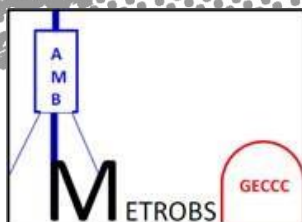


METROBS 2015

Valoració del verd urbà de l'Àrea Metropolitana de Barcelona per donar pautes de gestió agronòmica que possibilitin incrementar l'eficiència en l'ús de recursos i l'adaptació al canvi climàtic

Agost 2015



 **AMB** : Àrea Metropolitana de Barcelona

Treball encarregat per:

Direcció de Serveis Ambientals de l'AMB

Assistència tècnica:

Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA)

Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries

TÍTOL DE L'INFORME
INFORME FINAL DE L'ACTIVITAT
Revisió:2
Data: 31 / Agost / 2015

ACTIVITAT DE RECERCA REALITZADA AMB:

| | | | |
|--------------------------------|---|---------------------|-----------------|
| Denominació social: | Àrea Metropolitana de Barcelona | CIF: | P0800258F |
| Nom comercial: | AMB | País: | Espanya |
| Domicili social: | C/ 62, núm. 16-18 Edifici B Planta 6 | CP i ciutat: | 08040 Barcelona |
| | | Província: | Barcelona |
| Contacte: | Ana Romero Càlix | Mail: | aromero@amb.cat |
| Càrrec: | Cap de Secció de Sostenibilitat i Educació Ambiental. Direcció de Serveis Ambientals | Telèfon: | 93 506 95 79 |
| Contacte administratiu: | | Mail: | |
| Telèfons: | 932235151 | Fax: | 932234585 |

Persona de contacte: Carme Biel Loscos

L'informe és confidencial, i està prohibida la reproducció o difusió del contingut i dades d'aquest document a tercers no contractants, sense l'expressa autorització de l'IRTA, llevat que s'acordi altrament per les parts atorgants del contracte del quan n'és objecte.

IRTA

AUTORS:

- Carme Biel Loscos
- Robert Savé Monserrat
- Xavier Aranda Frattola

Espai reservat per a possibles anotacions

1. ÍNDEX DE CONTINGUTS

| | |
|---|----|
| Resum Executiu..... | 6 |
| 1.Gestió de les zones verdes mitjançant indicadors derivats de la fotografia digital. Manual usuari. | 7 |
| 1.1. Introducció..... | 7 |
| 1.2. Descripció de la metodologia..... | 9 |
| 1.3. Procediment..... | 10 |
| 1.4. Resultats fotografies realitzades pels tècnics del parc. | 14 |
| 2. Protocol per a la determinació dels paràmetres necessaris pel càlcul de la petjada hídrica d'un parc..... | 18 |
| 2.1. Introducció..... | 18 |
| 2.2. Descripció de la metodologia | 19 |
| 2.3. Resultats del càlcul de la petjada hídrica de dos parcs: | 20 |
| 3. Valorar l'ús de cobertes verdes. | 23 |
| 4. Desenvolupar uns criteris de producció segura i sostenible en els horts urbans.. | 30 |
| 5. Valorar les interfases mar platja dins del entramat de verd metropolità..... | 36 |
| 6. Preparar uns plans concrets de recerca i demostració per tal de gestionar el verd urbà en el segle XXI..... | 39 |
| 7. Preparar els continguts d'uns cursos | 41 |
| Bibliografia referenciada i suggerida..... | 42 |

RESUM EXECUTIU

D'acord amb el plantejament previst en el contracte, s'ha desenvolupat el projecte, sense cap incidència destacable, més enllà de les importants possibilitats que s'albiren a partir dels diferents temes tractats.

Un dels punts que es vol destacar, és la valoració molt positiva de METROBS, aquesta estructura ha permès un coneixement dels diferents projectes que s'estan portant a terme en el mateix període de temps, la qual cosa, a més d'enriquir obre unes magnifiques perspectives de futures feines complementaries amb un elevat valor sinèrgic.

Temes com l'estat de les costes o l'illa de calor, s'encardinan totalment amb el tema del verd i per tant, possiblement el futur pas per coordinar accions, ja que la base del coneixement, ja hi és.

L'objectiu del present informe és valorar el verd de l'Àrea Metropolitana de Barcelona per tal de donar pautes agronòmiques per incrementar l'eficiència en l'ús de recursos, d'acord amb criteris d'estalvi, eficiència, sostenibilitat i adaptació al canvi climàtic.

Els objectius parcials plantejats van ser:

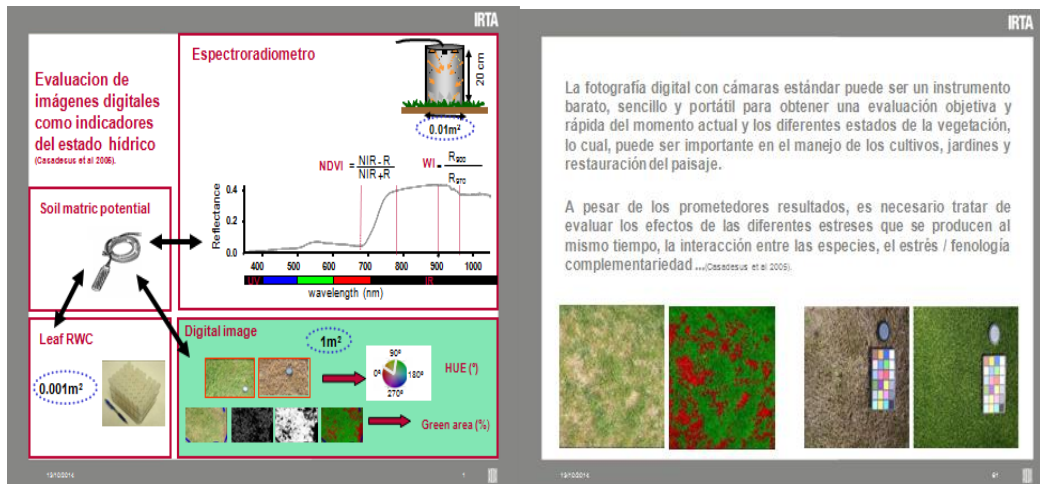
- 1) Gestionar les zones verdes mitjançant indicadors objectius aplicats a les noves tecnologies.
- 2) Càlcul de la Petjada Hídrica: primer pas per a incrementar l'eficiència en l'ús de l'aigua i adobs.
- 3) Valorar l'ús de cobertes verdes.
- 4) Desenvolupar uns criteris de producció segura i sostenible en els horts urbans.
- 5) Valorar les interfases bosc/bosquina/conreu/jardí en les seves funcions dins del entramat de verd metropolita.
- 6) Preparar uns plans concrets de recerca i demostració per tal de gestionar el verd urbà en el segle XXI.
- 7) Preparar els continguts d'uns cursos

1. GESTIÓ DE LES ZONES VERDES MITJANÇANT INDICADORS DERIVATS DE LA FOTOGRAFIA DIGITAL. MANUAL USUARI.

1.1. Introducció

Per afavorir la gestió dels diferents tipus de verd de l'AMB es poden utilitzar diferents índexs i mètodes per a obtenir-los que permetin l'optimització de la gestió, mitjançant l'ús de tecnologies objectives, barates, precises, universals i compatibles amb altres.

Aquest Manual es centra en la obtenció d'informació a partir de fotografia digital convencional partint de càmeres senzilles a partir de les quals es valoren les tonalitats del verd/grog/marró d'acord amb el mètode IRTA desenvolupat a partir de Casadesus et al. (2005), Casadesus et al. (2007); Casadesús and Villegas (2014).



Aquests mètodes, a part de senzills, barats i universals, incideixen en les necessitats de la jardineria, com són la detecció de carències, atacs, sequeres controlades, fenologia, etc, sense ser necessari emprar mètodes més cars i també més difícils d'interpretar, donat que un jardí, mai es sotmetrà a grans nivells d'estrès.

Així, la fotografia d'infraroig i els senyals espectroradiomètriques, no es consideren pels motius abans esmentats: els resultats obtinguts amb la fotografia digital i els obtinguts amb espectroradiòmetres presenten una alta correlació, i comparteixen limitacions similars (saturació del senyal en augmentar la densitat de verd), per la qual cosa pensem que per a gestionar el verd és suficient amb la informació que aporten les fotografies digitals.

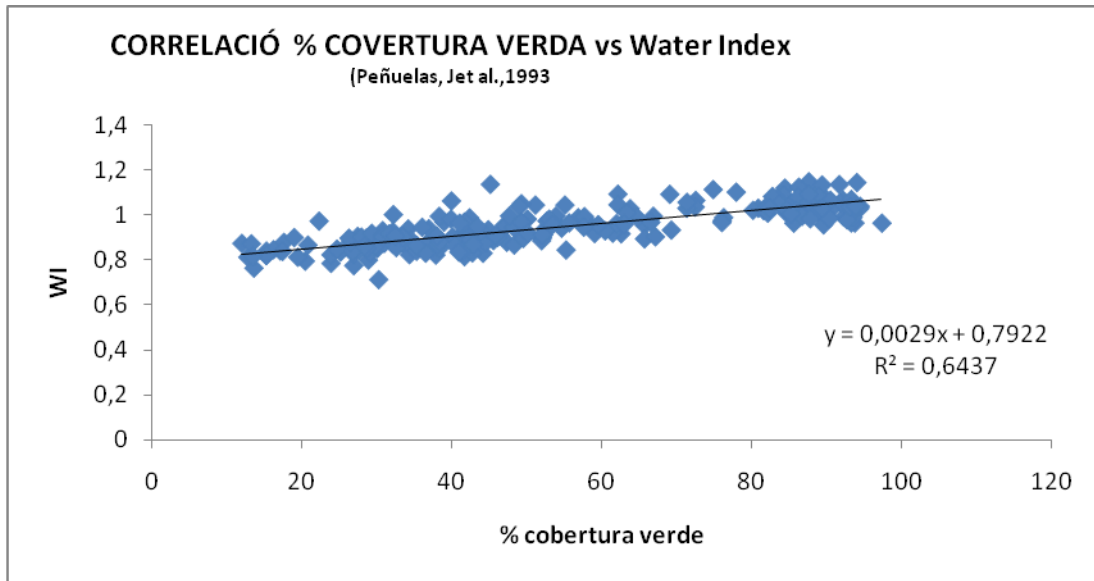


Figura 1. Comparació de la cobertura verda calculada mitjançant fotografia digital i l'índex d'aigua (WI) calculat a partir de mesures amb un espectroradiòmetre (Peñuelas et al., 1993).

També es desaconsella, la imatge aèria, inclosa la de petita escala amb drons i multicòpters, donat que la mida de la superfície de les diferents tipologies del verd dificulta l'aplicació d'aquesta tecnologia (mida, diversitat morfològica, fenològica, de disseny, etc.), i altre cop pel propi concepte de jardí (espai verd cuidat que proporciona plaer estètic), que dificulta la seva estandardització conceptual i per tant constructiva i de gestió.

IRTA

Evaluación y mejora de sensores, métodos y sistemas para ser usados en agricultura de precisión.

NDVI

$r=0.5303$
 $y = 0,0072x - 0,1147$
 $R^2 = 0,2812$

% Cobertura verde

Relación entre NDVI (espectroradiómetro) y porcentaje de cobertura de verde (cámara digital), $p < 0.05$; $n=36$ (Funes, Biel & Savé, 2010).

62

1.2. Descripció de la metodologia

Les càmeres digitals són un producte electrònic de gran consum, que presenta unes característiques de portabilitat, prestacions i facilitat d'ús que el fan molt adequat per a l'adquisició de dades de camp.

En el context de la supervisió de zones verdes i material vegetal en general, les seves principals aplicacions poden ser la quantificació del recobriment vegetal del sòl i el seu color predominant, relacionables amb el seu estat fenològic, hídric o nutricional.

En aquest apartat es descriuen els passos a seguir per a la captació de les imatges i el seu posterior processament i anàlisi a l'ordinador amb un programa de tractament d'imatges.

Gestió d'espais verds complexos: Espècie indicadora, àrea indicadora.

La gestió d'espais verds complexos, entenent com a tals aquells en que conviuen diferents espècies vegetals i de tipologies molt diverses (arbres, arbusts, mates, herbes), genera una dificultat a l'hora d'utilitzar indicadors únics, donat que cada espècie pot generar un valor diferent de cadascun dels indicadors utilitzats, i aquesta limitació s'aplica també a la utilització de la fotografia digital, amb la peculiaritat que la fotografia pot englobar, de vegades de forma inevitable, diverses d'aquestes espècies. De tota manera, en els jardins urbans aquesta dificultat és limitada pel mateix disseny del jardí, que col·loca en la mateixa zona espècies compatibles de requeriments similars. Això permet abordar el problema a partir de dues estratègies compatibles: l'ús d'espècies indicadores i l'ús d'àrees indicadores. La informació obtinguda d'unes o altres permetrà prendre decisions sobre el conjunt de la zona.

Espècies indicadores.

Per a cada zona del jardí, es pot fer el seguiment d'una única espècie indicadora, amb l'assumpció implícita que el fet que visqui en la mateixa zona amb altres espècies compatibles farà que el seu estat sigui indicador del de totes les espècies.

Per simplicitat, les espècies indicadores seran les majoritàries en la zona, preferentment herbàcies entapissants, per major facilitat en la obtenció de les fotografies.

Àrees indicadores.

En algunes zones no és possible aïllar una única espècie indicadora, bé perquè es troben perfectament barrejades, bé perquè la seva dinàmica de creixement i els tractaments de cura a que se les sotmet (esporgues, replantacions, talls repetits) fa que presentin una dinàmica irregular no relacionable directament amb el seu bon o mal estat. En aquests casos, si no és possible el

seguiment d'una única espècie aïllada, es pot procedir al seguiment d'una àrea ben delimitada dins la zona.

La primera decisió que caldrà prendre, doncs, és quantes zones existeixen en un jardí donat i quina estratègia es seguirà en cadascuna d'elles (espècies o àrea indicadora) segons les característiques de la zona.

En qualsevol dels dos casos caldrà sempre tenir en compte la influència de la fenologia pròpia de l'espècie o espècies en qüestió: pèrdua de fulles a l'hivern (caducifolis) o a l'estiu (malacòfils), floració, fructificació.

1.3. Procediment

A continuació es descriu el procediment general d'obtenció i processament de les fotografies, que caldrà ajustar a cada espècie o àrea indicadora concreta segons les seves característiques.

Obtenció de les imatges.

En general es tracta d'anar obtenint les imatges mitjançant un recorregut per tota l'àrea verda. És possible també la utilització de càmeres fixes comunicades sense fils via radio o wi-fi amb un centre de comandament, però el procediment de captura de la imatge i processament posteriors són equivalents. La imatge presa in situ és complementada per altres observacions directes. La imatge remota simplifica la feina i la independitza de la feina del cuidador del jardí, però té un cost més alt en càmeres.

En tots els casos convé capturar les imatges en les mateixes condicions d'il·luminació per a totes les mostres, que a efectes pràctics implica prendre les fotografies en dies assolellats, en les hores centrals del dia.

En el cas més simple d'espècies herbàcies o, en general, que recobreixin el terra, les imatges es capturaran amb la càmera aguantada a mà en orientació zenital (mirant verticalment cap a terra), amb cura que les pròpies cames i peus o l'ombra del fotògraf no apareguin dins del camp de visió. Totes les imatges es prendran amb la càmera a una alçada semblant però l'alçada exacta no és gaire important ja que les dades a calcular són relatives al camp de visió. A efectes pràctics el més repetitiu i ergonòmic pot ser prendre les fotos amb els braços estesos horitzontalment endavant. En el cas que la coberta sigui molt irregular i petits canvis en la posició de la càmera puguin alterar molt el resultat de la fotografia, convé utilitzar un element de referència, de dimensions conegudes, situat a l'alçada de la part més representativa del material a fotografiar. A l'hora de decidir si cal o

no un element de referència, cal tenir en compte que es voldrà comparar fotografies successives en el temps per poder veure l'evolució de l'espècie o àrea indicadora.

