nord-Amèrica.

Koelreuteria bipinnata

Zona climàtica: 7 / Alçada: 10 – 12 m. / Fulles pinnades, caduques, agafant colors grocs durant la tardor. Brotades noves vermelloses. Flors grogues, perfumades, durant el finals d'estiu o tardor. Fruits, rosa-bronze. Indiferent a sòls calcaris o silícics. Origen: Xina.

Pistacia chinensis

Zona climàtica: 6 / Alçada: 10 – 15 m. / Fulles pinnades, caduques, que es tornen ataronjades-vermelloses a la tardor. Indiferent a sòls calcaris o silícics. Origen: Xina.

***Quercus laurifolia* (= *Quercus obtusa*)**

Zona climàtica: 7 / Alçada: 15 – 30 m. / Fulles verdes, lluentes, vermelloses al brotar, , caduques, o semi-persistents en zones càlides. Copa arrodonida. Escorça gris, amb fissures poc profundes. Prefereix sòls silícics però també s'adapta als calcaris. Origen: Nord-Amèrica.

***Tetradium daniellii* (= *Euodia daniellii; Euodia velutina; Tetradium velutina*)**

Família Rutaceae / Zona climàtica: 5 / Alçada: 10 - 20 m. / Fulles verd brillant, caduques, agafant colors grocs a la tardor. Flors blanques durant l'estiu, molt perfumades, agafant durant la formació del fruit coloracions vermelles. Copa arrodonida. Escorça gris. Indiferent a sòls calcaris o silícics. Origen: Xina-Corea.

Amb la col·laboració de Vivers Casa Paraire (http://www.paraire.com/), Carex (http://www.carex.cat/) i Vivers Planas (http://www.viversplanas.com/). Fotos: Vivers Casa Paraire i Vivers Planas.

Selectors i cercadors d'arbres:

http://www.viveristesdegirona.com/guia-comprador.html

http://www.arbres.cat/

http://verd-urba.diba.cat/cerca-avancada

Ponència 4

Sòl estructural: Què, com i perquè?

Albert Bestard

Descripció del problema: Segur que tomba!

El model constructiu habitual als nostres espais públics té una contradicció en relació entre l'arbrat i els paviments. Per assegurar la seva resistència, instal·lem els paviments sobre bases compactades inerts, impermeables. Al mateix temps, ens preocupem pel benestar de l'arbre i li procurem un ambient adequat dins de l'escocell, però totalment insuficient des del punt de vista quantitatiu.

Es planteja un conflicte: l'arbre tendeix a explorar l'entorn amb les seves arrels. Si ho aconsegueix, les arrels s'obren pas entre les escletxes que troba i acaba malmetent la infraestructura urbana (paviments, instal·lacions...), amb molèsties o risc per als vianants i despeses de reparació. Si l'arbre no aconsegueix colonitzar l'espai del seu voltant, les seves arrels queden confinades en un espai totalment insuficient que no li permeten desenvolupar-se en tot el seu potencial. Guanyi qui guanyi, algú hi perd.

Tenim, per tant, dos elements dins l'entorn que lluiten entre ells en comptes de col·laborar. És com si un tren d'alta velocitat circulés amb els frens activats: si guanya la màquina els frens es cremen i si guanyen els frens, el tren no corre.

Precedents fisiològics: Què vol aquesta arrel?

Cal conèixer les necessitats de les arrels dels arbres si es vol aportar una solució constructiva on funcionin. Sovint s'oblida durant el procés constructiu que al sòl tant important és la disponibilitat d'aigua com d'oxigen. Les arrels creixen seguint un esquema de "prova i error", desenvolupant-se allà on les condicions són favorables i assecant-se allà on no ho són.

Albert Bestard, paisatgista

Diverses observacions obtingudes al llarg del temps demostren l'afinitat de les arrels fines dels arbres per ambients saturats d'humitat i on no és necessària la presència de terra de cap mena: pous, clavegueres, cavitats enterrades...

Les arrels dels arbres es desenvolupen molt bé en una bossa d'aire si està saturada d'humitat. Aquesta és la base fisiològica del funcionament del sòl estructural.

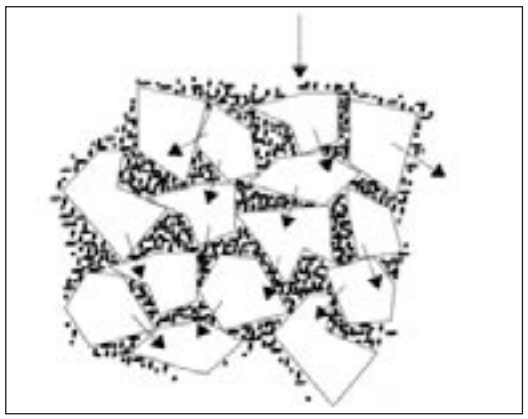
La terra Amsterdam: No en sabíem més (teníem quinze anys)

Una primera aproximació a resoldre el problema va venir dels països centreeuropeus, on la pavimentació urbana es fa tradicionalment amb peces pètries naturals o artificials) col·locades sobre una base de sorra.

La terra Amsterdam és una sorra amb determinades proporcions d'argil·la i matèria orgànica que li donen fertilitat, sense donar-li elasticitat. La barreja, per tant, segueix funcionant relativament bé com a base de lloses, drena i els arbres hi desenvolupen una bona estructura d'arrels.

Té una limitació constructiva: només pot suportar paviments de tipus llosa o llambordí (els que es poden col·locar sobre bases de sorra) i la capacitat portant no supera el tràfic lleuger. No és una base que es pugui col·locar, per exemple, en un vial amb intensitat de tràfic mitjana.

El sòl estructural: Qualsevol nit pot sortir el sol



El sòl estructural representa una idea trencadora per als professionals del paisatgisme, ja que la intuïció és que els arbres es desenvoluparan millor en una terra agronòmicament fèrtil, porosa, amb molta matèria orgànica, etc.

Més enllà de la teoria hortícola, les observacions de camp demostren que les arrels dels arbres viuen bé en espais tancats amb aire saturat d'humitat. El sòl estructural és bàsicament una grava que conté aquests espais (i alguns ingredients més) i que gràcies a les seves propietats estructurals, constitueix una base de paviment d'alta resistència. Per alguna cosa les vies de tren es construeixen sobre bases de grava!

Per a donar a la grava una certa capacitat de retenció d'aigua i de nutrients, un percentatge dels porus s'omplen de terra argil·losa barrejada amb hidrogels.

Com a medi de cultiu, el sòl estructural és altament drenant ja que l'aportació de terra no arriba a omplir els porus de la grava (si això passa, la mescla esdevé plàstica i perd les propietats estructurals). És poc fèrtil i demana una bona gestió del reg, però resol un dels factors limitants del creixement dels arbres a la ciutat: la manca d'oxigenació del medi radical. Cal tenir present que només la fracció aire-terra és útil per a les arrels i per tant, una gran part del volum total (la pròpia grava) és pedra inert, sense propietats agronòmiques ni utilitat per als arbres.

Cada cas és diferent, però un sòl estructural podria estar format en un 60% del volum per pedra, un 20% d'aire i el 20% restant de terra. Per tant, només hi hauria al voltant d'un 40% de volum útil per a les arrels del total construït.

Pel que fa a les propietats estructurals, si es compacta degudament, pot suportar càrregues pròpies de vials d'intensitat mitjana-alta. Permet, a més, instal·lar-hi a sobre diferents tipus de paviments, permeables o no: formigó "in situ" (com a paviment o com a base), asfalt, bases granulars per a peces prefabricades...

Com es construeix? Rock the House

La barreja de grava i terra es pot fabricar "in situ" o portar d'una planta. Als Estats Units, on la tècnica va ser desenvolupada i està registrada, només els proveïdors homologats poden subministrar la barreja i per tant, es preparar en planta i transportada fins a l'obra.

A casa nostra no hi ha subministradors que ofereixin aquest producte (de moment), ni la tècnica està sotmesa a cap protecció ni patent, pel que es realitzarà "in situ" amb els medis mecànics habituals de moviments de terres.

Cal conèixer la porositat de la grava a utilitzar. La bibliografia consultada no especifica quanta terra cal barrejar amb la grava, pel que als projectes on hem participat hem optat –arbitràriament- per omplir la meitat del porus total de la grava. Habitualment hem treballat amb graves d'una porositat al voltant del 40% i ens basarem en aquesta dada per a les explicacions. Aquesta dada pot variar significativament segons l'origen del material, i és important mesurar-la amb una mostra representativa, mitjançant una simple mesura per inundació.

Abans de començar s'esmenarà la terra argilosa (normalment de la pròpia excavació) amb els hidrogels, per a donar-li major plasticitat i adherència a les graves.

La barreja de grava amb terra (normalment, de la pròpia excavació) té una particularitat aritmètica. Si una determinada grava té un 40% de porus i li volem omplir la meitat amb terra, tindrem com

a ingredients 1 m3 de grava i 0'2 m3 de terra, que sumats després de la barreja faran... 1 m3 de sòl estructural! Això és així perquè la terra ocupa i desplaça part de l'aire entre les pedres de la grava.

Aquesta barreja, que es prepara en sec, s'estén per capes com es faria amb qualsevol base de paviment, al mateix temps que es compacta i es remulla. És important que si la barreja ha viatjat en camió o porta dies feta, s'homogeneïtzi abans d'estendre-la per evitar acumulació de terres que generin bosses plàstiques dins del paquet de sòl estructural i que comprometrien les propietats portants de la base.

Un cop la base està estesa segons el dimensionat del projecte, la capa superior se sol acabar amb una grava "neta" de granulometria més fina que la de la base, per a refinar amb major precisió les cotes d'acabat sobre la que s'instal·larà la capa de paviment. Aquesta pot ser un formigó (base d'un paviment o paviment ell mateix), un asfalt, una capa de sorra que suporti peces prefabricades, un paviment granular...

La mida importa: How deep is the Ocean?

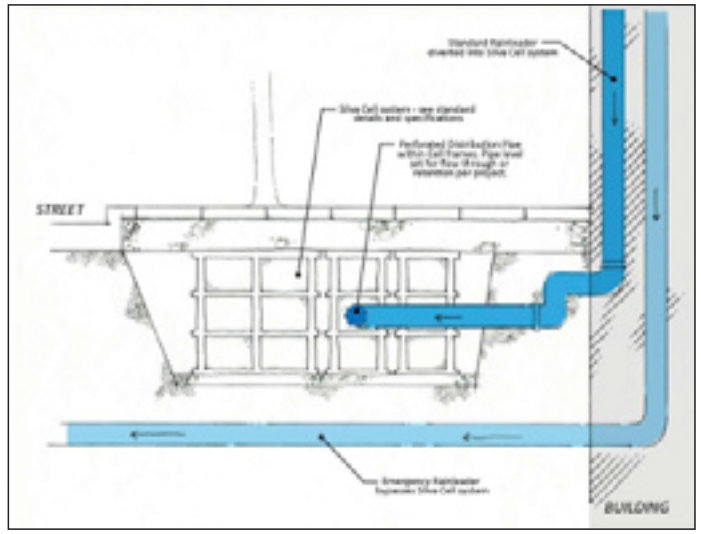
El sòl estructural funciona. Com qualsevol tècnica nova, cal provar-la, fracassar i aprendre el seu funcionament. Els materials que el componen no són cars però demanen manipulació en obra i el cost pot ser elevat si cal excavar el volum necessari per al correcte desenvolupament de l'arbre.

