



El paper dels sòls davant del canvi climàtic

Rosa M Poch
Departament Medi Ambient i Ciències del Sòl, UdL

Presentació del capítol "Sòls" del Tercer Informe sobre el
canvi climàtic a Catalunya

Jornada ICGC "Els sòls i el canvi climàtic"

Tremp, 11-desembre-2017



Generalitat de Catalunya
**Consell Assessor
 per al Desenvolupament Sostenible**



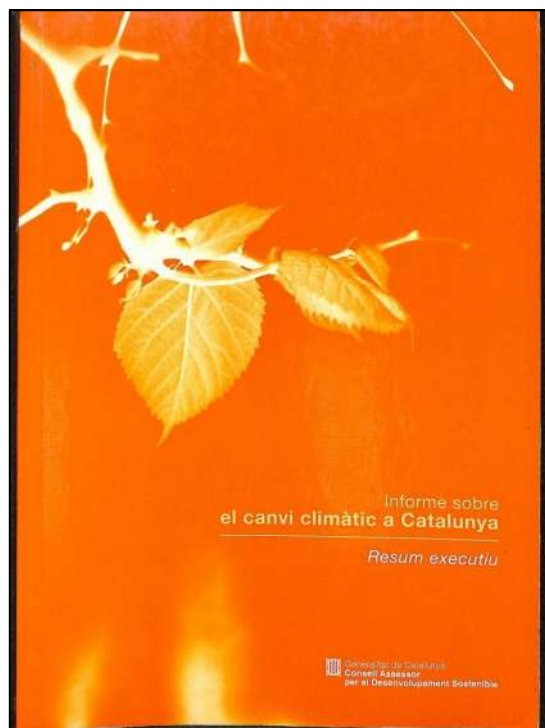
**Servei
 Meteorològic
 de Catalunya**



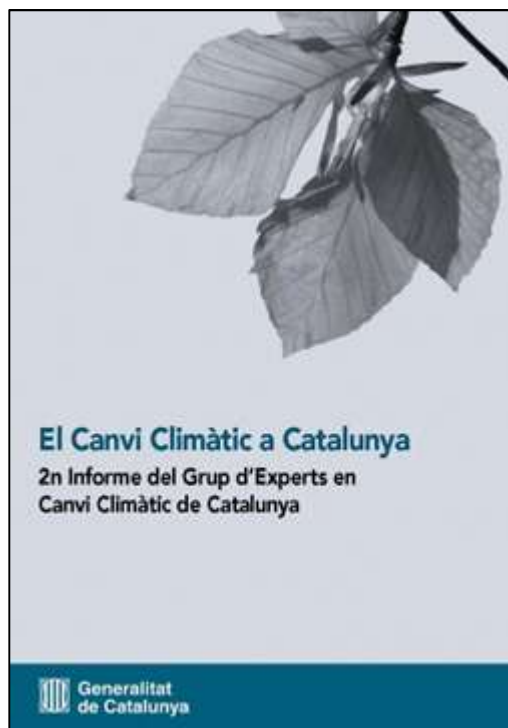
**Oficina Catalana
 del Canvi Climàtic**



**Institut
 d'Estudis
 Catalans**



2005



2010



2016

Tercer informe sobre el canvi climàtic a Catalunya

J. Martín Vide (coord.)

1a PART: Bases científiques del canvi climàtic

- 1 El balanç global de carboni i els escenaris d'estabilització del canvi climàtic
- 2 Balanç de carboni: emissions de gasos amb efecte d'hivernacle a Catalunya
- 3 Balanç de carboni: els embornals a Catalunya
- 4 Evolució recent de la temperatura, la precipitació i altres variables climàtiques a Catalunya
- 5 Projeccions climàtiques i escenaris de futur

2a PART: Sistemes naturals: impactes, vulnerabilitat i adaptació

- 6 Riscos d'origen climàtic
- 7 Recursos hidrològics
- 8 Sistemes costaners i dinàmica litoral
- 9 Ecosistemes terrestres
- 10 Ecosistemes aquàtics continentals
- 11 Ecosistemes marins i costaners

12 Sòls

3a PART: Sistemes humans: impactes, vulnerabilitat, adaptació i mitigació

4a PART: Governança i gestió del canvi climàtic

<http://cads.gencat.cat/ca/inici/index.html>

12 Sòls

Autors

Josep M. Alcañiz Baldellou

Jaume Boixadera i Llobet

Maria Teresa Felipó Oriol

Josep Oriol Ortiz i Perpiñà

Rosa M. Poch Claret

Josep M. Alcañiz Baldellou és catedràtic d'edafologia a la Universitat Autònoma de Barcelona i investigador al Centre de Recerca Ecològica i d'Aplicacions Forestals (CREAF). Ha centrat la recerca en el camp de l'aplicació de residus orgànics per a regenerar sòls degradats, com ara l'aprofitament de fangs de depuradora o compost en la rehabilitació de pedreres. Les línies actuals tracten el segrest de carboni, els sòls contaminats i els efectes del biocarbó (*biochar*).

Jaume Boixadera i Llobet és doctor en ciència del sòl, cap del Servei de Sòls i Gestió Mediambiental de la Producció Agrària de la Generalitat de Catalunya i professor associat a la Universitat de Lleida. Ha treballat en els àmbits de la recerca, dels inventaris, de la cartografia i de la gestió dels sòls.

Maria Teresa Felipó Oriol és catedràtica d'edafologia i química agrícola a la Universitat de Barcelona. Va orientar la recerca en la caracterització de residus

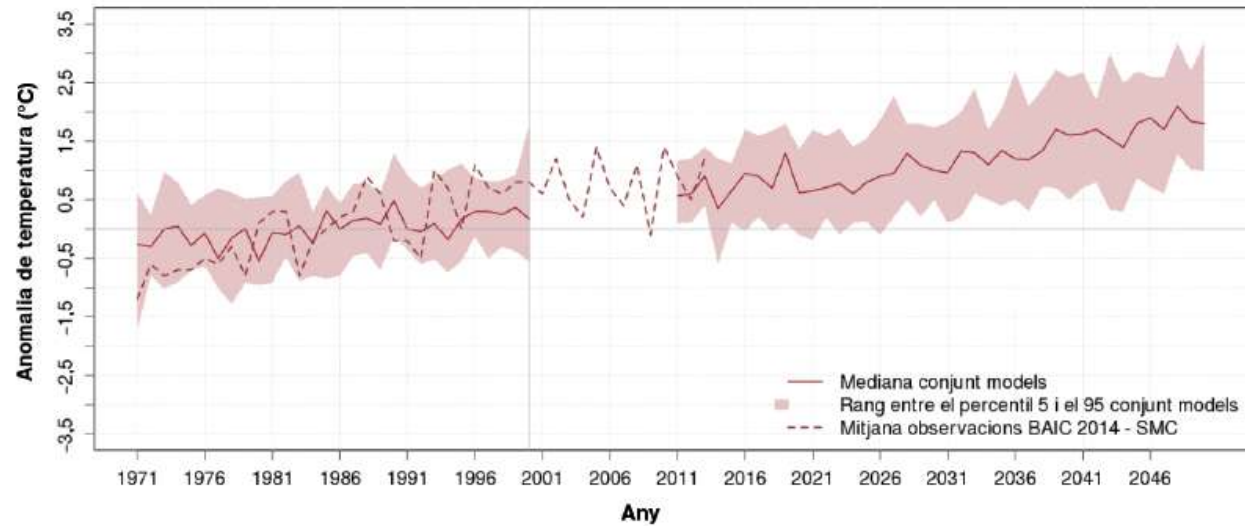
orgànics, en la valorització al sòl i en aspectes relacionats amb la contaminació dels sòls.

Josep Oriol Ortiz i Perpiñà és professor d'edafologia de la Universitat de Saragossa. Centra la recerca en la dinàmica de la matèria orgànica del sòl i el segrest de carboni, en els efectes dels incendis i en la rehabilitació de sòls molt degradats mitjançant l'ús de residus orgànics. Ha participat en la implementació d'assajos d'ecotoxicitat basats en l'activitat biològica del sòl.