Donada la simplicitat i rapidesa amb què es capturen aquestes imatges pot ser oportú considerar la possibilitat de prendre diverses repeticions de cada mostra per tal de mostrejar representativament la variabilitat espacial.

Per a la identificació de les imatges pot ser pràctic anar retratant les mostres segons un recorregut preestablert i periòdicament retratar una vista general de la zona o una etiqueta de la mostra actual que permeti confirmar l'ordre de mesura.

Format de les imatges

En general, la mida de les imatges en les càmeres digitals actuals és excessiva pels nostres propòsits, per la qual cosa es pot treballar amb mides menors que la màxima que admeti la càmera: una mida de 1024x768 píxels és normalment suficient, i facilitarà el seu processament posterior a més d'estalviar espai d'emmagatzematge. De tota manera, imatges de més resolució també es poden processar, amb l'avantatge que permet tenir una visió més detallada de la zona, a més de calcular els indicadors. Les imatges es poden guardar en un format jpg.

Processament de les imatges.

A continuació es descriu el processament de les imatges amb un programari lliure i gratuït, Gimp 2.8, però és perfectament adaptable a altres programes de tractament d'imatges comercials si es creu convenient. Aquest mateix programari permet redimensionar les imatges, però és més eficient obtenir-les ja amb la mida adequada. Es donen les instruccions suposant un mínim coneixement del programari (concepte de capa, localització de les eines i les pestanyes de capes en el plafó de canals, capes, camins...). En qualsevol cas, aquests coneixements són fàcils d'adquirir amb el tutorial del programa o en una senzilla sessió de formació.

1. Obrir el programa Gimp
2. Obrir la imatge a processar
3. Si és necessari conèixer l'àrea absoluta de color verd i no només el seu valor relatiu, prendre mides de l'objecte de referència amb l'eina Compàs (o Mesures):
 - a. Seleccionar l'eina Compàs a la caixa d'eines o Menú Eines, Compàs, o Majúscules+M
 - b. Clicar amb el ratolí en un extrem de l'objecte de referència i, sense deixar anar, arrossegar-lo fins a l'altre extrem. Apareix una línia entre dues creus i la seva dimensió, en píxels, apareix en la barra d'informació sota la imatge.

- c. Coneixent les dimensions reals de l'objecte es pot establir la relació $R=(\text{píxel} / \text{cm})^2$, que permetrà convertir el nombre de píxels verds mesurats en àrea verda.
4. En el menú "Colors", seleccionar "Components" i després "Descompon"
5. En la finestra que s'obre, a "Model de color", seleccionar HSV o HSL indistintament per als nostres propòsits
6. L'opció "Descomposa en capes" ha d'estar seleccionada i la opció "Realça el color de primer pla" desseleccionada.
7. Prémer "D'acord. Es crearà una nova imatge, en escala de grisos, composta per tres capes (To, Saturació i Valor).
8. Seleccionar la capa "To"
9. Al menú "Colors", seleccionar "Informació" i després "Histograma"
10. Engrandir la finestra que s'obre, que mostra un histograma en que les abscisses són el valor del "To" (Hue en els sistemes de color Hue, Saturation, Lightness o HSL, o Hue, Saturation, Value o HSV), i les ordenades el nombre de píxels en cada valor de Hue. Utilitzem aquest sistema de color perquè permeten determinar un component del color, el To o Matís, o Hue en anglès, que és independent de la brillantor de la imatge, fent que les condicions d'il·luminació quan es va prendre la foto no siguin tant importants. Aquesta aproximació permet establir un rang que correspon a allò que nosaltres anomenem verd, i que correspon a uns valors de To entre 60 i 180 (el To es mesura en graus entre 0 i 360, corresponent aproximadament els valors entre 0 i 30 al vermell, entre 30 i 45 ataronjats, 45-60 grocs, 60 – 180 verds, 180 a 250 blaus, 250 a 330 porpres i 330 a 360 altre cop vermells). El programari que utilitzem, però, codifica aquests valors entre 0 i 255, així que cal fer una transformació entre les dues escales amb una senzilla regla de tres.
11. Anotar els valors que apareixen sota la imatge Mitjana. Desviació estàndard, Mediana. Corresponen al valor mitjà de Hue en la imatge o la selecció, la seva desviació i el valor de la mediana, el punt mig entre el valor màxim i el mínim
12. Fent lliscar els dos triangles que apareixen sota la imatge, o escrivint-ho directament en els requadres de sota, restringir el rang als següents valors:
 - a. 21-127 (equivalent a Hue 30-180). Inclourà tots els píxels grocs i verds: inclourà totes les fulles, incloent les que inicien senescència o s'estan marcint.
 - b. 31-127 (equivalent a Hue 45-180). Inclourà els mateixos píxels excepte els més grocs
 - c. 42-127 (equivalent a Hue 60-180). Inclourà els píxels verd-grogencs i verds

d. 57-127 (equivalent a Hue 80-180). Inclourà els píxels més verds, corresponents probablement a les fulles més actives.

Aquests rangs poden haver-se d'ajustar segons les característiques de l'espècie o àrea indicadora triada.

13. Anotar els valors que apareixen en l'extrem inferior dret de la finestra "Histograma", (a més de tornar a anotar els valors de què parla el punt 11):

- a. Píxels: Dona el total de píxels de la imatge o de la selecció realitzada
- b. Recompte: Nombre de píxels en el rang seleccionat. Aquest valor, dividit per R (punt 3c) donarà l'àrea verda en cm^2 .
- c. Percentil: percentatge entre les dues mesures, percentatge d'àrea verda.



Anàlisi de resultats.

Depenent de la intenció amb que es faci el seguiment i de les característiques de l'espècie o l'àrea indicadora triades, ens seran útils els canvis en àrea verda (en valor absolut o en percentatge de recobriment), o bé ens serà més útil el valor mitjà del To (Hue) de la fotografia: en una zona amb un bon recobriment, probablement no trobarem canvis importants en l'àrea verda, però en canvi sí podrem detectar canvis en el grau de verdor de les fulles (si és el cas) a partir del valor mitjà del To, tant en la imatge general com en el rang restringit de què parla el punt 13. El quocient entre aquests dos valors (mitjana general / mitjana del rang restringit) també pot aportar informació tant del grau de verdor com de l'aparició de clapes o zones marronoses.

La utilitat del percentatge d'àrea verda o de l'àrea verda en cm^2 dependrà de si l'àrea analitzada en fotografies successives és sempre la mateixa (o, almenys, és aproximadament la mateixa en una zona prou uniforme).

Tenint en compte aquestes consideracions, l'evolució en el temps i l'espai dels indicadors triats ens donarà informació de control sobre la gestió que s'estigui duent a terme en cada zona, i permetrà establir llindars automàtics que indiquin si s'ha de realitzar algun tipus d'intervenció concreta.

Per tal de concretar, de passar de la teoria a la practica, el dia 8 de juliol del 2015, en les instal·lacions de l'AMB es va impartir un curs a càrrec de Carme Biel i Xavier Aranda de l'IRTA, a diferents potencials usuaris d'aquesta tècnica, per esser emprada con eina d'ajuda en la presa de decisions agronòmiques, tenint com a temari:

10:30-11:00 bases teòriques de l'anàlisi d'imatges: píxels, ortogonalitat, anàlisi de color (RGB front HSV) (Xavier Aranda)

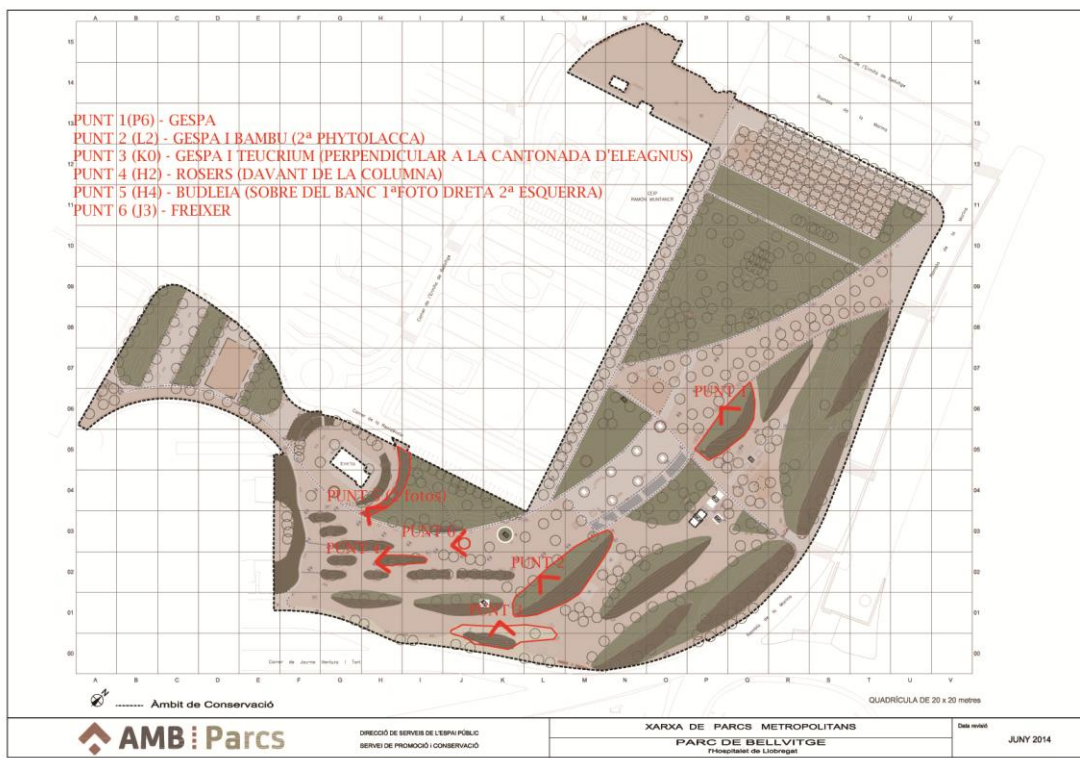
11:00-11:30 teoria del funcionament del programa Gimp 2 (Xavier Aranda)

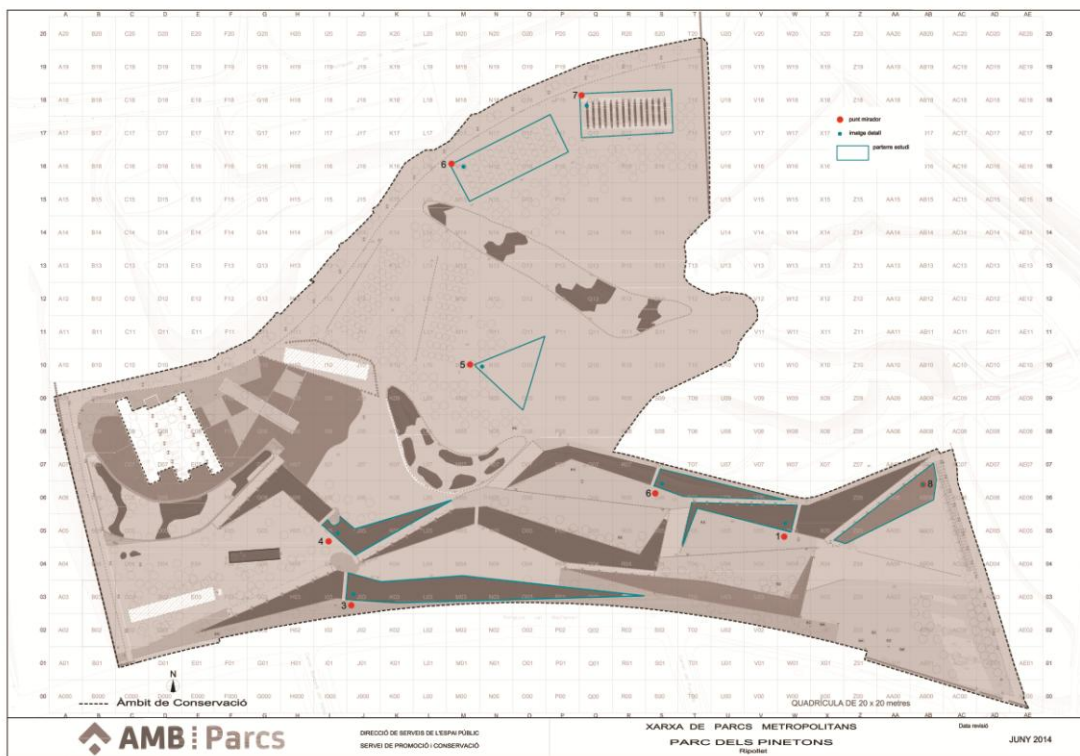
11:30-12:30 pràctica d'utilització del programa amb les fotografies que han pres els tècnics dels parcs (Xavier Aranda i Carme Biel)

La presentació que es va fer s'adjunta com a annex en aquest document.

1.4. Resultats fotografies realitzades pels tècnics del parc.

A l'abril de 2015 es va realitzar una primera visita al Parc de Bellvitge i de Pinetons amb els tècnics encarregats de la supervisió dels parcs Jordi Arqué i Ana Gracia, i també Jaume Fornes i Noemi Guinovart. Es van seleccionar diferents punts on fer el seguiment de la vegetació amb fotografies realitzades amb mòbils i que estan representats en el mapa 1 i mapa 2.





En Jordi i l'Ana han enviat les fotografies cada mes des de l'abril al juliol i les hem processat a l'IRTA amb el programa Gimp. El resultat es mostra en les figures 2 i 3.

De l' interpretació de les fotografies realitzades des de l'abril al juliol es poden extreure les següents valoracions:

- La cobertura en el parc de Bellvitge és sempre superior i en totes les espècies que en el de Pinetons.
- El bambú i les gespes al ser espècies C4⁽¹⁾, milloren tant la seva tonalitat, com la cobertura total amb l'evolució de la temporada i l'increment de temperatura. No obstant, les gespes, a l'estiu mantenen la cobertura total però amb tonalitats groguenques. La gespa en el P2 ha presentat una gran davallada de verdor i cobertura al juliol, la qual cosa podria indicar una composició majoritària C3 i/o la presència d'altres herbàcies entapissants.
- Teucrium mostra valors menors de cobertura i de tonalitat en ambdós parcs degut al color de les fulles .
- Celtis incrementa el verd i la cobertura total al llarg del període avaluat.
- Romaní incrementa el verd i disminueix la cobertura amb l'evolució de la temporada.

- Els rosers de Bellvitge presenten valors molt estables en ambdós paràmetres al llarg de la temporada.
- La cobertura total de l'ametller es va fer d'una branca per la qual cosa només és un indicatiu de que hi ha una reducció del nombre de fulles amb el temps.

(1) Les plantes C3 i C4 mostren diferències substancials en la fotosíntesi, la fixació de carboni atmosfèric. Així, en les C4, la fotosíntesi es realitza en dos tipus de cèl·lules diferents. En les C4 el diòxid de carboni és fixat en les cèl·lules del mesòfil i el piruvat, que és el producte final en aquesta cèl·lules, passa a les cèl·lules de la beina foliar on es realitza el cicle Calvin-Benson pròpiament. En les plantes C3 la fixació de diòxid de carboni i el cicle de Calvin-Benson ocorre en la mateixa cèl·lula i en un sol procé. Les plantes C4 són molt pròpies d'ambients amb alta radiació, per tant alta temperatura i tenen una important regulació estomàtica, controlen les pèrdues d'aigua des de les fulles.

En resum, a partir d'aquesta avaluació s'ha observat que la qualitat del verd i la cobertura, en molts casos es redueixen amb la temporada, la qual cosa pot ser atribuïble a les característiques pròpies de les espècies (C3 o C4) i/o a la insuficient dotació de reg (bé en quantitat, bé en freqüència).

La tonalitat de verd, potser podria millorar-se amb una aplicació major de fertilitzant.

