

Espais oberts i transició socioecològica de l'Àrea Metropolitana de Barcelona: noves eines d'anàlisi per a una planificació territorial sostenible

María José La Rota, Roc Padró, Joan Pino, Javier Gordillo, Annalisa Giocoli, Jacob Cirera, Núria Ruiz Forés, Francesc Coll, Tarik Serrano i Joan Marull

Introducció

El ràpid creixement de la població concentrada a les grans metròpolis d'arreu del món presenta grans reptes per a la sostenibilitat. La disponibilitat d'aliments per a les seves poblacions, la necessitat cada vegada més palesa de transitar cap a economies més circulars o una planificació regional que afronti el canvi ambiental global són tot just alguns d'aquests reptes que requereixen aproximacions integrals innovadores, no tan sols per entendre les transformacions que aquests territoris han patit, sinó per contribuir a una planificació de les metròpolis cap a una transició socioecològica (Haberl et al., 2011). En resposta a aquests desafiaments, els paradigmes de la planificació urbana s'han anat transformant durant les darreres dècades. Un dels canvis més significatius ha estat en relació amb la consideració dels espais oberts com a sòl no urbanitzable. S'ha transcendit la visió d'aquests espais com a sòls expectants o residuals per passar a valorar-los com a espais oberts que a compleixen funcions i serveis fonamentals per al benestar de la població. Això ha estat possible gràcies a nous conceptes útils en relació amb la sostenibilitat de les metròpolis, com ara el d'infraestructura verda, la qual es conforma com una xarxa interconnectada d'elements amb diferents graus d'intervenció humana (de boscos a platges, aiguamolls, zones agrícoles o fins i tot parcs urbans) que interactuen i es relacionen amb els elements construïts de les àrees metropolitanes. El conjunt d'espais oberts, així com aquells espais urbans amb coberta vegetal, s'han d'entendre, doncs, com un subsistema metropolità amb una funcionalitat pròpia que depèn dels patrons del paisatge i els processos que hi tenen lloc. I això confereix un paper clau al que fins a finals dels anys 90 havia estat considerat un espai simplement periurbà. La rellevància de la infraestructura verda enfront d'altres infraestructures metropolitanes rau en el seu rol com a sistema de suport de la vida natural, en proveir d'una

gran varietat de serveis ecosistèmics i contribuir al manteniment de processos ecològics fonamentals per al benestar de les comunitats naturals i les societats (Benedict i McMahon, 2002). D'aquí en deriva, doncs, la seva importància per a la planificació estratègica de les àrees metropolitanes.

Tot i que el concepte d'infraestructura verda està àmpliament reconegut dins de la majoria de plans d'ordenació d'urbs europees (CE, COM 2013-249), les metodologies i criteris existents per avaluar l'efecte de cadascun dels seus elements sobre la seva estructura i funcionament, així com l'impacte d'aquesta infraestructura en el conjunt de sistema metropolità, encara estan en ple desenvolupament. En aquest sentit, calen noves aproximacions integrals i multidisciplinàries que vagin més enllà de la quantificació o caracterització d'aquests atributs des d'un punt de vista merament ecològic, social o econòmic de forma aïllada, i que permetin entendre les característiques emergents, sinergies i compromisos entre les múltiples dimensions de la infraestructura verda. En conseqüència, les àrees metropolitanes s'han d'entendre com un sistema socioecològic complex, en el qual cada peça de la mateixa és un element interdependent que ha de permetre la reproducció dels processos socioecològics que hi tenen lloc (Marull et al., 2008). Això ha de conduir al desenvolupament de nous criteris i mètodes per a l'avaluació de la sostenibilitat des d'una perspectiva que vagi més enllà de les aproximacions econòmica i mediambiental clàssiques, i que permeti una valoració integrada. En aquest sentit, la incorporació de la noció de metabolisme social a la planificació d'àrees metropolitanes ha estat fonamental. La comprensió de la infraestructura verda en la seva condició d'element clau dins d'un sistema socioecològic tan complex com és el metropolità permet, doncs, posar llum a les seves interdependències amb la resta del sistema així com amb altres territoris, i la necessitat d'atenuar la forta dependència externa de les metròpolis actuals, destacant els possibles beneficis que poden aportar la funcionalitat i els serveis de la infraestructura verda per avançar cap a una transició socioecològica.

El debat que s'està duent a terme al voltant del nou urbanisme, per afrontar els reptes socioecològics de la nova dècada entrant, va en aquesta línia. Aquest nou paradigma coincideix a l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB) amb el procés de debat i aprovació del nou Pla director urbanístic (PDU), que ha d'orientar els grans projectes i estratègies que configuren l'urbanisme metropolità dels propers anys. En el marc d'aquest debat s'ha posat en valor el paper que ha de tenir la infraestructura verda metropolitana. D'una banda, tècnics i experts científics han recalcat en l'Avanç del PDU (AMB 2019) la necessitat de revisar les categories d'infraestructura verda en una nova proposta d'ordenament dels espais oberts, per tal d'adequar la classificació del sòl no urbanitzable segons la seva funcionalitat i els serveis que aporta a la societat (Bartasaghi et al., 2017). Addicionalment, conscients de les actuals tendències i reptes a nivell global i regional, que promouen la transició a models agraris i territorials més sostenibles, es planteja la necessitat d'explorar escenaris teòrics de transició cap a noves formes de planejament i gestió del territori. Amb l'objectiu de dotar de nous criteris i eines en el marc d'aquest debat, la recerca que es presenta en el present

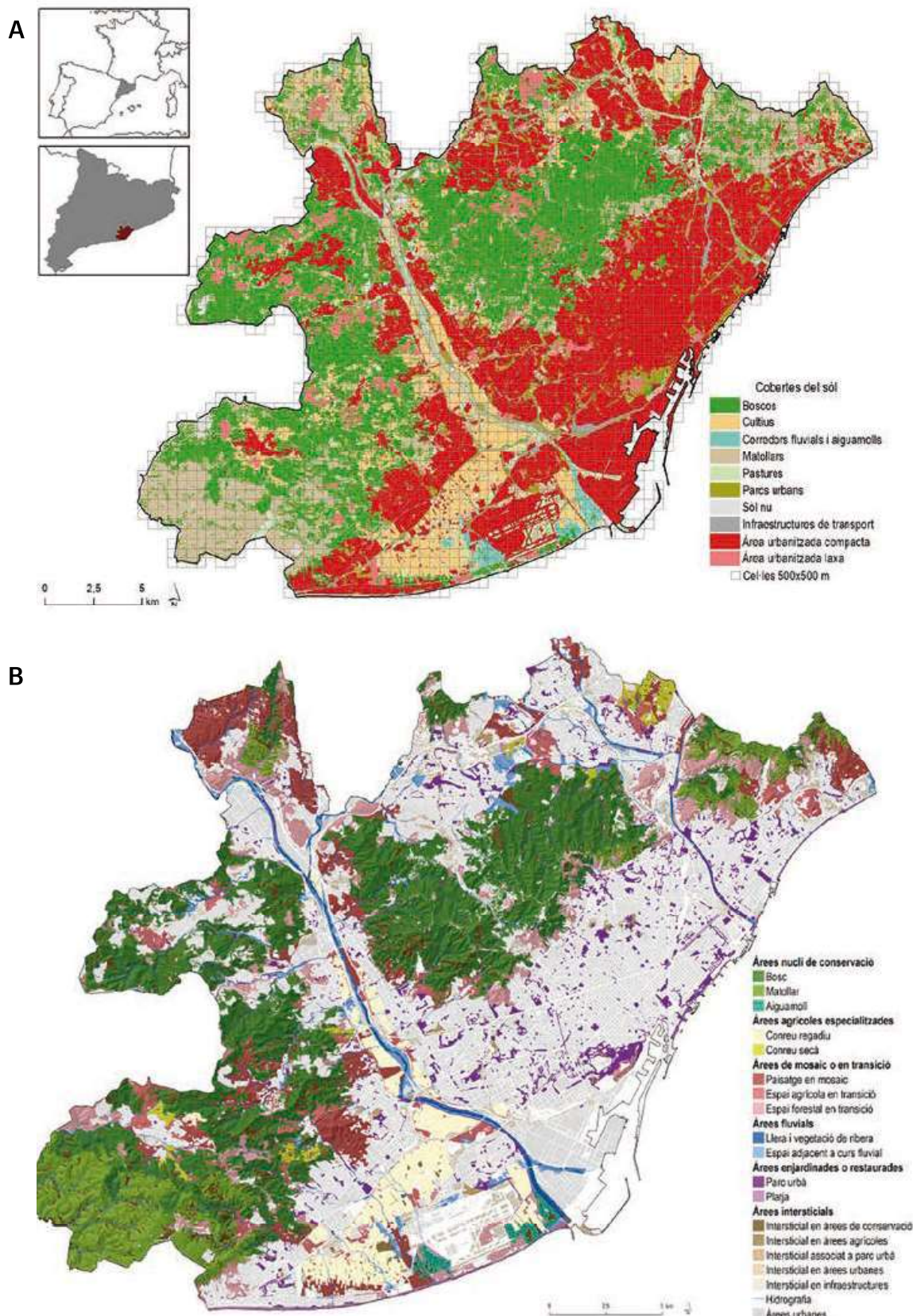
treball pretén donar resposta a dues preguntes fonamentals: **i)** quina és la contribució de les diverses categories d'espais oberts al funcionament i els serveis que ofereix la infraestructura verda a l'AMB?; **ii)** com podria l'estructura funcional dels paisatges metropolitans contribuir a una transició socioecològica de l'AMB?