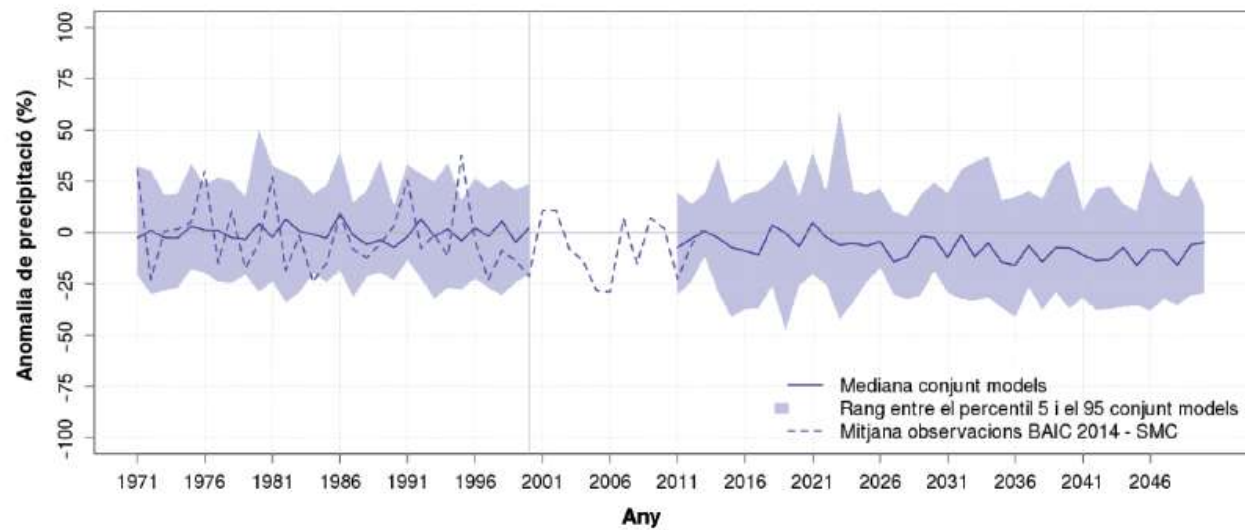
Rosa M. Poch Claret és catedràtica d'edafologia de la Universitat de Lleida i presidenta de la Comissió de Morfologia i Micromorfologia de Sòls de la Unió Internacional de Ciències del Sòl (IUSS). Centra la recerca en la gènesi de sòls de zones semiàrides, en el maneig i la rehabilitació de sòls i en l'emmagatzematge de carboni en relació amb l'estructura del sòl.

Quin canvi climàtic?

Projeccions regionalitzades del 2011-2050 respecte al 1971-2000 Catalunya



Projeccions regionalitzades del 2011-2050 respecte al 1971-2000 Catalunya



Projeccions regionalitzades per al període **2031-2050** respecte del període **1971-2000**

		Hivern	Primavera	Estiu	Tardor	Anual
Litoral/ Prelitoral	ΔT (°C)	1,2 (0,8/1,9)	1,2 (0,5/2,2)	1,8 (0,7/2,5)	1,7 (0,6/2,1)	1,4 (0,9/2,0)
	ΔPPT (%)	-6,0 (-40,2/35,7)	-12,0 (-37,5/6,9)	-11,7 (-33,8/11,7)	-9,1 (-30,2/11,5)	-8,3 (-27,1/2,3)
Interior	ΔT (°C)	1,2 (0,8/1,9)	1,2 (0,4/2,3)	1,9 (0,7/2,7)	1,7 (0,8/2,2)	1,4 (0,9/2,1)
	ΔPPT (%)	-1,1 (-30,9/42,0)	-11,5 (-32,2/6,4)	-9,9 (-28,1/11,5)	-8,9 (-27,5/11,0)	-6,5 (-23,7/1,4)
Pirineu	ΔT (°C)	1,4 (0,9/2,1)	1,4 (0,6/2,5)	1,9 (0,6/2,8)	1,8 (0,8/2,3)	1,6 (0,9/2,2)
	ΔPPT (%)	-1,8 (-11,0/22,5)	-8,4 (-24,4/5,8)	-9,0 (-24,3/8,2)	-9,3 (-25,4/0,7)	-5,3 (-16,1/-1,2)
Catalunya	ΔT (°C)	1,3 (0,8/2,1)	1,2 (0,5/2,4)	1,8 (0,7/2,6)	1,7 (0,7/2,2)	1,4 (0,9/2,0)
	ΔPPT (%)	-3,8 (-28,2/20,7)	-10,7 (-31,4/4,0)	-10,2 (-28,1/9,8)	-9,4 (-27,5/4,7)	-6,8 (-22,0/-0,7)

El sòl: agent i pacient



- Cos natural que actua com a sistema viu, amb entrades i sortides de matèria i energia
- Múltiples funcions
- Component del medi que pot ser **afectat** pel canvi climàtic
- Agent que pot actuar com a **mitigador / accelerador** del canvi climàtic

1000 kg C/ha

mineralització

segrest

1870 m³ CO₂

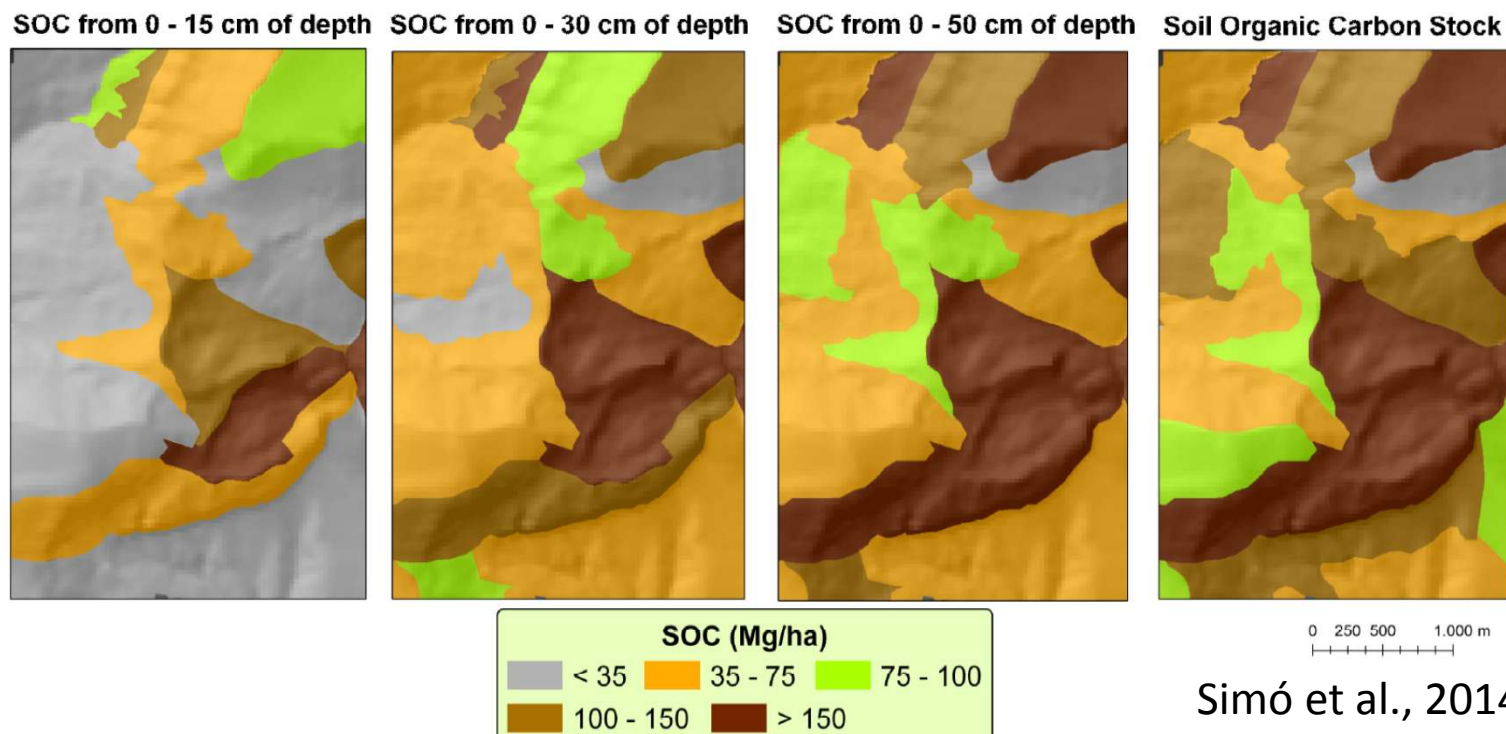
Reserves de carboni als sòls de Catalunya

Reserves sòls forestals: 90-100 Mg/ha (Vayreda et al., 2016)

Reserves de C orgànic (Mg ha⁻¹) i distribució segons la profunditat en sòls agrícoles de la franja occidental de Catalunya (Costa, 2004)

Profunditat (cm)	Mitjana Mg/ha	Desv. Est.	Nº Perfils
0-15	26	15	3221
0-30	45	21	2432
0-50	61	30	1304
0-100	93	38	870

