

EUSKAL AUTONOMIA ERKIDEGOKO KARBONO-HUSTUTEGIAK

Bahitzeko ahalmena eta horiek sustatzeko neurriak



EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

INGURUMEN ETA LURRALDE
POLITIKA SAILA

DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE
Y POLÍTICA TERRITORIAL

EUSKAL AUTONOMIA ERKIDEGOKO KARBONO-HUSTUTEGIAK:

Bahitzeko ahalmena eta horiek sustatzeko neurriak



Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia
Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco

Vitoria-Gasteiz, 2014

Lan honen bibliografia-erregistroa Eusko Jaurlaritzaren *Bibliotekak* sarearen katalogoan aurki daiteke:
<http://www.bibliotekak.euskadi.net/WebOpac>

Este libro se ha impreso utilizando papel procedente de bosques gestionados de manera sostenible y con tintas que no contienen metales pesados. Todo ello aplicando criterios para la gestión sostenible de las publicaciones, en desarrollo por el proyecto Life+ Ecoedición de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía.



Argitalpena: 1.a, 2014ko ekaina

Ale-kopurua: 200 ale

© Euskal Autonomia Erkidegoko Administrazioa. Ingurumen eta Lurralde Politika Saila

Internet: www.euskadi.net

Argitaratzailea: Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia / Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, Donostia-San Sebastián, 1 - 01010 Vitoria-Gasteiz

Egilea: NEIKER-Tecnalia

Koordinazioa: NEIKER-Tecnalia

Itzulpena: Rebeke Agirre Ruiz de Garibai

Diuseinua eta maketazioa: NEIKER-Tecnalia

Inprimaketa: RGM, S.A.

ISBN: 978-84-457-3345-5

L.G.: BI 949-2014

NEIKER-Tecnalia

Ainara Artetxe Arrien, ¹Oscar del Hierro Cerezo, ¹Miriam Pinto Tobalina, Nahia Gartzia Bengoetxea, Ander Arias González.

Eskerrak:

Sergal, Koop. E. - Lorra, Koop. E. - Abelur, Koop. E. - Lurgintza Koop. E.
Fraisoro Laboratorio Agroambiental – Ingurumen eta Nekazal Laborategia
Diputación Foral de Araba – Arabako Foru Aldundia
Diputación Foral de Bizkaia – Bizkaiko Foru Aldundia
Diputación Foral de Gipuzkoa – Gipuzkoako Foru Aldundia

Liburu hau Eusko Jaurlaritzako Ingurumena eta Lurralde Politika sailak finantzatu du.

¹ Argitalpen honetan azaldu diren zenbait edukiren inguruko lanak burutzeko, egile hauek Adaptaclima proiektuaren kofinantziaketa izan dute (Adaptaclima. Aldaketa klimatikoak eragindako efektuetara egokitzea. SUDOE –Interreg IV B-, Europako Hegomendebaldeko Esparruko Lurralde Lankidetzeta Programak finantzatua. Argibide gehiago www.adaptaclima.eu webgunean).



Hitzaurrea



Ana Oregi. Eusko Jaurlaritzako Ingurumen eta Lurralde Politikako sailburua

© Mikel Arrazola argazkia/Eusko Jaurlaritza

Euskadik badaki klima-aldaketa mundu mailako gaia dela eta hari aurre egiteko lan eta erantzukizun kolektiboan oinarritu behar dela. Horretarako, bere egunean «Klima Aldaketaren aurka Borrokatzeko Euskal Plana 2008-2012» landu zen. Gaur egun zientziaren eta teknologiaren esparruko agente publiko eta pribatu guztiekin ari gara lanean, baita administrazio desberdinekin ere, klima-aldaketa arindu eta hari egokitzeko nazioarteko helburuak lortzen laguntzeko xedearekin. Izan ere, horien amaierako helburua beste gizarte- eta ekonomia-eredu bat finkatzea da, karbonoarekiko mendekotasun txikiagoa izango duena eta klima-aldaketak eragingo dituen inpaktuei aurre egiteko prest egongo dena. Estrategia global hori berrikuntza teknologikoan, sektore-politiken integrazioan, eta herritarren nahiz Administrazioaren inplikazioan oinarritzen da. Konpromisoak gizarte osoarena izan behar du.