Per donar resposta a aquestes preguntes, el present treball es divideix en tres blocs metodològics que responen a la proposta de delimitació estructural de la infraestructura verda i a l'anàlisi del potencial paper de les seves unitats funcionals en una transició socioecològica metropolitana. **i)** En primer lloc, es proveeix d'una sèrie de criteris per a la classificació de les cobertes del sòl, generant una nova classificació d'espais oberts basada en la seva funcionalitat i els serveis que ofereixen a la societat, que ha estat consensuada pel Servei de Redacció del Pla Director Urbanístic (SRPDU) i el Laboratori Metropolità d'Ecologia i Territori de Barcelona (LET), seguint els criteris definits en l'Avanç del PDU (AMB 2019). **ii)** En segon lloc, s'avalua l'evolució del planejament vigent en comparació amb diversos escenaris alternatius de transició socioecològica per mitjà d'una Anàlisi Socioecològica Integrada (SIA, per les seves sigles en anglès; Marull et al., 2019a), un model metabòlic-territorial que analitza la contribució de la infraestructura verda al conjunt del sistema metropolità. Aquí es consideren quatre escenaris diferents de planificació i dues tipologies de gestió agrària (convencional i orgànica). **iii)** Finalment, es quantifica la contribució de les diverses categories de la infraestructura verda a cadascuna de les dimensions de la SIA per mitjà d'una anàlisi estadística multivariant.

Mètodes

Àrea d'estudi

L'àrea d'estudi comprèn el conjunt de l'Àrea Metropolitana de Barcelona, formada per 36 municipis, una superfície total de 63.611 hectàrees i una població de 3,3 milions d'habitants (IDESCAT 2019). Segons el darrer mapa de cobertes del sòl de l'AMB (CREAF 2015), els espais oberts són encara majoritaris (55%), repartits entre boscos i matollars (42%), espais agrícoles (8%), pastures (3%) i altres espais oberts (2% corredors fluvials i sòls nus). L'altre 45% de superfície són zones construïdes, que inclouen àrees urbanes compactes i laxes, parcs urbans, carreteres i altres infraestructures de transport (**Mapa 1a**). L'objecte específic d'estudi inclou tots els espais oberts actuals, definits per la proposta d'ordenació com a sòls no urbanitzables, així com la xarxa de parcs urbans, per la contribució que tenen aquests en aspectes tant estructurals com funcionals (**Mapa 1b**) en comparació amb la resta d'elements dels espais construïts, tal com queda recollit també en l'Avanç del PDU (AMB 2019). Així mateix, la unitat d'estudi són cel·les de 500 x 500 metres, de les quals se n'obtenen un total de 2.326 a l'AMB. Aquestes cel·les es troben en la seva totalitat dins de l'àrea metropolitana. Es calculen valors dels indicadors de les diverses dimensions de la SIA per a cadascuna d'aquestes cel·les. A efectes estadístics, aquelles cel·les



Mapa 1. Principals cobertes del sòl a l'Àrea Metropolitana de Barcelona i proposta de delimitació estructural de la infraestructura verda metropolitana en l'escenari actual (S0; 2015).
Font: Elaboració pròpia.

sense expressió dels indicadors perquè tenen poca superfície d'espai obert (<10%) han estat excloses de les anàlisis.

Escenaris de planejament

Les anàlisis es realitzen sobre quatre escenaris teòrics de planejament d'usos del sòl (actual S0, tendencial S1, alternatiu S2 i potencial S3), acordats amb el SRPDU. Cadascun d'aquests escenaris de planificació s'analitza sota dues tipologies de gestió agrària (convencional i orgànica) que consideren canvis en la forma de maneig dels recursos naturals i l'ús d'*inputs* externs als sistemes agrícola i ramader, fet que permet avaluar els efectes d'una possible transició ecològica a l'AMB. Els quatre escenaris de planejament corresponen al major o menor grau de desenvolupament i consolidació dels usos del sòl definits pel planejament urbanístic vigent, així com l'aplicació o no de mesures de permeabilització d'infraestructures de transport actuals i previstes. La situació de referència representa l'escenari actual (S0), basat en el darrer mapa de cobertes del sòl de l'AMB (CREAF 2015). L'escenari tendencial (S1) exemplifica l'aplicació estricta del planejament urbanístic vigent dels municipis metropolitans, que implica un augment de les zones urbanitzades i els parcs urbans. En l'escenari alternatiu (S2) es produeix una transformació dels parcs urbans previstos per zones agrícoles, així com la posada en cultiu de determinats sectors de dubtosa consolidació, i augmenta d'aquesta manera un 65% la superfície agrícola. Finalment, l'escenari potencial (S3) implica la possible recuperació de zones agrícoles a l'AMB, i es basa en el mapa de cobertes del sòl de 1956 (es considera que corresponien a les zones més aptes per a l'agricultura), fet que suposa un increment de més del 150% respecte de la superfície agrícola actual (Giocoli, 2017).

Cadascun d'aquests quatre escenaris teòrics de planejament va ser avaluat mitjançant la SIA sota dues pràctiques de gestió agrària diferents (convencional vs orgànica), per tal d'identificar-ne l'evolució en una possible transició socioecològica (Padró et al., 2019). Els escenaris d'agricultura convencional reproduïxen el funcionament majoritari actual de les activitats agràries i es basen principalment en les condicions de gestió reflectides en el cens agrícola de 2009, que s'actualitza amb fonts estadístiques que proporcionen diverses institucions fent servir l'any 2015 com a referència. Per simular els escenaris de gestió orgànica, l'estudi segueix les directrius per a la producció d'aliments i animals ecològics certificats establertes per la legislació de la Comissió Europea (834/2007, 889/2008, 1235/2008) i el Consell Català de la Producció Agrària Ecològica (CCPAE 2017). A tall de resum, els paràmetres requerits per a una gestió agrària orgànica es defineixen segons els criteris següents: **i)** eliminació total de l'ús d'adobs químics no minerals; **ii)** eliminació dels consums de pesticides i herbicides químics; i **iii)** ús limitat i regulat d'*inputs* externs (quantitat de pinso per a animals i llavors que procedeixen de fora de l'àrea d'estudi). Un canvi cap a la gestió agrària orgànica també té altres implicacions biofísiques, com ara la reducció dels rendiments agrícoles per unitat de superfície o producte animal per unitat de temps (De Ponti et al., 2012; Seufert et al., 2012), les necessitats de mà d'obra i l'ús de

maquinària (DAAR 2007), la quantitat de biomassa sense collir generada o la gestió dels fems animals.

Delimitació de les categories dels espais oberts

A l'hora de definir les categories dels espais oberts per als quatre escenaris de planejament, cal tenir en compte que la infraestructura verda ha d'incloure tots els components estructurals que treballen conjuntament per tal de mantenir una xarxa d'espais que donin funcions de suport als processos socials i ecològics (Benedict i McMahon, 2002), i es parteix de la proposta inicial de categories de l'Avanç del PDU (AMB 2019). La proposta que aquí es presenta es va fonamentar en una delimitació de les característiques estructurals actuals dels espais oberts, considerant tant les dinàmiques a la metròpoli (per exemple, els espais en transició) com els criteris definits per l'ecologia del paisatge. L'anàlisi es va realitzar per mitjà d'una interpretació de caire expert realitzada amb suport SIG i verificació amb ortoimatge, adaptant la delimitació estructural (com ara la superfície mínima d'una categoria) a les condicions específiques de l'AMB. A continuació es presenten les 6 categories i 17 subcategories que s'estableixen per al conjunt de la infraestructura verda metropolitana i els respectius criteris de delimitació emprats (**Taula 1**).

Aplicació de la SIA a la proposta d'espais oberts

Per tal d'avaluar la contribució de la infraestructura verda al sistema socioecològic de l'AMB s'aplica la metodologia SIA. Una síntesi del model conceptual, el disseny experimental i els indicadors emprats per a l'avaluació estratègica d'escenaris de planejament territorial i gestió agrària (convencional vs orgànica) realitzada amb el model SIA es presenta en l'Annex (**Gràfic A1**). Una descripció detallada de la metodologia es pot trobar a Marull et al. (2019a) i Padró et al. (2019). Aquest model metabòlic-territorial considera sis dimensions interrelacionades: A. Eficiència metabòlica, B. Conservació de la biodiversitat, C. Funcionament del paisatge, D. Canvi global, E. Serveis Ecosistèmics i F. Cohesió social. Cadascuna d'aquestes sis dimensions s'avalua per mitjà d'un o més indicadors principals: Eficiència energètica (A1), Integració energia-paisatge (B1), Complexitat del paisatge (C1), Energia no renovable (D1), Recirculació de nutrients (E1A), Estoc de carboni (E1B), Producció agrícola (E1C) i, finalment, Llocs de treball agrícoles (F1). Els indicadors B1 i C1 depenen directament de les cobertes del sòl, de manera que només presentaran diferències entre els escenaris de planejament i no en relació amb la gestió agrària.