Cal tenir present a l'hora de dimensionar la instal·lació, que les arrels només aprofiten de l'ordre d'un 40% del volum total (la resta és pedra sòlida), pel que si es considerés que determinat arbre necessita 30 m3 de sòl aprofitable, caldria subministrar 75 m3 de sòl estructural per arbre, el que representa una quantitat enorme i difícilment executable. La conseqüència és que als efectes pràctics, la majoria d'instal·lacions proporcionen un volum total insuficient per al desenvolupament complerts dels individus que contenen.

Per altra banda, com s'ha apuntat anteriorment, les propietats de retenció d'aigua d'aquest material l'altíssima permeabilitat d'aquest material (que suposa un avantatge per a determinats aspectes) obliguen a una gestió acurada del reg els primers anys. L'estrès hídric que pateixen els arbres els obliguen a profunditzar les arrels (sense necessitat de barreres), cosa que redueix pràcticament a zero el risc d'aixecament de voreres.

Un dels avantatges d'aquesta tècnica és que permet definir amb molta llibertat l'espai destinat a les arrels dels arbres. La limitació és el volum total, però no la geometria: tant es pot construir una rasa contínua, llarga i fonda com una retícula, com una gran superfície poc profunda.

Possibilitats d'integració amb tècniques de drenatge urbà sostenible: Be water, my friend.



És conegut que les propietats hidrològiques de les ciutats generen grans cabals d'escorrentia que provoquen problemes als sistemes de sanejament i als sistemes fluvials. Determinades tècniques de drenatge urbà miren de disminuir el coeficient d'escorrentia de les ciutats per a generar un fluxe més moderat a la sortida dels desaigües pluvials.

El sòl estructural és una oportunitat per a derivar-hi les aigües pluvials i convertir aquestes bases en petits dipòsits de laminació temporal que suavitzin l'escorrentia urbana.

Un següent pas, les cel·les estructurals: Com un puny

La relativa ineficiència (en volum) del sòl estructural ha portat a desenvolupar un nou producte, encara menys experimentat a casa nostra: les cel·les estructurals. Aquet producte consisteix en unes estructures rígides i buides que suporten el paviment al seu damunt mentre contenen a dintre seu un volum de terra vegetal apte per a les arrels.

El gran avantatge d'aquest sistema és l'eficiència en l'ús del sòl: més del 90% de la instal·lació és espai útil per a les arrels, per oposició al 40% (aprox) del sòl estructural. Aquesta particularitat les fa altament interessants en llocs on es disposa de poc volum per a les arrels.

Ponència 5

Gestió del patrimoni arbrat des de la participació ciutadana

Andreu González, Xavier Ródenas

Resum

La participació de la ciutadania en la gestió de l'arbratge actual, té un paper testimonial. Molt sovint es canalitza mitjançant les queixes dels veïns: ..."les branques se'm fiquen a casa!" "esporguen malament!", "No s'haurien de tallar aquests arbres!", "Els arbres tenen pugó!"... Què guanyem i què podem perdre amb la implicació de la ciutadania? Passar de ser reactius a pro-actius, pot tenir avantatges? A partir d'experiències professionals pròpies i alienes mirarem de donar resposta a aquestes preguntes amb noves propostes.

Ponència

Els models de govern a Europa estan canviant, la governança civil sembla que pren força després d'anys de debat i d'organització. A falta de recursos econòmics, la societat civil està prenent directament el poder polític, el poder de la gestió o inclòs s'està autoorganitzant per gestionar davant de l'abandó de gestió de l'administració. Si bé la realitat abans de la crisi econòmica que estem patint, era la d'una societat que participava poc a poc en la presa de decisions i en la gestió compartida d'alguns projectes de l'administració i la d'una economia privada cada vegada més vinculada a la responsabilitat corporativa, a l'obra social, a la custòdia del territori o a la economia social, la crisi va desfer les dinàmiques i va trencar la majoria d'aquestes estratègies. El sistema capitalista ha quebrat de forma important i amb ell també part de les seues garanties socials. Aquest nou escenari ha destruït dramàticament moltes associacions, projectes i economies vinculades als sectors més febles però per altra banda ha generat la exigència dels ciutadans i ciutadanes dels comptes d'una forma més transparent i amb això també una exigència de gestió i una exigència de participació en aquesta gestió. I per primera vegada en molts casos i en qüestions tant locals i puntuals, sovint amb masses crítiques importants. I també ha passat que si no hi ha hagut resposta de l'administració o ha hagut deixadesa de funcions, sovint la mateixa societat s'ha organitzat i ha gestionat. Això ja venia passant abans, però ha deixat de ser un fet marginal o escàs a un fet important i quantiós. Per posar un cas molt clar, la creació i la gestió d'horts socials en ciutats i pobles.

Andreu González. Enginyer de forests. Projecte Boscos de Muntanya
Xavier Ródenas. Enginyer de forests. Aixortà Gestió Responsable del Territori

Des de la gestió de l'espai públic i com a responsables d'aquesta gestió hem de saber respondre als nous escenaris i aprofitar les sinèrgies. Els pressupostos han disminuït dràsticament i els lobbys i les pressions dels grups de poder vinculats a la construcció i a la obra civil també, però per contra la societat civil ha augmentat en ganes de participació i d'implicació. Si el camí que marcaven els projectes avantguardistes eren la participació de la societat civil en tot el procés d'un projecte des de la creació a la gestió, ara amb tot això, el ritme del nostre pas s'ha accelerat i pot ser és el moment de fer el gran salt cap a la gestió compartida i posar en marxa les fórmules de democràcia participativa, transversalitat i presa de decisions de baix cap a dalt.

La nostra experiència en aquest sentit és diversa i podem dir que provada. Amb pressupostos modestos s'ha aconseguit una important implicació social i el compliment dels objectius marcats entre ells la gestió compartida.

El **Projecte Boscos de Muntanya** porta gent al bosc des de fa 8 anys. Fonamentat en la diversificació de les seves fonts de finançament i en la conversa i en el diàleg amb agents locals, empreses, societat i administració, l'Associació d'Amics del Projecte Boscos de Muntanya, ha aconseguit implicar a: 3 ajuntaments, 1 Consell Comarcal, vàries administracions forestals comarcals, 5 empreses i 227 socis/es. Aquesta implicació ha permès generar la confiança per gestionar amb continuïtat 9 projectes forestals en 3 comunals diferents i en tres comarques distintes (Pallars Sobirà, Val d'Aran i Cerdanya). I aquesta gestió s'ha fet de la mà dels enginyers comarcals forestals i amb un total d' aproximadament 1.200 voluntaris/es. Els projectes han estat fonamentalment vinculats als arbres; podes, selecció de tanys, aclarides, bio construcció per conviure amb la erosió...són alguns dels exemples. El resultat ha sigut un conjunt de treballs executats i altres en execució d'una gran qualitat tècnica i el més important amb una acceptació social molt elevada, tant per la població local com per l'administració com per la població urbanita que la vincula al projecte i per tant a un procés de participació i de control social dels treballs. Aquest fet és ja de per sí un resultat extraordinari. Però hi ha un greu problema al nostre parer, l'agravi comparatiu en l'aspecte econòmic. Els treballs executats per PBM són d'un cost molt baix però comparats amb treballs semblats executats directament per l'administració són irrisoris. Per exemple: un dic fet amb troncs i tècniques de bioconstrucció per tal de conviure amb la erosió té un cost entorn els 5.000 euros, mentre que unes malles d'acer per resoldre un mateix problema té un cost entorn als 600.000 euros. Aquest aspecte pot encetar un debat que no és el que volem tenir, no es tracta de suprimir cap tipus d'acció. El debat que plantegem és un altre, demostrada la eficàcia de la societat civil en la gestió dels projectes des del punt 0 fins al manteniment perquè no compartir els projectes a executar? Perquè no compartir també els pressupostos existents? Perquè no dimensionar els pressupostos de l'obra pública? La nostra acció ha generat economia vinculada al territori local, ha generat una oficina tècnica a Llavorsí amb dos treballadors i ha permès que durant les setmanes de treball es puguin contractar quatre persones. El procés par-

ticipatiu actiu en la creació del projecte, en la execució del mateix, en la presa de decisions i en el manteniment, ha complit sobradament amb terminis d'entrega, en qualitat i en eficàcia, és per tant, un model provat i en funcionament que al nostre parer hauria de passar de ser un rara-avis a convertir-se en un mecanisme ordinari de funcionament dins de la pròpia administració a totes les escales, això si amb enfortiment econòmic directe o indirecte; mitjançant pagament de serveis, o a mode de custòdia compartida, mitjançant la implicació de l'empresariat vinculat a altres obres de gran format semblants o mitjançant suport a la professionalització del tercer sector...

www.projecteboscos.cat

El projecte **Arbres a l'Aula** està en la seva vuitena edició. Ha permès que prop de 600 xiquets i xiquetes per any, de 14 escoles diferents i d'un mateix municipi, hagin cuidat quatre arbres autòctons durant un any i l'hagin plantat el dia de l'arbre. S'ha aconseguit convertir el dia de l'arbre en un dia de coneixement forestal i d'homenatge a l'entorn territorial. Abans d'això els xiquets i les xiquetes no sabien que plantaven, no sabien res de res sobre els arbres que aquell dia "alliberaven". El programa és una custòdia compartida entre les escoles i l'ajuntament de Gandia. L'escola es compromet a cuidar els arbres (Racó dels Arbres) i a treballar al menys 1 sessió cada 15 dies (dins de l'assignatura de Coneixement del Medi o a les Tutories) l'agenda de l'arbre. En l'agenda dels arbres, els alumnes mitjançant la observació i la investigació aprenen tot un seguit de coses bàsiques d'aquells quatre arbres. Després d'un any és inevitable no conèixer aspectes bàsics dels arbres autòctons. La plantada final és una festa alhora que una recompensa als més petits, amb una taronjada de recompensa i un joc per tal de plantar els arbres que han tingut un any a l'aula. És també un projecte que educa en la qualitat i no en la quantitat. En la festa final 600 xiquets/es plantaran solament 55 arbres, els que han tingut en classe i ho faran en forats ja fets (per professionals) i mitjançat un joc que amb gomets de color permet saber els on van els arbres de sol i on van els d'ombra. Finalment un diploma merescut permet als xiquets tornar a casa amb una petita satisfacció. La plantació sempre en jardins urbans o periurbans de la ciutat permet fer partícips als xiquets/es de l'arbrat local i del manteniment dels espais públics urbans. Mitjançant cartells on s'indica l'any de la plantació i els coles participants les famílies poden visitar els arbres que van plantar i fer un seguiment. Els xiquets/es de tercer i quart de primària reben una visita cada tres mesos durant aquesta any de programa i en ella reben o bé fulles (4 fulles per alumne, una de cada espècie) o bé fruits (4 fruits per alumnes, un per espècie), que podran dibuixar, trencar, olorar, tastar i analitzar. D'igual forma podran visitar mitjançant una excursió com són els arbres que tenen quan es fan grans i alhora conèixer un espai verd urbà o periurbà.

www.arbresalaula.com

Finalment, volem citar i comentar alguns dels projectes que ens apassionen, projectes que estan fent-se a altres llocs que possiblement marquen el camí d'aquesta gestió compartida.