Berotegi-efektuko gasen isurpenak konpentsatzeko karbono-hustutegiak areagotzea da, hain zuzen, Eusko Jaurlaritzak hartutako konpromisoetako bat. CO₂ atmosferikoa finkatzeko edo bahitzeko duten gaitasuna dela-eta, biosfera lehortarreko karbono-hustutegiek oso zeregin garrantzitsua dute klima-aldaketaren aurkako borrokan. Horregatik, klima-aldaketa arintzeko eta hari egokitzeko politika estrategiko bat finkatzeko xedearekin landu da dokumentu hau, Euskal Autonomia Erkidegoko hustutegiek karbonoa bahitzeko duten ahalmena sustatzeko, alegia.

Gainera, baso-biomasen nahiz lurzoruan karbono-izakinak areagotzeko arintze-neurri horiek beste ondorio onuragarri batzuk dituzte ingurumenaren ikuspegitik, hala nola, labore-lurren, belardi/larreen eta basoen kudeaketa jasangarria, horrela, uren, lurren, eta, oro har, ingurune naturalaren kalitatea hobetuz.

Lan honek planeta osoan kokatzen du klima-aldaketaren arazoa, eta lurrraren erabileratik eratorritako berotegi-efektuko gasen isurpenak eta finkapenak xehatzen ditu gure herrialdean, Euskadin. Horrela, klima-aldaketaren aurkako politikak planteatzeko orduan funtsezkoak diren karbono-gordailuak identifikatu daitezke, betiere oinarritzko karbono-hustutegiak gailenduz, baso-biomasa eta lurzorua, alegia; izan ere, horiek karbonoa finkatzeko duten ahalmena aztertu eta horien hustutegi-izaera sustatuko duten neurriak proposatuko dira.

Etorkizun jasangarriago baten aldeko apustua egiten duen gizarte batek ezin du axolagabe agertu klima-aldaketaren aurrean. Gizarte-jarduketa bateratuak klima-aldaketaren aurkako gure eraginkortasuna handitzea ahalbidetuko digu, onurak areagotuz eta gure bizi-kalitatea hobetzen lagunduz. Arazoak aurreikusi eta horiei aurrea hartzea eta irtenbideak aurkitzea, administrazio arduratsua garen neurrian, Gobernu honek gizartearekiko hartu duen funtsezko konpromiso horietako bat da. Horrela, XXI. mendean aurre egin beharko diogun ingurumen-arazo handienetako baten mundu mailako estrategian lagunduko dugu, gure lurralde-esparruan: klima-aldaketa.

Ana Oregi

Eusko Jaurlaritzako Ingurumen eta Lurralde Politikako sailburua

Aurkibidea

Hitzaurrea	7
------------------	---

Laburpena	17
-----------------	----

1. KAPITULUA

1. SARRERA.....	20
1.1. HELBURUAK.....	21
1.2. KARBONOAREN ZIKLOA, KLIMA-ALDAKETARI DAGOKIOEZ	22
1.2.1. Karbonoaren zikloa	23
1.3. KLIMA-ALDAKETAREN EBIDENTZIAK ETA ONDORIOAK	26
1.3.1. Klima-aldaketaren ebidentziak, IPCC Taldearen arabera.....	26
1.3.2. EAEn aurreikusitako klima-aldaketaren ondorioak.....	28
1.4. HUSTUTEGIEI BURUZKO NAZIOARTEKO, ESTATUKO NAHIZ EAE-KO HITZARMENAK	32
1.4.1. Berotegi-efektuko gasen inbentarioak, Konbentzioari eta Kyotoko Protokoloari dagokienez	33
1.4.2. Kyotoko Protokoloaren inbentarioetako definizio interesgarriak	36