Anàlisi estadística de l'aplicació de la SIA

L'expressió dels resultats dels vuit indicadors considerats en l'anàlisi SIA s'obté a nivell de cel·les de 500 x 500 m, que són les mateixes que s'utilitzen en les propostes de planejament urbanístic realitzades pel SRPDU. Les categories dels espais oberts, que segueixen els criteris i mètodes que s'expliquen a la **Taula 1**, també es poden calcular per a les matei-

Taula 1. Categories i subcategories de la proposta d'ordenació dels espais oberts de l'Àrea Metropolitana de Barcelona, amb els criteris i mètodes que les defineixen

Categoria	Subcategoria	Criteri / mètode
Àrees nucli de conservació	Bosc	Polígons de bosc > 100 ha
	Matollar	Polígons de matollar > 100 ha
	Aiguamoll	Polígons d'aiguamolls > 25 ha
Àrees agrícoles especialitzades	Conreu de regadiu	Polígons de conreu de regadiu > 10 ha
	Conreu de secà	Polígons de conreu de secà > 25 ha
Àrees de mosaic o en transició	Paisatge en mosaic	Superfícies mixtes formades per bosc, matollar, pastures, conreu, corredors o aiguamolls, superiors 40 ha i amb més d'un 10% de superfície de conreus
	Espai agrícola en transició	Polígons que no conformen mosaic del paisatge i que limiten amb una àrea nucli o àrea d'especialització agrària i amb espai urbà alhora, així com presència de més d'un 5% d'usos agrícoles
	Espai forestal en transició	Polígons mixtos que no conformen mosaic del paisatge i que limiten amb una àrea nucli o àrea d'especialització agrària i amb espai urbà alhora, així com menys d'un 5% d'usos agrícoles
Àrees fluvials	Lleres i vegetació de ribera	Inclou totes les superfícies de rius, lleres i vegetació de ribera que tenen una superfície superior a 1 ha
	Espai adjacent a curs fluvial	Polígons d'espais oberts que no conformen àrees nucli, mosaic o àrea d'especialització agrària i que limiten amb lleres o vegetació de ribera
Àrees intersticials	Intersticial en àrees de conservació	Polígons d'espai obert inclosos en àrees nucli de conservació i que no tenen entitat suficient per ser àrees nucli, d'especialització o de dinamització agrària
	Intersticial en àrees agrícoles	Polígons d'espai obert inclosos en àrees agrícoles especialitzades i que no tenen entitat suficient per ser àrees nucli, d'especialització o de dinamització agrària
	Intersticial associat a parc urbà	Polígons d'espai obert dins de trama urbanitzada però en contacte amb algun parc urbà amb superfície mínima de 2 ha
	Intersticial en matriu urbana	Polígons d'espai obert dins de trama urbanitzada que no intersecten amb cap parc urbà més gran de 2 ha
	Intersticial en infraestructura	Polígons d'espai obert envoltats d'infraestructura
Àrees enjardinades o restaurades	Parc urbà	Polígons de parc urbà
	Platja	Polígons de zona de bany i sistema dunar marítim

Font: Elaboració pròpia.

xes 2.326 cel·les que estan totalment incloses en el territori metropolità. Amb les dades resultants de la SIA per a cadascun dels quatre escenaris de planejament i gestió agrària (convencional vs orgànica) es realitza una Anàlisi de Components Principals (ACP) per identificar els factors clau caracteritzats pel model SIA (**Taula A1**, en l'Annex). Posteriorment, es realitza una Anàlisi Exploratòria de Factors (AEF) per visualitzar la distribució dels indicadors i les categories dels espais oberts en relació amb els principals factors definits per la SIA. Per últim, s'aplica una Anàlisi de Regressió Lineal Múltiple (ARLM) per tal d'avaluar la contribució que cada categoria definida en la proposta d'ordenació dels espais oberts aporta en el valor dels indicadors de la SIA. Així es pot comprovar si efectivament les categories d'espais oberts resulten útils per identificar comportaments funcionals diferenciats en la infraestructura verda de l'AMB i d'aquesta manera facilitar el planejament i la gestió del territori.

Resultats

Proposta d'ordenació d'espais oberts per als diferents escenaris de planificació

La infraestructura verda de l'AMB comprèn actualment el 55% de la seva superfície (35.032 ha). La categoria predominant en aquesta proposta correspon a les àrees nucli de conservació (50,7%). Molt per darrere van les àrees en transició (14,7%), les àrees de paisatge en mosaic (9,7%) i les àrees agrícoles (7,9%). Finalment, amb menor superfície hi ha les àrees intersticials urbanes (6,2%), les àrees intersticials agrícoles (5,6%) i finalment les àrees fluvials (5,3%) (**Mapa 1b; Taula 2**). Les diferències més rellevants entre l'escenari actual (S0) i l'escenari tendencial (S1) és la substitució de molts espais en transició per parcs urbans i la pèrdua de conreu de secà de les àrees agrícoles especialitzades. En el cas de l'escenari alternatiu (S2) apareixen diverses àrees agrícoles especialitzades a l'est del Besòs i una certa expansió dispersa dels paisatges en mosaic. Per últim, l'efecte de l'augment de l'agricultura en l'escenari potencial (S3) es concreta en un augment massiu de les àrees agrícoles especialitzades però també dels mosaics, amb una especial rellevància tant a la zona de Castellbisbal com a l'eix del Llobregat i els vessants proximals de la serra del Garraf. En el **Mapa 2** es poden observar els respectius mapes de la proposta d'ordenació per als escenaris tendencial (S1), alternatiu (S2) i potencial (S3).

Aplicació del model SIA als diferents escenaris de planificació i de maneig

En aquesta secció analitzem l'impacte dels quatre escenaris de planejament i de gestió (convencional, orgànic) a l'AMB per mitjà dels vuit indicadors SIA (**Gràfic 1**). Els indicadors E1A, E1C, F1 i A1 presenten les diferències més significatives (**Taula 3**). Si bé una transició a l'agricultura ecològica que segueixi únicament els criteris CCPAE permet assolir un grau major d'autonomia per tancar els cicles de nutrients (E1A) i la provisió de llocs de treball

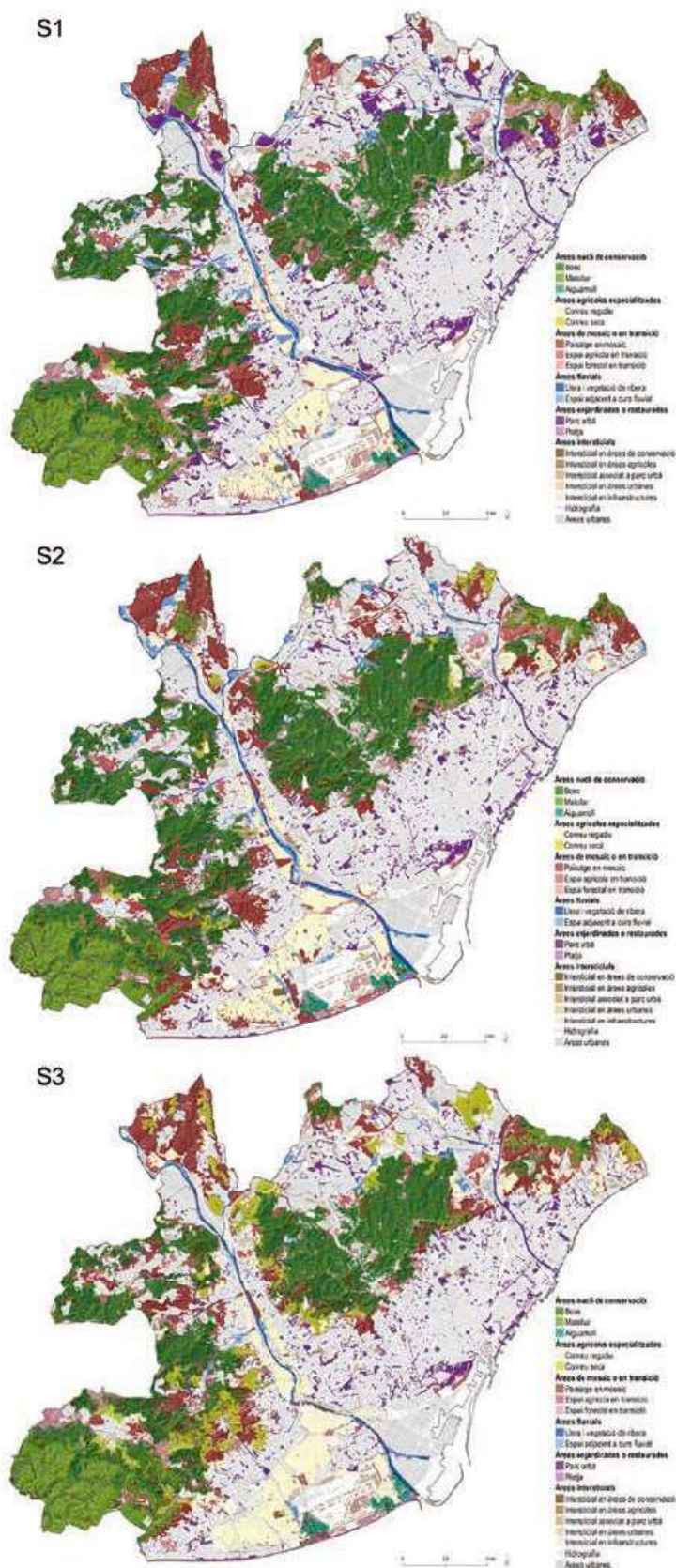
Taula 2. Matriu de transformació de les cobertes del sòl (files) a les categories d'ordenació dels espais oberts (columnes) dins la infraestructura verda de l'Àrea Metropolitana de Barcelona, en hectàrees