El Solsonès
(Ribera Salada)



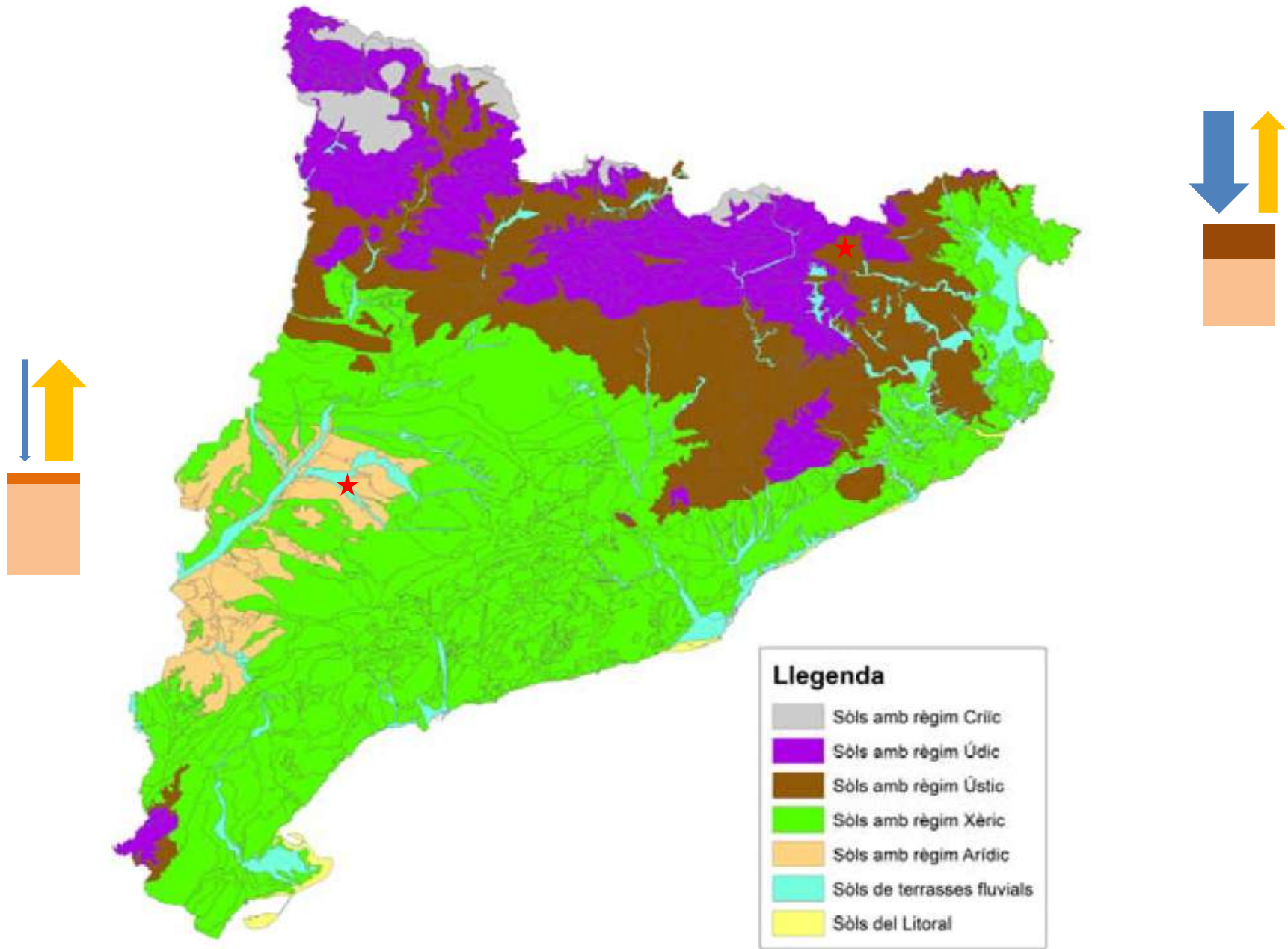
Impactes del CC sobre les comunitats microbianes del sòl: (↑) efecte positiu, (↓) negatiu, o (↔) igual nombre. En roig, major seguretat en la conclusió. Adaptat de Vries i Bardgett (2014)

	CO ₂ elevat	Escalfament	Sequera
Diversitat microbiana	↔	↔	↑
Diversitat bacteriana	↔	↓	↓
Diversitat fúngica	↔	↔	↔
Abundància microbiana	↑	↑	↔
Abundància bacteriana	↔	↑	↓
Abundància fúngica	↑	↑	↑

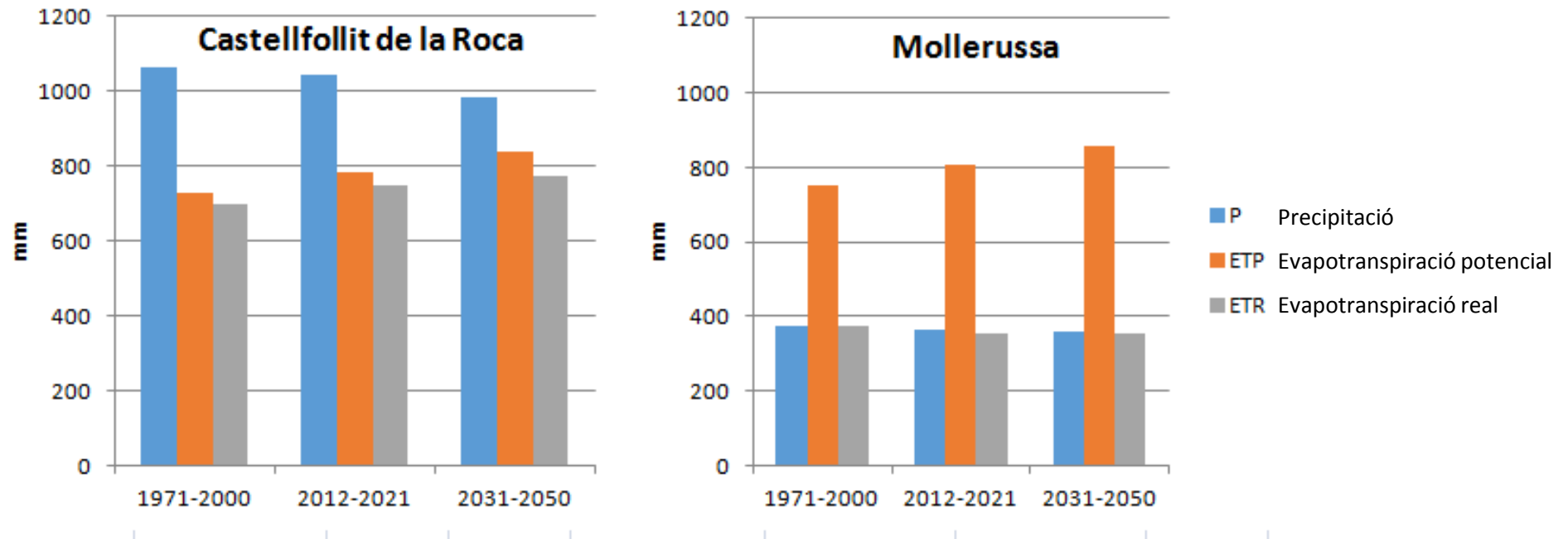
Efectes del CC en el règim hídic dels sòls

El sòl com a pacient

ICGC, 2017



Efectes del CC en el règim hídric dels sòls



Reserva d'aigua del sòl = 100 mm

Sèrie normal actual: 1971-2000

Projeccions decadals 2012-21 i 2031-50.

Les dades de precipitació i temperatura pel càlcul de l'ETP provenen de l'INM.