L'eina de la fotografia, del processament d'imatges, té que enmarcar-se dins del que ara s'anomena agricultura de precisió. És una eina pràctica, barata, senzilla, intercanviable, objectiva, plàstica i per tant és una font d'informació que té que servir d'ajuda en la gestió del verd.

Per a poder aplicar-ho a les condicions dels parcs s'han de fer relacions i per tant equacions que relacionin el color de la vegetació amb l'estat nutricional, la disponibilitat d'aigua i amb la temperatura de grans grups d'espècies indicadores (gespes, arbusts i arbres).

En principi es pot fer de manera genèrica per tal de poder ajustar-ho després al model de gestió de cada parc.

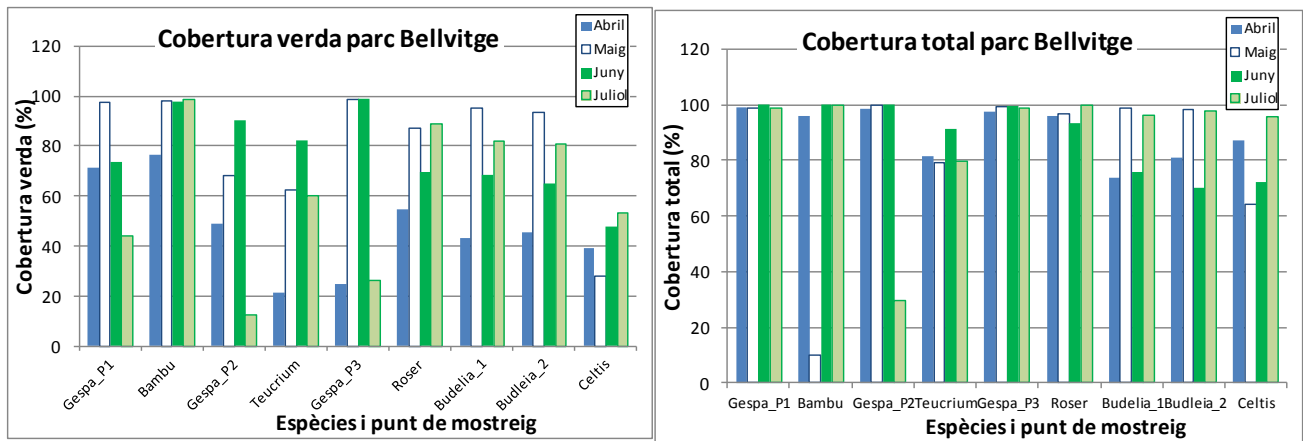


Figura 2. Cobertura verda (esquerra) i cobertura total (dreta) de la vegetació en els diferents punts del parc de Bellvitge des de l'abril al juliol.

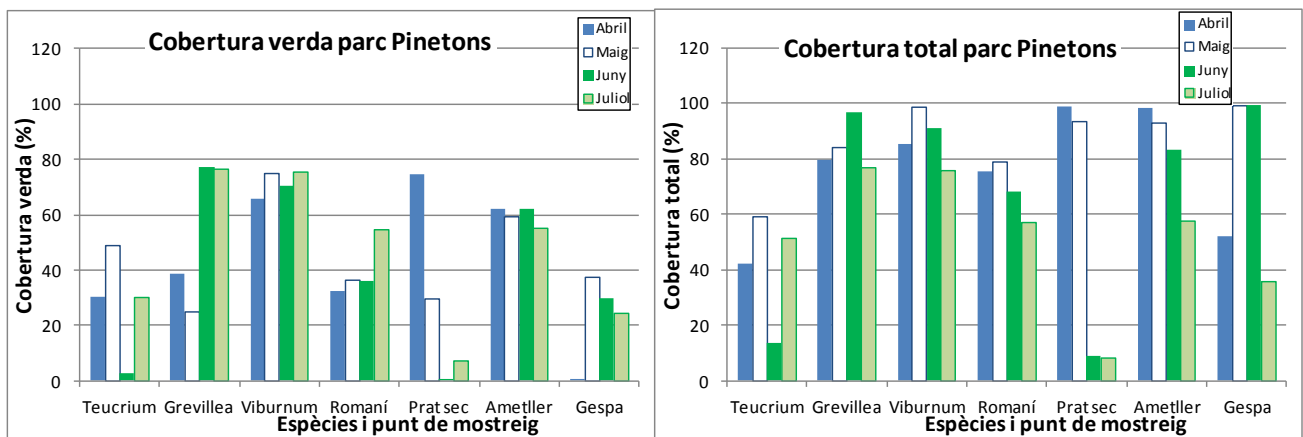


Figura 3. Cobertura verda (esquerra) i cobertura total (dreta) de la vegetació en els diferents punts del parc de Pinetons des de l'abril al juliol.

Referències

- Casadesús J., Biel C., Savé R. 2005. Turf color measurement with conventional digital cameras. In Proceedings of 2005 EFITA/WCCA Joint Congress on IT in Agriculture, pp.804–811. Vila Real, Portugal: Universidade de Tra's-os-Montes e Alto Douro.
- Casadesús, J., Y. Kaya, J. Bort, M. M. Nachit, J. L. Araus, S. Amor, G. Ferrazzano, F. Maalouf, M. Maccaferri, V. Martos, H. Ouabbou and D. Villegas 2007. Using vegetation indices derived from conventional digital cameras as selection criteria for wheat breeding in water-limited environments. *Annals of Applied Biology*(150): 227–236.
- Casadesús, J. and D. Villegas 2014. Conventional digital cameras as a tool for assessing leaf area index and biomass for cereal breeding. *Journal of Integrative Plant Biology* 56(1): 7-14.
- Peñuelas, J., Filella, I., Serrano, L., Biel, C. and Savé, R. 1993. The reflectance at the 950-970 nm region as an indicator of plant water status. *International Journal of Remote Sensing*, 14(10):1887-1905.1993.

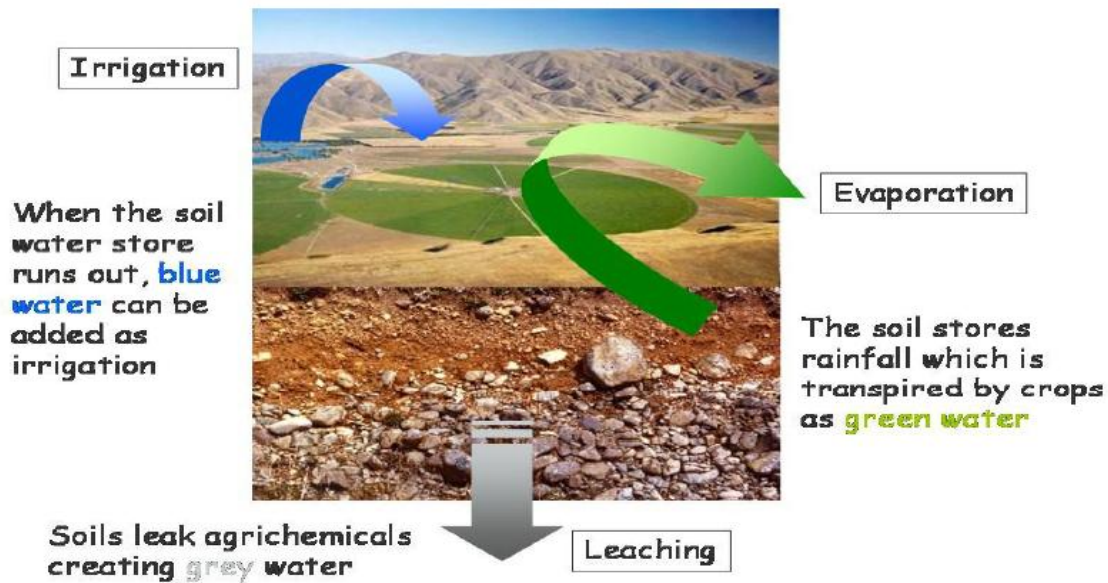
2. PROTOCOL PER A LA DETERMINACIÓ DELS PARÀMETRES NECESSARIS PEL CàLCUL DE LA PETJADA HÍDRICA D'UN PARC

2.1. Introducció

La petjada hídrica és un càlcul d'un balanç entre les entrades i sortides a/des de dues fonts d'aigua diferents. En el cas d'un jardí o un parc metropolità és complicat definir la unitat de producte i no s'ha trobat bibliografia que ho documenti. Una possibilitat seria utilitzar el creixement dels arbres o canvis de cobertura, un altre possibilitat podria ser per unitat de valor ornamental, però a poder fer això necessitaríem definir de manera objectiva quin és el valor ornamental de cada unitat. En aquest protocol s'ha utilitzat la superfície dels diferents tipus de vegetació..

El mètode de càlcul que es proposa utilitzar és el de Deurer et al. (2011) i Herath et al (2011) que van considera tots els fluxos hidrològics i que té en compte la pluja, el drenatge i l'escorrentia en els dos tipus d'aigua. Aquest mètode s'ha provat en diversos treballs (Clothier et al., 2012a, Herath et al., 2013; 2013b) per comprovar la robustesa del mètode i intentar reduir la PH. A partir de les dades recopilades d'un o dos parcs de l'Àrea Metropolitana en els que es disposi de les dades necessàries (superfície, espècies, tipus de sòl, sistema de reg, quantitat de reg aportat, fertilitzants, etc) es calcularà els diferents components del càlcul de la petjada hídrica (Deurer et al. 2011).

La petjada hídrica és la suma de l'aigua verda, blava i grisa utilitzada en un procés. L'aigua verda és l'aigua evapotranspirada per les plantes i el sòl que procedeix de la pluja i que s'emmagatzema en el sòl i l'altra és l'aigua blava que és l'aigua del freàtic o superficial que s'utilitza per regar. En aquest càlcul es considera que el drenatge i l'escorrentia superficial del cultiu retornen al freàtic i d'aquí es torna a utilitzar per regar. L'aigua gris és la quantitat d'aigua fresca que es necessita per diluir la concentració de nutrients presents en l'aigua de drenatge i de escorrentia i retornar-la a una qualitat estàndard acceptada per la zona on se situa el cultiu.



En la majoria dels casos es calcula amb la concentració de nitrats en l'aigua de drenatge.

2.2. Descripció de la metodologia

Les variables necessàries pel càlcul són:

P = pluja (mm)

PL = pluja interceptada per la capçada del jardí, comunitat vegetal (mm)

D = drenatge (mm)

R = escorrentia (mm)

Tc = transpiració cultiu (mm)

Es = evaporació del sòl (mm)

Superfície = superfície segons tipus vegetació

c = concentració de nitrats en l'aigua de drenatge (mg.L^{-1}).

cr = concentració referència de nitrats, en aquest cas es considera la màxima concentració per a aigua potable que és 50 mg.L^{-1} de nitrats.

Les unitats de la petjada hídrica que farem servir són litres d'aigua totals per superfície de vegetació ja que a la bibliografia consultada ho indica (Anton, et al. 2014) en comptes d'unitat de valor ornamental ja que com s'ha explicat més amunt és molt difícil fer aquest càlcul que englobi tot el parc.

En aquest punt es descriu un exemple de càlcul de la petjada hídrica en dos parcs tipus.

Els càlculs s'han fet tenint en compte que hi ha aportació d'aigua de reg:

Aigua verda (AV)

Entrades = AVentrada = (PL – Dno reg + Rno reg)

Sortides = AVsortida = (Tc no reg + Es no reg)

Balanç net = variació AV = (AVs - AVe)

Petjada aigua verda = variació AV * superfície enjardinada sense tenir en compte el reg aportat

Aigua Blava (AB)

Entrades = ABentrada = D reg + R reg

Sortides = ABSortida = Reg

Balanç net = variació AB = Reg - (D reg + R reg)

Petjada aigua blava = variació AB * superfície enjardinada regada

Petjada aigua gris = AG = $Dreg * (cR - cn) / (cr - cn) * \text{superfície enjardinada}$

Petjada hídrica = suma de les tres

Per tant els paràmetres necessaris per a poder determinar la petjada hídrica són:

- Paràmetres meteorològics d'una estació el més propera possible al parc (pluja, temperatures, humitat relativa, vent i radiació).
- Superfície de cada tipus de vegetació per a poder calcular la seva transpiració i cobertura del sòl per la vegetació.
- Característiques del sòl per a conèixer la capacitat de retenció d'aigua (profunditat, textura, pedregositat, pendent).
- Qualitat de l'aigua de reg.
- Dosis de reg.

2.3. Resultats del càlcul de la petjada hídrica de dos parcs:

S'ha fet el càlcul per a l'any 2014 per a poder-ho comparar amb les dades de reg reals que han estat subministrades i que han sigut: les superfícies totals i per tipus de vegetació, anàlisi del sòl, l'aigua total del parc consumida durant 2014.

Les superfícies regades majoritàriament en ambdós parcs són les gespes i els arbusts. En el parc de Pinetons també hi ha una zona de prat sec que es rega. S'han fet els càlculs per a una profunditat de sòl de 50 cm i junt a la textura del sòl aportada per les anàlisi de sòl s'ha calculat l'aigua màxima disponible en el sòl. Per a poder calcular la dosi de reg teòrica s'ha considerat que la vegetació és capaç d'extreure el 50% d'aquesta aigua disponible. No s'ha calculat l'aigua grisa

perquè no es disposa de les anàlisis de nitrats del drenatge ni de la dosi de fertilitzants aportats. No obstant, s'ha calculat el drenatge teòric i seria de 33 i 86 mm en el parc de Bellvitge i en el de Pinetons respectivament.

La petjada d'aigua del parc calculada com el producte de l'aigua total per la superfície de cada tipus de superfície ha estat un 66% inferior que el reg aportat en el parc de Bellvitge (taula 1) i en canvi en el parc de Pinetons ha estat 3 vegades més. La raó de la major petjada d'aigua en relació a l'aigua aportada pel reg en Pinetons és deguda a la superfície de prats secs que no es reguen, però que transpiren (aigua procedent de la pluja que és l'aigua verda). Per tipus de superfície es pot observar que a Bellvitge són les gespes les que consumeixen més aigua i en el de Pinetons són els prats secs degut a la seva major superfície.

Taula 1. Càlcul de la petjada d'aigua dels parcs de Bellvitge i Pinetons per a 2014 i reg real aportat en tot el parc.

| Parc | Vegetació | Aigua verda (mm) | Aigua blava (mm) | Superfície (m ²) | Petjada aigua verda (m ³) | Petjada aigua blava (m ³) | Petjada aigua suma verda i blava (m ³) | Total Parc (m ³) | Reg (m ³) |
|-----------|------------------------|------------------|------------------|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|------------------------------|-----------------------|
| Bellvitge | Gespa | 351 | 193 | 15 769 | 5533 | 3050 | 8584 | 11951 | 18023 |
| | Arbust | 369 | 239 | 5 540 | 2044 | 1323 | 3367 | | |
| Pinetons | Gespa | 422 | 115 | 2 241 | 945 | 258 | 1203 | 35765 | 11629 |
| | Arbust | 442 | 158 | 11 500 | 5082 | 1818 | 6900 | | |
| | Prat sec regat | 422 | 115 | 4 922 | 2075 | 568 | 2643 | | |
| | Prats secs sense regar | 422 | | 59 342 | 25019 | 0 | 25019 | | |

Aquesta informació preliminar i realitzada només per un any és una indicació del consum total d'aigua i de la variabilitat que hi ha entre tipus de vegetació i parcs. Caldria tenir dades d'aport de reg de més anys i si fos possible desglossat pel que realment s'utilitza en el reg del que s'utilitza en el manteniment de les infraestructures del parc. També caldria disposar de les dades d'adobat per a poder fer el càlcul de la petjada d'aigua grisa.

Aquest punt és clau, tant per seguir el que marca la Directiva Marc de l'Aigua (2000), com els criteris de sostenibilitat de l'Àrea Metropolitana de Barcelona. Així, es té que emprar menys aigua per unitat de superfície i objectiu (el gestor és clau!) i a més reduir, la petjada d'aigua grisa, es a dir si l'aigua d'entrada té una conductivitat elèctrica x i la de sortida, degut a l'adobat, la seva conductivitat elèctrica es y , sent $y > x$, cal aportar aigua fins que y sigui igual a x , la qual cosa

representa una despesa extra d'aigua de reg, per diluir i per tant, l'eficiència d'aigua calculada inicialment, és menor.