	Àrees nucli de conservació	Àrees agrícoles	Àrees fluvials	Àrees de paisatge en mosaic	Àrees en transició	Intersticials en zones urbanes	Intersticials en matriu agrària	Total
Bosc	13.651	0	103	1.023	1716	467	441	17.402
Conreus	0	2.753	342	963	702	207	371	5.338
Corredor fluvial i aiguamolls	267	0	716	107	132	76	86	1.383
Matollar	3.842	0	366	934	1.932	504	848	8.426
Prats i herbassars	0	0	267	345	544	398	209	1.762
Verd viari	0	0	53	38	121	510	0	722
Total	17.760	2.753	1.846	3.410	5.146	2.161	1.955	35.032
%	50.7%	7.9%	5.3%	9.7%	14.7%	6.2%	5.6%	-

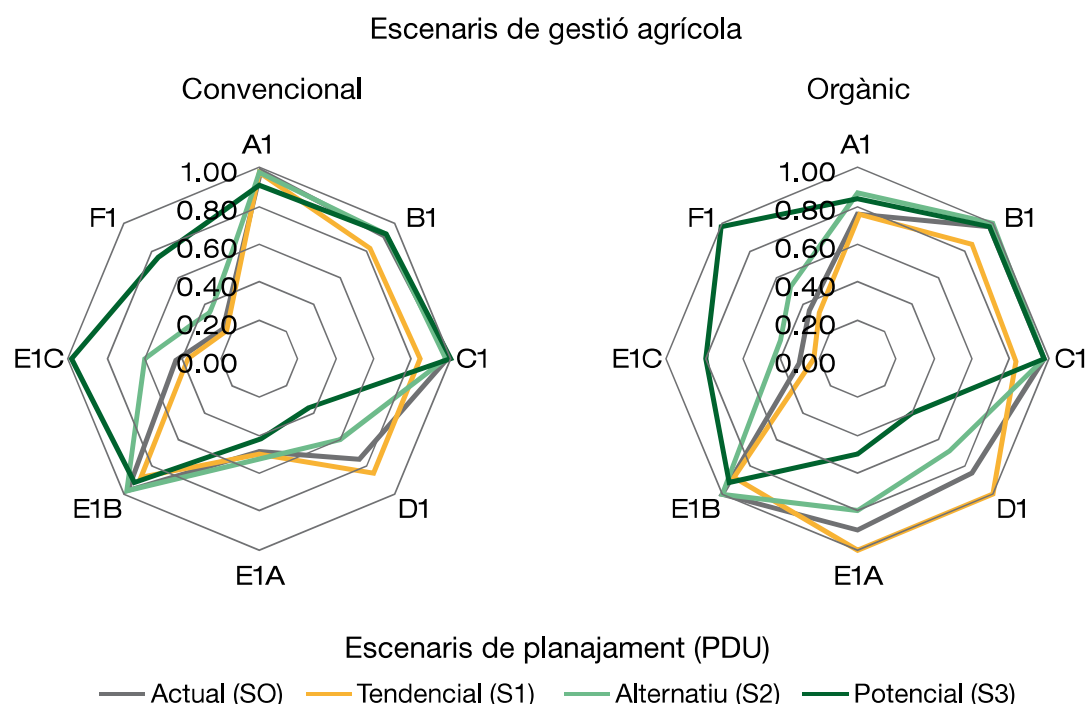
Font: Elaboració pròpia.

agrícoles (F1), el procés pot ser estar associat amb una disminució de la producció agrícola (E1C) i de l'eficiència energètica (A1). La disminució significativa en l'eficiència energètica (A1) en el maneig orgànic s'explica per la davallada de la productivitat però també perquè els criteris del CCPAE, malgrat la disminució en l'ús d'*inputs* externs, en termes comparatius disminueix menys l'ús d'*inputs* externs que no pas la productivitat.

En aquest sentit, l'efecte d'una transició orgànica redueix significativament la producció agrícola agregada (E1C), amb una davallada del 17%. Com ja s'ha dit, però, aquesta baixada és més gran que la caiguda dels *inputs* externs, que sota els supòsits establerts per a l'escenari orgànic exigeixen en alguns casos la importació de fertilitzants orgànics per tal de suportar la producció agrícola, provocant així una caiguda de l'eficiència energètica d'entre un 9% i un 20% a nivell agregat. D'una banda, i lligat als resultats en l'E1C, pel que fa a la capacitat de tancar els cicles de nutrients (E1A) és interessant que l'escenari tendencial (S1) resulta en una major capacitat de tancar els cicles de nutrients (on més del 35% del fòsfor prové de l'AMB mateixa). En aquest cas, la reducció de la superfície agrícola implica una relació més equilibrada entre ramaderia i agricultura, la qual cosa facilita el tancament de cicles de nutrients i explica aquesta diferència, per la capacitat de la ramaderia de reutilitzar recursos agrícoles i viceversa. D'altra banda, la diferència entre escenaris implica un increment mitjà del 30% del tancament de nutrients entre el maneig convencional i l'orgànic. Tot i aquest increment, cal tenir en compte que un compliment estricte de les regulacions de la produc-



Mapa 2. Proposta de delimitació estructural de la infraestructura verda de l'Àrea Metropolitana de Barcelona per als escenaris tendencial (S1), alternatiu (S2) i potencial (S3), respectivament. Font: Elaboració pròpia.



Gràfic 1. Resultats de l'anàlisi multicriteri entre els diferents escenaris de planejament (S0, S1, S2 i S3) i la gestió agrària (convencional vs orgànica) a l'Àrea Metropolitana de Barcelona.

Escenaris de planejament: S0 = escenari actual, S1 = escenari tendencial, S2 = escenari alternatiu, S3 = escenari potencial), sota gestió convencional i orgànica a l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB). Indicadors de l'Anàlisi Socioecològica Integrada (SIA): eficiència energètica (A1), integració energia-paisatge (B1), complexitat del paisatge (C1), entrada d'energies no renovables (D1), recirculació de nutrients (E1A), estoc de carboni (E1B), producció agrícola (E1C) i llocs de treball agrícoles (F1).

Font: Elaboració pròpia.

ció orgànica no assegura una millora significativa general (o fins i tot en alguns casos ni tan sols una millora) de la contribució de la infraestructura verda al funcionament socioecològic de l'AMB. Així passa amb la poca reducció de la dependència dels *inputs* externs (D1) o en la interacció energia-paisatge (B1), que només milloren de mitjana entre un 10 i un 5% respectivament quan es compara amb la producció convencional. Per últim, en termes de generació de llocs de treball (F1), sí que l'increment mitjà és d'un 24% en les Unitats de Treball Agrícola (UTA). Una transició ecològica implicaria un increment de les 640 UTA estimades actualment fins a arribar a les 2.400 UTA en l'escenari potencial (S3). Aquest increment de 3,7 vegades en el volum de treballadors s'explica bàsicament per l'increment de superfície, però també pel canvi a una agricultura orgànica i, en menor mesura, per l'expansió de les zones agrícoles cap a àrees amb productivitats per sobre de la mitjana de l'àrea.

A partir dels resultats obtinguts per als vuit indicadors de la SIA en cadascun dels escenaris de planificació i gestió agrícola, es va realitzar una Anàlisi de Components Principals (ACP) per al maneig convencional i orgànic de forma separada per tal d'identificar-ne les diferències.