Highline New York

Un dels missatges principals del Projecte Boscos de Muntanya és que "Els boscos de muntanya són a tot arreu". Els boscos del Pirineu són un exemple més de la necessitat dels humans de cuidar l'entorn. Algú podria dir que aquest és un exemple que funciona perquè es troba un paisatge idílic, ple de natura, lluny de les ciutats. És per això que voldríem destacar el projecte "Friends of the High Line" a Nova York.

El projecte és la transformació d'una antiga línia de metro abandonada en un parc urbà lineal. En el procés s'ha implicat a la ciutadania en el disseny i sobretot manteniment del parc, mitjançant una ONG que col·labora en el dia a dia de la gestió del parc i en la seva promoció, activitats educatives, etc.

Ordenança municipal de l'arbratge singular de Gandia

D'aquesta ordenança, aprovada l'any 2007, es deriven tres instruments de gestió:

- **Catàleg de l'arbratge singular de Gandia,** actualment amb 27 arbres i 7 arbredes singulars protegides. Cada arbres i cada arbre compta amb una fitxa d'inventari i un pla de gestió. En el cas de l'arbrat privat, s'han signat acords de custòdia pels quals l'Ajuntament es fa càrrec del manteniment de l'arbre i el propietari es compromet a cuidar-lo i mantenir-lo. L'Ajuntament ha anat possant en marxa cadascun dels plans de gestió excutant les obres de millora plantejades. Els arbres han estat marcats sobre el territori i les arbredes compten amb uns plafons explicatius. Aquesta acció es va pagar amb un ajut de la Fundació Territori i Paisatge de Catalunya Caixa, actual Fundació La Pedrera.

- **Consell Municipal de l'Arbratge** (universitat, ajuntament i associacions ecologistes i de veïns/es). Aquest consell te la potestat de demanar la protecció de nous arbres singulars, es reuneix amb caràcter regular. Deuria d'esdevenir un consell assessor i de participació entorn de l'arbratge de la ciutat no únicament singular. Podria canalitzar tota la participació, informació i campanyes envers els arbres i arbredes urbanes.
- **La Ruta de l'arbre**. És l'instrument d'educació ambiental que genera la ordenança per tal de comunicar l'acció de l'ordenança, de generar recursos per tal d'educar als ciutadans i ciutadanes sobre la importància de l'arbratge i en especial de l'arbratge singular i per tal de fomentar campanyes ambientals diverses del municipi. A més a més pot esdevenir també una oferta turística complementària a altres de la ciutat. És tracta d'una xarxa d'itineraris interpretatius que recorren tot l'arbratge visitable. A més a més pot anar vinculada a una campanya anual escolar per la qual els xiquets i xiquetes de la ciutat poden conèixer aquest patrimoni arbori i vincular-lo al seu ensenyament sobre coneixement del medi.

Altres exemples

- Amics del Jardí Botànic de Barcelona
- Biciarbres i itineraris dels Centres Cívics de Barcelona
- Horts urbans de Benimaclet: huertosurbanosbenimaclet.com

Ponència 6

Incidència del pol·len de l'arbrat en la salut dels ciutadans

Jordina Belmonte Soler

Estem rodejats de plantes la major part del nostre temps, ja sigui al camp o a ciutat. I això és una gran sort, per tot el benefici que generen: amb la fotosíntesi fixen diòxid de carboni i desprenen oxigen, fan llavors i fruits que fan possible la continuïtat de la vida (no només vegetal) a la terra, aporten aliment i recer a multitud d'espècies espècies animals, entre d'altres. Però hi ha alguns elements de les plantes que poden interferir en la salut de les persones, entre ells i possiblement en una situació molt destacada els grans de pol·len.

El pol·len és l'element de les plantes amb flor que conté la cèl·lula masculina, per tant un element fonamental per a la reproducció. Es forma en els estams de les flors i la seva funció biològica és la d'abandonar el lloc de formació un cop madur i arribar a l'ovari o part femenina de la flor (de la mateixa espècie) per fecundar-hi l'ovocèl·lula. El procés de dispersió del pol·len s'anomena pol·linització i pot fer-se de diverses maneres, les més habituals a través d'insectes (i es diu entomòfila) o a través del vent (i es diu anemòfila).

Les plantes que pol·linitzen a través del vent fan flors molt petites i simples, amb peces florals molt reduïdes, adaptades a que els estams quedin molt exposats i el pol·len estigui molt fàcilment a mercer del vent i pugui ser arrossegat. A més, solen fer moltes flors masculines i les solen agrupar a l'extrem de branques, ja siguin erectes o pèndules. Tot plegat condueix a que les plantes anemòfiles produeixen enormes quantitats de grans de pol·len, fàcilment alliberades a l'atmosfera en el moment de la pol·linització i transportades pels corrents d'aire.

Prop de la planta la quantitat de pol·len present en el moment de la pol·linització és molt elevada; a mida que ens allunyem de la planta, la font d'emissió del pol·len, la concentració d'aquestes partícules disminueix. Està ben comprovat, però, que l'aire és un gran transportador de partícules de tota mena, podent fer presents a llocs on no es trobarien de forma natural elements com el pol·len.

Jordina Belmonte Soler, Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals, ICTA; Unitat Botànica, Dept. de Biologia Animal, Biologia Vegetal i Ecologia, Universitat Autònoma de Barcelona

El pol·len conté, com tota cèl·lula, proteïnes, hidrats de carboni, i tants d'altres compostos. Les proteïnes, especialment, s'han mostrat com elements capaços de desencadenar reaccions al·lèrgiques en persones sensibilitzades. Aquestes reaccions al·lèrgiques es poden manifestar en forma de rinitis (ragera de nas), conjuntivitis (plorera d'ulls) i, en el cas més grau, asma (dificultat en la respiració). Les plantes amb pol·linització anemòfila, per la quantitat de pol·len que alliberen, poden generar problemes de salut pública i per tant cal fer-ne un ús adequat en els entorns urbans.

L'aerobiologia és una disciplina científica que estudia els organismes vius presents a l'aire: la seva font o origen, l'alliberament o ascensió, la dispersió o transport horitzontal, la deposició i la repercussió que tenen en el medi. En aquest sentit, inclou tots els organismes que utilitzen l'aire com a medi de transport, ja sigui involuntàriament (aquells aerotransportats passivament com ara bacteris, virus, algues microscòpiques, pol·len, espores, llavors...) o voluntàriament (els dotats de moviment propi com ara papallones, ocells...). Els estudis de l'anàlisi de la diversitat, quantitat i dinàmica de pòl·lens i espores a l'aire reben el nom d'estudis aerobiològics.

Els aerobiòlegs hem acordat en les darreries del segle XX estudiar els pòl·lens i espores de l'aire mitjançant mètodes estandarditzats, per tal de poder oferir resultats comparables a nivell mundial i establir xarxes, des d'àmbit regional a internacional, per avançar en el coneixement científic i per transferir a la societat tot allò que sigui d'utilitat, principalment la informació sobre la diversitat i concentració de pòl·lens al·lergògens a l'aire en cada moment de l'any.

Des que es genera i es difon informació aerobiològica s'ha aconseguit diagnosticar millor i més ràpidament les persones afectades per al·lèrgies respiratòries, ja que es coneixen tots els elements que hi ha a l'aire d'un lloc i com aquests varien d'un moment a l'altre de l'any i d'un lloc a un altre. Malgrat els tipus de pol·len que trobem a l'aire de llocs relativament distants com poden ser Lleida i Girona o Vielha i Roquetes-Tortosa són similars, les proporcions amb les que es presenten són diferents i també a vegades els moments de l'any en els que es presenten. Amb la informació aerobiològica, el professional mèdic que estudia els pacients té una guia per al diagnòstic i també per a dictar mesures preventives. Les persones al·lèrgiques també es veuen beneficiades per aquests estudis, ja que, consultant la informació que es genera i difon, poden intentar evitar la proximitat a les plantes que els perjudiquen en el moment en que estan pol·linitzant, prendre mesures com protegir-se ulls i/o nas durant la pol·linització, o prendre la medicació en el moment adequat per citar-ne algunes.

Els estudis aerobiològics també han servit per posar en evidència un fet que té a veure amb la planificació urbanística i és que cal prendre en consideració quin arbrat s'utilitza com ornamental.

En els nostres carrers i places trobem plantades moltes espècies caducifòlies, adequades perquè a l'hivern permeten l'arribada de la llum i l'escalfor del sol mentre que a l'estiu els filtren amb les seves fulles; també perquè ofereixen bells jocs de color quan la fulla va cap al moment de la caiguda (plàtan d'ombra, freixe, bedoll, faig, auró,..). A vegades s'hi suma que suporten molt bé la contaminació ambiental (plàtan d'ombra), o que són espècies molt emblemàtiques (com pot ser el xiprer, la olivera), o còmodes de cultivar (com els pollancres, oms)... Hem de començar a prendre en consideració un

altre aspecte a l'hora de decidir quin ha de ser l'arbrat urbà i és la seva possible incidència en salut pública també en l'àmbit de les al·lèrgies respiratòries.

Un estudi fet a Barcelona recentment en el marc de la tesi doctoral de la Dra. Anna Puig, confrontava alhora la quantitat d'arbres en els carrers i places de les 10 espècies més plantades (informació proporcionada per Parcs i jardins de Barcelona), els recomptes pol·línics (proporcionats per la Xarxa Aerobiològica de Catalunya) i la sensibilització als pòl·lens d'aquestes espècies. Els resultats mostraven que de les 10 espècies estudiades: *Brachychiton, Melia, Sophora, Tipuana* i *Celtis* no estaven sensibilitzant a la població; *Populus, Platanus* i *Ulmus* sí però en proporció menor (donada l'abundància d'arbres) que *Ligustrum, Olea*, palmeres, *Robinia* i *Cupressus*. De tota manera cal aprofundir en aquest estudis, ja que per exemple recentment he ajudat a diagnosticar un cas d'al·lèrgia a *Melia* a Tenerife (illes Canàries).