2. KAPITULUA

2. EAE-KO LULUCF SEKTOREKO BEROTEGI-EFEKTUKO GASEN INBENTARIOAK, 1990 ETA 2008. URTEETAN	40
2.1. EAE-KO BEG INBENTARIOEN ALDERDI METODOLOGIKOAK, KONBENTZIOARI DAGOKIOEZ.....	41
2.1.1. IPCC Taldearen 2006. urteko irizpideak.....	41
2.1.2. Kalkuluaren prozedura-mailak («tier»).....	42
2.1.3. Lurraren erabilera-kategoria bakoitzari dagokion azalera	43
2.1.4. EAeko zona klimatikoak eta lurzoru-motak.....	44
2.1.5. Karbono-izakinen zehaztapena, lurzoruaren erabilera-kategoriaren arabera	45
2.1.6. CO ₂ ez diren BEG isurpenak LULUCF sektorean	47
2.1.6.1. CH ₄ isurpenak hezeguneetan.....	47
2.1.6.2. Baso-lurrak eta larreak sutzean sortutako CH ₄ eta N ₂ O isurpenak	47
2.1.6.3 Lurrak labore-lur bihurtzean eragindako N ₂ O isurpenak.....	48
2.1.7. LULUCF sektorean kontabilizatu ez diren BEG isurpenak.....	48
2.2. EAE-KO LULUCF SEKTOREKO BEG INBENTARIOAK, 1990 ETA 2008. URTEETAN	49

3. KAPITULUA

3. EAE-KO BASO-LURREK KARBONOA BIOMASAN FINKATZEKO DUTEN AHALMENA.....	62
3.1. BASO-BIOMASAK KARBONOA FINKATZEKO DUEN AHALMENA BALIOESTEKO METODOLOGIA.....	63
3.1.1. Lehen onarpena: espero diren hazkunde-tasak eta mozketa-txandak.....	63
3.1.2. Bigarren onarpena: basoko espezieen banaketa.....	66
3.1.3. Hirugarren onarpena: hazkunde-kurba eta haren jasangarritasuna denboran...	66
3.2. BASO-BIOMASAK KARBONOA FINKATZEKO DUEN AHALMENAREN EMAITZAK.....	68
3.3. EAE-KO BASO-BIOMASAK KARBONOA FINKATZEKO DUEN AHALMENAREN ETA FINKATUTAKO KARBONOAREN ARTEKO ALDEA.....	71

4. KAPITULUA

4. EAE-KO LURZORUEK KARBONO ORGANIKOA FINKATZEKO DUTEN AHALMENA.....	74
4.1. EAE-KO ISURIALDE ATLANTIKOKO BASO-LURREK KARBONO ORGANIKOA FINKATZEKO DUTEN POTENTZIALA: DINAMIKA-EREDUAK.....	76
4.1.1. Lurzoruko materia organikoaren dinamika-ereduen oinarriak	77
4.1.2. Metodologia: karbonoa pilatzeko gaitasun lehenetsia, karbonoa bahitzeko potentziala eta bertan dauden karbono-izakinak	78
4.1.2.1. Gaitasun lehenetsia eta bahitzeko potentziala	78
4.1.2.2. Karbono-izakinak.....	79
4.1.3. Emaitzak: karbonoa pilatzeko gaitasun lehenetsia, karbonoa bahitzeko potentziala eta bertan dauden karbono-izakinak	80
4.1.3.1. Isurialde atlantikoko baso-lurretan karbonoa pilatzeko gaitasun lehenetsia eta bahitzeko potentziala.....	80
4.1.3.2. Karbono-izakinak, karbonoa pilatzeko gaitasun lehenetsiarekin eta karbonoa bahitzeko potentzialarekin alderatuta.....	82
4.2. EAE-KO LURZORUETAN KARBONO ORGANIKOA FINKATZEKO AHALMENAREKIKO HURBILKETA: LURZORUEN ANALISIA	85
4.2.1. Sarrera eta helburuak	85
4.2.2. EAeko baso-lurzoruetako nahiz beste lurzoruetako karbono-izakinak	85
4.2.3. EAeko baso-lurzoruetan nahiz beste lurzoru batzuetan espero den kudeaketa-praktika egokietatik eratorritako karbono-finkapena	90
4.3. EAE-KO LURZORUETAKO KARBONO-IZAKINEN ETA ESPERO DEN FINKAPEN-AHALMENAREN ARTEKO ALDEA	93