Taula 3. Anàlisi Socioecològica Integrada (SIA) de la infraestructura verda de l'Àrea Metropolitana de Barcelona. Comparació dels valors dels indicadors entre escenaris de planejament (S0 - S3) i gestió agrària (convencional vs orgànica)

SIA		Escenari															
Dimensió	Indi- cador	Actual (S0)			Tendencial (S1)			Alternatiu (S2)			Potencial (S3)						
		Con (a)	Org (b)		Con (c)	Org (d)		Con (e)	Org (f)		Con (g)	Org (h)					
Eficiència metabòlica	A1	3.53	b,d	3.24		3.31		3.15		3.59	b,d	3.53	b,d	3.73	b,c,d	3.58	b,c,d
Conser- vació de la biodiver- sitat	B1	0.409	c,d	0.43	a,c,d,e	0.35		0.37		0.40		0.42	c,d,e	0.41		0.44	a,c,- d,e,g
Funciona- ment del paisatge	C1	0.305	c,d	0.31	c,d	0.26		0.26		0.30		0.30		0.31		0.31	
Canvi global	D1	97.99	d	86.45		91.09		77.82		116.01	b,c,d	101.54	d	186.92	a,b,c,- d,e,f	174.41	a,b,c,- d,e,f
Ecosistema i serveis	E1A	27.42	g	47.82	a,c,e,- g,h	29.60	e,g	49.99	a,c,e,- g,h	26.13	g	45.83	a,c,e,- g,h	21.95		34.06	
	E1B	1,642	c,d,- g,h	1,642	c,d,- g,h	1,502		1,502		1,597	c,d	1,597	c,d,	1,537		1,537	
	E1C	1,421	b,d,f	926		1,315	b,d	803		1,487	b,d,f	1,067	d	2,210	a,b,c,- d,e,f,h	1,743	a,b,c,d
Cohesió social	F1	0.89		1.16	a,c,e	0.82		1.07	a,c	0.93		1.22	a,c,e	1.39	a,b,c,- d,e	1.80	a,b,c,- d,e,f

Indicadors SIA: eficiència energètica (A1), integració energia-paisatge (B1), complexitat del paisatge (C1), aportació d'energia no renovable (D1), recirculació de nutrients (E1A), estoc de carboni (E1B), producció agrícola (E1C) i feines agrícoles (F1). Les lletres (a, b, c, d, e, f, g, h) indiquen diferències estadísticament significatives entre els escenaris per a cada indicador en base a la prova bilateral t (n = 2.467) i amb un valor alfa de 0,05.

Font: Elaboració pròpia

es (**Taula A1**, en l'Annex). Sota el maneig convencional s'obtenen dos factors principals que expliquen un 66,75% de la variància total del model. El Factor 1 (41,34% de variància explicada) agrupa els indicadors corresponents a 'estructura i funcionament de la matriu territorial': estoc de carboni (E1B), complexitat paisatgística (C1) i interacció energia-paisatge (B1). El Factor 2 (25,40%) agrupa els indicadors associats a 'fluxos metabòlics i eficiència del sistema': eficiència energètica (A1), entrades externes no renovables (D1) i producció agrícola (E1C). L'ACP per a escenaris sota un maneig orgànic també va resultar en els mateixos dos factors que es van determinar per a escenaris amb maneig convencional ('estructura i funcionament de la matriu territorial' i 'fluxos metabòlics i eficiència del sistema'), però amb variàncies explicades del 43,45% i el 24,69%, respectivament. S'assoleix així un 68,14% de la variància explicada, lleugerament per sobre del cas amb maneig convencional.

En una Anàlisi Exploratòria de Factors (AEF) s'identifica que les categories àrees nucli de conservació i àrees de mosaic i transició estan associades de forma positiva amb l'estructura i el funcionament de la matriu territorial (Factor 1), les àrees intersticials i fluvials en molt menor mesura i les àrees agrícoles especialitzades no generen pràcticament efecte. En canvi, les àrees enjardinades tenen un efecte negatiu que es veu molt més consolidat en el cas dels espais urbans. Pel que fa als fluxos metabòlics i eficiència del sistema (Factor 2), el predomini de les àrees agrícoles especialitzades és particularment gran, seguit molt per darrere per les àrees de mosaic o en transició i les fluvials, tenint-hi un paper pràcticament irrellevant les àrees intersticials. Amb efecte negatiu, però relativament moderat, trobem que les àrees nucli de conservació estarien a un nivell equivalent als espais urbans i les àrees enjardinades o restaurades.

Així doncs, existeix una clara tríada en efecte positiu dels factors obtinguts per l'anàlisi PCA, que defineixen una frontera de possibilitats de millora d'ambdós factors, on les àrees nucli de conservació serien claus per al funcionament de la matriu territorial, les agrícoles especialitzades per als fluxos metabòlics, i les àrees de mosaic o en transició per a ambdós alhora. Aquestes darreres tenen un paper mixt que en termes relatius és més positiu per al funcionament del paisatge que per a l'obtenció de fluxos metabòlics, posant en relleu així que els mosaics agro-silvo-pastorals aconsegueixen una funció múltiple i complexa.

Els resultats anteriors corroboren la necessitat de comprendre amb profunditat la contribució dels diferents espais oberts a la funcionalitat i els serveis que aporta, o hauria d'aportar, la infraestructura verda a la societat, en trobar que aquests espais es relacionen en diferent grau amb cadascuna de les seves dimensions socioecològiques (SIA), aspecte que s'estudia a continuació.

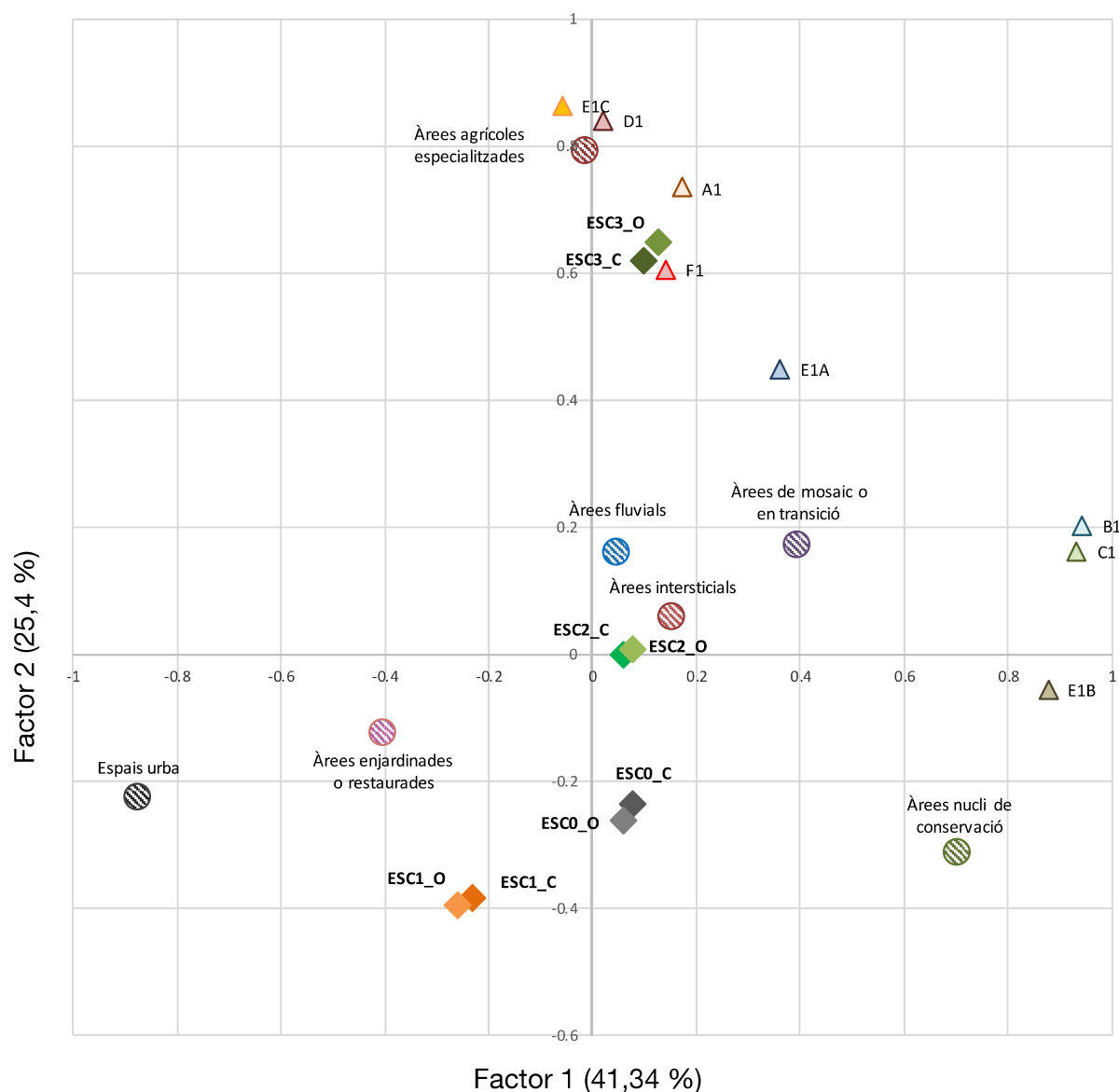
Contribució de les categories d'espais oberts als valors obtinguts en els indicadors SIA

Per tal d'analitzar quina és la contribució de les diverses categories dels espais oberts al funcionament i els serveis que aporta la infraestructura verda a l'AMB i el seu rol en una

possible transició socioecològica, es fa una Anàlisi de Regressió Lineal Múltiple (ARLM). En aquesta anàlisi es relacionen separatament els vuit indicadors, corresponents a les dimensions que avalua SIA, amb les categories dels espais oberts. D'aquesta manera, s'obté una primera validació de la correspondència entre els criteris estructurals de la delimitació dels espais oberts plantejada en aquest estudi (**Taula 1**) i la funcionalitat dels mateixos (**Gràfic 2**) a nivell de cadascuna de les dimensions de la contribució de la infraestructura verda al conjunt del sistema metropolità. Els resultats de cadascun dels models de regressió es presenten en la **Taula 4**. Per tal de facilitar la interpretació dels resultats es mostren els coeficients no estandarditzats i els valors predits per a cel·les homogènies d'una sola categoria d'espai obert. Tot seguit s'expliquen els resultats obtinguts per a cada indicador.