Catalunya compta amb la Xarxa Aerobiològica de Catalunya, que fa públics els seus resultats i productes a través del web http://lap.uab.cat/aerobiologia i atén consultes a l'adreça aerobiologia.pia@uab.cat.

Ponència 7

Resposta de *Platanus x acerifolia* a la composició i millores de les terres de plantació

Xavier Fàbregas, Angel Campeny, Martí Casorran, Jordi Rodriguez i Xavier Martínez

OBJECTIU

L'objectiu de l'assaig es estudiar el comportament de 48 exemplars, de *Platanus X acerifolia* en 4 tipus de terra (terra del lloc, terra tipus Amsterdam, terra vegetal i terra del lloc esmenada) i 3 tipus de millores aplicades a la terra de plantació (grava basal, tensioactiu i hidrogel).

S'han estudiat els efectes dels tractaments sobre el creixement aeri i el radicular dels arbres tres anys després de la plantació, determinant diferents paràmetres quantitatius i qualitatius. Es pretén trobar les combinacions de terra i productes millorants de sòl que més afavoreixen el creixement de l'arbre, entenent que un creixement vegetatiu satisfactori és conseqüència d'una implantació i arrelament adequat.

INTRODUCCIÓ

CONTEXT

Avui dia és impossible entendre les ciutats sense arbres als carrers, ja sigui per la seva funció ambiental, per la paisatgística, per la revaloració de l'entorn o per el simple fet que proporcionen una sensació de benestar, millorant la qualitat de vida.

A mesura que la ciutat ha anat creixent i s'ha anat impermeabilitzant la major part de la superfície, els arbres han patit canvis en el seu ambient, sobretot el radicular, veient-se alterat per diferents causes, com la disminució de volum de sòl apte per al desenvolupament de les arrels, la disminució

Xavier Fàbregas, professor Escola Superior d'Agricultura de Barcelona (UPC)
Angel Campeny, Graduat Escola Superior d'Agricultura de Barcelona (UPC)
Martí Casorran, Graduat Escola Superior d'Agricultura de Barcelona (UPC)
Jordi Rodriguez, Direcció d'Espais Verds i Biodiversitat. Medi Ambient i Serveis Urbans - Hàbitat Urbà
Xavier Martínez, professor Escola Superior d'Agricultura de Barcelona (UPC)

de la superfície d'infiltració de l'aigua, la compactació del sòl, etc. Tots aquests fets són causes de la pèrdua de vitalitat dels arbres de les nostres ciutats.

Els primers mesos després de la plantació són de gran importància en l'èxit dels arbres. Moltes de les falles que es produeixen a les nostres plantacions són degudes a problemes derivats d'una insuficient aportació d'aigua. Són diversos els factors que ens determinen la quantitat d'aigua a aportar: l'espècie, la mida o el clima, però també ho són tots aquells que fa referència al moviment i retenció de l'aigua al sòl.

EL SÒL URBA I LES TERRES DE PLANTACIÓ

El sòl és el factor més condicionant en la vida d'un arbre de carrer. La majoria de problemes de l'arbrat urbà provenen del sòl on s'ha implantat aquell individu i les seves propietats, principalment les físiques, són determinants per al seu creixement i per obtenir un balanç equilibrat entre l'aigua, l'aire i els nutrients.

Les condicions del sòl urbà solen ser inadequades per al desenvolupament d'un arbre. El més comú que ens trobem són sòls amb compactació en i al voltant del forat de plantació (Smith, 2001; Percival, 2004); mala capacitat de drenatge i insuficient aeració (Lu, 2003); carències nutricionals (Kimpe i Morel, 2000) i interrupció del cicle de la matèria orgànica i els nutrients (Lu, 2003). Hi ha d'altres factors que afecten a la vida de l'arbre no tant rellevants per al seu desenvolupament però igual de comuns. Per aconseguir un desenvolupament adequat hem d'invertir en recursos tècnics i econòmics, posant a disposició de l'arbre un sòl amb una mínima qualitat i amb una quantitat suficient (Fàbregas i March, 2001).

En la mesura que sigui possible, sempre que ens trobem amb sòls on no es pugui desenvolupar òptimament un arbre, hem de procurar fer forats de plantació més grans, preparats amb terres més aptes per al desenvolupament de les arrels, més ben drenats i amb capacitat de retenció d'aigua més elevada; essent tots ells factors essencials per al bon desenvolupament dels primers anys de l'arbre. Un bon establiment inicial comporta en la majoria dels casos un èxit en la supervivència i el bon desenvolupament de l'exemplar.

LA PLANTACIÓ

L'èxit en la plantació implica molt més que col·locar un arbre en un forat i cobrir les arrels amb terra. L'èxit d'un arbre és la supervivència i el bon desenvolupament d'aquest. Això radica, sobretot en la bona elecció de l'espècie a plantar en consonància al seu entorn i coneixement de les condicions que aquest ens imposa.

Una bona preparació del forat de plantació afavorirà el desenvolupament radicular: l'aportació, si és necessària, d'esmenes o terres vegetals millorarà el drenatge i l'aeració i finalment, la col·locació correcte en el forat, plantant l'arbre al nivell del coll, evitarà l'asfixia radicular i possibles agents patògens. L'aportació d'un encoixinat o mulch i un bon reg, farà que la humitat en el sòl es mantingui, reduint, en part, l'estrès post-plantació que solen patir les plantes quan es fa un transplantament o canvi de contenidor.

Un manteniment acurat basat en un bon reg, és una de les pràctiques més importants així com la quantitat i freqüència amb que s'aplica l'aigua, que es veu limitada per la precipitació, la temperatura, la humitat, i la capacitat de drenatge del sòl.

Les terres utilitzades en aquest assaig segueixen uns patrons per a diferents situacions, terra tipus Amsterdam (alta capacitat de drenatge i resistència a la compactació), terra del lloc (barreja de terra procedent de rebaixos amb presència de runa), terra del lloc millorades a base d'esmenes orgàniques i minerals i una terra vegetal comercial.

ALGUNES ACCIONS PER A MILLORA DE LA DISPONIBILITAT HÍDRICA DELS ARBRES

A part de l'ús d'encoixinats superficials (que ens redueix les pèrdues), l'aportació de matèria orgànica (que millora la capacitat de retenció d'aigua) també és interessant l'ús de materials , bé barrejats amb la terra de plantació com els hidrogels o bé aplicats a través del reg, com els humectants o agents tensioactius, que proporcionen una millor capacitat d'absorció i retenció de l'aigua de pluja i reg.

Els Hidrogels

Els hidrogels són materials polimèrics que tenen l'habilitat d'inflar-se amb l'aigua, mantenint però, la seva forma fins a un equilibri sense dissoldre's (Katime, 2004; Landis, 2012). Aquest procés és reversible, tot i que condicionat principalment per les condicions ambientals sota les que està sotmès. Aquesta característica que els permet controlar l'absorció o no de líquid, fa que s'utilitzin com un sistema "controlat" d'alliberació de l'aigua que ha absorbit. Altrament, el polímer en absorbir aigua i inflar-se augmentant el seu volum, disminueix l'aigua lliure de la porositat i pot millorar l'aeració.

En el creixement i desenvolupament radicular d'arbrat viari, es freqüent que la capacitat d'absorció i retenció d'aigua del substrat de plantació sigui limitant i també que es produeixin problemes de compactació. En aquest context, l'aplicació correcte d'aquests productes en el moment de la seva implantació, pot afavorir el creixement d'arrels amb major capacitat per abastir la planta d'aigua i nutrients. Això pot ser especialment interessant en sòls sorrencs o en condicions de reg deficitari.

Els resultats que s'obtenen, amb un ús adient de l'aigua segons el sòl i les condicions de l'entorn, serà d'una disminució en el consum d'aigua i un augment del temps entre regs. La investigació sobre el seu ús en sòls per plantes ornamentals, sobretot en climes secs ha generat resultats variables (Winkelman i Kendle, 1996).

Els tensioactius

En l'àmbit comú es coneixen com a detergents o mullants i s'apliquen dissolts en l'aigua de reg. Els tensioactius, a diferència de l'hidrogel, fan més "efectiva l'aigua" augmentant la seva mullabilitat, quedant més absorbida pels components hidròfils del terra, en comtes de perdre's per drenatge.

Aquest comportament característic fa que presentin propietats com a emulsionants, humectants, dispersants, escumants i solubilitzants, interessants a l'hora d'aprofitar l'aigua aplicada en els primers anys d'implantació.

Hi ha poca investigació sobre el seu ús però funcionen molt bé per millorar el rendiment de la planta en sòls sorrencs i sobretot en contenidors. També són molt útils per afavorir la rehumectació dels materials orgànics dels substrats de plantació quan s'han dessecat excessivament entre reg i reg o pluges. Molts materials orgànics en dessecar-se augmenten la seva hidrofòbia i els tensioactius permeten recuperar la hidrofília i, per tant, rehumectar-se

MATERIALS I MÈTODES

Localització i descripció de la parcel·la

L'assaig es va realitzar ena una parcel·la situada a la part alta del Viver 3 Pins de Barcelona, a uns 150 metres sobre el nivell del mar, a la vesant nord-oest de la muntanya de Montjuïc i exposada als vents de la zona. La parcel·la d'uns 800 m2, es va reomplir amb terra provinent de rebaixos de la ciutat.

Abans de la implantació, es va realitzar un assaig de drenatge per tal de determinar si existia risc d'entollament, obtenint valors acceptables.

Material vegetal

Els forats de plantació d'1m x 1m x 1m, en un marc de plantació de 4m x 4m, estaven distribuïts en 4 files de 12 exemplars. La distribució dels tractaments va ser a l'atzar.

La plantació es va fer el maig de 2010. Eren 48 exemplars de Platanus X acerifolia en contenidors de 80 L, perímetre 14-16 cm, i una alçada d' aproximadament 4,5 metres. Els arbres presentaven una qualitat mitjana-baixa justa.

El calendari de regs va ser amb freqüència setmanal, a una dosi de 85 litres per arbre, en el període abril-setembre. A partir del segon any es va reduir a 60 L i el tercer any ja no es va regar. L'aigua utilitzada fou la mateixa que s'utilitza per regar l'arbrat de carrer de Barcelona, es a dir, aigües freàtiques urbanes.

La figura 1 mostra l'aspecte de la parcel·la experimental al tercer any des de la plantació.

Figura 1: Imatge del arbres al final de l'assaig (Juliol del 2013).