Cal doncs, controlar l'aigua aportada pel reg calculant la dosi acuradament i evitar les pèrdues per infiltració. La dosi d'adob aportat també s'ha de controlar per a evitar pèrdues i contaminar el freàtic.

Bibliografia referenciada i suggerida pel tema

- Antón, A., Torrellas, M., Nuñez, M., Seigne, E., Amores, MJ., Muñoz, P., Montero, JI. 2014.. Environ Sci Technol 48 (16), 9454-9462.
- Canals L, Chenoweth J, Chapagain A, Orr S, Anton A, Clift R, 2009. Int. J. Life Cycle Assessment 14:28-42.
- Clothier B, Green S, Herath I, van den Dijssel C, Mason K, Dryden G, 2012b. PFR SPTS n.7074
- Clothier BE, Deurer M, Green SR, Herath I, Mowat A, 2012a. Proceedings Workshop Advanced nutrient management: Gains from the past – Goals for the future.
- Deurer M, Green SR, Clothier BE, Mowat A, 2011. Journal of Hydrology 408: 246-256.
- Green SR, Clothier BE, 1999. Plant and Soil 206: 61-77.
- Green SR, Clothier BE, Mills TM, Millar A, 1999. Journal of Crop Production 2: 353-377.
- Green SR, Clothier BE, van den Dijssel C, Deurer M, Davidson P, 2008.. Chapter 12. In: Ahuja, L., et al. (Eds.), Soil Science Society America Monograph "Modeling the Response of Crops to Limited Water: Recent Advances in Understanding and Modeling Water Stress Effects on Plant Growth Processes", pp. 357-386.
- Herath I, Deurer M, Horne D, Singh R, Clothier B, 2011.. Journal of Cleaner Production 19: 1582-1589.
- Herath I, Green S, Horne D, Singh R, McLaren S, Clothier B, 2013b. J. Cleaner Production 44: 159-167.
- Herath I, Green S, Singh R, Horne D, van der Zijpp S, Clothier B, 2013a. J. Cleaner Production 41: 232-243.
- Hoekstra AY, Chapagain AK, 2007. Water Resources Management 21: 35-48.
- Hoekstra AY, Chapagain AK, Aldaya MM, 2009. Water Footprint Manual: State of the Art. Water Footprint Network, Enschede, The Netherlands.
- Hoekstra AY, Chapagain AK, Aldaya MM, 2011. Water Footprint Network, Enschede, The Netherlands.
- ISO14046, 2014. Water Footprint e Principles Requirements and Guidelines. ISO, Geneva, Switzerland.
- Pfister S, Koehler A, Hellweg S, 2009. Envir. Sci. Tech. 43: 4098-4104.
- Ridoutt BG, Pfister S, 2010. Global Envir. Chan.Human and Policy Dimensions 20: 113-120.
- Savé, R. et al. 2012. Agricultural Water Management 114: 78-87.
- Simunek J, Sejna M, van Genuchten MT, 2006. Manual Hydrus, US Salinity lab. Riverside California.

3. VALORAR L'ÚS DE COBERTES VERDES.

Els avantatges de les cobertes verdes en edificis urbans són variades. Potser, el que primer es valora és l'augment de la qualitat ambiental d'un espai dotat de plantes herbàcies i arbustives i també, la capacitat d'aquests elements com a embornals de CO₂, increment de la biodiversitat urbana, captació de pols i contaminants, etc. No obstant això, potser el valor més destacat sigui, que les cobertes verdes actuen al llarg de l'any com a veritables amortidors tèrmics i per tant, del consum energètic (La coberta verda d'edificis com a element d'estalvi d'energia i d'emissions (<http://www.tv3.cat/videos/5249937/Cobertes-vegetals-i-estalvi-denergia>)).

Una coberta verda ben dissenyada i construïda, genera un increment en l'aïllament tèrmic dels terrats, de les parts externes dels edificis, que generalment són zones amb una elevada inèrcia tèrmica. Les cobertes verdes suposen un estalvi pel que fa a demanda de climatització, tant a l'estiu com a l'hivern, ja que esmoreeixen i regulen els fluxos de calor, sobretot entre l'exterior i l'interior dels edificis. A l'hivern, eviten fugites de calor cap a l'exterior per conducció des de la part més calenta de les habitacions, que és sempre el sostre i, durant l'estiu, aquesta resistència també dificulta la transmissió d'energia.



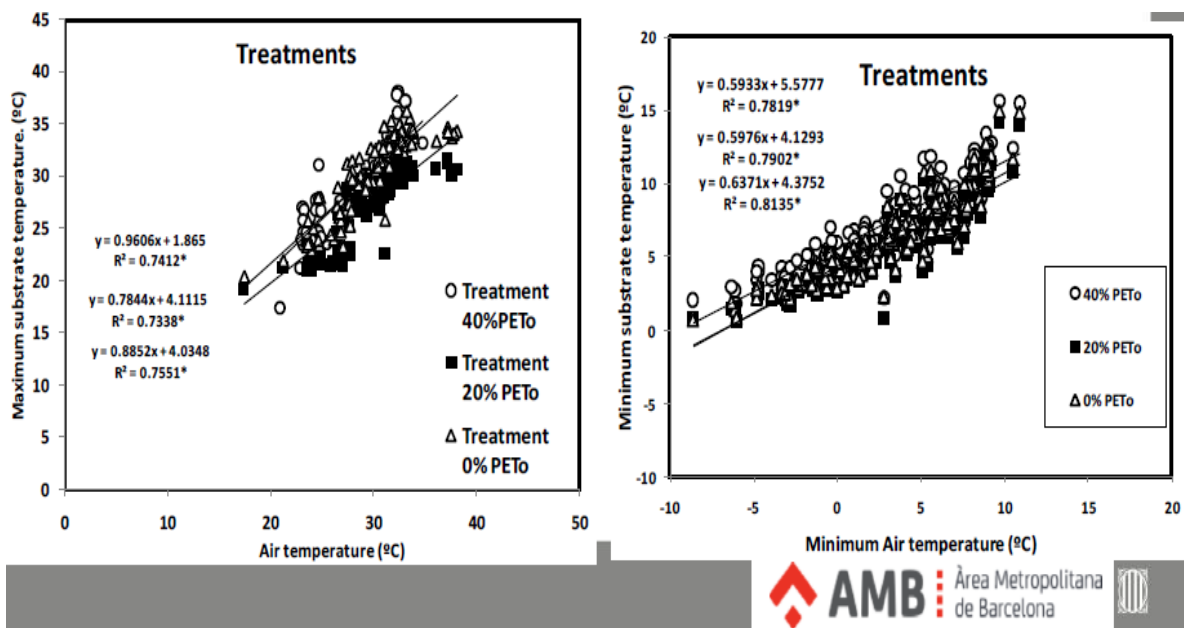
Foto IRTA: Mostres de diversos models de cobertes verdes que s'estudien en el projecte CUMED, a l'IRTA de Torre Marimon (Caldes de Montbui, Barcelona).

Cal considerar que la coberta d'un edifici és la part més afectada per la radiació solar durant l'estiu, arribant a irradiacions de 1000 W/m². Per tant, només dotar les parets d'un potent aïllament no és

garantia suficient per a un confort tèrmic, ja que cal aturar o reduir la radiació solar i evitar que la superfície de la coberta arribi a temperatures elevades (que poden ser, fins i tot superiors als 60 °C).

Aquesta funció es realitza per mitjà de la reflexió, la transpiració de les plantes i l'equilibri aire: aigua del substrat, i així el conjunt actua com un amortidor tèrmic adaptable a les necessitats ambientals del moment.

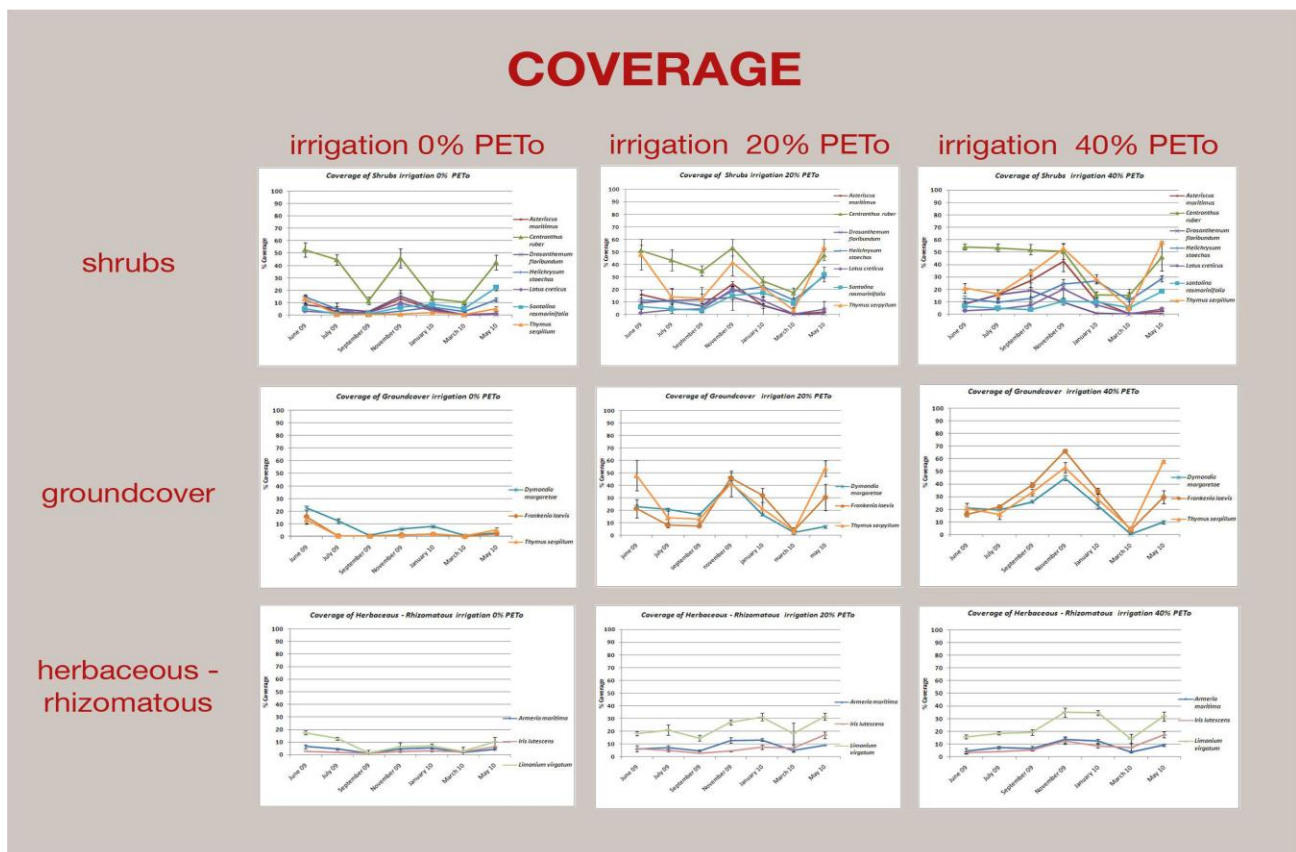
En aquest sentit, els treballs desenvolupats pel Programa Horticultura Ambiental de l'IRTA, del Departament d'Agricultura de la Generalitat de Catalunya, en el marc del projecte INNFACTO CUMED (IPT-2011-1017-310000, "Anàlisi d'Implantació d'innovadores Cobertes ecològiques en Teulades i Pareds de Grans Urbs de Clima Mediterrani "), juntament amb altres estudis desenvolupats amb Barcelona Ecologia, han mostrat salts tèrmics propers als 5 °C entre la que hi ha sota la coberta i l'exterior, que equivalen a un estalvi aproximat de 25 kWh/m² de coberta, atribuïble a la protecció que realitza la coberta verda davant de l'alta i baixa radiació solar.



Savé et al. 2014. Efectes dels tractaments hídrics en la temperatura de les cobertes verdes

Així doncs, la coberta verda estalvia energia en concepte de climatització, tant a l'estiu com a l'hivern. Aquest estalvi d'energia directe als edificis, a més, porta associat un estalvi en emissions de CO₂ que provenen de l'estalvi en produir energia elèctrica si es cremen combustibles fòssils.

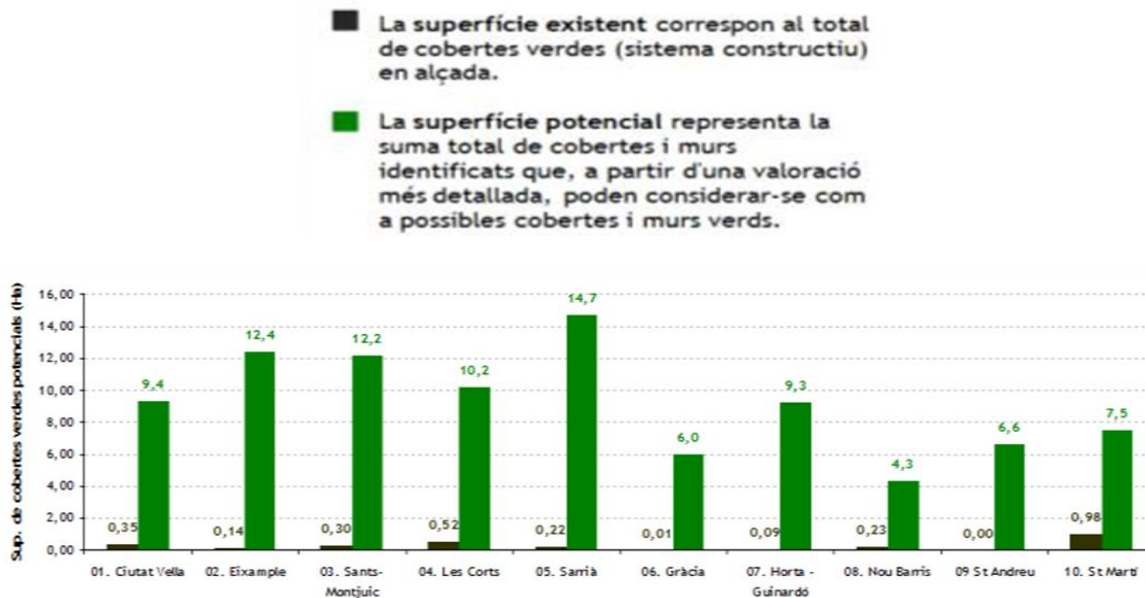
Tanmateix, per optimitzar aquesta funció tamponant, reguladora de la temperatura, s'ha de tenir en compte, que aquesta es deu majoritàriament a la regulació de l'equilibri aire: aigua en el substrat, en el maneig del reg, ja que la coberta verda, no és total i a més cal tenir en compte les seves variacions associades al cicle fenològic de les espècies.



Vestrela, A. Et al 2013. Percentatge de recobriment segons la tipologia del verd emprat.

D'altra banda, és una nova aplicació, és un nou mercat, pel sector hortícola ornamental i jardineria. És molt interessant, a l'hora de valorar aquesta tipologia de verd urbà, l'estudi de Barcelona Ecologia, que mostra una elevada potencialitat en l'ús d'aquestes estructures en els terrats. No obstant, no s'han acabat de concretar en una major superfície coberta de vegetació a la nostra ciutat. Això pot atribuir-se a l'edat dels edificis, a la renda del seus habitants, a la distribució de la propietat, als costos d'implementació i als de manteniment. Seria necessari una campanya

informativa clara, contrastada, objectiva respecte dels beneficis i dels inconvenients de l'ús d'aquesta tècnica d'aïllament.



Superfície potencial per a la implantació de cobertes a la ciutat de Barcelona. Font: Agencia Ecologia Urbana.