A1. Eficiència energètica. En escenaris convencionals, el model obtingut per a A1 explica el 25,9% de la variància, segons el qual les àrees agrícoles especialitzades obtindrien els valors més elevats d'eficiència, seguides de les àrees fluvials i les intersticials. Per la seva banda, el valor predit per a una cel·la d'àrea de mosaic seria de 2,34 (el propi valor de la constant), estant així per sota de tota la resta de categories en les quals es presenta agricultura. Com és previsible, aquelles categories sense agricultura presenten un valor negatiu, atès que l'indicador avalua l'eficiència en l'agricultura. Si es fa la comparació amb els escenaris amb gestió orgànica, es pot veure que els valors estimats per a les àrees agrícoles especialitzades són més baixos que en els escenaris convencionals. Però resulta interessant comprovar que, per contra, a les àrees de mosaic o en transició l'indicador predit és més elevat en el cas de la gestió orgànica que en la convencional. Aquest element posa en relleu que una transició ecològica és particularment favorable en els espais en mosaic, els quals històricament han mantingut un funcionament més complex i eficient dels recursos naturals.

B1. Integració energia-paisatge. El model de regressió múltiple per a aquest indicador representatiu de la dimensió de conservació de la biodiversitat és capaç d'explicar des d'un 55,1% fins a un 62,7% del total de la variància per als models convencional i orgànic, respectivament. Els resultats indiquen que, en termes generals, els valors obtinguts en orgànic serien superiors als obtinguts en convencional. Especialment interessants resulten les àrees agrícoles especialitzades, que, si bé tenen estimadors no estandarditzats petits, canvien de signe segons el maneig, sent la seva contribució negativa en escenaris amb gestió convencional i positiva en orgànica. Per la seva banda, els espais de mosaic o en transició presentarien valors més elevats que la resta d'espais agrícoles (amb l'excepció dels pocs espais agrícoles que es presenten a les àrees intersticials), però també superiors a les àrees nucli de conservació. Aquest resultat reforça també l'estratègia de conservació *land sharing*, segons la qual els espais intervinguts amb nivells de pertorbació intermèdia (com són els mosaics agroforestals) poden comportar condicions més favorables per a la biodiversitat que grans àrees nucli de conservació (les quals, de tota manera, són fonamentals també per al manteniment de metapoblacions; Fischer et al., 2008). Com és previsible, les àrees enjardinades i els espais no oberts tenen un efecte negatiu molt sostingut.



Gràfic 2. Anàlisi de Components Principals (ACP) i localització de les categories d'espais oberts respecte dels factors principals (entre parèntesis, la variància explicada). S'inclouen els escenaris de planejament i gestió (convencional vs orgànica) i els indicadors de l'Anàlisi Socioecològic Integrat (SIA) a l'Àrea Metropolitana de Barcelona.

Escenaris de planejament: ESC0 = escenari actual, ESC1 = escenari tendencial, ESC2 = escenari alternatiu, ESC3 = escenari potencial), sota gestió convencional (_C) i orgànica (_O) a l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB). Indicadors de l'Anàlisi Socioecològic Integrat (SIA): eficiència energètica (A1), integració energia-paisatge (B1), complexitat del paisatge (C1), entrada d'energies no renovables (D1), recirculació de nutrients (E1A), estoc de carboni (E1B), producció agrícola (E1C) i llocs de treball agrícoles (F1).

Font: Elaboració pròpia.

C1. Complexitat del paisatge. Aquest indicador, en tractar-se d'una mesura que depèn de les cobertes del sòl, presenta els mateixos resultats en convencional que en producció orgànica. En aquest cas la capacitat explicativa del model és més baixa que en la majoria de

Taula 4. Resultats de l'Anàlisi de Regressió Lineal Multivariant (ARLM) per a cadascun dels indicadors de l'Anàlisi Socioecològica Integrada (SIA) segons la gestió agrícola (convencional vs orgànica). Es mostren els coeficients estandaritzats incloent-hi tots els escenaris de planejament																	
	A1		B1		C1		D1		E1A		E1B		E1C		F1		
	Con	Org	Con	Org	Con	Org	Con	Org	Con	Org	Con	Org	Con	Org	Con	Org	
Cons	2.339	3.668	0.539	0.551	32.1	32.1	-4.6	135.4	32.1	53.8	945.3	945.3	11.216	8.462	0.043	0.037	
ANC	-1.856	-3.128	-	-	-28.9	-28.9	-	-139.7	-28.9	-45.7	1,819.1	1,819.1	-12.196	-9.123	-	-	
AAE	3.370	0.917	-0.065	0.017	-10.6	-10.6	820.4	642.5	-10.6	-19.2	331.3	331.3	151.633	105.497	2.148	2.885	
AMT	-	-0.886	0.205	0.246	-	-	200.1	-	-	-	820.2	820.2	-	-	0.955	1.238	
AFL	2.123	-	0.146	0.209	13.7	13.7	236.1	42.2	13.7	14.1	-	-	7.651	4.892	0.954	1.235	
AIN	1.063	-	0.231	0.258	-	-	155.8	-	-	-	-	-	-	-	1.013	1.346	
AER	-2.699	-3.966	-0.558	-0.560	-31.0	-31.0	-	-160.0	-31.0	-53.5	-985.2	-985.2	-13.261	-10.025	-0.267	-	
NEO	-0.469	-2.545	-0.590	-0.624	-29.4	-29.4	-	-120.0	-29.4	-50.5	-780.3	-780.3	-7.582	-5.328	-	-	
R²	0.259	0.251	0.551	0.627	0.170	0.170	0.591	0.585	0.170	0.152	0.629	0.629	0.702	0.701	0.230	0.223	

Indicadors SIA: eficiència energètica (A1), integració energia-paisatge (B1), complexitat del paisatge (C1), aportació d'energia no renovable (D1), recirculació de nutrients (E1A), estoc de carboni (E1B), producció agrícola (E1C) i feines agrícoles (F1). Categories d'espais oberts: Àrees nucli de conservació (ANC), Àrees agrícoles especialitzades (AAE), Àrees de mosaic o en transició (AMT), Àrees fluvials (AFL), Àrees intersticials (AIN), Àrees enjardinades o restaurades (AER), Àrees construïdes -espai no obert (ENO).

Font: Elaboració pròpia.

la resta d'indicadors, amb una R^2 de 0,179. Les àrees nucli de conservació, en tractar-se de masses homogènies grans, impliquen una petita disminució de la complexitat. En canvi, les àrees intersticials, en introduir diversitat de cobertes, tenen un efecte positiu, tot i que ambdós valors són menors. Les àrees agrícoles, les de mosaic i les fluvials, per la seva banda, no tenen estimador específic, resultant així estadísticament no significatives en aquest model, que, tanmateix, té una capacitat explicativa limitada. De nou, l'efecte dels espais no oberts i les àrees enjardinades és clarament negatiu.

D1. Entrades no renovables externes. Aquest indicador presenta valors absoluts superiors en els escenaris convencionals i té una capacitat explicativa que oscil·la entre el 58,5 i el 59,1% de la variabilitat total. El valor predit és similar en les diverses categories, obtenint-se els valors més elevats lògicament a les àrees agrícoles especialitzades, seguides de les àrees fluvials (on els cultius acostumen a ser de regadiu) i posteriorment per a les àrees de mosaic i les intersticials. Els escenaris en producció orgànica tenen valors predits lleugerament per sota dels de producció convencional, sent la diferència mínima en les àrees intersticials (16 MJ/ha) i màxima en les àrees de mosaic o en transició (61 MJ/ha). De nou, la transició ecològica seria particularment favorable en les àrees de mosaic.

E1A. Recirculació de nutrients. Tal com ja s'ha visualitzat a través de la SIA, els percentatges de recirculació de nutrients, en general, són superiors en els escenaris orgànics. En analitzar amb detall les contribucions de les diverses categories dels espais oberts, el comportament dels models és similar en la producció convencional i en l'orgànica, amb una R^2 de tan sols 0,170 per als escenaris convencionals i 0,152 per als orgànics. Les àrees fluvials són les que obtenen un valor estimat superior independentment del maneig, seguides per les àrees de mosaic o en transició i les intersticials. En canvi, les àrees agrícoles especialitzades, a causa de la forta pressió en l'ús dels recursos naturals, tenen valors negatius, tot i que òbviament molt per sota de les àrees sense usos agrícoles.