Terres utilitzades (Taula 1)

Taula 1: Analítiques de les terres de l'assaig

Característiques analítiques 2010	Terra del lloc (T1)	Terra tipus Amsterdam (T2)	Terra vegetal (T3)
pH	8.2	7.45	7.56
Conductivitat Elèctrica (1:5) (mmhos/cm)	0.168	0.971	0.346
Matèria orgànica oxidable (%)	2.80	5.69	8.68
Nitrogen total (%)	0.182	0.240	0.502
Carbonats totals (%)	16.18	16.08	7.14
Calcària activa (0/00)	21.37	14.25	11.61
Fòsfor assimilable (ppm)	19	148	218
Classificació textural USDA	Franca-Fr Arenosa	Arena Franca	Franca Arenosa
Capacitat retenció H20 i fertilitzants	Mitja-alta	Baixa	Mitja
Equilibri macro-micropors	Bon equilibri	Abundància macropors	Bon equilibri
Capacitat drenatge	baixa	Bona	Bona

Terra del lloc (T1): La seva característica principal és la heterogeneïtat de components, degut a la seva procedència de rebaixos i buidat d'escocells. Representa l'opció més econòmica per a aquelles plantacions on el pressupost es reduït.

Terra tipus Amsterdam (T2): és una terra amb alta capacitat de drenatge i una gran resistència a la compactació, degut a l'elevada proporció d'arena, que fa que sigui una opció molt recomanable en aquelles zones amb problemes de drenatge i amb elevat risc de compactació.

Terra vegetal (T3): té un bon equilibri entre macro i micro-porositat, bona capacitat de drenatge i un contingut elevat de matèria orgànica. Es considera la terra control.

Terra del lloc millorada (T4): es la terra del viver esmenada amb aportació de 300 g d'adob mineral 16-8-12 d'alliberament controlat, 800 g d'Agrosil® i 25 L de compost.

Millores aplicades

Testimoni o control (a): cap millora.

Grava (b): es va aportar un gruix de grava d' aproximadament 10-15cm a la base del forat de plantació. La grava era del tipus 'grava de tren' amb una granulometria de 30 a 60mm, granítica i una densitat aproximada de 1450kg/m3.

Tensioactiu (c): El producte utilitzant va ser el ML-160 de la casa Mailan. És un mullant que s'aplica dissolt en l'aigua de reg (figura 2) i, en disminuir la tensió superficial de l'aigua, augmenta la mullabilitat dels components de les terres, la qual cosa comporta un increment en la retenció d'aigua. La Figura 2 mostra algunes de les propietats del producte utilitzat.. La dosi va ser de 250 mL/m3 d'aigua de reg.

Hidrogel (d): el producte utilitzat va ser el ECOGEL de granulometria fina (Burés). Es va aplicar barrejant-lo al substrat abans de la plantació dels individus, amb una dosi aproximada de 10g per litre de sòl.

Figura 2: Característiques principals del tensioactiu aplicat. Extret de la fitxa tècnica

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS			
DENOMINACIÓN	ML 160	BIODEGRADABLE	Según DIRECTIVAS 73/404/CEE
USO	Acelerador para apagado de incendios y coadyuvante para regadíos.	TOXICIDAD AGUDA VIA ORAL	El producto no tiene la clasificación de tóxico según la reglamentación de envasado y etiquetado de sustancias y preparados peligrosos. Según directiva 92/32/CEE, DL50 > 2000 mg/Kg.
SOLUBILIDAD	Altamente soluble en agua		
pH (en solución)	7		
ASPECTO	Líquido Marrón Viscoso		
DENSIDAD (15º)	1,05 gr/cm3		
INFLAMABILIDAD	NO INFLAMABLE según DIRECTIVA 84/449/CEE	% DE SOLIDOS	43%
COMPONENTES	Tensioactivos aniónicos 5 – 15% Tensioactivos no iónicos 5 – 15%	Agentes secuestrantes Conservantes	

Determinacions de l'assaig

Per caracteritzar la part aèria es va determinar: número de branques i branquillons, longitud de branques i branquillons, numero de fulles i fruits, pes de branques i branquillons, pes de fulles i fruits, pes de tronc i diàmetre de branques principals i capçada.

Per caracteritzar l'aparell radicular es va desmuntar el sistema radicular amb l'ajut duna llança d'aire Air Spade. Un cop teníem l'aparell radicular sense terra se'n feia un dibuix i una descripció i es determinaven els següents paràmetres: perímetre arrel principal, pes, volum i longitud de cada arrel principal, secundaria, terciària i de les arrels fines. Les arrels fines es classificaven en tres grups (>5mm, entre 2 i 5 mm i < de 2 mm),

Tractament de dades

El tractament estadístic dels resultats obtinguts s'han realitzat amb el paquet estadístic R i amb un nivell de significació del 5% (a=0,05). Els models utilitzats han estat l'Anàlisi de la Variància (ANOVA) d'un o de dos factors i la posterior separació de mitjanes s'ha utilitzat el mètode de Tukey .

RESULTATS I DISCUSSIÓ

Resultats part aèria

L'ANOVA de dos factors (terra i millora) indica que no existeix interacció entre terres de plantació i millores aportades en cap dels paràmetres aeris estudiats. Aquest comportament ha permès analitzar cadascun dels factors separadament, la qual cosa simplifica la interpretació de resultats.

En el cas de les millores aplicades a les terres de plantació, considerant tots els paràmetres analitzats respecte al control, tan sols s'han obtingut efectes significatius en el número i diàmetre de les branques principals dels arbres, on s'observa que els valors obtinguts amb la millora d són significativament superiors als del control. Per la resta de paràmetres la millora d dona uns valors absoluts sempre superiors als del control excepte pel numero de fruits.

En el cas de les terres de plantació només s'observen diferències significatives pel nombre de fruits, on s'observa que els valors obtinguts amb la terra del lloc millorada (T4) són significativament superiors als de la terra control (T3). Per la resta de paràmetres la T1 dona uns valors absoluts inferiors a la control i la T2 i T4 superiors.

BLOC 1: Caracterització general de la part aèria dels arbres: perímetre, capçada i l'alçada de l'arbre (taula 2).

Cap dels dos factors afecta de forma significativa els diversos paràmetres de caracterització general estudiats . No obstant, les diferències percentuals indiquen que els valors mínims sempre es detecten en el control (millora a); l'hidrogel (millora d) dona valors més alts en alçada total i capçada, mentre que l'aplicació de tensioactiu (millora c) afavoreix en el perímetre i l'alçada de brancatge.

Els resultats indiquen que l'aplicació de tensioactiu o d'hidrogel tendeixen a incrementar qualsevol dels paràmetres respecte al control.

Pel que fa a les terres les variacions percentuals no segueixen una clara tendència, tot i que la terra del lloc millorada (T4) mostra amb més freqüència els valors superiors i la terra del lloc (T1) els més baixos.

Taula 2: Resultats Bloc 1 Aeri. Mitjana de Tukey i % variació respecte control (millora a i terra 3)

Millora	Perímetre de tronc (cm)			Diàmetre de capçada (cm)			Alçada arbre (m)		
a	24.08	a	0.0%	2.19	a	0.0%	6.07	a	0.0%
b	24.26	a	0.8%	2.46	a	12.4%	6.24	a	2.7%
c	26.29	a	9.2%	2.32	a	5.8%	6.12	a	0.8%
d	26.02	a	8.0%	2.61	a	19.4%	6.37	a	5.0%
Terra									
1	24.53	a	-2.1%	2.03	a	-12.8%	6.20	a	1.17%
2	24.85	a	-0.8%	2.52	a	8.5%	6.21	a	1.4%
3	25.06	a	0.0%	2.32	a	0.0%	6.12	a	0.0%
4	26.08	a	4.1%	2.69	a	15.6%	6.24	a	1.9%

BLOC 2: Caracterització gravimètrica dels òrgans radiculars dels arbres: pes fresc dels troncs, branques, fulles i fruits.

Respecte al pes de les diferents fraccions (Taula 3) tampoc s'observen diferències significatives en les millores. Les diferències percentuals respecte el control (millora a) s'associen a l'aplicació d'hidrogel (millora d), amb valors màxims que oscil·len entre el 23 i 46 %, per a tots els paràmetres a excepció del pes de fruits on aquest valor màxim és del 2 % i correspon a l'aplicació de tensioactiu (millora c). L'aplicació de tensioactiu dona una bona resposta respecte al control, tot i que inferior a l'aplicació d'hidrogel (millora d).

La tendència és que l'aplicació d'hidrogel (millora d) i tensioactiu (c) incrementa el pes fresc del tronc, branques i fulles respecte al control.

Pel que fa a les terres, el tractament control (T3) i la terra del lloc (T1) són els que presenten els valors mínims per a tots els paràmetres. En T1, els mínims els trobem en el pes de branques i de fulles, i en T3 en pes de tronc i de fruits.

Els valors màxims, es troben repartits en la terra tipus Amsterdam (T2), en pes de branques i de fulles i, la terra del lloc millorada (T4) en pes de tronc i de fruits, amb variacions que estan entre el 19 i el 53 % segons el paràmetre, respecte a les terres T1 i T3.

Taula 3: Resultats Bloc 2 Aeri. Mitjana de Tukey i % variació respecte control (millora a)

Millora	Pes tronc (kg)	Pes branques (kg)	Pes fulles (kg)	Pes fruit (kg)
a	17.2 a 0%	5.6 a 0%	5.0 a 0%	1.92 a 0%
b	17.6 a 2%	6.0 a 8%	5.7 a 13%	1.58 a -18%
c	21.2 a 23%	7.2 a 29%	6.3 a 25%	1.96 a 2%
d	21.1 a 23%	8.2 a 46%	6.8 a 36%	1.86 a -3%
Terres				
1	19.0 a 6%	6.0 a -1%	5.2 a -10%	1.8 a 17%
2	19.7 a 9%	7.4 a 22%	6.9 a 20%	1.6 a 8%
3	17.9 a 0%	6.1 a 0%	5.8 a 0%	1.5 a 0%
4	20.0 a 12%	7.4 a 21%	6.0 a 4%	2.3 a 53%

BLOC 3: Caracterització no gravimètrica dels òrgans aeris dels arbres: número d'òrgans (fulles, fruits, branques, branques principals, total de branques); longitud total de les branques i diàmetre de les branques principals (Taula 4).

En relació a les millores, afecte significatiu en els paràmetres número de branques principals i diàmetre de les branques principals, observant que els valors amb l'aplicació d'hidrogel (millora d)són superiors als del control (millora a). Els altres dos tractaments presenten resultats estadísticament homogenis i no diferenciables dels dos extrems anteriors.

Amb l'aplicació d'hidrogel trobem valors absoluts superiors al 30 % de mitjana en tots els paràmetres, el que indica la tendència a una millora directa del creixement aeri. De forma percentual també es veu un efecte positiu amb l'aplicació de tensioactiu (millora c), tot i que inferior al observat amb l'aplicació d'hidrogel. L'únic paràmetre que segueix una tendència diferent és el numero de fruits on els valors màxims són al control.