Es poden suggerir una sèrie de criteris de selecció d'espècies per a les cobertes verdes, com són:

1. Ambientalmente sostenibles.
2. Amb requisits de manteniment baixos.
3. Plantes resistents a la sequera i a les baixes temperatures.
4. Plantes amb baixos requeriments de reg, amb aigües de característiques físico-químiques diverses, en l'espai i temps.
5. Que desenvolupin una important cobertura en les diferents estacions.
6. Amb valor estètic.
7. Amb capacitat al·lèrgica baixa.
8. Amb elevats valors ecosistèmics (retenció contaminants, baix poder de generació de precursors d'ozó, increment de la biodiversitat, desenvolupament de corredors verds ...).

Un cop aconseguits aquests requisits, caldrà adaptar la seva gestió a les necessitats per les que han estat construïdes i a l'ambient on es troben.

El canvi climàtic i global que ens afecta i afectarà (PICCC 2005; SICCC 2010), no genera realment condicions desconegudes: la diferència és el gran nivell d'acceleració i sinergia entre factors (Terradas, 2010). Per tant, en les condicions actuals la gestió de l'aigua en zones verdes, i concretament en les cobertes verdes com una part més del ver urbà, ha de buscar les següents solucions:

1. Adaptar el material vegetal per a l'ús i destí previst, tenint en compte les seves característiques ecofisiològiques.
2. Augmentar l'eficiència en l'ús de l'aigua a través de mètodes i sistemes que integrin tant les nostres necessitats com a usuaris com les del material vegetal, juntament amb la disponibilitat d'aigua.
 - 2.1. Desenvolupar un nou concepte de programació de reg basat en l'ús de sensors per ajudar en la presa de decisions agronòmiques.
 - 2.2. Utilitzar aigua reciclada o regenerada i / o de pluja.

Així, com a punts forts de la jardineria urbana actual es pot citar que es fomenta l'ús de plantes natives, l'augment de la biodiversitat, l'ús eficient de l'aigua de reg de qualitats molt diverses, l'increment de qualitat ambiental, entre d'altres beneficis, la qual cosa ha de proporcionar criteris objectius per al desenvolupament de tècniques de gestió i de legislació relativa al disseny i la construcció, el manteniment, l'ajut econòmic i de seguretat.

Actualment, s'ha de valorar que la jardineria, junt amb la gestió dels espais verds i la restauració del paisatge, són sectors creixents. Aquests, malgrat ésser quantitativament poc importants, qualitativament no es poden menysprear per l'espai que ocupen, per la vegetació utilitzada, per les aigües emprades i molt especialment pel be social-higiènic que representen. L'ús de l'aigua per reg de jardins i restauracions paisatgístiques es situa en valors propers al 10% de tot el consum de la regió metropolitana de Barcelona.

Així el verd en general, i sobretot el verd de lleure i molt especialment l'ornamental, s'ha convertit en els darrers anys en una de les eines de desenvolupament turístic més important del país.

Cal valorar però, que pel reg d'aquestes instal·lacions s'usa i/o s'usava una important quantitat d'aigua de xarxa o de potencial utilització per al consum de boca que tot i que s'ha anat reduint, cal fer-ho encara en una proporció major i/o utilitzar aigües d'altres procedències (dels propis edificis,

de freàtic, de pluvials, etc.). Tenint en compte les sequeres típiques de la Mediterrània occidental, amb patrons no massa previsibles, però prou importants i repetides, l'assegurament dels recursos hídrics ha esdevingut una necessitat primordial. Aquest, requereix una planificació important i la creació de determinades infraestructures hidràuliques, així com la potenciació de la regeneració i reutilització de les aigües ja emprades.

El verd urbà, com ja s'ha dit, aconsegueix moltes funcions, potser masses pel nombre d'individus i condicions en les que creix i es desenvolupa. Sigui com sigui, ha canviat la mentalitat exclusiva vers el seu valor ornamental, per ressaltar-ne d'altres que sempre ha complert, com són els educatius, els higiènics i els mediambientals. En aquest punt cal respondre a diferents preguntes com per exemple: perquè volem posar plantes en determinats llocs?. Cal matisar, fins la més absoluta realitat, la idea medi ambientalista de que la vegetació urbana fa funcions d'embornal de carboni, de font de oxigen, de captador de partícules i contaminants, etc. (Parés et al., 1985; Ferrer et al., 1986), cal posar-la en la seva autèntica magnitud.

Així, absorbir CO₂ no equival a fixar-lo. Una planta típicament mediterrània, amb una eficiència en l'ús del agua que li permet fixar 1 gram de carboni per cada 300 grams d'aigua transpirada, que rebí una precipitació anual de 600 mm i que és capaç de captar amb les seves arrels fins el 85 % d'aquesta precipitació, pot arribar a assolir una producció bruta de 17 tones de carboni per hectàrea anualment. Això sí, amb la condició que altres factors com la manca de fòsfor o de nitrogen al sòl o les baixes temperatures no la limitin. No està pas gens malament, 17 tm·ha⁻¹·any⁻¹ de carboni equivalen a 34 tm·ha⁻¹·any⁻¹ de matèria orgànica i gairebé 62 tm·ha⁻¹·any⁻¹ de CO₂ que són absorbits anualment per una hectàrea de vegetació vivint en les condicions que hem descrit. Però absorbir CO₂ no equival a fixar-lo permanentment com alguna vegada s'interpreta erròniament.

Una part molt considerable d'aquest CO₂ absorbit és retornat a l'atmosfera en els processos de respiració, tant de la mateixa planta com dels microorganismes dels que es nodreixen de les aportacions de la planta en forma de lixiviats o matèria morta. Per tant, la pregunta pertinent és quina és la quantitat retornada? i, en tot cas, quina és l'absorció neta d'una hectàrea de bosc o de conreu o de jardí?; en aquest sentit us referim al treball de Chamorro i Terradas (2009) respecte dels Serveis Ecològics del Verd Urbà de Barcelona i al Segon Informe sobre el canvi Climàtic en Catalunya (Gràcia et al., 2010).

En total, l'efecte que fan els parcs i jardins en aquest aspecte és molt petit, ja que en el cas de Barcelona representa aproximadament un 9% del carboni produït per la població (Pares, 1985). Per altra banda, d'acord amb els treballs de Pares (1985) i Ferrer (1986), es pot deduir que l'aportació d'oxigen per part de la vegetació urbana està als voltants del 7%.

Altra aportació de l'arbrat urbà està relacionat amb la captura de partícules, que pot arribar al cap de l'any fins a 200 kg.arbre⁻¹ (contaminants, pols, pol·len,...) (Folch, 2009a), i la captura d'aerosols, que en una ciutat costanera com Barcelona, tindrà també molta importància, més quan aquests poden complementar-se i generar efectes sinèrgics amb altres contaminants atmosfèrics, com és el cas de l'ozó (Marfà et al., 1992; Bussotti et al., 1995; Savé i Biel 1996; Marull 1997; Diamantopoulos et al., 2001; Savé et al. 2001b, Savé 2009b).

Criteris generals per la selecció de plantes

- Sostenibles**
Amb baix necessitat de manteniment.
- Desenvolupament de la cobertura vegetal**
Garantir la cobertura vegetal en les diferents èpoques de l'any i localitats, sempre amb valor estètic.
- Capacitat al·lèrgica**
Entre d'altres els criteris per a seleccionar les espècies de la coberta han de tenir també en consideració que les espècies tinguin una baixa capacitat tant al·lèrgica

Funcions ecosistemiques

Con son la captació de pols, generació d'ombra, reservori de biodiversitat, regulació d'episodis extrems de pluja.

- Eficiència en l'ús de l'aigua**
Les espècies seleccionades siguin resistents a la sequera . Amb baixes necessitats de reg i/o alta eficiència en l'ús d'aigua.

Aquests atributs del verd urbà fan que una potencial funcionalitat sigui la d'ajudar en la lluita integrada, la qual pot definir-se com l'estratègia de control capaç de mantenir espècies nocives sota el llindar de la tolerància, explotant, en primer lloc, els factors naturals de mortalitat i utilitzant posteriorment mètodes integrats de lluita (biològics, físics, químics, etc.) compatibles amb el medi ambient i la salut pública (Gabarra, 2003).

És important tenir en compte la resistència als atacs de plagues i malures a l'hora de seleccionar les espècies, procurant potenciar l'aspecte natural del verd, és a dir, seleccionar espècies que requereixen escasses actuacions de poda i retall i fins i tot cultivars resistents a plagues i malures específiques de les espècies. Així l'aprofitament de les característiques morfològiques (Savé et al., 2008) o fisiològiques (Castañé i Savé, 1993) poden condicionar molt les poblacions de patògens i/o els seus depredadors, pel que la selecció i gestió de les espècies dels jardins pot ésser clau per un perfecte desenvolupament de la lluita integrada en els nostres parcs.

El verd urbà també dona serveis anti-soroll, canvia les característiques ombrotèrmiques (Chamorro i Terradas ,2009) però sobretot té una finalitat estètica.

Incidint en els aspectes ornamentals es pot citar que hi ha una gran diversitat de formes, colors.....inclús en les barreges, el que dificulta la gestió.

4. DESENVOLUPAR UNS CRITERIS DE PRODUCCIÓ SEGURA I SOSTENIBLE EN ELS HORTS URBANS.

La producció urbana, sens dubte té molts valors socials, higienistes, culturals, etc. que cal mantenir i en la mesura del possible incrementar, sempre cal considerar els inputs d'aquesta pràctica agrícola i valorar-los respecte de l'agricultura convencional, per tal d'assolir els mateixos nivells de certificació, ja que a la fi són productes, que entren a formar part de la cadena alimentaria.

Així, és necessari que aquesta producció, s'integri dins d'un dels protocols vigents:

Què entenem per producte local i de proximitat?

- Proximitat segons indiquen Rosa Binimelis i Charles-André Descombes. En la publicació "Comercialització en circuits curts. Identificació i tipologia":

"El criteri de proximitat entre producció i consum pot entendre's tant des de la proximitat espacial (relocalització) com des de l'apropament de les esferes del consum i la producció per tal de resocialitzar aquests processos.

Des del vessant de la proximitat física, un sistema alimentari és més sostenible en tant que el menjar és produït, collit, processat, venut i consumit el més properament possible a, es considera que (Jarosz, 2009). En aquest sentit, entendrem com a local aquell mercat que es desenvolupa íntegrament en l'àmbit de mobilitat habitual dels diferents agents que hi intervenen. Per posar una xifra, a Catalunya s'ha estimat que podríem considerar com a locals aquells circuits que es donen en un radi de 50 o 60 quilòmetres (Valls, 2006)."

Producció Integrada

- La Producció Integrada és pot definir com un sistema agrícola de producció d'aliments de qualitat, mitjançant mètodes respectuosos amb la salut humana i el medi ambient", amb la finalitat d'obtenir productes d'alta qualitat, minimitzar l'ús de productes agroquímics, optimitzar els mètodes de producció i disminuir els residus.
- El DAAM i el Consell Català de la Producció Integrada (CCPI) garanteixen que els productes etiquetats amb el distintiu de la producció integrada compleixen les normes establertes pel Decret 241/2002, que regula aquesta producció.



Producció Agrària Ecològica

- La Producció Agrària Ecològica (PAE) és un mètode d'obtenció de productes agraris i alimentaris que posa un especial èmfasi en la utilització de productes i tècniques el més naturals possibles, excloent totes aquelles que potencialment poden malmetre la qualitat del producte final o el medi ambient en que es realitza aquesta obtenció.
- Consell Català de la Producció Agrària Ecològica (CCPAE)



Essent l'entregable els continguts per un fulletó de bones pràctiques agronòmiques, programes de radio i/o TV locals, etc.

Com a exemples de programes de radio suggerim el programa Pagesos de ciutat (http://www.ivoox.com/37-pagesos-ciutat-09-11-2013-audios-mp3_rf_2539898_1.html;
http://staperpetua.org/podcast/baixa.php?cat=pagesos_de_ciutat&datepicker,36 emissores en Xarxa de Ràdios de Ciutat, l'antiga COM Radio).

Com a exemple de fulletó adjuntem el generat per l'ACSA sobre el reg amb aigües regenerades.

Com a continguts es suggereix:

* Comprar material vegetal certificat en empreses de llavors i/o planteristes professionals, és una garantia respecte les potencials malalties i la seva viabilitat.

* Desenvolupar un calendari de conreus i partir del qual fer les pràctiques agronòmiques pertinents pel mateix (<http://ecocosas.com/wp-content/uploads/Biblioteca/perma/Cityhuerto-ManualHorticulturaUrbana.pdf>:

<http://www.vienaeditorial.com/fitxers/TAST%20PAGESOS%20DE%20CIUTAT.pdf>)

* Aconseguir un sòl /substrat, amb un adequat contingut de matèria orgànica compostada (per evitar patologies, per donar estructura i capacitat de retenció d'aigua.

* Assegurar una perfecta relació aire: aigua en el mateix, cal considerar que les arrels respiren gràcies a l'oxigen del sòl i capturen aigua i nutrient retinguts en el mateix, un perfecte equilibri és necessari pel correcte creixement vegetal.

* Assegurar una font d'aigua estable en quantitat i qualitat d'acord amb les normes reflexades en el fullotó (el reg amb aigües regenerades;

http://www.gencat.cat/salut/acsa/html/ca/dir2982/triptic_reg.pdf).

* Regar d'acord amb les necessitats de les plantes, condicions ambientals i tipus d'aigua ([http://www.ruralcat.net/web/guest/eines/eina-recomanacions-de-reg-](http://www.ruralcat.net/web/guest/eines/eina-recomanacions-de-reg-agricultura?p_p_id=205&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column)

[agricultura?p_p_id=205&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column](http://www.ruralcat.net/web/guest/eines/eina-recomanacions-de-reg-agricultura?p_p_id=205&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column)
=
[2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_205_struts_action=%2Fadassistemas%2Freg%2FviewAgr](http://www.ruralcat.net/web/guest/eines/eina-recomanacions-de-reg-agricultura?p_p_id=205&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column))

* Collir i emmagatzemar els productes collits amb els més estrictes criteris d'higiene.

Un exemple de fullotó podria ser com el que es va fer amb l'ACSA.

Recordem que l'aigua regenerada és una font estable d'aigua de qualitat útil per al reg agrícola

Utilitzeu la qualitat d'aigua adequada al conreu que feu

Apliqueu les bones pràctiques de reg per garantir la seguretat dels productes

Amb la col·laboració de:



EL REG AMB AIGÜES REGENERADES

Recomanacions per al bon ús de l'aigua regenerada per al reg agrícola

Catalunya té una superfície d'aproximadament 32.000 km², dels quals el 33% són conreus (68% de secà i la resta de regadiu). La quantitat i la qualitat de l'aigua són clau per desenvolupar un reg eficient. La limitació en la disponibilitat de l'aigua al nostre país fa que, cada vegada més, hàgim de recórrer a la reutilització.

L'aigua regenerada és tota aigua que ha estat tractada en una estació depuradora per adequar-la a diferents usos posteriors.

TIPUS D'AIGUA REGENERADA I USOS PREVISTOS

Hi ha diferents graus de qualitat de l'aigua en funció de la destinació del producte:

QUALITAT 1
 Cultius on l'aigua regenerada pot entrar en contacte directe amb parts comestibles per al consum en fresc.

QUALITAT 2
 Cultius on l'aigua regenerada pot entrar en contacte directe amb parts comestibles no de consum en fresc, sinó amb un tractament posterior o reg de pastures per a animals productors de carn o llet.