ETP segons Thornthwaite

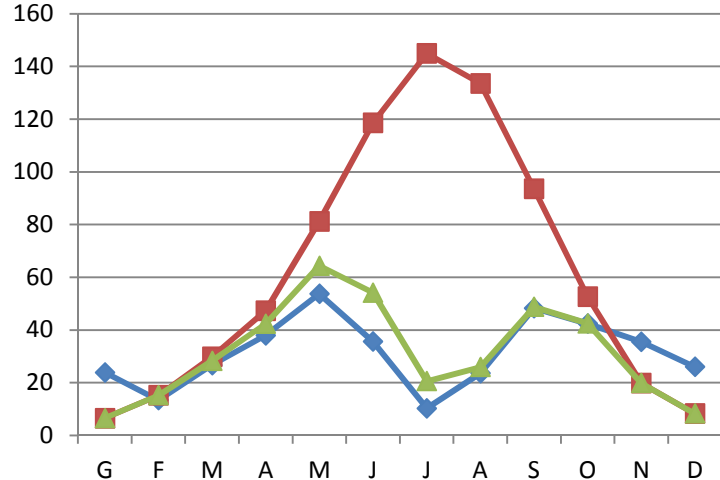
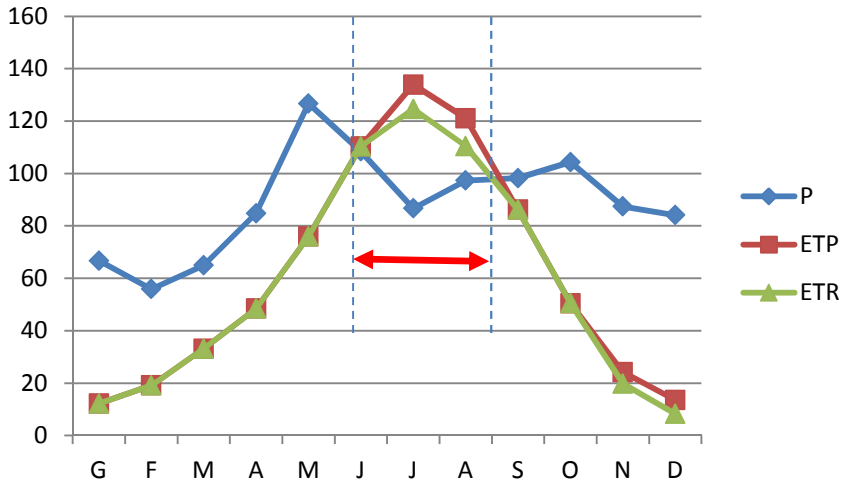
Efectes del CC en el règim hídic dels sòls

El sòl com a pacient

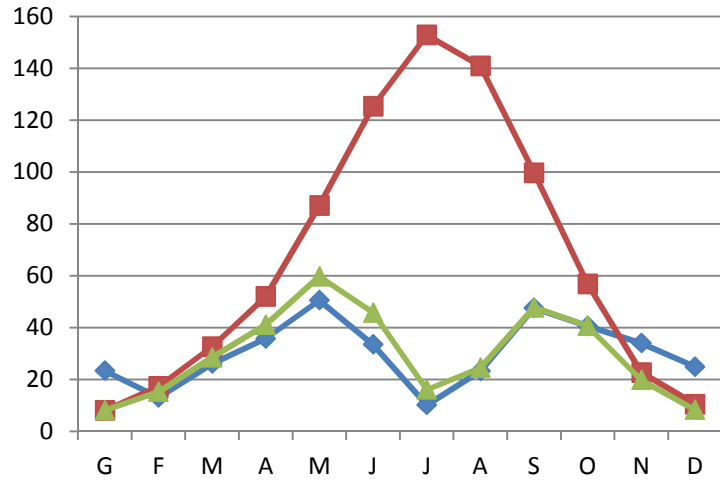
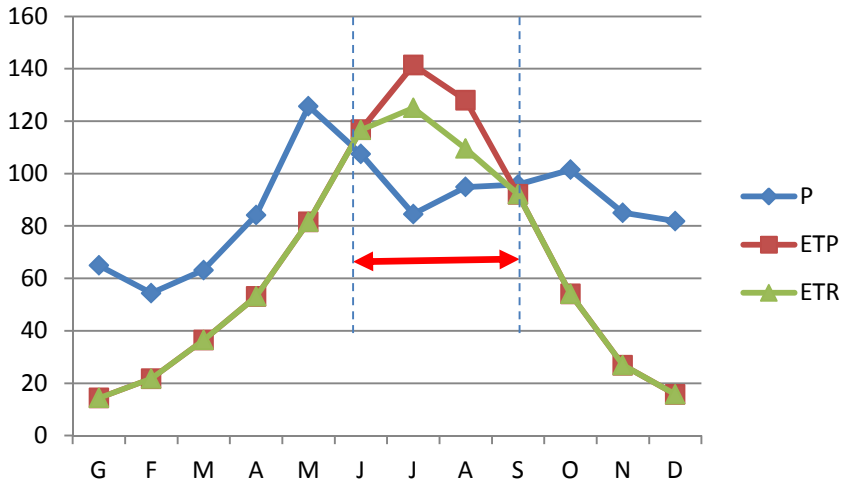
Castellfollit de la Roca