Pel que fa a les terres s' observen diferències significatives pel paràmetre nº fruits, on la terra del viver millorada (T4) mostra un valor superior al del control (T3). Les altres dues tenen valors intermedis. Si mirem les variacions percentuals es veu clarament que la terra del viver (T1) és la que dona valors inferiors però no es troba una dinàmica clara pel que fa a la millor terra. A excepció del nombre de fruits, les variacions percentuals no superen el 10-15 %, per el que es considerarà que no hi ha una influència directa de la composició de la terra de plantació en relació a aquest tercer grup de paràmetres, tot i que la T1 sembla ser la pitjor i les millors tendeixen a ser T2 i T4.

Taula 4: Resultats Bloc 3 Aeri. Mitjana de Tukey i % variació respecte control (millora a i terra 3)

Millora	Nº fulles (ut)	Nº fruits (ut)	Total branques (ut)	Nº branques (ut)	Nº branques principals (ut)	Ø branques principals (cm)	Longitud total branques (cm)
a	2417 a 0%	141 a 0%	222 a 0%	200 a 0%	21 b 0%	38.0 b 0%	8658.9 a 0%
b	2539 a 5%	114 a -19%	234 a 6%	208 a 4%	26 ab 22%	43.9 ab 15%	9598.0 a 11%
c	2755 a 14%	137 a -3%	249 a 12%	224 a 12%	25 ab 16%	46.1 ab 21%	10445.8 a 21%
d	3225 a 33%	136 a -3%	294 a 33%	268 a 34%	27 a 26%	48.5 a 28%	12431.7 a 44%
Terra							
1	2446 a -8%	124 ab 15%	228 a-14%	202 a 16%	26 a 6%	43.9 a 2%	8844.5 a -14 %
2	2922 a 10%	114 ab 5%	249 a -6%	224 a -7%	25 a 2%	42.5 a -1%	11132.1 a 9%
3	2661 a 0%	109 b 0%	264 a 0%	240 a 0%	24 a 0%	43.1 a 0%	10240.2 a 0%
4	2878 a 8%	170 a 57%	256 a-3%	232 a -3%	24 a -2%	46.1 a 7%	10869.1 a 6%

L'aplicació de tensioactius amb el reg o d'hidrogels barrejat amb la terra de plantació, afavoreixen clarament les condicions de disponibilitat hídrica que requereix el sistema radicular dels arbres després del transplantament per a un bon desenvolupament, especialment en els períodes estiuencs sota clima mediterrani, quan hi ha una elevada probabilitat que la vegetació arbòria pateixi episodis de dèficit i/o estrés hídric. Els tensioactius aplicats amb l'aigua de reg milloren la infiltració de l'aigua de reg en el sòl i augmenten la mullabilitat dels components orgànics, minerals i organominerals del sòl i, per tant, incrementen la retenció de l'aigua infiltrada. Els hidrogels incorporats a les terres de plantació, en ser polímers hidroinflabes, retenen una part de l'aigua de reg i de pluja, augmentant la quantitat d'aigua del sòl. L' increment en la disponibilitat d'aigua en el sòl , derivat dels tensioactius i/o dels hidrogels, és especialment útil en els períodes d'alta demanda evapotranspiratòria estival, permetent potenciar la capacitat de creixement i exploració del sistema radicular dels arbres trasplantats, la qual cosa possibilita un increment del creixement i desenvolupament aeri.

Pel que fa a l'efecte global de les terres es destaca que la terra del lloc (T1), que és la de menor aptitud agronòmica, comporta una reducció del creixement aeri dels arbres en relació a la terra vegetal o control (T3) . Contràriament, les terres 2 i 4 en promouen un increment, especialment en els percentatges gravimètrics, que són el millor indicador del creixement, però també en el nombre de fulles, que contribueixen a augmentar la superfície de canòpia, i en la longitud de branques que indica un bon desenvolupament/volum de la capçada.

Resultats arrels

Únicament es van estudiar els sistemes radiculars de dos tractaments: control (millora a) i aplicació d'hidrogel (millora d). Els resultats respecte a l'efecte de les terres no mostren cap tendència clara, per la qual cosa no es presenten.

BLOC 1: Descripció visual del sistema, aspectes generals i diferències principals.

A les figures 3 i 4 s'observa com els sistemes radiculars dels arbres corresponents a la millora control son més oberts, amb major presència d'arrels horitzontals, amb bona presencia d'arrel primària i secundària i amb gran capacitat d'explorar el terreny. Això indica que l'accés a l'aigua i nutrients en el substrat de plantació és més difícil i han d'explorar més terreny pel seu desenvolupament.

Figura 3: Sistema radiculars dels arbres control. Dibuix A.Campeny i M.Cassoran

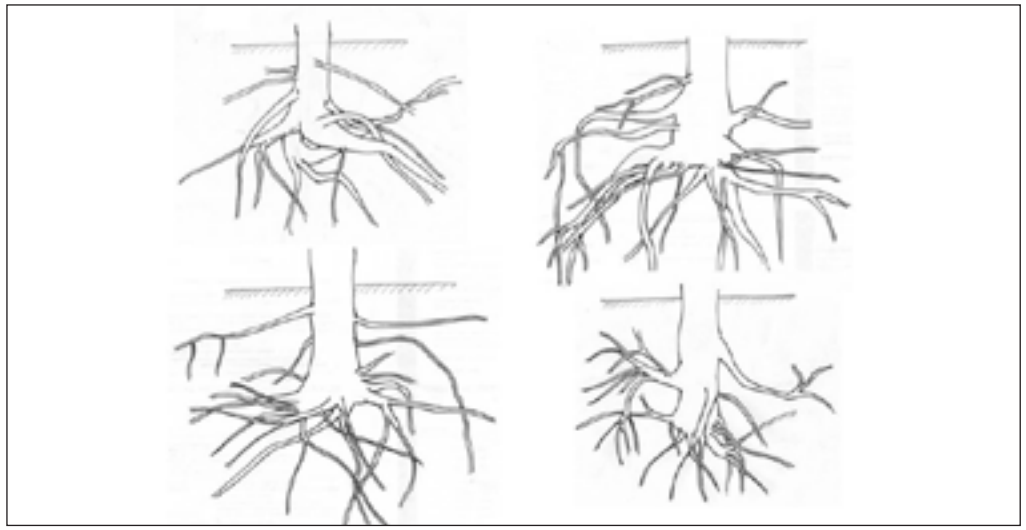
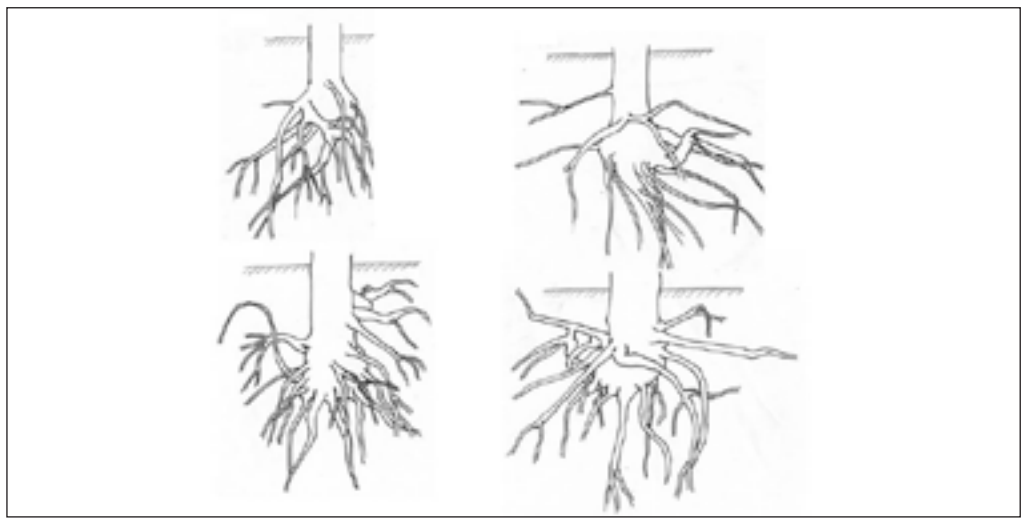


Figura 4: Sistema radiculars dels arbres amb aplicació d'hidrogel (millora d). Dibuix A.Campeny i M.Cassoran



Els sistemes radiculars dels arbres on es va aportar hidrogel tendeixen a ser més estrets i verticals, segurament perquè al tenir un accés més fàcil a l'aigua disponible en el substrat de plantació, han desenvolupat menys arrels horitzontals però tenen una gran quantitat d'arrel terciària i fina. Podem dir que aquesta distribució els fan més adaptables als escocells urbans, on el volum explorable és menor.

Bloc 2: Pes de les arrels: total, primària, secundàries, terciàries i fines (Taula 5).

Únicament trobem efecte significatiu en el paràmetre del pes d'arrels fines on el valor amb la millora d és molt superior al del control. En general l'aplicació d'hidrogel (millora d) és superior al control en tots els altres paràmetres gravimètrics d'arrel, excepte en el pes d'arrel primària que és lleugerament més baix.

Taula 5: Resultats Bloc 2 Arrels. Mitjana de Tukey i % variació respecte control (millora a)

Millora	Pes total arrels (gr)	Pes arrel 1a (gr)	Pes arrel 2a (gr)	Pes arrel 3a (gr)	Pes arrel fina (gr)
a	3076,4 a 0%	1937.0 a 0%	776,4 a 0%	227.5 a 0%	135.5 b 0%
d	3912.0 a 27%	1856.8 a -4%	1404.0 a 81%	337.8 a 48%	313.5 a 131%

L'aplicació d'hidrogel suposa un augment en la retenció de l'aigua del substrat que resta a disposició de l'arbre, promovent tant el creixement de la part aèria com del sistema radicular i el desenvolupament de més arrel fina. Aquesta arrel fina, és l'encarregada de l'absorció d'aigua i nutrients i per tant, la potenciadora principal del creixement.

Bloc 3: Volum de les arrels: total, primària, secundàries, terciàries i fines (Taula 6).

No trobem diferències significatives en cap dels paràmetres analitzats. Els valors absoluts més alts s'obtenen amb l'aplicació d'hidrogel, amb diferències del 21 al 90 % més en tots els paràmetres, excepció en l'arrel primàriaque, tal i com passava amb el pes, pren el valor més baix(-11 %), respecte el control.

Taula 6: Resultats Bloc 3 Arrels. Mitjana de Tukey i % variació respecte control (millora a)

Millora	Vol total arrels (ml)	Vol arrel 1a (ml)	Vol arrel 2a (ml)	Vol arrel 3a (ml)	Vol arrel fina (ml)
a	3356,9 a 0%	2052.5 a 0%	845,8 a 0%	262 a 0%	196.6 a 0%
d	4049.7 a 21%	1818.2 a -11%	1477.3 a 75%	331 a 45%	373.3 a 90%

Bloc 4: Longitud (Taula 7) i número (Taula 8) d'arrels total primària, secundàries, terciàries i fines

Aquí tampoc trobem diferències significatives en cap dels paràmetres analitzats. En longituds, els valors màxims en tots els paràmetres s'obtenen amb l'aplicació d'hidrogel (millora d). Aquests són superiors al control d'entre 6 i 37 %, excepció d'arrel primària onel valor és més baix (-38 %).