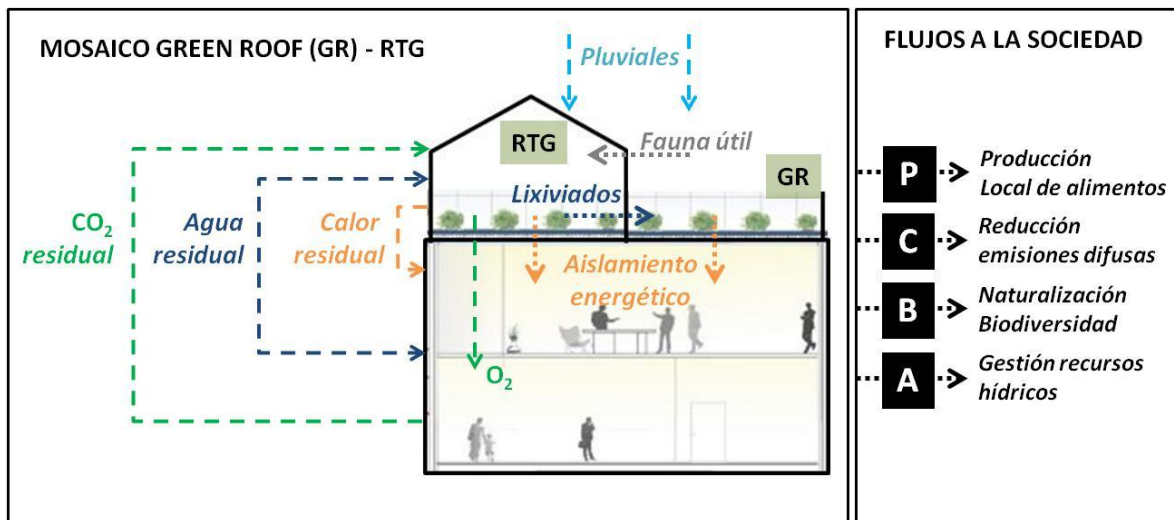
QUALITAT 3
 Cultius llenyosos on l'aigua regenerada no contacta amb els fruits.

BONES PRÀCTIQUES DE REG

- 1 Eviteu sempre que sigui possible els canals i les conduccions a l'aire lliure.
- 2 Utilitzeu preferentment sistemes de reg localitzat. Si el reg és per aspersió, és millor utilitzar els sistemes de baixa pressió i, en tot cas, és important que no hi hagi contacte de l'aerosol amb els treballadors o amb el públic en general. Si el reg es per degoteig, és recomana que s'entri a una profunditat adequada depenent de l'espècie, el tipus de sòl i la dosi d'aplicació de l'aigua.
- 3 Eviteu connexions entre la xarxa d'aigua regenerada i la potable.
- 4 Assegureu una bona infiltració i eviteu entollaments.
- 5 Identifiqueu el sistema de transport i distribució d'aigua regenerada amb color morat.
- 6 Instal·leu cartells en llocs visibles informant sobre la utilització, que indiquin "aigua regenerada, no potable".
- 7 Feu un manteniment sistemàtic de les canonades de reg i dels filtres per evitar el creixement microbiològic, que pot provocar olores, obstruccions dels degotadors i risc de contaminació dels aliments. Un procediment és acidificar les solucions nutritives amb àcid nítric o fòsforic, o insuflar diòxid de carboni en forma de gas en la solució de reg.
- 8 Si disposeu de tancs, cal airejar-los periòdicament i desinfectar-los amb lleixiu a una proporció de 100 ml litres de lleixiu per 1.000 litres d'aigua. Si es tenen basses, cal airejar-les periòdicament.
- 9 Quan transcorrin períodes llargs sense utilitzar el sistema, cal buidar les canonades i netejar-les. Seguiu les normes d'higiene i seguretat en la recollida, el tractament i l'emmagatzematge del producte, i eviteu sempre el contacte d'aquest amb l'aigua regenerada 1/2 amb el sòl mullat amb aigua. No recolliu la fruita del terra.



Tal com s'ha apuntat en el apartat anterior, esta creixent un nou model d'agricultura urbana, el que es fa en els propis edificis (balcons, terrasses, terrats o teulades), la qual en alguns foros s'anomena producció metro 0, que té que seguir les mateixes bones pràctiques que la que es fa en horts tot i que presenta unes característiques diferencials:



En aquest sentit el Programa Horticultura Ambiental de l'IRTA, junt amb l'ICTA, la UPC, el CSIC està treballant en tractar de desenvolupar aquestes estructures productives en ambient urbà i/o metropolitana, que permetin per una part desenvolupar un sistema productiu en la xarxa urbana, basant-se en criteris d'agronomia altament tecnificada (hivernacles, reg localitzat, fertirrigació, fertilització carbònica, regulació tèrmica i lumínica, etc.) junt amb uns alts requeriments ambientals (reutilització d'aigües grises, ús d'aigües pluvials, aprofitament del cicle tèrmic interior edifici/interior hivernacle/interior exterior del edifici; filtració de l'aire; aprofitament del carboni del edifici, etc.).

En aquest sentit, cal seguir:

Integrating horticulture into cities: A guide for assessing the implementation potential of Rooftop Greenhouses (RTGs) in industrial and logistics parks. Esther Sanyé-Mengual¹, Ileana Cerón-Palma, Jordi Oliver-Solà, Juan Ignacio Montero, Joan Rieradevall

| ISSUE | RTG implementation requirements for Zona Franca |
|-------------|--|
| Planning | Planning can include greenhouses if needed (i.e. planning is usually modified to specify the implementation) ^(a) |
| Agriculture | Roofs must be free , avoiding other installations (i.e. photovoltaic panels, building equipments). Occupied roofs or parts are excluded |
| | Shady roofs or shady parts are excluded as sunlight is a basic element for the activity |
| Economy | The rooftop should be larger than 500 m² to ensure the economic viability of the agricultural activity ^(b) |
| Legal | The Technical Building Code must be accomplished. Reinforcement of the greenhouse structure can be required ^(c) |
| Technical | Roofs must ensure stability for the infrastructure's implementation and the access for workers → Scenarios |

La infraestructura d'un hivernacle en una teulada (RTG) té un major impacte que els hivernacles convencionals, tot i que quan s'analitza la cadena de valor completa, el producte local té un menor impacte i cost econòmic (Sanyé et al, 2014a). A diferència d'altres sistemes locals, els RTG ofereixen una major eficiència de producció i, en conseqüència, una major productivitat, gràcies al control climàtic i al potencial intercanvi d'energia, aigua i CO₂ amb l'edifici on se situen.

Els RTG es veuen com un potencial sistema per a incrementar la producció d'aliments a la ciutat per alguns dels actors de l'agricultura urbana de Barcelona. En particular, Barcelona té una agricultura urbana centrada en els aspectes socials i alguns actors observen els RTG com uns sistemes massa cars en quant a cost i ús de recursos per a donar-li un ús social (Sanyé et al 2014b). La producció local amb RTGs a Barcelona per a tomàquet podria representar una reducció dels impactes ambientals entre el 35% i el 75%. Una cadena de valor local permet reduir, o inclús eliminar, el transport; reutilitzar el packaging associat al producte; i reduir les pèrdues de producte. Sanyé et al 2013a).

Els RTG tenen uns requeriments especials per a la seva implementació en edificis. S'ha dissenyat una guia multicriteri per a identificar les teulades adequades per a la seva implementació (Sanyé et al 2013b). La guia ha estat dissenyada i aplicada a la Zona Franca, donat que els edificis industrials tenen cobertes amb grans dimensions, es troben a prop del principal centre distribuïdor d'aliments de Barcelona i és una zona solejada amb un menor risc de pèrdues de producció per ombreig dels edificis del voltant. Els RTGs mostren varies barreres i oportunitats en els aspectes ambientals, socials, econòmics i tecnològics (Cerón et al 2012). També es diferencien els aspectes entre els

RTGs aïllats del sistema edifici (RTGs barret) i els RTGs integrats els quals integren els seus fluxos d'energia, aigua i CO₂ en el metabolisme de l'edifici per a millorar l'eficiència d'ambdós sistemes.

Bibliografia

Cerón-Palma I, Oliver-Solà J, Sanyé-Mengual E, Montero JI & Rieradevall J (2012) Barriers and opportunities regarding the implementation of Rooftop Greenhouses (RTEG) in Mediterranean cities of Europe. *Journal of Urban Technology* 19 (4): 87-103 (DOI:10.1080/10630732.2012.717685)

Sanyé-Mengual E, Oliver-Solà J, Montero JI, Rieradevall J (2014a) An environmental and economic life cycle assessment of Rooftop Greenhouse (RTG) implementation in Barcelona, Spain. Assessing new forms of urban agriculture from the greenhouse structure to the final product level. *International Journal of Life Cycle Assessment* (October 2014)

Sanyé-Mengual E, Anguelovski I, Oliver-Solà J, Montero JI, Rieradevall J (2014b) Implementing urban rooftop farming in Mediterranean cities: towards food production as the driver for urban agriculture. *Agriculture and Human values* (March 2014)

Sanyé-Mengual E, Cerón-Palma I, Oliver-Solà J, Montero JI, Rieradevall J (2013a) Environmental analysis of the logistics of agricultural products from Roof Top Greenhouse (RTG) in Mediterranean urban areas. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 93(1): 100–109. (DOI: 10.1002/jsfa.5736)

Sanyé-Mengual E, Cerón-Palma I, Oliver-Solà J, Montero JI, Rieradevall J (2013b) Integrating horticulture into cities: A guide for assessing the implementation potential of Rooftop Greenhouses (RTGs) in industrial and logistics parks. *Journal of Urban Technology* (Accepted, June 2014)

Exemples comercials d'aquesta tipologia d'agricultura metropolitana extrets de:

- a) <http://www.gothamgreens.com>, b) <http://www.elizabar.com>, c) <https://lufa.com/>, d) <http://www.localgarden.com/>, e) <http://www.urbanproduce.ca/>:

Taula 1. Característiques d'experiències d'hivernacles en teulades.

| Nom | Ciutat | Superfície (m ²) | Any construcció | Producte | Tipus d'edifici | Tipus |
|----------------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------|--|--------------------|--------------------|
| Gotham Greensa | Brooklyn, NY, United States | 1.400 | 2011 | 6 varieties of lettuce and basil | Former warehouse | Isolated |
| The Vinegar Factoryb | Manhattan, NY, United States | 830 | Unknown | Tomatoes, salad greens and herbs | Commercial | Isolated |
| Lufa Farmsc | Montreal, Canada | 2.900 | 2011 | Greens, tomato, cucumber, pepper and eggplants | Commercial | Isolated |
| Forest houses | South Bronx, NY, United States | 930 | Project | - | Apartment building | Isolated |
| Local Gardend | Vancouver, Canada | 550 | Project | - | - | Isolated |
| Urban producee | Toronto, Canada | 4.200 | Project | - | - | Isolated |
| VidaVerde | Honselersdijk, The Netherlands | Unknown | 2012 | Plant nursery - Storage | Garden centre | Isolated |
| Fresh from the Roof | Berlin, Germany | 7.000 | Project | - | Former factory | Isolated |
| ICTA-ICP | Bellaterra, Spain | 250 | 2014 | Lettuce, tomato | Research centre | Integrated (i-RTG) |

5. VALORAR LES INTERFASES MAR PLATJA DINS DEL ENTRAMAT DE VERD METROPOLITÀ.

Després de diverses reunions amb el Dr. Agustín Arcilla i el seu equip, així com de la reunió mantinguda en l'AMB el dia 31/10/2014, es considera, que hi han interfases molt interessants en vistes al canvi climàtic, com són les platges, que no es consideraven originalment en el contracte i que és on es centrarà l'activitat en aquest punt. També es planteja una reunió amb Susana Casino de l'AMB, per a plantejar mesures en les intervencions que ells ja estan fent.

Per desenvolupar-lo tant a nivell d'informe, com de proposta que es presentarà en el punt 6 del present informe, es tindran en compte, com a punt de partida els resultats obtinguts anteriorment amb l'AMB i BCN Regional, els quals han de permetre plantejar opcions compartides amb el grup de l'UPC, per tal de controlar les pujades del mar, mitjançant sistemes tous (dunes, vegetació, aiguamolls, etc.).

Aquests en part són:

Resultats anteriors: Estudi dels efectes dels aerosols marins en la vegetació costanera de Castelldefels

Resum: Es va estudiar en dues parcel·les experimentals situades en el passeig marítim de Castelldefels, els efectes del aerosol marí en 20 espècies vegetals. Les quals a priori combinaven les característiques del seu potencial ús ornamental amb la seva resistència a la sequera i salinitat. Els resultats que ara es presenten es corresponen al període entre Desembre del 2000 i Maig del 2001 i en ell, mitjançant una escala d'entre 0 a 5, es va avaluar l'estat sanitari i ornamental del material vegetal.



Dels resultats obtinguts en aquest període, de l'experiència del grup IRTA i de la consulta de la bibliografia relacionada amb el tema es pot dir:

- 1.- En l'aigua del front litoral de les comarques de Barcelona i Baix Llobregat hi ha una considerable quantitat de tensioactius dissolts.
- 2.- Aquest són majoritàriament de procedència urbana (detergents domèstics).
- 3.- El vents de procedència marina promouen la formació d'aerosol marí i que arribi en més intensitat a la parcel·la estudiada.
- 4.- D'incidència d'aquest aerosol (vent + aigua de mar) promou l'aparició d'una fisiopatia de característiques similars a la descrita en la bibliografia, i que en aquesta s'indica que es deguda a l'acció combinada, sinèrgica dels tensioactius i les sals.
- 5.- En proves en laboratori, aplicant els principis actius dels diferents tensioactius, en les dosi descrites en la bibliografia, s'han reproduït els símptomes de l'esmentada fisiopatia.
- 6.- En proves de camp, sempre l'aparició de la fisiopatia ve associada a forts vents de procedència marítima, sent l'incidència quasi general en les diferents espècies estudiades, encara que el nivell d'afectació variï entre elles.
- 7.- L'enduriment en la fase e viver de les espècies utilitzables en els jardins costaners, s'ha mostrat efectiu reduint l' incidència de la fisiopatia.
- 8.- Les espècies mediterrànies han mostrat un elevat nivell de sensibilitat a la mateixa, puguent-se dir d'una manera general que les espècies d'origen tropical, amb fulles coriàcies i rígides son les que presenten un major nivell e tolerància/resistència. Les espècies de duna en general mostren un bon nivell de tolerància.
- 9.- La resistència esta majoritàriament associada a les característiques físico-químiques de les cutícules.
- 10.- Les barreres físiques (dunes, tallavents naturals i/o artificials, depressions,...) i la distancia en combinació amb una acurada selecció d'espècies vegetals es mostren com la més efectiva mesura per tal de mantenir els enjardinaments costaners amb un elevat valor ornamental.

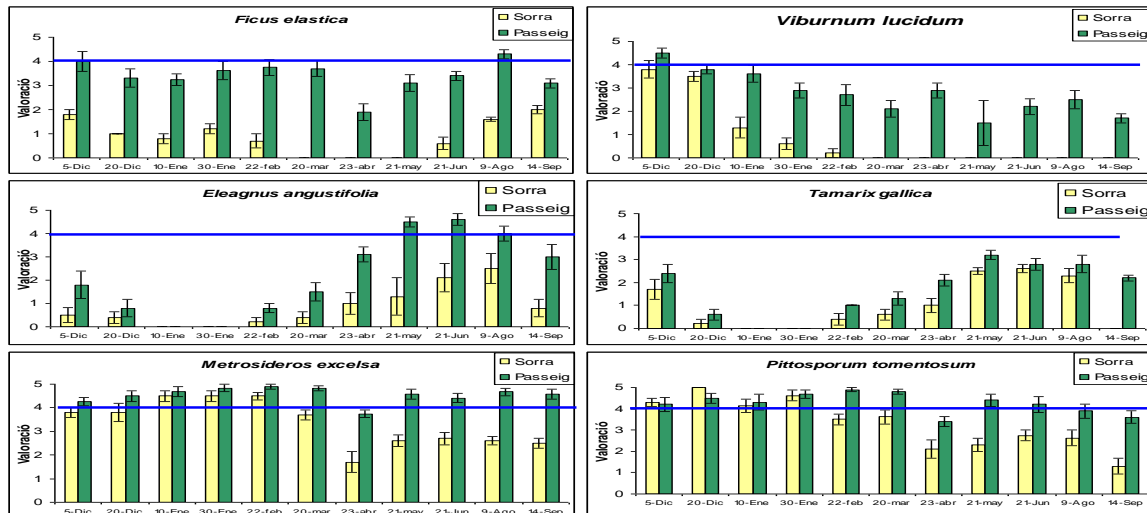
Recomanacions

De l'experiència prèvia corroborada amb l'assaig de Castelldefels poden recomanar-se els següents passos per tal de realitzar un jardí en la zona costanera de l'àrea metropolitana de Barcelona:

- a.- Donat que en espera de nous i/o millors sistemes de depuració de les aigües continentals (rius, rieres i clavegueres), s'ha de considerar que les aigües marines properes a la costa estan contaminades per tensioactius, entre altres.
- b.- Cal fer un estudi dels vents dominants en la zona per tal d'orientar els diferents components del jardí a recer dels mateixos.
- c.- Es necessari seleccionar espècies vegetals d'acord amb els criteris anteriorment esmentats.
- d.- Es recomanable sotmetre el material vegetal seleccionat, a tractaments d'enduriment en el viver, per tal d'incrementar la seva tolerància en front a la fisiopatia.