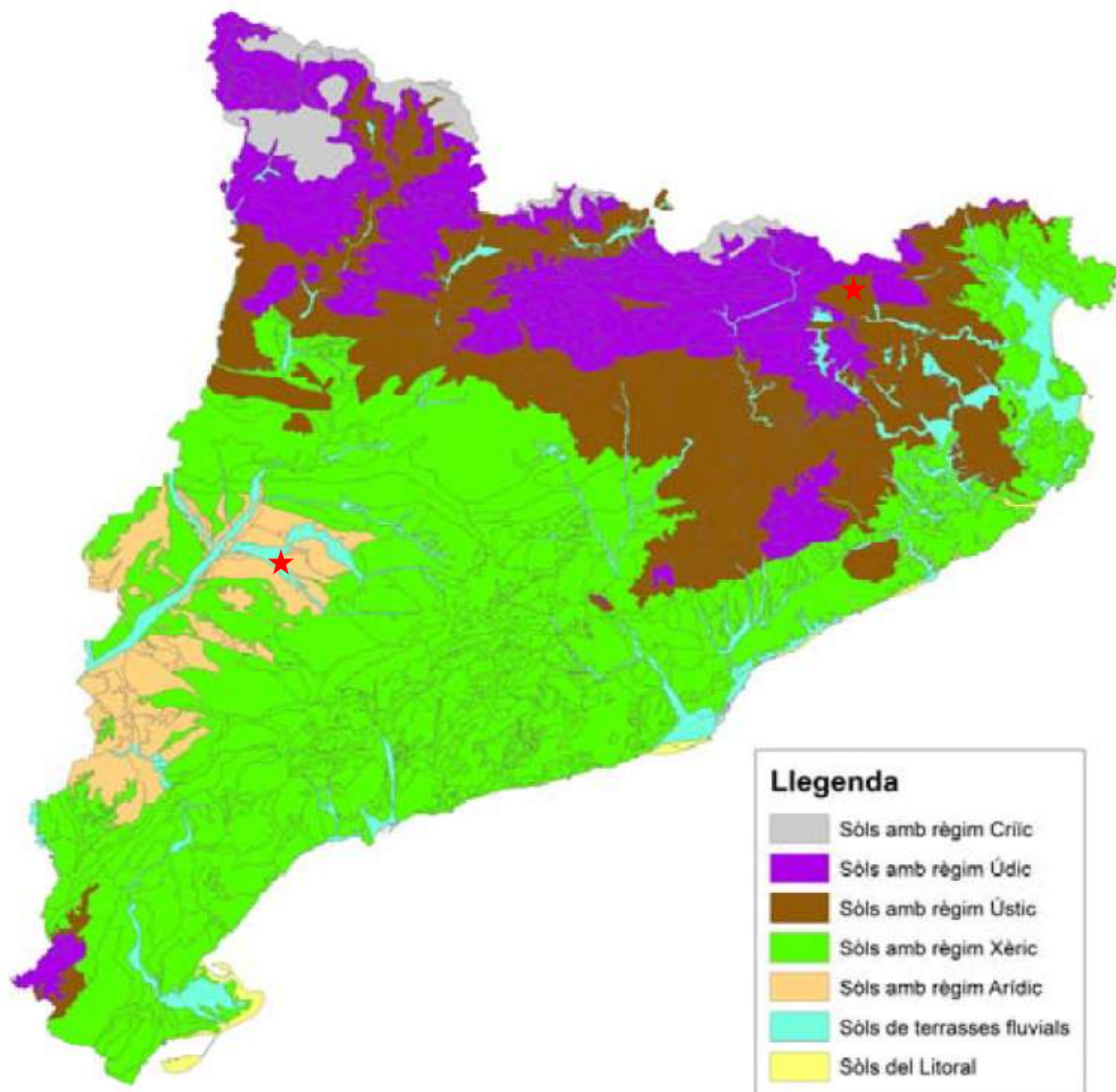
Mollerussa

2012-2021



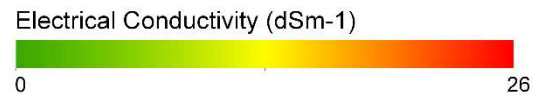
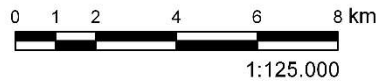
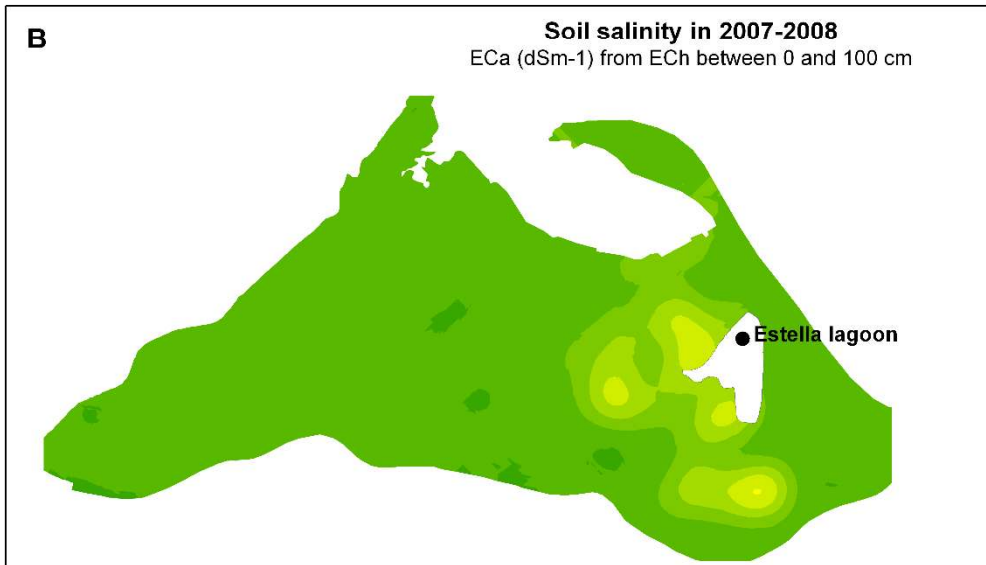
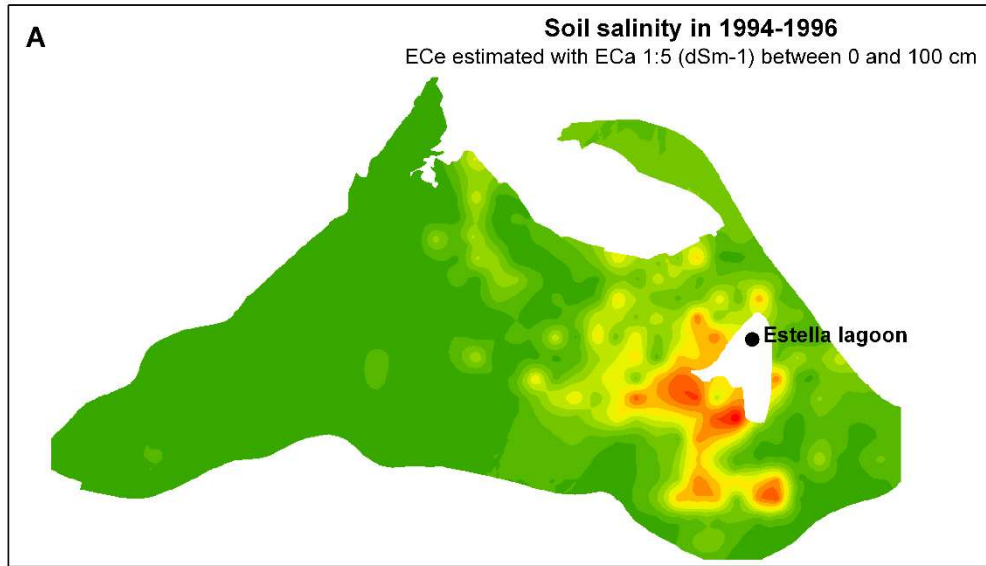
2031-2050