Quant els nombre d'arrels, l'aplicació d'hidrogel promou augments del 15 al 28 % respecte el control, excepte en les arrels secundàries on s'observa un decrement (-16%).

L'aplicació d'hidrogel (millora d), sembla participar activament en el desenvolupament del sistema radicular respecte del control, afavorint als òrgans encarregats d'absorbir aigua i nutrients, amb una presència notable d'arrels terciàries i secundàries, limitant però, l'existència d'arrel primària. L'ajuda per un bon equilibri de l'arbre, tendeix a recaure en les arrels secundàries, terciàries i fines, sent aquestes més ramificades que en el control.

Taula 7: Resultats Bloc 4 Arrels. Mitjana de Tukey i % variació respecte control (millora a)

Millora	Longitud total arrels (cm)	Longitud arrel 1a (cm)	Longitud arrel 2a (cm)	Longitud arrel 3a (cm)	Longitud arrel fina (cm)
a	12328.5 a 0%	647 a 0%	1379 a 0%	980.3 a 0%	9322.2 a 0%
d	15676.5 a 27%	399.7 a -38%	1456.7 a 5.5%	1340.5 a 37%	12479.7 a 34%

CONCLUSIONS

Dels resultats obtinguts en el present treball, i sota les condicions experimentals que s'hi imposen, se'n desprenen les següents conclusions.

Efectes sobre la part aèria de plàtans de carrer

1. L'aplicació d'hidrogel barrejat amb la terra de plantació comporta una millora general del creixement aeri de l'arbre, observant-ne efecte significatiu en el número de branques principals i el diàmetre de les branques principals respecte del control.
2. En valors absoluts també s'observa que l'aplicació d'hidrogel augmenta la major part dels paràmetres gravimètrics (pes total, del tronc, branques i fulles), mètrics (longitud i número totals, de les branques i de les fulles) i de port de l'arbre (diàmetre de capçada).
3. L'aplicació de tensioactius durant els primers 24 mesos des de la plantació no comporta efectes significatius en cap dels paràmetres analitzats, però en valors absoluts s'observen valors superiors al control en tots els paràmetres ponderals, mètrics i de port dels arbres, tot i que l'increment produït per aquesta millora és inferior a l'observada en aplicar hidrogel, amb l'excepció del pes de fruits, on aquest, pren el valor màxim.
4. Tant la terra tipus Amsterdam (T2) com la terra del lloc millorada (T4), promouen un major creixement en tots els paràmetres (perímetre de tronc, capçada, alçada de l'arbre, pes de tronc, branques, fulles i fruits, nombre de fulles i fruits, longitud de branques i tronc i diàmetre de branques principals), especialment en aquells representats pels pesos de les diferents fraccions.
5. La terra del lloc (T1) és la que presenta pitjors resultats (en quant a pesos i longituds), excepte en el número de branques principals.

Efectes sobre el sistema radicular dels plàtans de carrer

1. Pel que fa a la morfologia els sistemes radiculars dels arbres on s'ha aplicat hidrogel barrejat amb la terra de plantació, tendeixen a romandre en el forat de plantació (més estrets), amb disposició predominantment vertical i amb gran presència d'arrel fina, mentre que els dels arbres control s'estenen més enllà del forat de plantació, amb disposició predominantment horitzontal/ obliqua, amb bona presència d'arrel primària i secundària però amb poca presència d'arrels fines.
2. L'aplicació d'hidrogel barrejat amb la terra de plantació comporta una millora general del creixement aeri del sistema radicular, observant-ne efecte significatiu en el pes d'arrels fines respecte del control.
3. En valors absoluts també s'observa que l'aplicació d'hidrogel augmenta en tots els paràmetres gravimètrics (pes total, pes de secundàries, terciaires i fines), volumètrics (volum total, volum de secundàries, terciàries i fines) i mètrics (longitud i número d'arrels totals, terciàries i fines) per arrels totals, secundàries, terciàries i fines.
4. En valors absoluts el pes, volum i longitud d'arrels principals amb hidrogel és lleugerament inferior al control.

Consideracions agronòmiques

1. Vistos els resultats favorables de les dues millores i sota condicions edafoclimàtqiues mediterrànies, s'aconsella l'ús d'hidrogel ja que s'aconsegueix una bona resposta amb una sola aplicació inicial sense descartar l'aplicació de tensioactius amb l'aigua de reg durant els primers mesos des de la plantació.
2. Degut a les mínimes diferències significatives pel que fa a les diferents terres, la decisió d'emprar una terra o altra, recau en el context econòmic en què ens trobem i en la necessitat de l'entorn. Així, les terres del lloc millorades, sempre que compleixin les característiques texturals i estructurals necessàries, són una bona opció, tant per al creixement i desenvolupament dels arbres, com per a les consideracions econòmiques.

BIBLIOGRAFIA

Àrea de Medi Ambient i Serveis urbans. Gestió de l'arbrat viari de Barcelona. Edita Hàbitat Urbà. Ajuntament de Barcelona. 2011.

Bradshaw, A.; Hunt, B.; Walmsley, T. Trees in the urban landscape. E&FN SPON. 1995

Campeny, A. Influència de l'ús de gel de poliacrilamida i d'un tensioactiu en el creixement de Platanus x acerifolia. TFG Escola Superior d'Agricultura de Barcelona UPC . 2014.

Casorran, M. Influència de la composició de la terra de plantació en el creixement de Platanus x acerifolia. TFG Escola Superior d'Agricultura de Barcelona UPC . 2014.

Chacalo, A.; Kohashi-Shibita, J.; Bye, R.; Watson, G.W. Els sistema radical. La cultura del árbol. 1997. nº 28, p. 42-54

Crow, P. The influence of soils and species on tree root depth. Forest Research. 2005.

Day, S. Contemporary Concepts of Rood System Architecture of Urban Trees. Arboriculture & Urban Forestry. 2010. Vol. 36 (4), p.149-159.

Fàbregas, X.; March, A. El sistema radical i l'anàlisi de la problemàtica dels sòls urbans. . Llibre de ponències 9è Congrés de l'APEVC-El paisatge ocult de la ciutat: Les arrels dels arbres. 2003. p. 4-13.

Glynn, C.; Barnes, S. Auxins and wàter-retaining polymer root dips affect survival and growth of newly transplanted bare-rooted european beech and sivler birch. Journal of Environmental Horticulture. 2004. Vol. 22(4), p. 183-188.

Glynn, C.; Barnes, S. Influence of biostimulants and wàter-retaining polymer root dips on survival and growth of newly transplanted bare-rooted silver birch and rowan/ Journal of Environmental Horticulture. 2006. Vol. 24(3), p. 173-179.

Iguíñiz, G. Els sòls i les arrels en les normatives de parcs i jardins. Llibre de ponències del 9è Congrés de l'APEVC. El paisatge ocult de la ciutat: Les arrels dels arbres. Igualada. 2003. p. 36-41.

Jim, C. Urban soils characteristics and limitations for landscape plantation in Hong Kong. Landscape and Urban Planning. 1998. nº40. P. 235-249.

Jutras, P.; Prasher, S.; Mehuys, G. Appraisal of Key Abiotic Parameters Affecting Street Tree Growth. Arboriculture & Urban Forestry. 2010. Vol. 36, p. 1-10

Katime, A; Katime, O.; Katime, D. Los materiales inteligentes de este Milenio: los hidrogeles polímeros. Editorial de la Universidad del País Vasco, Bilbao. 2004.

Landis, T.D.; Haase, D.L. Applications of hydrogels in the nursery and during outplanting. USDA Fiorest Service Proceedings. 2012.

Maldonado, K.; Javier, A.; Vaquera, H.; Cetina, V. Producción de Pinus greggii var. Engelm en mezclas de sustrato con hidrogel y riego, en vivero. Campus Montecillo, Estado de México. Agrociencia. 2011. Vol. 45, nº3.

May, P. Soils, water and tree establisment. Treenet Proceedings of the 5th National Street Tree Symposium: 2nd and 3rd September 2004

Moore, W. Arbres. Les racines et leurs sains. 2003. Seminari dins el 9è Congrés APEVC.

Morgenroth, J. Root Growth Response of Platanus orientalis to Porous Pavements. Arboriculture & Urban Forestry. 2011. Vol. 37(2), p. 45-50.

Nadezhdina, N.; Cermak, J. Instrumental methods for studies of structure and function of root systems of large trees. Journal of Experimental Botany, 2013 vol. 54 (387), p.(1511-1521).

Raimbualut, P. Quelques observations sur les systèmes racinaires des arbres de parcs et d'alignement. Diversité architecturales et convergence dans le développement. L'arbre, biologie et développement, Naturalia Monspeliensia, Montpellier, 1991.

Sánchez, M.A; Martí, A. Assaig d'implantació de Platanus X acerifolia al Viver de 3 Pins de Parcs i

Jardins de Barcelona. TFC Escola Superior d'Agricultura de Barcelona UPC . 2013.

Save, R.; Pery, M.; Marfa, O.; Serrano, L. The effect of hydrophilic polymer on plant water status and survival of transplanted pine seedlings. Hort Technology. 1995. vol.5, p.141-143.

Selga, J., Terricabras, A., i Ibero, A. Guia per al a selecció d'espècies de verd urbà: arbrat viari. Col·lecció documents de treball, Diputació de Barcelona. 2012.

Urban, J.R. Up by roots. Healthy soils and trees in the built environmnet. International Society of Arboriculture. 2008.

Vadillo, J. Síntesi y propiedades de hinchamiento de hidrogeles de acliramida. Departamento de química-física, Universidad del País Vasco, Bilbao. 1992.

Watson, G.W. Crecimiento de raíces en suelos urbanos. Llibre de ponències del III Congreso de la Asociación Española de Arboricultura. Terrassa. 1998.

Watson, G.W.; Himelick, E.B. Principles and practice of planting tres and shrubs. International Society of Arboriculture. Publishers Savoy, Illinois. 1997.

Agraïments

Aquest treball ha estat possible gràcies a un acord de col·laboració entre la Direcció d'Espais Verds i Biodiversitat de l'Ajuntament de Barcelona i l'Escola Superior d'Agricultura de Barcelona. Agrair el suport dels tècnics i personal de la Direcció d'Espais Verds i Biodiversitat, en especial al Jordi Rodríguez i el personal del Viver 3 pins.

Agrair la feina feta i l'interès dels estudiants de l'Escola Superior d'Agricultura que han desenvolupat el seu treball fi de grau en aquest projecte, Angel Campeny, Martí Casorran, Aloma Martí i Miquel Angel Sanchez.