5. KAPITULUA

5. EAE-KO EKOSISTEMA LEHORTARRETAN KLIMA-ALDAKETARA EGOKITZEKO ETA HURA ARINTZEKO NEURRIAK	96
5.1. SARRERA	96

5.2. BASO-LURRETAN, BELARDI/LARREETAN ETA LABORE-LURRETAN HARTU BEHARREKO NEURRIAK	98
BIBLIOGRAFIA	104
MASA NEURTZEKO UNITATEAK ETA AKRONIMOAK	117
ERANSKINA	
I. ERANSKINA. EAEKO 1990 ETA 2008KO BEG INBENTARIOAK EGITEKO ERABILI DEN METODOLOGIAREN DESKRIBAPENA.....	
121	121
1. LURRAREN ERABILERA-KATEGORIA BAKOITZARI DAGOKION AZALERA	124
1.1. IPCC Taldeak zehaztutako erabilera-kategoria nagusien arabeko azalerak lortzeko metodologia	124
1.1.1. Lurzoru-erabilerak teledetekzio bidez sailkatzeko prozedura	126
1.1.1.1. Landsat eszenen sailkapena.....	127
1.1.1.2. Sailkatutako 1990eko eta 2008ko satellite-irudien konparazioa: berdin mantendu diren eta aldatu egin diren azalerak	129
1.2. 1990 eta 2008. urteen artean erabilera bera mantendu duten eta erabilera aldatu duten azalaren emaitza	130
2. LURRAREN ERABILERA-KATEGORIEN BANAKETA	136
3. KARBONO-IZAKINEN URTEKO ALDAKETA BALIOESTEKO IPPC TALDEAREN METODO OROKORRAK	137
4. KARBONO-IZAKINEN ZEHAZTAPENA, LURZORUAREN ERABILERA-KATEGORIAREN ARABERA	139
4.1. Baso-lurrak	139
4.1.1. Berdin mantentzen diren baso-lurrak	139
4.1.1.1. Biomasa: airekoa eta lurpekoa.....	139
4.1.1.2. Hilda dagoen materia organikoa: hildako egurra eta orbela.....	143
4.1.1.3. Lurzoruko karbono organikoa.....	144
4.1.2. Baso-lur bihurtutako lurrak	144
4.1.2.1. Biomasa: airekoa eta lurpekoa.....	145
4.1.2.2. Hildako materia organikoa: hildako egurra eta orbela	146
4.1.2.3. Lurzoruko karbono organikoa.....	147
4.2. Labore-lurrak	150
4.2.1. Berdin mantentzen diren labore-lurrak.....	150
4.2.1.1. Biomasa: airekoa eta lurpekoa.....	150
4.2.1.2. Hildako materia organikoa: hildako egurra eta orbela	150
4.2.1.3. Lurzoruko karbono organikoa.....	150
4.2.2. Labore-lur bihurtutako baso-lurrak	152
4.2.2.1. Biomasa: airekoa eta lurpekoa.....	152
4.2.2.2. Hildako materia organikoa: hildako egurra eta orbela	153
4.2.2.3. Lurzoruko karbono organikoa.....	153