Efectes del CC en el risc de salinització dels sòls

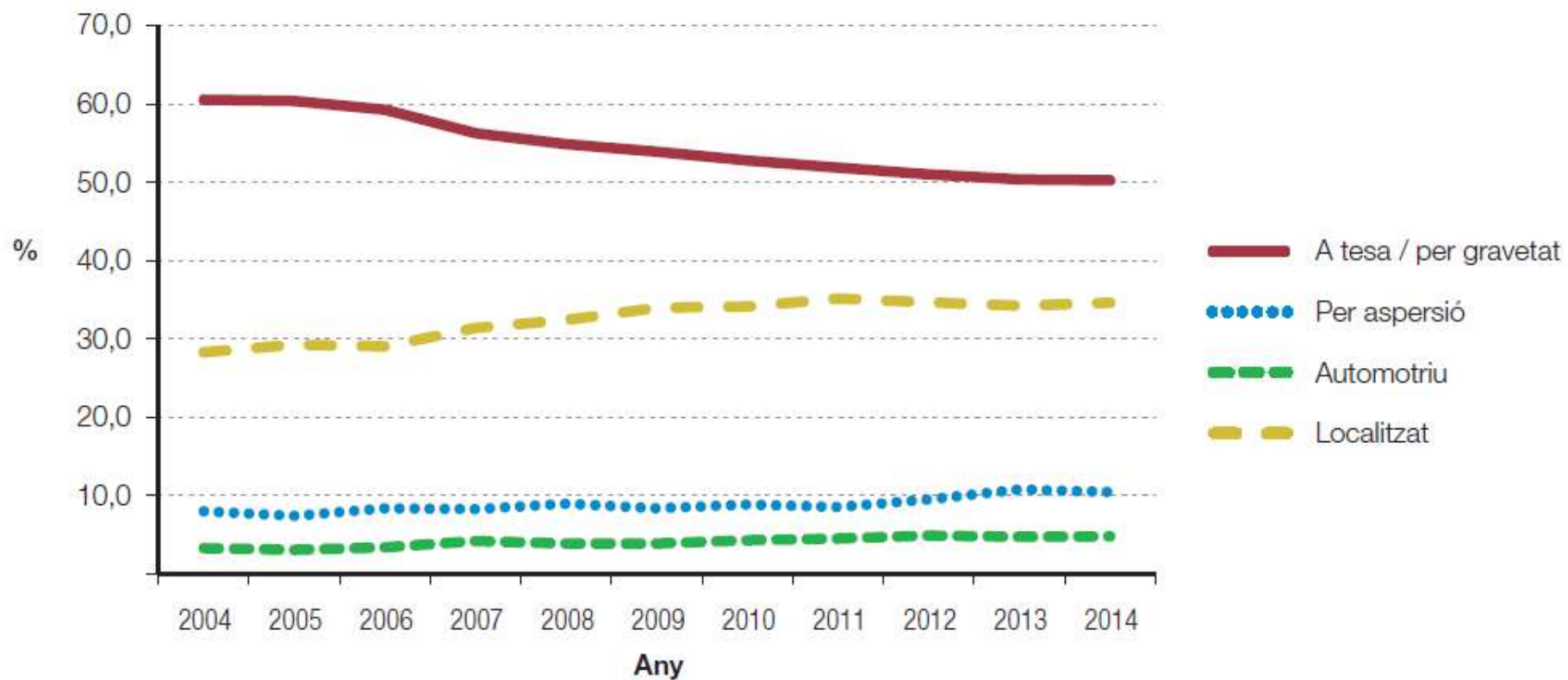
El sòl com a pacient



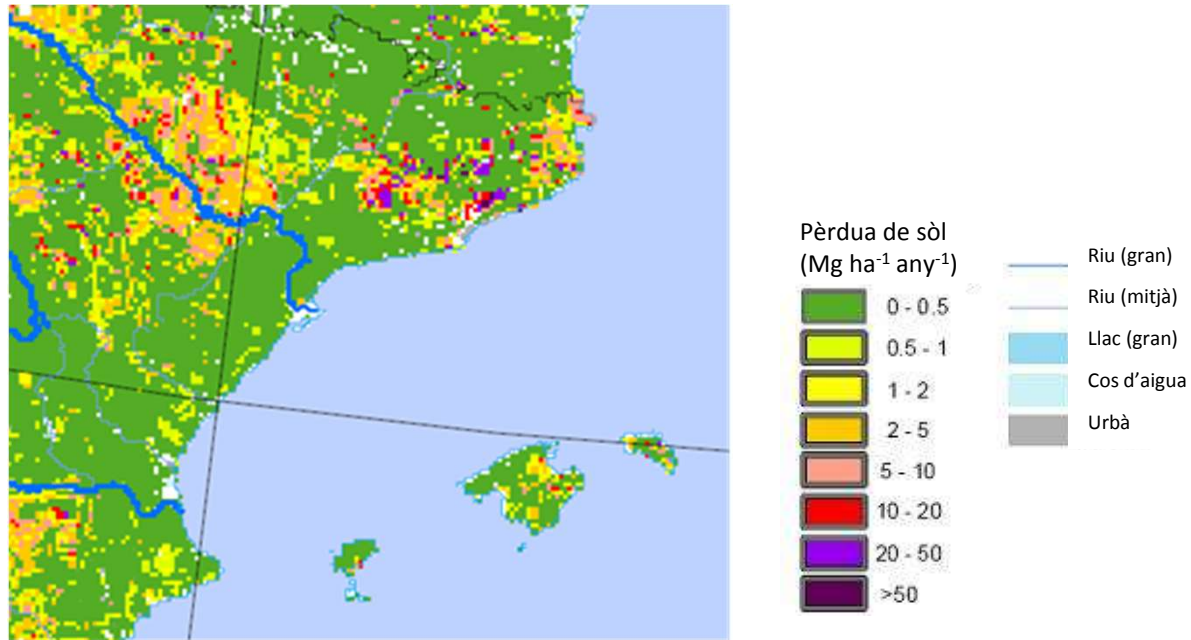
Simó, 2015

Evolució de les superfícies dedicades als diferents tipus de reg referides al total de la superfície regada a Catalunya.

Font: MAGRAMA, 2015.



Risc mitjà d'erosió estimat amb el model PESERA (Kirkby et al., 2004).



Factor climàtics: erosivitat (energia) de la pluja ↑

Factor edàfics: erosionabilitat del sòl (textura, matèria orgànica) ↑

Factor topogràfics: pendent i llargada dels vessants

Factor de coberta vegetal

Factor de pràctiques de conservació

} Maneig del sòl



El sòl com a agent: com poden actuar els sòls sobre el canvi climàtic?

Emissió / segrest de GEH



Pràctiques agrícoles

Reg

Rehabilitació de sòls

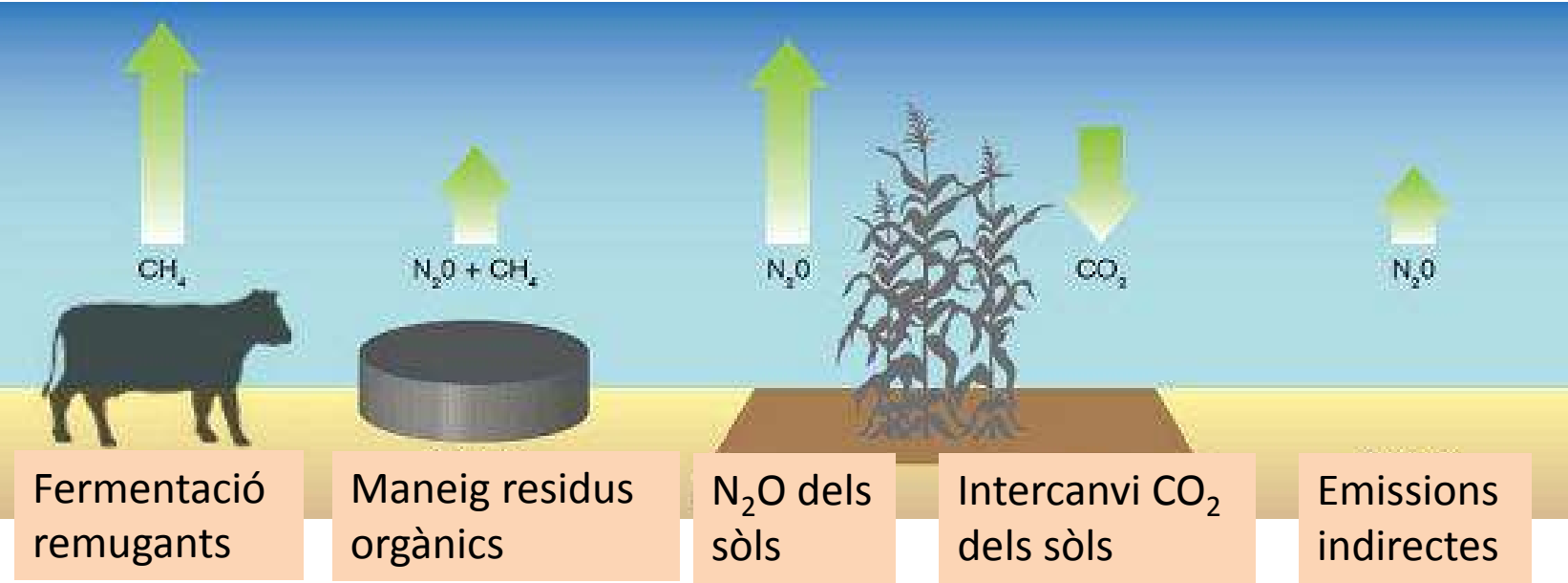
Gestió de residus

Agricultura: 10% de l'emissió de geh, 80% al CO₂

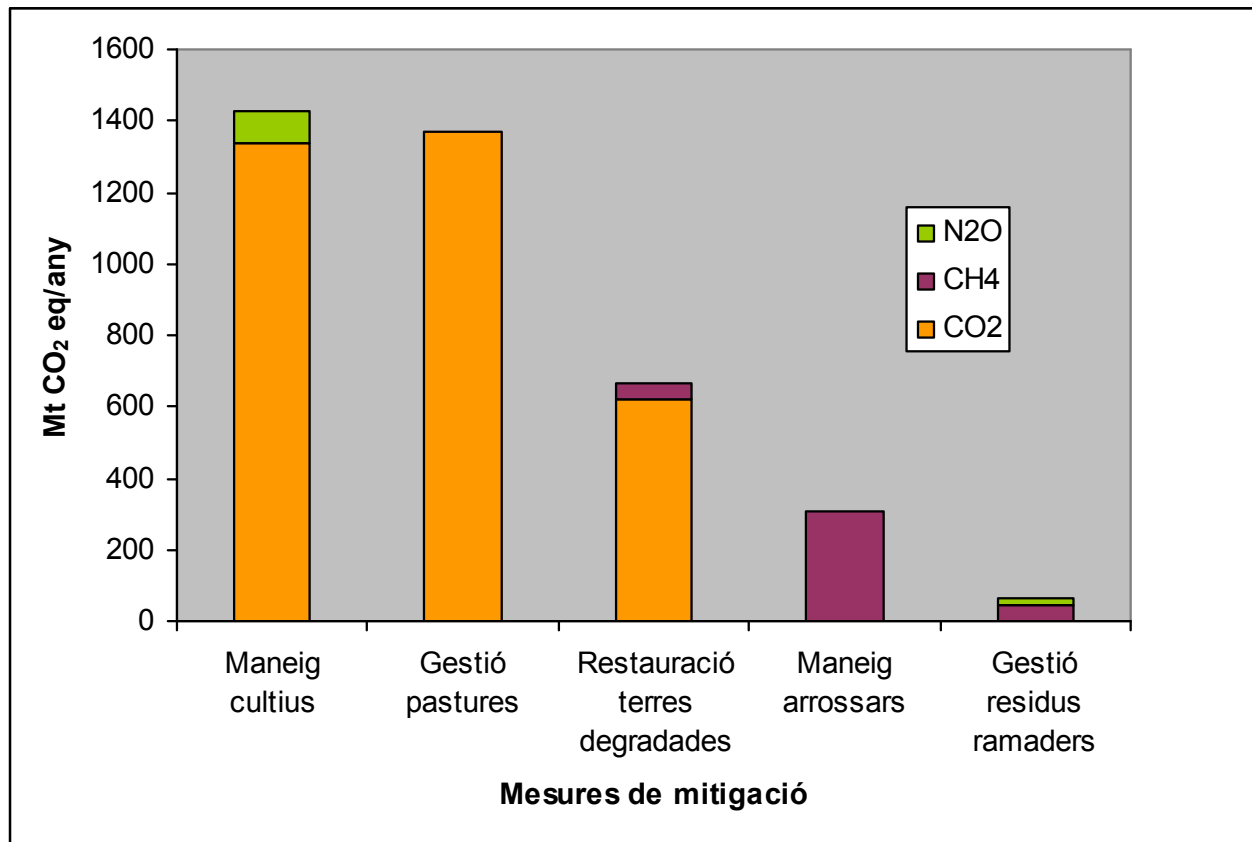
Emissions de GEH – Gasos d’Efecte Hivernacle pel sòl

Potencial d’escalfament global (PEG) dels gasos hivernacle d’origen natural (IPCC, 1997)

GEH	Temps de residència, anys	PEG relatiu, horitzó temporal en anys			Percentatge d’augment anual, des de 1980
		20	100	500	
CO ₂	5-200	1	1	1	0,4
CH ₄	12	62	23	7	0,6
N ₂ O	114	275	296	156	0,25



Potencial de mitigació global de les emissions de GEH aplicant mesures de gestió de sòls. (Font: modificat a partir de Smith et al. 2007).