Finalment, agrair a Gerard Pasola (Doctor Arbol) i Sergi Perdices (Naturalia Jardiners) per deixar-nos la llança d'aire.

Ponència 8

Gestió del risc de l'arbrat

Josep Selga

L'arbre com a estructura viva

L'arbre és una estructura viva i per tant subjecta al factor temps i a les lleis de la física. La dinàmica de la ciutat afecta sovint la seva estructura. En algunes ocasions aquesta convivència ocasiona alteracions que disminueixen significativament la contribució de l'arbre a la millora del medi ambient urbà i pot convertir-se en un factor negatiu en els condicions de vida del ciutadà. Un d'aquests factors és la probabilitat de caiguda de branques i arbres sencers.

Quan un arbre és perillós?

Tots els arbres tenen una certa disposició potencial de produir un dany però relativament pocs ho fan.

Considerem un arbre perillós quan hi ha una probabilitat elevada que l'arbre falli, tant l'exemplar sencer com una o diverses de les seves parts i que també existeixi una elevada probabilitat que en cas de fallada es provoquin danys a persones o béns.

Vitalitat i Estabilitat

En els animals, estem acostumats a associar la mort a un fallada fisiològica o funcional, en canvi, la vida de l'arbre depèn de dos aspectes:

1. Vitalitat (capacitat de realitzar les seves funcions vitals)
2. Estabilitat (capacitat de mantenir-se en peu)

És important assenyalar que els símptomes de vitalitat no són els únics determinants de les perspectives de futur d'un arbre. Si es produeix un fallada estructural pot quedar compromès el futur de l'exemplar encara que, aquest present símptomes de vitalitat elevada.

Josep Selga, biòleg i arboricultor

Perill i Risc

Encara que aquestes dues paraules s'usen com a sinònims es tracta de dos conceptes diferenciats. Perill és la disposició d'un objecte, una condició o una situació a produir un dany i Risc és la possibilitat que quelcom advers succeeixi. Per tant Perill fa referència a una qualitat de l'objecte, condició o situació i Risc fa referència a les condicions.

Qualsevol risc està associat a un perill que es manifesta quan sobrepassem un límit.

Riscos admissibles i tolerables

Per poder viure hem d'acceptar diferents graus de risc. Si volem viatjar amb cotxe, cal acceptar que malgrat totes les mesures de seguretat hi ha encara un risc significatiu de patir un accident.

Per tant, no es tracta de viure sense risc sinó de viure dins un marc de tolerància de risc entre un extrem de risc acceptable i l'altre extrem amb el risc inacceptable.

Accidents i Incidents

Accident és un succés imprevist i no desitjat que interromp el desenvolupament normal d'una activitat i origina danys a persones o a béns.

Incident és un succés imprevist i no desitjat que interromp o interfereix el desenvolupament normal d'una activitat sense conseqüències addicionals.

Accidents previsibles i no previsibles

Els accidents previsibles són els que abans de produir-se presenten indicis que ens alerten.

Els accidents no previsibles poden ser deguts a dos tipus de causes:

- Per causa major (fenòmens extraordinaris)
- Per causa fortuïta (asimptomàtic)

El factor de seguretat

Tots els materials tenen un factor de seguretat, és a dir una relació entre la seva massa i la seva capacitat de càrrega. Els arbres presenten un factor de seguretat significatiu, superior als ossos dels vertebrats, però com tots els materials vius tenen un límit. Una estructura viva per ser eficient limita la seva capacitat de càrrega en relació a la seva massa. És evident que fins i tot un arbre sa pot fracturar-se i ocasionar danys.

No podem evitar tots els accidents causats pels arbres però si hem d'evitar els accidents previsibles.

L'Avaluació del risc de l'arbrat

L'Avaluació del risc associat a l'arbrat és un procés sistemàtic d'anàlisi i valoració del potencial de fractura o caiguda d'un arbre o una part d'ell i la probabilitat de produir danys en persones o béns. (J. Clark and N. Matheny)

L'avaluació ha de contemplar tres components:

1. L'arbre, amb potencial de caiguda o fractura.
2. L'entorn, que pot contribuir a l'accident.
3. La diana, o àrea d'impacte potencial (persones o béns).

Potencial de fallada

La probabilitat que es produeixi un fallada per fractura d'una part de l'arbre l'anomenem Risc de fractura i la probabilitat de bolcada de l'arbre sencer l'anomenem Risc de caiguda.

El potencial de fallada és la probabilitat que ocorri una de les dues incidències.

Risc d'accident o nivell de perillositat

Un risc d'accident associat a un arbre, existeix només si hi ha un potencial de fallada de l'arbre i la probabilitat de generar un dany.

Risc d'accident = probabilitat de fallada x conseqüència

Mètodes d'Avaluació

La base de l'Avaluació és el coneixement de l'arbre que millora amb els avanços de la ciència. Des dels anys 90 s'han desenvolupat distints mètodes d'avaluació del risc potencial de l'arbrat en diferents parts del món.

- **Mètode ISA** (J. Clark i N. Matheny, 1991) o USA, és el mètode més difós i usat als Estats Units.
- **Mètode VTA** (Mattheck i Breloer, 1994), el més usat a Europa i es basa en els principis de la Biomecànica arbòria.
- **Mètodes SIA i SIM** (Wessolly, 1995), es basen en l'Estàtica dels arbres o Dendroestàtica.
- **Mètode QTRA** (Mike Ellison, 2005), és un procediment que permet estimar el nivell de perillositat d'un arbre o avaluar el risc de produir un dany calculant la probabilitat resultant del producte de la probabilitat de fallada per la probabilitat que es produeixi l'impacte.

També cal citar altres mètodes que han contribuït a l'Avaluació de risc de l'arbrat com el **Mètode ARCHI** (C. Drénou, M. Bouvier, J. Lemaire, CNPF-IDF, 2011), que permet entendre les estratègies de supervivència dels arbres i estimar les seves perspectives futures a partir de l'observació de la seva arquitectura.

Instruments

Els instruments són complements de la diagnosi i en la majoria dels protocols d'avaluació de risc no són necessaris. Els resultats dels instruments mai són concloents per si mateixos i han d'evitar-se els instruments que perjudiquen l'exemplar.

Gestió del risc

No es tracta d'eliminar el risc associat a l'arbrat urbà, fins i tot ni es tracta de disminuir-lo sistemàticament. El risc s'ha de gestionar, és a dir, avaluar-ho, establir els límits de tolerància, valorar els recursos i actuar quan sigui raonable.

Finalitat del Pla de Gestió

Disposar d'un protocol de treball que garanteixi la gestió adequada dels exemplars arboris i que porti un registre sistemàtic de totes les observacions.

Procediment

Es realitzarà una inspecció sistemàtica i ordenada de tots els arbres del Municipi. Aquesta inspecció visual té com a objectiu realitzar un primer filtrat que discrimini els exemplars que clarament no presenten indicis de risc de la resta que seran els que es diagnosticaran i passaran a la segona fase.

Primera Fase: Inspecció

Per tal d'evitar augmentar la feina innecessàriament aquesta primera fase es farà coincidir amb la inspecció per definir les actuacions (principalment el treballs de poda) de l'arbrat.

Per tant, s'inspeccionarà cada arbre i s'establiran les actuacions a realitzar i la seva prioritat. En el cas que s'observessin indicis de risc o símptomes que demanen una inspecció més acurada es marcarà per "diagnosticar" i passarà a la segona fase.

Els arbres inspeccionats es registraran com a tals i s'anotarà la data de la inspecció i el nom de l'inspector.

Segona Fase: Avaluació del risc

Els exemplars seleccionats per diagnosticar seran relacionats i els tècnics formats específicament procediran a l'avaluació de risc seguint la metodologia descrita en el següent capítol.

Un vegada finalitzat el treball d'avaluació i estimada la probabilitat de que es produeixi un accident associat a l'arbrat s'establiran les actuacions adequades per a cada exemplar, la seva prioritat i la data del següent control.

De totes les visites o actuacions que es realitzin durant el seguiment d'un exemplar amb indicis de risc se'n guardarà registre.

El protocol d'avaluació del risc tant de l'arbrat com de les palmeres ha de seguir un procés ordenat tal com estableixen les taules d'avaluació i ha de portar un registre sistemàtic de totes les dades. S'ha de complementar amb un reportatge fotogràfic en què es pugui observar l'exemplar complet, la capçada i els detalls de les alteracions més greus detectades.

Tant les dades de les fitxes com les fotos han de ser arxivats de forma sistemàtica i han d'estar vinculats al codi d'identificació de l'inventari del Municipi.

Freqüències

És recomanable realitzar la inspecció de l'arbrat amb una freqüència anual.

Al finalitzar l'avaluació de risc dels exemplars s'establirà el termini del següent control. S'estableix un control mínim anual i en determinats casos es pot establir la conveniència de períodes més curts. En el cas d'exemplars catalogats es recomana una freqüència semestral.

Després d'episodis de fenòmens meteorològics excepcionals és convenient revisar els exemplars afectats per poder detectar nous símptomes o un possible agreujament dels defectes.

Mitjans

La inspecció de l'arbrat (primera fase), es pot realitzar de forma visual i des del terra sense comptar amb recursos d'accessibilitat a l'arbre. Els exemplars de gran port o de difícil accés es podrà fer una inspecció en alçada quan es realitzin els treballs de poda.

L'avaluació del risc (segona fase) dels exemplars seleccionats, es realitzarà seguint el protocol desenvolupat i contempla diversos nivells d'aproximació a l'arbre. Una primera visió del conjunt de l'arbre des de les distintes orientacions, una observació de la part apical de la copa amb l'ajuda de prismàtics i un tercer nivell de detall dels defectes. En alguns exemplars per poder observar els defectes a les zones no accessibles s'haurà de comptar amb l'ajuda d'una plataforma.

Per realitzar algunes comprovacions és convenient disposar d'un material accessori com una maça de fusta o de goma, una vareta metàl·lica, una navalla a més d'instruments de mesura tals com una cinta mètrica i un clinòmetre per mesurar l'altura amb precisió.

Organització

APEVC
Associació de Professionals
dels Espais Verds de Catalunya

Entitats Col·laboradores

Ajuntament de Lleida

TURISMEdeLLEIDA

FUNDACIÓ DE LA JARDINERIA I EL PAISATGE

GREMI DE JARDINERIA DE CATALUNYA

Col·legi Oficial d'Enginyers Tècnics Agrícoles i Perits Agrícoles de Catalunya

Empreses Patrocinadores

EXPERTS FOR GROWTH

urbaser

FCC

TALHER S.A.

ferrovial servicios

Empreses Col·laboradores

Hunter

Regaber

IMAQ

SALA GRALPERA

SERVICENTRE

BRUC JARDI

RAIN BIRD

MARTI AGRÍCOLA

GLen BIOTECH

ENDOterapia Vegetal

SAMCLA

acciona

JARDIN MOVIL

soriguè