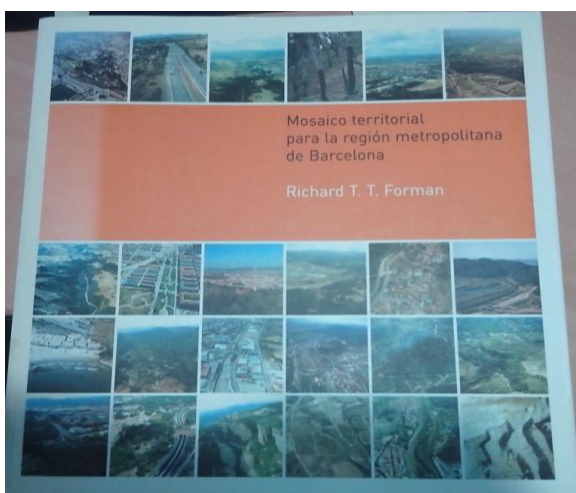
e.- El disseny del jardí cal fer-lo d'acord amb la fisiopatia, en aquest sentit les barreres físiques i la distància han mostrat la seva eficàcia per tal de reduir els seus efectes negatius.

f.- Cal mantenir una especial cura amb el reg i la fertilització, ja que s'ha de permetre el creixement sense menysprear l'enduriment. En aquest sentit forà bo considerar una dosi de reg propera al 60% e l'ETP0 i controlar les aportacions de nitrogen.



Cal plantejar aquesta informació, introduint valors de fixació de sorra, com tipologia d'arrels, fenologia.....

Per les interfases en general es suggereix seguir el magnífic treball de Barcelona Regional i Forman de l'any 2004, traient tot el que representen aquestes interfases en quant a connectivitat, biodiversitat i fluxos de matèria....., junt amb d'altres que s'ha o s'estan desenvolupant en l'UAB, CREAM, UPC....



6. PREPARAR UNS PLANS CONCRETS DE RECERCA I DEMOSTRACIÓ PER TAL DE GESTIONAR EL VERD URBÀ EN EL SEGLE XXI.

Un cop es coneguïn les peculiaritats dels diferents parcs, horts urbans i zones agrícoles, es plantejaran i pressupostaran una sèrie de parcel·les demostratives / formatives per tal de poder reduir l'impacta del canvi climàtic en les mateixes (reg, canvis d'espècies, densitats de plantació, canvis en les característiques físiques dels sòls.....).

Per recerca, valorem dos grans temes, que han de tractar-se conjuntament amb altres equips com els del Dr. A Arcilla o el del Dr. J. Martin-Vide.

- El primer es centra en estudiar sistemes verds per adaptar la línia de costa al increment de nivell del mar i canvi de règims eòlics.

A grans trets es tracta de generar una triple barrera verda i per tant renovable, sostenible, adaptable, que es col·locarà en els espigons dels ports, que al esser vegetats incrementaran l'alçada i la rugositat; en les platges introduint dunes vegetades i en el mar, desenvolupant barreres de sorra amb vegetació:

<https://www.youtube.com/watch?v=q5VZc28Lis4>

<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=6328056&fileId=S0376892900038212>

http://secforestaes.org/publicaciones/index.php/cuadernos_secf/article/viewFile/9411/9329

http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-2983-7_20#page-1

<https://www.facebook.com/lifeposidonia?fref=ts&filter=2>

Un exemple trobat a la bibliografia seria la patent JP9051737-A ; JP3677323-B2 dels inventors N. Takagi , T. Hasuo , T. Terajima, Kobayashi, M. Tatsuki i que té per títol: Coast maintenance structure for cultivation of seaweeds, shell fish and molluscs - has foundation formed with artificial beach root and piled stone

El treball es desenvoluparia conjuntament entre AMB (Susana Casino), UPC (Agustin Arcilla) i IRTA (Carme Biel, Carles Ibañez i Robert Savé).

Aquest es perllongaria al llarg de tres anys, en àrees de costa metropolitana, ja seleccionats, però que requereixen del consens, per tal de fer-lo compatible amb l'ús de les platges.

- El segon es focalitza, en estudiar els efectes de la vegetació i la seva gestió en el fenomen d'illa de calor d'una ciutat.

D'una manera genèrica, es vol valorar els efectes de les diferents tipologies del verd en els fenòmens tèrmics urbans (illa de calor, nits tropicals, temperatures màximes extremes, etc.), per en una segona fase, plantejar opcions agronòmiques de mitigació a aquest fenomen microclimàtic.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132388900339>

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es2030438>

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2010GL042845/pdf>

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2009GL041082/full>

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1749->

[8198.2007.00063.x/abstract?userIsAuthenticated=false&deniedAccessCustomisedMessage=](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1749-8198.2007.00063.x/abstract?userIsAuthenticated=false&deniedAccessCustomisedMessage=)

<http://www.mdpi.com/1424-8220/8/11/7453/htm>

http://wsb14barcelona.org/programme/pdf_poster/P-221.pdf

El treball es desenvoluparia conjuntament entre AMB, UB (Javier Martin Vide) i IRTA (Carme Biel i Robert Savé).

Aquest estudi es faria al llarg de tres anys, tant en la pròpia àrea urbana, com en condicions experimentals en instal·lacions de l'IRTA (centres de Cabrils i Torre Marimon).

Paral·lelament es planteja, la instal·lació de parcel·les demostratives (com la del Parc de Pinetons amb les espècies agrícoles) en 3-4 parcs diferents, amb una funció de demostració i formació. En aquestes es posarà èmfasi en ressaltar la importància de l'horticultura urbana i periurbana, tant en els aspectes productius com ecosistèmics, sempre des del principi d'eficiència en l'ús dels recursos.

Es suggereix, desenvolupar una estructura demostrativa d'horticultura en edificis, en alguna part industrial de la Zona Franca, ja que és zona urbana, són espais grans, tenen recursos hídrics i energètics, són propers a Mercabarna.

Un cop decidides les zones i la funcionalitat que AMB vol donar-les-hi, es generaran els continguts per guies, manuals on s'expliqui l'acció i els efectes que aquesta té en quant a mesura adaptativa al canvi climàtic del medi urbà.

7. PREPARAR ELS CONTINGUTS D'UNS CURSOS

Es plantegen a dos nivells, un per gestors del verd metropolita (professionals, tècnics municipals,...) i una altra més generalista dirigit a ensenyants, alumnes i associacions veïnals interessades/vinculades al tema de la proposta.

Pensem que un curs, és una eina pedagògica interactiva, que ha de vincular al que el dona i el que el rep, per satisfer les necessitats d'un d'acord amb el coneixement de l'altre.

La proposta que ara es fa, té la manca de desconèixer que vol l'AMB, tanmateix de l'experiència d'aquest any, ens atrevim a proposar el següents:

Efectes del canvi climàtic en el verd urbà.

Que és el canvi climàtic?

Que és el verd urbà?

Interaccionen, com?

Mesures adaptatives i de mitigació al canvi climàtic de i per al verd urbà.

Normes bàsiques d'agronomia urbana.

Que és agronomia?

Cal una específica per ambient urbà, perquè?

Avantatges i inconvenients d'aquesta agricultura (km0, efectes socials, cadena alimentaria....)?

Espècies

Sòls i substrats

Reg i adobat

Fitosanitaris

Gestió del verd amb l'ajuda de sensors.

El continu hídric sòl/planta/atmosfera un sistema per valorar l'estat de la vegetació.

Concepte d'agricultura de precisió.

Diferència entre sensor i resultat i la importància de cadascun en la presa de decisions

L'aigua, quelcom més que per regar. Càlcul de la petjada hídrica i de carboni de la gestió del verd urbà.

L'aigua no es H₂O, és quelcom més i com a tal s'ha de tractar per regar, la qual cosa no és tant sols per fer créixer plantes....és pels valors ecosistèmics, per la reducció de l'illa de calor, per incrementar la biodiversitat, per capturar contaminants.....

Mesures de l'eficiència hídrica i energètica en l'ús de l'aigua.

Petjada hídrica: aigües verda, blava i grisa.

Cadascun d'ells es poden desenvolupar en el format jornada, en la que tres ponents exposen aspectes concrets del tema a esser tractat, o be en format curs, desenvolupant-se al llarg d'un mes (un dia a la setmana) treballant-ne aspectes teòrics i pràctics (xerrades i sortides de camp).

És important considerar, que aquests, es poden impartir comptant amb persones de vàlua contrastada i complementaria com Xavier Basagana Flores, David Sauri; Iolanda Filella; Fina Ambattle, Jordi Cunillera, Jordina Belmonte, Rafael Mujeriego, Javier Martín Vide, Agustin Arcilla.

BIBLIOGRAFIA REFERENCIADA I SUGGERIDA

ACA, 2009. Actes IV Jornades Tècniques de Gestió de Sistemes de Sanejament d'Aigües Residuals: Energia i Sanejament. Barcelona.

Ajuntament de Barcelona. 2008. Manual de Reg de Parcs i Jardins. I.M. de Parcs i Jardins.

Ajuntament de Barcelona. 2009. Pla Tècnic per l'aprofitament dels Recursos Hídrics alternatius a Barcelona. Àrea de Medi Ambient.

Anglès, J. 2009. Demanda de agua virtual para la producción de alimentos en Catalunya, Déficit actual y perspectivas de futuro. Proc. 3^{er} Congreso Agricultura, Alimentación y Medio ambiente: Gestión del H₂O, usos y eficiencia. UPC (Castelldefels, Barcelona).

Ansorena, J. 1994. Substratos. Edit. Mundi Prensa.

Antón, A., Rieradevall, J. (Ed) 2004. I Seminari ACV y Agricultura. Xarxa catalana d'Anàlisi de Cicle de Vida e IRTA. Cabriels 106 pp (ISBN 84-609-0363-x).

Araújo-Alves, J.P., Torres-Pereira, J.M.G., Biel, C., de Herralde, F., Savé, R. 1999. Effects of minimum irrigation technique on ornamental parameters of two Mediterranean species used in xerigardening and landscaping. Acta Horticulturae. 541: 1-10.

Astorga, T., López, D., Carazo, N., Savé, R. 1993. Efecto del viento marino en la vegetación urbana del nuevo litoral barcelonés. Proc. II Congreso Iberico SECH. Zaragoza.

- Biel, C., De Herralde, F., Evans, R.Y., Pera, J., Parlade, X., Savé, R. 2002. Caracterización hídrica e hidráulica de *Cistus albidus* y *Quercus coccifera* micorrizados en vivero. Proc. VI Symp. Hispano Luso de Relaciones Hídricas. SEFV. Pamplona.
- Biel, C., Estaun, V., De Herralde, F., Save, R. 2006. Effect of soil temperature on water flow resistance and respiration rate of VAM roots of *Rosmarinus officinalis*. Proc. Roots, mycorrhizas and their external mycelia in carbon dynamics in forest soil. COST Action E38 "Woody roots processes". Finland.
- Biel, C., Savé, R., Verdaguer, D., Peñuelas, J.L. 2006. Nuevas tecnologías de producción de plantas de vivero. En J. Cortina, J.L. Peñuelas, J. Puertolas, R. Savé & A. Villagrosa. 2006. pp: 141-160. Calidad de planta forestal para la restauración en ambientes mediterráneos. Estado actual de conocimientos. Editores. Serie Forestal. Ministerio de Medio Ambiente. ISBN-13:978-84-8014-670-8. Madrid
- Biel, C., Savé, R., Casadesus, J., Aranda, X., de Herralde, F., Llobet, M. 2007a. Utilización de sensores para la gestión del riego en zonas verdes. Riegos y Drenajes XXI. 23:44-49.
- Biel, C., Savé, R., Grau, B., Aranda, X. De Herralde, F., Casadesus, J. 2007b. Scheduling irrigation based on soil and plant sensors in *Platanus hispanica* submitted to root restriction. European Congress of Arboriculture. Turin (Italy).
- Biel, C., Savé, R., Grau, B., Aranda, X., de Herralde, F., Casadesus, J. 2008a. Scheduling irrigation in *Platanus hispanica* based on soil and plant sensors submitted to root restriction. Proc. European Congress of Arboriculture. Arboriculture for the third millenium. Torino (Italy). June 16 – 18.
- Biel, C., Savé, R., Aranda, X., de Herralde, F., Casadesus, J. 2008b. Root development of *Platanus hispanica* trees is affected by soil volume and water availability?. Proc. Woody Roots and Ecosystem Services" CostE38 Workshop. Lisboa (Portugal). May.
- Biel, C., Savé, R., Grau, B., Aranda, X., de Herralde, F., Casadesús, J. 2008c. ¿Se puede evitar el posible efecto negativo de la restricción de volumen de suelo a través de la gestión adecuada del riego en arboricultura ornamental?". Proc. IX Simposium Hispano Portugués de Relaciones Hídricas en las Plantas. Lloret de Mar (Gerona). October 15 -17.
- Burés, S. 1993. Xerojardinería. Compendio de Horticultura nº 5. Ed. Horticultura, S.L.
- Burés, S. 1994. Substratos. Ediciones Agro técnicas SL.
- Bussotti, F., Grossoni, P., Pantani, F. 1995. The role of marine salt and surfactants in the decline of Tyrrhenian coastal vegetation in Italy. Ann. Sci. For. 52: 251-261.
- Calvet, C., Camprubí, A., Estaún, V., Luque, J., De Herralde, F., Biel, C., Savé, R., Garcia-Figueres, F.. 2007. Aplicación de la simbiosis micorriza arbuscular al cultivo de la vid. Viticultura y Enología Profesional 110: 23-32.
- Casadesus, J., Biel, C., Savé, R. 2005. Turf colour measurement with conventional digital cameras. EFITA/WCCA2005. The 5th Conference of the European Federation for Information Technology in Agriculture, Food and Environment and the 3rd World Congress on Computers in Agriculture and Natural Resources. Vila Real, Portugal
- Castañe, C., Savé, R. 1993. Leaf osmotic potential decrease: a possible cause of mortality of greenhouse whitefly eggs. Entomol. Exp. Appl. 69:1-4.
- Chaparro, L., Terradas, J. 2008. Tipologies de les zones verdes de Barcelona. Informe Ajt. De Barcelona.
- Chaparro, L., Terradas, J. 2009. Serveis Ecològics del Verd Urbà de Barcelona. Informe Ajt. de Barcelona.
- Comas-Angelet, J., Biel, C., Savé, R., Cañameras, N. 2001. Efecte de la incorporació de matèria orgànica i l'esponjament del sòl sobre el creixement de plàtans ornamentals. Inf. UPC- MMAMBCN-IRTA.
- Costello, L.R., Matheny, N.P., Clark, J.R. 1992. Estimating water requirements of landscape plantings: The landscape coefficient method. Univ. California leaflet 21493. Univ. California. Div. Agric. and Natural Resources.
- Christensen, J.H., Christensen, O.B., 2007. A summary of the PRUDENCE model projections of changes in European climate by the end of this century. Climatic Change, 81: 7-30.