E1B. Estoc de carboni. El model de regressió múltiple explica un 63% de la variància total del model i, així com en el cas de la complexitat, no presenta diferències entre escenaris orgànics i convencionals per la naturalesa de les fonts que utilitza per tal de ser calculat. En aquest cas els valors més elevats s'obtenen a les àrees nucli de conservació, seguides per les àrees de mosaic o en transició i, molt per darrere, per les àrees agrícoles especialitzades.

E1C. Producció agrícola. Aquest model revela associacions estadísticament significatives per a les categories que contenen usos agrícoles (àrees agrícoles especialitzades i àrees fluvials). Resulta interessant veure que òbviament les zones més productives són les zones especialitzades però que posteriorment ho són aquells espais fluvials que també tenen una major productivitat. Tanmateix, el valor esperat d'aquestes àrees fluvials no difereix gaire del valor predit en les àrees de mosaic o en transició i les intersticials. De la mateixa manera, l'única diferència rellevant entre els escenaris amb maneig convencional i els orgànics es troba a les àrees agrícoles especialitzades, mostrant així que són aquestes les més afecta-

des per una transició ecològica i disposant d'una major resiliència les que es troben en combinacions mixtes (com són les àrees de mosaic, les fluvials o les intersticials).

F. Llocs de treball. Per a l'indicador dels llocs de treball s'ha obtingut un model amb una capacitat explicativa del 23,0% i del 22,3% de la variància total per a l'escenari convencional i l'orgànic, respectivament. Com en el cas de la producció agrícola (E1C) i dels *inputs* no renovables (D1), els llocs de treball agrícoles generats són molt superiors en el cas de les àrees agrícoles especialitzades que en la resta, seguides de les àrees intersticials, les àrees de mosaic o en transició i les àrees fluvials. En el cas dels escenaris orgànics, la quantitat de llocs de treball generats és superior, sobretot per a les àrees agrícoles especialitzades.

Conclusions

Els resultats d'aquest treball reforcen el plantejament inicial que la infraestructura verda metropolitana és un element estructural i funcional essencial del sistema metropolità, amb múltiples vocacions que no es poden delimitar simplement a l'ús del sòl existent. L'establiment de categories d'espais oberts permet aprofundir en la comprensió de la interrelació socioecològica entre els diferents components de la infraestructura verda, de cara a mantenir la cohesió i la integració adequada entre ells i amb la resta del sistema metropolità, una qüestió fonamental per al planejament territorial. Així, cadascuna d'aquestes categories d'espais oberts té un paper diferencial que es pot desgranar a partir d'una perspectiva multicriterial, multiescalar i sistèmica, absolutament necessària per entendre el funcionament de sistemes socioecològics complexos.

La creació de quatre escenaris teòrics de planejament permet observar de forma temptativa les conseqüències territorials i metabòliques de l'adopció de formes de planejament o de gestió diferencial de la infraestructura verda de l'AMB. L'escenari tendencial (S1) d'aplicació del planejament vigent suposaria un impacte negatiu molt important sobretot en les dimensions més relacionades amb l'ecologia del paisatge. Per contra, els escenaris alternatius (S2) i potencial (S3), on es recuperaria superfície agrícola, són particularment favorables en termes de la circularitat de fluxos metabòlics, producció agrícola i llocs de treball, però també d'augment d'emissions de gasos d'efecte hivernacle.

Tots aquests escenaris han estat avaluats en relació amb la gestió agrària (convencional *versus* orgànica) per avançar cap a una possible transició socioecològica, que seria molt efectiva en la recirculació de nutrients (E1A) o en la generació de nous llocs de treball (F1), però ho seria en molt menor mesura en altres qüestions com la conservació de la biodiversitat (B1) o la reducció de les entrades d'*inputs* no renovables (D1). D'altra banda, l'efecte del maneig orgànic seria especialment negatiu en termes de pèrdua d'eficiència energètica (A1) i de caiguda de la producció agrícola (E1C). Tot plegat posa en relleu que limitar-se al compliment de les regulacions per a la producció agrària orgànica (CCPAE) no és suficient

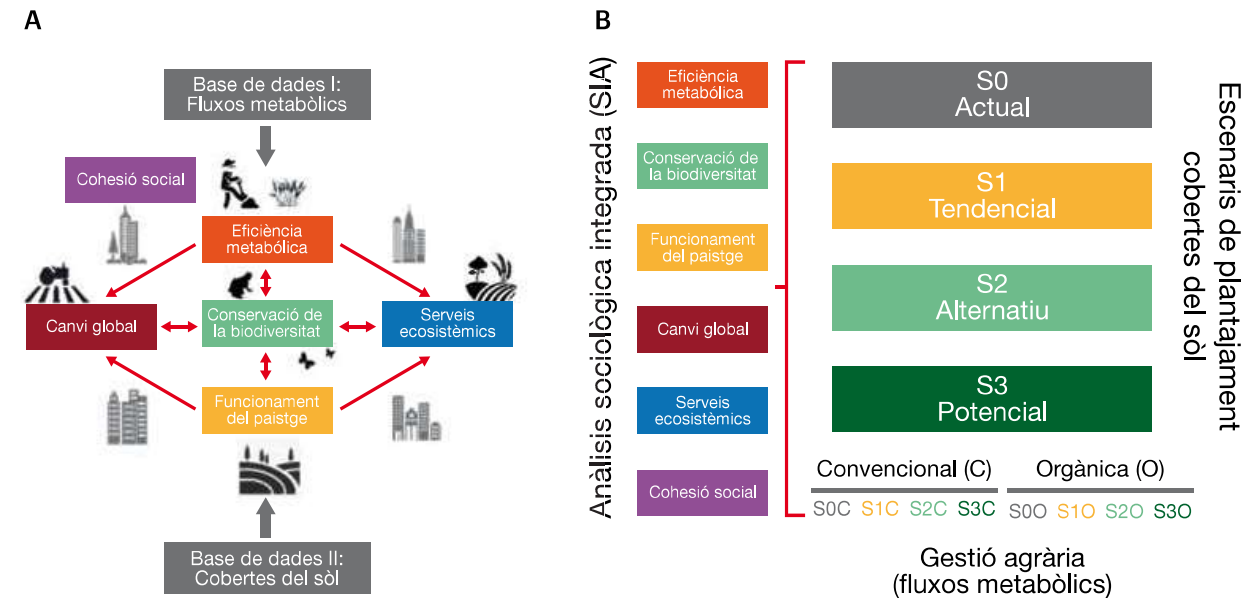
perquè una transició socioecològica afavoreixi dimensions com ara la reducció d'*inputs* no renovables o la millora de l'eficiència energètica. Per tal de assolir una millora significativa, caldria considerar formes d'agricultura agroecològica i no tan sols orgànica.

A l'hora d'identificar la contribució de cadascuna de les categories d'espais oberts al funcionament socioecològic de la infraestructura verda, una Anàlisi de Regressió Lineal Multivariant (ARLM) permet determinar fins a quin punt les categories mateixes expliquen els valors dels indicadors obtinguts amb el model SIA. Així, les categories són molt útils a l'hora d'explicar les dimensions de conservació de la biodiversitat (B1), la contribució al canvi global (D1), l'estoc de carboni (E1B) o la producció agrícola (E1C), però en canvi en altres dimensions, com l'eficiència metabòlica (A1), el funcionament del paisatge (C1), la recirculació de nutrients (E1A) o els llocs de treball (F1), existeixen variacions que no poden ser explicades únicament per aquestes. Tanmateix, se'n desprenen diversos aspectes que cal tenir en compte de cara a la planificació.

En aquesta anàlisi, es posa en relleu la contribució particularment multifuncional de les àrees de mosaic, amb una mescla rica i heterogènia d'usos del sòl, que tenen un impacte positiu en general, tant en relació amb les dimensions relacionades amb l'ecologia del paisatge (com també ho fan les àrees nucli de conservació), com les que fan referència als fluxos metabòlics (més associades a les àrees d'especialització agrícola). De fet, aquestes àrees de mosaic tenen un potencial important d'augment a l'àrea en els escenaris alternatiu (S2) i potencial (S3) i, en base als models estadístics obtinguts, contraresten les pèrdues observades en la producció agrícola (E1C) i l'eficiència energètica (A1). D'altra banda, les àrees intersticials juguen un paper més important del que es considera sovint, contribuint poc en el metabolisme total en termes absoluts, però sí en termes relatius, i sobretot introduint diversitat de cobertes, fet que afavoreix uns determinats patrons i processos del paisatge.

Així doncs, s'ha posat de manifest la contribució actual i potencial de l'estructura funcional del paisatge metropolità per avançar cap a una transició socioecològica a l'AMB, mitjançant nous criteris i eines d'anàlisi que faciliten una avaluació sistèmica del territori. En aquest sentit, el model metabòlic-territorial anomenat Anàlisi Socioecològica Integrada (SIA), que es proposa en el present treball, permet la identificació d'elements crítics/estratègics per transitar cap a una economia més circular i vinculada amb la qualitat ecològica de la metròpoli, caracteritzant les diferents vocacions existents al territori i la seva interrelació en el funcionament d'un sistema socioecològic tan complex com és l'AMB.