4 POUR 1000

LES SOLS POUR LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE ET LE CLIMAT

<http://www.4p1000.org/>

4 PER 1000 CARBON SEQUESTRATION IN SOILS FOR FOOD SECURITY AND THE CLIMATE

The quantity of carbon contained in the **atmosphere** increases by **4.3 billion tons** every year

+4.3 bn tons carbon / year

↑↑
CO₂ emissions



Forests ⊖⊖

Oceans ⊖⊖

Human activities ⊕⊕⊕⊕

Deforestation ⊕

⊖ absorption ⊕ emission

The world's **soils** contain **1 500 billion tons** of carbon in the form of organic material

absorption of CO₂ by plants



↓ ↓
storage of organic carbon in soils

1 500 bn tons carbon

If we increase by **4‰ (0.4%)** a year the quantity of carbon contained in soils, **we can halt the annual increase in CO₂ in the atmosphere**, which is a major contributor to the greenhouse effect and climate change

increased absorption of CO₂ by plants :



farmlands, meadows, forests...



+4‰ carbon storage in the world's soils

= more fertile soils
= soils better able to cope with the effects of climate change

HOW CAN SOILS STORE MORE CARBON?

The more soil is covered, the richer it will be in organic material and therefore in carbon. Until now, the combat against global warming has largely focused on the protection and restoration of forests. In addition to forests, we must encourage more plant cover in all its forms.



Never leave soil bare and work it less, for example by using no-till methods



Introduce more intermediate crops, more row intercropping and more grass strips



Add to the hedges at field boundaries and develop agroforestry



Optimize pasture management – with longer grazing periods, for example



Restore land in poor condition e.g. the world's arid and semi-arid regions

“This international initiative can reconcile the aims of **food security** and the **combat against climate change**, and therefore engage every concerned country in COP21.”

Stéphane Le Foll, French Minister of Agriculture, Agrifood and Forestry

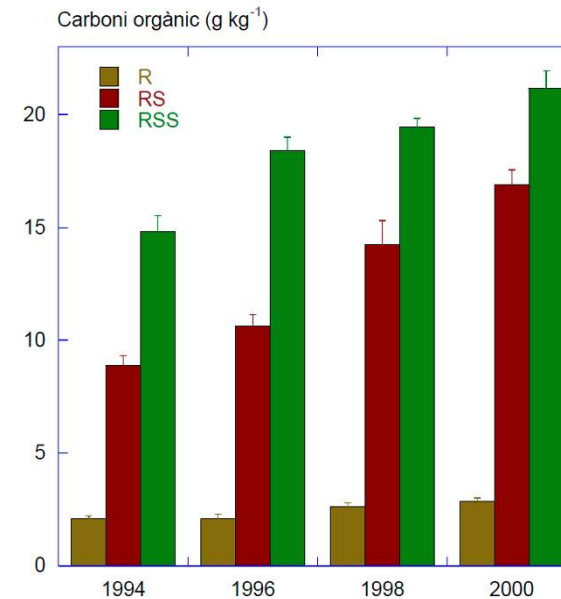
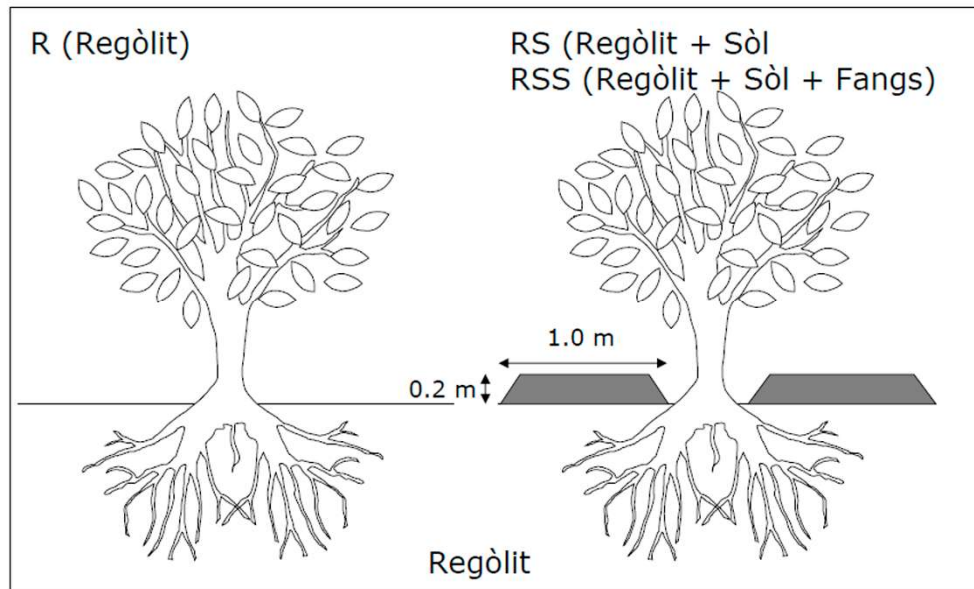


Rehabilitació de sòls
afectats per activitats
extractives

Rehabilitació amb purins de porc i
palla
Carboni orgànic en sòls restaurats:
30 - 50 Mg C /ha.



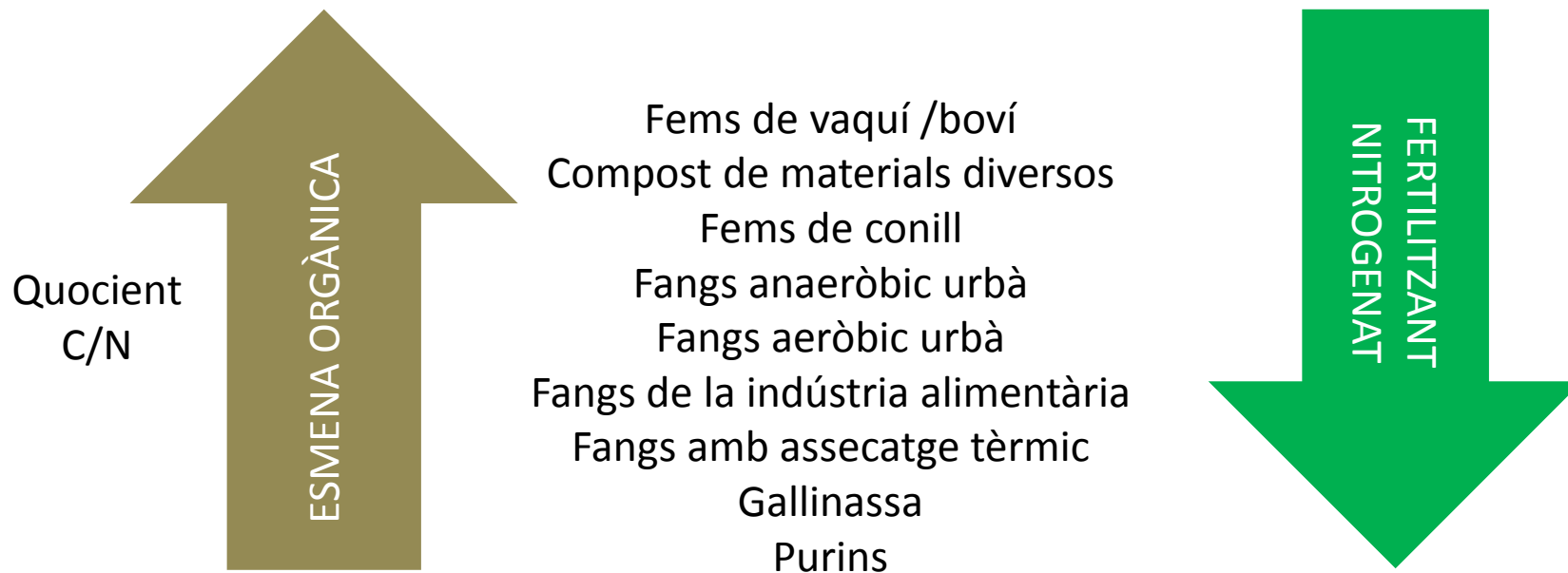
Acumulació de C en sòls de plantacions de pins d'una pedrera de Tarragona. Es compara la plantació directa de pins sobre el substrat pedregós (R), l'addició de terra sobre el substrat (RS) o de terres esmenades amb fangs de depuradora (RSS). (Alcañiz et al., 2010)



Segrest de C en diferents experiments de rehabilitació de sòls d'àrees afectades per activitats extractives a cel obert a Catalunya. Font: Ojeda et al. 2015; Ortiz et al., 2012 i dades dels autors.