- DAAR, Direcció General de Planificació i Relacions Agràries. 2007. Superfícies, rendiments i produccions els conreus agrícoles. Any 2007. Inf. Tècnic GENCAT. Catalunya (Espanya).
- De Herralde, F., Biel, C., Savé, R., Morales, M. A., Torrecillas, A., Alarcón, J. J., Sánchez-Blanco, M. J. 1998. Effect of water and salt stress on the growth, gas exchange and water relations in *Argyranthemum coronopifolium* plants. *Plant Science* 139: 9-17.
- Diamantopoulos, J., Biel, C., Savé R., 2001. Meccanismi di resistenza/sensibilità nei confronti dell'aerosol marino inquinato nella vegetazione costiera della zona di Barcellona. *Linia Ecologica* 1 (XXXIII): 55-61.
- Di Castri, F., Mooney, H.A., 1973. Mediterranean type ecosystems. Origin and structure. Springer Verlag., New York.
- Domene, E. 2002. Estudi del consum hídric de les zones ajardinades privades vinculades a l'expansió del model d'habitatge de baixa densitat a la Regió Metropolitana de Barcelona. Dpt. de Geografia. UAB
- Doorenbos, J. y Pruitt, W.O. 1977. Las necesidades de agua de los cultivos. FAO. Serie Riego y Drenaje. Tomo 24.
- Estaun, V., Savé, R., Biel, C. 1997. AM inoculation as a biological tool to improve plant revegetation of disturbed soil with *Rosmarinus officinalis* L under semi-arid conditions. *Applied Soil Ecology* 6: 223-229.
- Fereres, E., 1987. Responses to water deficits in relation to breeding for drought resistance. In: *Improving Winter Cereals for Moisture Limiting Environments*. (Srivastava, J.P., Porceddu, E., Acevedo, E., Varma, S. Ed.). pp: 263-275. John Wiley, New York.
- Ferrer, J., Gascón, E., Rabella, R., Savé, R. 1986. El Medi Natural al Prat. I Tècniques bàsiques de treball. La zona urbana. Ajuntament del Prat de Llobregat.
- Folch, R. 2009a. Els balanços de CO₂. *El Periodico de Catalunya*, pp8 del 2 de novembre.
- Folch, R. 2009b. L'arbrat en entredit. *El Periodico de Catalunya*, pp5 del 19 de juny.
- Gabarra, R. et al. 2005. [Integrated pest management in the Mediterranean region: The case of Catalonia, Spain](#) *Integrated Pest Management in the Global Arena.*: 341-355.
- Galán, A. I. y Hernández, C.G. 1999. Metodología para la decisión de riego con agua residual en el medio rural. Public. Colegio Oficial de Ingenieros Agronomos de Centro y Canarias. ISBN 84-85441-50-8. Madrid.
- Garcia, A., Hernandez, F., Nolasco, P., Santiago, J. 2008. Manual de reg de pac i jardins. Edit. Parcs i Jardins de Barcelona, I.M.
- García-Navarro, M.C., Evans, R.Y., Savé, R. 2004. Estimation of relative water use among ornamental landscape species. *Scientia Horticulturae* 99:163-174.
- Gracia, C., Sabaté, S., Vayreda, J., Sebastià, T., Savé, R., Alonso, M., Vidal, M., 2010. "Embornals". En: 2n Informe sobre el Canvi Climàtic a Catalunya, J.E. Llebot (ed), IEC, Barcelona (en prensa).
- IPCC. 2004, 2007. *Climate Change*. Cambridge University Press.
- Kozlowski, T.T. 1984. *Flooding and plant growth*. Academic Press. Orlando.
- Llamas, M.R., Fornés, J.M., Hernández-Mora, N. y Martínez, Cortina, L. 2001. Aguas subterráneas: retos y oportunidades. Fundación Marcelino Botín y Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Llebot, J.E. (ed), 2010. 2n Informe sobre el Canvi Climàtic a Catalunya, J.E., IEC, Barcelona.
- Llobet, M., Biel, C., Casadesús, J. y Savé, R. 2006. Herramientas de evaluación del estado hídrico y calidad ornamental de distintas especies de césped en clima mediterráneo. Ponencia en el VIII Simposium Hispano Portugués de Relaciones Hídricas en Plantas (SEFV). Puerto de la Cruz (Tenerife).
- Marfà, O. 1995. Física de sustratos. *Horticultura* 103: 33-35.
- Marfà, O., Cáceres, R. 2005. Cultivo de ornamentales en sustratos. Accionamiento del riego en cultivos de exterior en contenedor. Proc. Seminario Internacional sobre preparación y manejo de sustratos en plantas ornamentales y florales Buenos Aires (Argentina).
- Marfà, O., Cohen, M., Savé, R. 1996. Estrategias para mejorar la fertirrigación. *Horticultura* 112: 13-16.

- Marfà, O., Masvidal, Ll., Savé, R. 1992. Efecte dels vents marins en la vegetació de la nova façana litoral de Barcelona. Memoria final del contracte VOSA-IRTA.
- Marfà, O., Savé, R., Biel, C., Cohen, M., Lladó, R. 1998. Substrate hydraulic conductivity as a parameter for irrigation of carnation soilless culture. *Acta Horticulturae* 458: 65-73.
- Marull, J., Savé, R., Bayona, J.M^a. 1997. Efectos de la contaminación química sobre la vegetación del frente litoral de Barcelona. *Nov.-Dic.*: 1-9.
- Mas, J. 2005. Estat ambiental de les aigües continentals en Catalunya. Capítol 1 del llibre "L'estat del medi ambient en Catalunya"; col·lecció documents Universitat Autònoma de Barcelona.
- McNeely, J. 1995. Protected areas and biodiversity in urban environments. II Simposium sobre espais naturals en àrees metropolitanes i periurbanes. Barcelona.
- Moriana, A., Fereres, E., 2002. Plant indicators for scheduling irrigation of young olive trees. *Irrigation Science*, 21: 83-90.
- Mujeriego, R. 1990. Riego con agua residual municipal regenerada. Manual práctico. Ed. De la Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona.
- NTJ 17R. 2011. Utilització d'aigües regenerades i d'altres recursos hídrics no potables per al reg en jardineria. Col·legi Enginyers Tècnics Agrícoles de Catalunya
- Oron, G., DeMalach, Y., Hoffman, Z. and Manor, Y., 1992, Effect of effluent quality and application method on agricultural productivity and environmental control, *Water Science Technology*, 26, 1593-1602.
- Pais, El. 2009. Eixample, Gràcia y sant andreu son los distritos con menos zona verde de Barcelona. PP 1 i 4 del 24 de octubre.
- Pan, Y., R. A. Birdsey, et al. (2011). A Large and Persistent Carbon Sink in the World's Forests. *Science* DOI: 10.1126/science.1201609
- Pares, M. 2003. La jardineria pública en la Regió Metropolitana de Barcelona: conseqüències del model territorial d'una societat postmoderna. Treball de Recerca de Doctorat en Ciències Ambientals. UAB.
- Parés, M., Pou, G., Terrades, J. 1985. Descubrir el Medi Urbà. 2. Ecología d'una ciutat: Barcelona. Ajuntament de Barcelona.
- Passioura, J.B. 1982. Water in the soil-plant-atmosphere continuum. pp. 5-33. En: O.L. Lange, P.S. Nobel, C.B. Osmond y H. Ziegler (eds.). *Physiological Plant Ecology II, Water relations and carbon assimilation*. *Encyclopedia of Plant Physiology*, New series vol. 12B. Springer-Verlag, Berlin.
- Pastor, J.N., Burés, S., Savé, R., Marfà, O., Pages, J.M. 1999. Transplant adaptation in landscape ornamental shrubs in relation with substrate physical properties and container sizes. *Acta Hort.* 481:137-144.
- Pastor, N. Marfà, O., Savé, R. 2003. Influencia del substrato y del tamaño del contenedor en el transplante al terreno definitivo de plantas ornamentales cultivadas en contenedor. *Actas de Horticultura*. 39: 527-528
- Pelegri, J. 1997. Aprovechamiento de aguas freáticas para el riego. La experiencia de Barcelona. Proc. 3^{er} Simposium Hispano Portugués de Relaciones Hídricas en las Plantas. Sitges (Barcelona).
- Piñol, J., Terradas, J., Lloret F.. 1998. Climate warming, wildfire hazard, and wildfire occurrence in coastal eastern Spain. *Climatic Change* 38: 345-357.
- Ramírez de Cartagena, F.; Puig-Bargués, J. 2006. The use of reclaimed water for irrigation: present and prospect. *International Water Conference IWC 2006*. Porto.
- Remorini, D., Massai, R., 2003. Comparison of water status indicators for young peach trees. *Irrigation Science* 22, 39-46.
- Rosenzweig, C., Tubiello, F. N., 1997. Impacts of global climate change on Mediterranean agriculture: current methodologies and future directions. An introductory essay. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 1 (3), pp. 219-232.
- Sachs, R.M. 1991. Stress-adapted landscapes save water, escape injury in drought. *California agricult.* 45(6):19-21.

- Sachs, R.M., Evans, R.Y., Shaw, D.A. 1992. Reduced water consumption by acclimatized landscapes. *J. Arboriculture* 22(2): 128-133.
- Sachs, R.M., Kretchun, T., Mock, T. 1975. Minimum irrigation requirements for landscape plants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 20(3): 11-14.
- Sachs, R.M., Shaw, D.A. 1992. Minimum irrigation requires acclimatized (hardened) plants. *J. Arboriculture* 21 (1): 126-131.
- Sachs, R.M., Shaw, D.A. 1993. Avoidance of drought injury and minimum irrigation in a mediterranean climate: the requirement for acclimatized (hardened) plants. *Journal of Arboriculture*, 19(2): 99-105.
- Salgot, M. 2002. El risc relacionat amb la reutilització d'aigües residuals.. *Real Acadèmia de Farmàcia de Catalunya*.
- Sánchez-Blanco, M.J., Torrecillas, A. 1995. Aspectos relacionados con la utilización de estrategias de riego deficitario controlado en cultivos leñosos. En: *Riego Deficitario Controlado Colección Cuadernos VALUE I. Mundi Prensa/Unión Europea*, 43-66.
- Savé, R. 2009a. Potential effects of global change to urban vegetation: vulnerability and adaptations. *Proc. 2th International Conference on landscape and urban horticulture. In Topic: 5. Ecophysiology and vegetation management in urban environment Bologna (Italy), June.*
- Savé, R. 2009b. What is stress and how to deal with ornamental plants? *Acta Horticulturae*.813 :241 – 254.
- Savé, R. et al. 2009. Could be the root system of cultured plants an important carbon sink under global change conditions?. *Proc. 8th International carbon dioxide conference. Jena. Germany.*
- Savé, R., Biel, C. 1996. Estudi dels efectes dels aerosols marins en la vegetació. Segon informe del conveni Barcelona Regional-IRTA.
- Savé, R., Biel, C., Cañameras, N., Comas, J., Morato, J., Montserrat, C., Farrero, A. 2001a. El parc de Bellvitge un exemple d'ús d'aigües del freàtic pel reg de parcs públics. *Congres Internacional Ecologia i Ciutat. Barcelona. 26-30/març/2001.*
- Savé, R., Biel, C., Casadesús, J. 2004. Optimització de l'eficiència de l'ús de l'aigua dels jardins mitjançant el control del consum hídic sòl-planta-atmosfera. 10è Congrés de l'Associació de Professionals dels espais verds de Catalunya. Peralada (Girona). 12 de Novembre
- Savé, R., Biel, C., Herralde, F., Bayona, J.M., Casino, S., Farrero, A., Diamantopoulos, P. 2001b. Effects of polluted marine spray on some morphological and physiological characteristics of coastal vegetation in Mediterranean areas of Iberian Peninsula. *Congres Internacional Ecologia i Ciutat. Barcelona. 26-30/març/2001.*
- Savé, R., Comas, J., Garcia, P., Labarta, L., Alomar, O. Gabarra, R., Arnó, J., Biel, C. 2008. Interrelationship between insects and leaves of some ruderal plants. *Proc. Biotic Plant Interaction Conference. 27.-29. March 2008 in Brisbane, Australia*
- Savé, R., de Herralde, F., Cabot, P., Biel, C. 1996a. Revegetación, una propuesta entre la jardineria y la restauración. *Arquitectura y paisaje* 22: 18-19.
- Savé, R., de Herralde, F., Perales, I., Biel, C. 1997. La revegetación en base a criterios ecofisiológicos. *Proc. 3er Simposium Hispano-Portugués de Relaciones Hidricas en las Plantas. Sitges (Barcelona).*
- Savé, R., Espelta, J.M^a, Retana, J., Meghelli, N., De Herralde, F., Biel, C. 2007. Optimización de las técnicas de producción viverística para obtención de plantas para espacios verdes. *PLANTAFLOR* 116: 98-102.
- Savé, R., Estaun, V., Biel, C. 1996b. Water relations and fungal activity of arbuscular mycorrhizal *Rosmarinus officinalis* L. plants submitted to a cycle of drying/rewatering. In *Proc. COST action 821 "Micorrizas in integrated systems from genes to plant development "*. Report EUR16728EN. Luxembourg. ISBN 92-827-5676-9.
- Savé, R., Peñuelas, J., Marfà, O., Serrano, L. 1993. Changes in tissue osmotic and elastic properties and canopy structure of strawberries under mild water stress. *HortScience* 28(9): 925-927.

Savé, R., Pery, M., Marfà, O., Serrano, L. 1995. The effect of hydrophilic polymer on plant water status and survival of transplanted pine seedlings. HortTechnology 5(2):141-143.

Sheffield, J., Wood, E.F., 2008. Projected changes in drought occurrence under future global warming from multi – model, multiscenario, IPCC AR4 simulations. Clim. Dyn. 31:79 – 105.

Solley, W. B.; Peirce, R.R.; Perlman, H.A. 1993. Estimated use of water in the United States in 1990. U.S. Geological Survey Circular 1081.

Sumner, G. N., Romero, R., Homar, V., Ramis, C., Alonso, S., Zorita, E., 2003. An estimate of the effects of climate change on the rainfall of Mediterranean Spain by the late twenty first century Climate Dynamics, 20: 789–805

Sumpsi, J.M., Garrido, A., Blanco, M., Varela, C., Iglesias, E. 1998. Economía y política de gestión del agua en agricultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

Terradas, J. 1987. Barcelona funciona. Ecologia d'una ciutat. Ajuntament de Barcelona.

Terradas, J., Savé, R. 1992. Summer-winter double stress and water relationships as clue factors in the distribution of *Quercus ilex* L. Vegetatio 99-100:137-145.



Terradas, J. 2010. Ecologia viscuda. Publicacions de l'Universitat de Valencia. Valencia

Tubiello, F.N., Amthor, J.S., Boote, K.J., Donatelli, M., Easterling, W., Fischer, G., Gifford, R.M., Howden, M., Reilly, J., Rosenzweig, C., 2007. Crop response to elevated CO2 and world food supply: A comment on "Food for Thought..." by Long et al., Science 312:1918-1921, 2006. European Journal of Agronomy 26, 215-223.

Urrestarazu, M. 2000. Manual del cultivo sin suelo. Edit. Mundi Prensa.

Valentini, R., Matteucci, G., Dolman. A.J. 2000. Respiration as the main determinant of carbon balance in European forest. Nature 404: 861-865.

Zonneveld, I.S. 1989. The land unit –a fundamental concept in landscape ecology and its applications. Landscape Ecology 3: 67.

| Nom i signatura de l'autor principal | Nom i signatura del cap de Programa |
|--|--|
| <p data-bbox="284 1630 555 1664">Carme Biel Loscos</p>  | <p data-bbox="863 1630 1134 1664">Carme Biel Loscos</p>  |