ANNEX



Dimensió	Indicador	Descripció
A. Eficiència metabòlica	A1. Eficiència energètica	Mesura la quantitat d'energia obtinguda en els espais agrícoles segons la quantitat d'energia externa invertida (Tello et al., 2016)
B. Conservació de la biodiversitat	B1. Interacció energia-paisatge	Avalua les condicions per a la biodiversitat a partir de la complexitat del paisatge (C1) i els fluxos del metabolisme agrari (A1) (Marull et al., 2019b)
C. Funcionament del paisatge	C1. Complexitat paisatgística	Valora els patrons i processos del paisatge a partir l'heterogeneïtat d'usos i la connectivitat ecològica (Marull i Mallarach, 2005)
D. Canvi global	D1. Entrades no renovables	Calcula les entrades d'energia externa no renovables (Tello et al., 2015) la qual cosa s'associa a més emissions de gasos d'efecte hivernacle
E. Serveis ecosistèmics	Suport	E1A. Recirculació de nutrients
	Regulació	E1B. Estoc de carboni
	Aprovisionament	E1C. Producció agrícola
F. Cohesió social	F1. Llocs de treball	Caracteritza el potencial d'Unitats de Treball Agrari (UTA) completes que es requereix per al manteniment dels espais oberts (Padró et al., 2017)

Gràfic A1. Model conceptual (A), disseny experimental (B) i indicadors emprats (C) per a l'avaluació estratègica d'escenaris de planejament territorial i gestió agrària (convencional vs orgànica) realitzada amb el model Anàlisi Socioecològica Integrada (SIA)
Font: Elaboració pròpia.

Taula A1. Anàlisi de Components Principals (ACP) en relació amb els escenaris de planejament i gestió agrària (convencional vs orgànica) i matriu de components rotada

Convencional	Autovalors inicials			Suma de les saturacions al quadrat (rotació)		
Factors	Total	Variància (%)	% Acumulat	Total	Variància (%)	% Acumulat
1	2.666	33.331	33.331	2.591	32.384	32.384
2	2.145	26.814	60.145	2.221	27.761	60.145
3	0.986	12.322	72.466			
4	0.798	9.980	82.447			
5	0.585	7.318	89.765			
6	0.529	6.617	96.382			
7	0.166	2.076	98.458			
8	0.123	1.542	100.000			

Orgànica	Autovalors inicials			Suma de les saturacions al quadrat (rotació)		
Factors	Total	Variància (%)	% Acumulat	Total	Variància (%)	% Acumulat
1	3.476	43.452	43.452	2.850	35.624	35.624
2	1.972	24.649	68.101	2.598	32.477	68.101
3	1.010	12.620	80.721			
4	0.663	8.288	89.009			
5	0.419	5.235	94.244			
6	0.288	3.603	97.847			
7	0.129	1.607	99.454			
8	0.044	0.546	100.000			

Matriu de components rotada	Convencional		Orgànica	
	Factor		Factor	
	1	2	1	2
A1. Eficiència energètica	0.741	0.017	0.341	0.701
D1. Entrades externes no renovables	0.807	-0.162	0.004	0.839
E1C. Producció agrícola	0.809	-0.242	-0.036	0.871
B1. Integració energia-paisatge	0.102	0.923	0.937	0.228
C1. Complexitat paisatgística	0.065	0.906	0.934	0.123
E1B. Estoc de carboni	-0.355	0.606	0.859	-0.090
E1A. Recirculació de nutrients	0.473	0.298	0.473	0.395
F1. Llocs de treball	0.610	0.084	0.144	0.643

Font: Elaboració pròpia.

Referències bibliogràfiques

- BARTESAGHI KOC, C.; OSMOND, P.; PETERS, A. (2017). "Towards a comprehensive green infrastructure typology: a systematic review of approaches, methods and typologies". *Urban Ecosystems* 20, 15-35.
- BENEDICT, M. A.; McMAHON, E. T. (2002). "Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century". *Renewable Resource Journal* (Autumn): 12-17.
- CATALAN COUNCIL OF ORGANIC PRODUCTION - CCPAE (2017). *Ecological agriculture statistical book*. Retrieved from: <http://www.ccpae.org/docs/estadistiques/espanya2017.pdf> on: August 2019.
- CENTRE DE RECERCA ECOLÒGICA I APLICACIONS FORESTALS - CREA (2019). *Mapa de cobertes del sòl de Catalunya*.
- DE PONTI, T.; RIJK, B.; VAN ITTERSUM, M. K. (2012). "The crop yield gap between organic and conventional agriculture". *Agricultural systems* 108, 1-9.
- DEPARTMENT OF AGRICULTURE, FOOD AND RURAL DEVELOPMENT – DAAR (2007). *White book on the organic agri-food production in Catalonia*. Barcelona: DAAR.
- DOBLAS MIRANDA, E.; ROVIRA, P.; BROTONS, LL. et al. (2013). "Soil Carbon Stocks and Their Variability across the Forests, Shrublands and Grasslands of Peninsular Spain". *Biogeosciences* 10(12), 8353-8361.
- EC-EUROPEAN COMMISSION (2007). *European Organic Regulations (EC)*. No 834/2007. Brussel·les: European Commission.
- EC-EUROPEAN COMMISSION (2008). *European Organic Regulations (EC)*. No 1235/2008. Brussel·les: European Commission.
- EC-EUROPEAN COMMISSION (2013). *Green infrastructure (GI)—enhancing Europe's natural capital*. Brussel·les: European Commission.
- FISCHER, J.; ABSON, D. J.; BUTSIC, V. et al. (2014). "Land sparing versus land sharing: moving forward". *Conservation Letters* 7(3), 149-157.
- GIOLLI, A. (2017). "L'activitat agrària a l'àrea metropolitana de Barcelona: reptes i oportunitats per al planejament urbanístic des d'una visió agroecològica", dins: TENDERO, G. (coord.). *La ciutat agrària. Agricultura urbana i sobirania alimentària*. Xarxa de Consum Solidari, Aliança per la Sobirania Alimentària de Catalunya, pàg. 81-96.
- HABERL, H.; FISCHER-KOWALSKI, M.; KRAUSMANN, F. et al. (2011). "A socio-metabolic transition towards sustainability? Challenges for another Great Transformation". *Sustainable development* 19(1), 1-14.
- INSTITUT D'ESTADÍSTICA DE CATALUNYA – IDESCAT (2019). *Anuari Estadístic de Catalunya 2019*.
- MARCO, I.; PADRÓ, R.; CATTANEO, C. et al. (2018). "From Vineyards to Feedlots: A Fund-Flow Scanning of Sociometabolic Transition in the Vallès County (Catalonia) 1860-1956-1999". *Regional Environmental Change* 18(4), 981-993.
- MARULL, J.; MALLARACH, J. M. (2005). "A GIS methodology for assessing ecological connectivity: Application to the Barcelona Metropolitan Area". *Landscape and Urban Planning* 71(2-4), 243-262.
- MARULL, J.; PINO, J.; TELLO, E. et al. (2008). "El tratamiento del territorio como sistema: Criterios ecológicos y metodologías paramétricas de análisis". *Ciudad y Territorio* 157, 439-453.
- MARULL, J.; PADRÓ, R.; CIRERA, J. et al. (2019a). "Cap a una anàlisi socioecològica integrada de la infraestructura verda metropolitana". *Anuari Metropolità de Barcelona 2018. Del barri a la metròpoli*. Bellaterra: Institut d'Estudis Regionals i Metropolitans de Barcelona.

- MARULL, J.; HERRANDO, S.; BROTONS, LL. et al. (2019b). "Building on Margalef: Testing the links between landscape structure, energy and information flows driven by farming and biodiversity". *Science of the Total Environment* 674, 603-614.
- PADRÓ, R.; MARCO, I.; CATTANEO, C. et al. (2017). "Does Your Landscape Mirror What You Eat? Long-Term Socio-Metabolic Analysis of a Local Food System in the Vallès County (Spain, 1860-1956-2000)", in: *In search of sustainable local food systems: Socio-metabolic perspectives*, editat per E. Frankova, W. Haas i S. J. Singh. Nova York: Springer.
- PADRÓ, R.; MARULL, J.; GIOCOLI, A. et al. (2019). "Anàlisi Socioecològica Integrada: aplicació al planejament del territori metropolità". *Anuari Metropolità de Barcelona 2018. Del barri a la metròpoli*. Bellaterra: Institut d'Estudis Regionals i Metropolitans de Barcelona.
- TELLO, E.; GALÁN, E.; SACRISTÁN, V. et al. (2016). "Opening the Black Box of Energy Throughputs in Agroecosystems: A Decomposition Analysis of Final EROI into Its Internal and External Returns (the Vallès County, Catalonia c. 1860 and 1999)". *Ecological Economics* 121, 160-174.
- SEUFERT, V.; RAMANKUTTY, N.; FOLEY, J. A. (2012). "Comparing the yields of organic and conventional agriculture". *Nature* 485(7397), 229.