Localitat	Tractament de rehabilitació	Temps (anys)	Segrest C (Mg C ha ⁻¹)
Girona	Control	17	16
	Addició 200 Mg ha ⁻¹ fangs EDAR	17	24
	Addició 400 Mg ha ⁻¹ fangs EDAR	17	35
Alcover	Plantació pins sobre regòlit pedregós	6	0,7
	Plantació pins amb sòl de reposició	6	26
	Plantació pins amb sòl adobat amb 22,5 Mg ha ⁻¹ fangs EDAR	6	33
Alcover	Parcel·les amb addició d'un gradient de dosis de fangs EDAR	15	38
Alcover	Plantació mixta sobre sòl de reposició	18	19
	Plantació mixta sobre sòl esmenat amb fangs EDAR	18	26

Ús de diferents residus orgànics a l'agricultura



Valoritzacions més aconsellables per alguns residus

(Alcañiz et al., 2010)

	Fems vaquí/boví	Compost divers	Fangs tractament biològic	Fangs assecatge tèrmic	Restes forestals fresques	Purins -digerits i no tractats-
Agrícola	+++	+++	++	-	-	++
Jardineria	+	+++	-	-	+	-
Restauració sòls degradats	+	++	+++	+	+	+
Noves plantacions	+	++	+	+	+	-
Revegetació obra pública	+	++	+++	+	+	-
Gespa esportiva	+	+	-	-	-	-
Mulching	-	-	-	-	+++	-
Biofiltre	-	+++	-	-	++	-
Supressor fitopatògens	-	++	-	-		-
Preparació substrats	-	++	-	-	+	-
Recuperació energètica	-	-	-	+++	+++	++

+++ molt adequat, ++ adequat, + poc adequat, - inadequat

Biocarbó (*Biochar*)

Biomassa

Piròlisi

Energia + Biocarbó



- Carboni en forma de carbó recalcitrant;
- millora la retenció d'aigua i l'estructura;
- augmenta la retenció de nutrients, especialment del N, i en redueix les pèrdues;
- les cendres que l'acompanyen contenen K i P;
- corregeix el pH en sòls àcids, i
- estimula l'activitat microbiològica en proporcionar microhàbitats.

Els efectes en la qualitat del sòl són més evidents en sòls tropicals o temperats.

Recomanacions (Alcañiz et al., 2016)

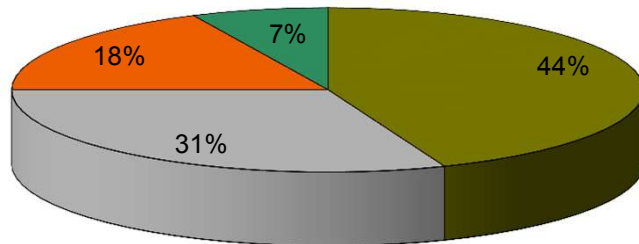
- Mantenir la **qualitat dels sòls**: optimitzar fertilització, aports de **materials orgànics** als sòls amb més capacitat de segrestar C (restes de collita, fems, residus orgànics humificables...),
- Implementar pràctiques de **reg més eficients**, sobre tot en sòls amb risc de salinització
- Optimitzar i millorar la **fertilització nitrogenada** per evitar emissions de NO i N₂O: incorporació de purí al sòl, aplicació localitzada, ús de retardants...
- Millorar les estimacions de capacitat de segrest i del C emmagatzemat; monitoritzar biodiversitat edàfica, avaluar l'aplicació de biocarbó:
INFORMACIÓ DE SÒLS
- Preveure mesures de **conservació de sòls** dissenyades amb criteris hidrològics en àrees amb pendent.
- Promoure a Catalunya el desenvolupament d'una **legislació i planificació** adequada al sòl segons els nostres recursos i objectius econòmics i ambientals



Tractaments i destins dels fangs EDAR l'any 2007

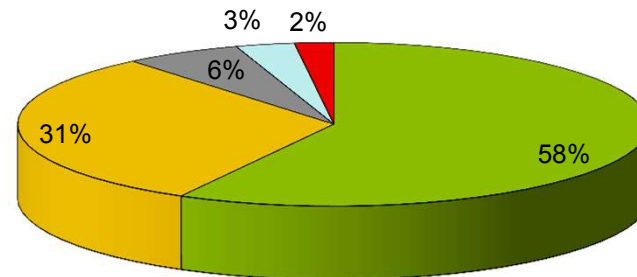
(Font: ACA, 2008)

Tractaments



- Compostatge extern
- Sense posttractament
- Assecatge tèrmic
- Compostatge ACA

Destins



- Aplicació al sòl i jardineria
- Aplicació al sòl sense posttractament
- Dipòsit controlat
- Tractaments específics
- Valorització energètica

TAULA 12.3. Canvis usos del sòl (ha) a l'àmbit metropolità de Barcelona (1956-2009)

Font: CREAM.

Ús del sòl	1956	1993	2005	2009
Total forestal	165.489	184.538	193.474	192.361
Conreus	140.410	84.811	60.656	59.267
Improductiu artificial (urbà i industrial)	17.347	54.219	69.329	71.824

TAULA 12.2. Canvis d'usos del sòl (ha) a Catalunya entre 1993 i 2013

Font: Elaborat a partir de les dades IDESCAT i CREAM. Entre parentesis dades del Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya (CREAF) en diferents edicions.

Usos	1993	2001	2005	2009	2013
Forestal i vegetació natural	(1.953.667)	2.370.831	2.094.387 (2.080.535)	2.161.397 (2.076.648)	2.160.924
Conreus:	(1.106.782)	937.312	917.132 (942.929)	856.609 (935.206)	836.736
Secà		661.200	655.961	586.014	570.876
Regadiu		266.112	261071	260.595	265.860
Arrossars			(22.105)	(22.197)	
Urbanitzat i altres	(133.725)	207.526	196.926 (187.137)	201.198 (198.809)	211.545

TAULA 12.4. Superfícies ocupades per diferents tècniques de conreu a Catalunya l'any 2014. Font: MAGRAMA, *Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos. Análisis de las técnicas de mantenimiento del suelo y métodos de siembra en España 2014. Secretaría General Técnica, Subdirección General de Estadística*

	Tècniques en conreus llenyosos		Tècniques en guarets		Tècniques en conreus extensius		
	ha	%	ha	%	ha	%	
Conreu tradicional	33 090	10,8	8 186	24,3	Sembra tradicional	320 038	80,4
Conreu mínim	94 943	30,9	8 438	25,1	Sembra directa	77 047	19,4
Coberta vegetal espontània	87 970	28,6	10 252	30,4	Sense informació	738	0,2
Coberta vegetal sembrada	640	0,2					
Coberta inert	6 777	2,2	34	0,1			
Sense manteniment	59 046	19,2	6 764	20,1			
No conreu	24 950	8,1					
Sense informació	68	0,0					
TOTAL	307 484	100	33 674	100		397 823	100

TAULA 12.6. Tendències i perspectives quant a l'ús i funcions del sòl a Europa
Font: AEMA, 2015

Tendències negatives: no s'avança adequadament cap als principals objectius de les polítiques	Tendències a 5-10 anys vista: es manté la tendència cap a la pèrdua de funcions del sòl per ocupació (urbana) i degradació (per exemple, degudes a l'erosió o la intensificació d'ús); aproximadament una tercera part del paisatge està molt fragmentat.
	Perspectives a més de 20 anys vista: no s'esperen canvis favorables ni en l'ús i la gestió del sòl, ni en els factors ambientals i socioeconòmics que els impulsen.
Sense objectius	Avanç cap als objectius de les polítiques: l'únic objectiu explícit, no vinculant, pel sòl és arribar a "una ocupació zero" l'any 2050 i restaurar almenys el 15% dels ecosistemes degradats l'any 2020.

^[1] Aturar la pèrdua de sòl per a usos urbans o artificials, el que significa: (a) no incrementar les zones urbanes, (b) en cas d'ocupació per noves infraestructures, fer-ho en emplaçaments de ruïnes industrials o compensar la pèrdua de sòl recuperant ruïnes industrials existents.