4.3. Belardi/larreak	154
4.3.1. Berdin mantentzen diren belardi/larreak	154
4.3.1.1. Biomasa: airekoa eta lurpekoa	154
4.3.1.2. Hildako materia organikoa: hildako egurra eta orbela	154
4.3.1.3. Lurzoruko karbono organikoa.....	154
4.3.2. Belardi/larre bihurtutako lurrak.....	156
4.3.2.1. Biomasa: airekoa eta lurpekoa.....	156
4.3.2.2. Hildako materia organikoa: hildako egurra eta orbela	157
4.3.2.3. Lurzoruko karbono organikoa.....	157
4.4. Hezeguneak	158
4.4.1. Berdin mantentzen diren hezeguneak.....	158
4.4.2. Hezegune bihurtutako lurrak	158
4.4.2.1. Biomasa: airekoa eta lurpekoa	158
4.4.2.2. Hildako materia organikoa: hildako egurra eta orbela	158
4.4.2.3. Lurzoruko karbono organikoa.....	159
4.5. Asentamenduak.....	160
4.5.1. Berdin mantentzen diren asentamenduak.....	160
4.5.1.1. Biomasa: airekoa eta lurpekoa.....	160
4.5.1.2. Hildako materia organikoa: hildako egurra eta orbela	160
4.5.1.3. Lurzoruko karbono organikoa.....	160
4.5.2. Asentamendu bihurtutako lurrak	160
4.5.2.1. Biomasa: airekoa eta lurpekoa.....	161
4.5.2.2. Hildako materia organikoa: hildako egurra eta orbela	161
4.5.2.3. Lurzoruko karbono organikoa.....	161
4.6. Bestelako lurrak.....	162
4.6.1. Berdin mantentzen diren bestelako lurrak.....	162
4.6.2. Bestelako lur bihurtutako lurrak.....	162
4.6.2.1. Biomasa: airekoa eta lurpekoa	162
4.6.2.2. Hildako materia organikoa: hildako egurra eta orbela	162
4.6.2.3. Lurzoruko karbono organikoa.....	163
5. CO ₂ EZ DIREN BEROTEGI-EFEKTUKO GASEN ISURPENAK	
LULUCF SEKTOREAN.....	164
5.1. CH ₄ isurpenak hezeguneetan	164
5.2. Baso-lurren eta belardi/larreen suteek eragindako CH ₄ eta N ₂ O isurpenak.....	165
5.3. Lurrak labore-lur bihurtzeak eragindako N ₂ O isurpenak	167
6. LULUCF SEKTOREAN KONTABILIZATU EZ DIREN BEG ISURIAK	168
II. ERANSKINA. BASO-BIOMASAK FINKATUTAKO KARBONOA	
BALIOESTEKO BI METODOLOGIEN KONPARAZIOA	170
1. BASO-BIOMASAN FINKATUTAKO KARBONOA BALIOESTEKO	
IZAKINEN ARTEKO ALDEAN OINARRITUTAKO METODOA	170
2. EMAITZAK: LULUCF SEKTOREKO BEG INBENTARIOAK, BASO-BIOMASAKO	
IZAKINEN ARTEKO ALDEAN OINARRITUTAKO METODOA APLIKATUZ.....	174

III. ERANSKINA. ENBOR-HAZKUNDEAREN TASAK KARBONO-XURGAPEN BIHURTZEA	179
IV. ERANSKINA. LURZORUKO KARBONO ORGANIKOA	181
1. EAE-KO BASO-LURZORUEK KARBONO ORGANIKOA FINKATZEKO DUTEN POTENTZIALA: DINAMIKA-EREDUAK	182
1.1. Lurzoruko materia organikoaren dinamika-ereduen oinarriak	182
1.2. Baso-lurzoruetan karbonoa pilatzeko gaitasun lehenetsia eta karbonoa bahitzeko potentziala zehazteko metodologia	185
1.3. EAEko isurialde atlantikoko baso-lurzoruetako karbono-izakinak zehazteko metodologia.....	187
2. EAE-KO LURZORUETAN KARBONO ORGANIKOA FINKATZEKO AHALMENAREKIKO HURBILKETA: LURZORUEN ANALISIA.....	189
2.1. EAEko baso-lurretako eta basokoak ez diren lurretako karbono-izakinak.....	189
2.1.1. Informazio-iturriak, esparru geografikoa eta lurzoruaren erabilerak.....	189
2.1.2. Laginketa-datak	190
2.1.3. Materia organikoa zehazteko metodoa	190
2.1.4. Dentsitate aparentea: karbonoaren ehunekoa azalera-unitateko kantitate bihurtzea	191
2.1.5. Karbonoaren banaketa 30 cm-ko sakonera arteko lurzoru-profilean	191
2.1.6. Lurzoruko karbonoaren interpolazio espaziala.....	192
V. ERANSKINA. BASO-LURRETAN, BELARDI/LARRETAN ETA LABORE-LURRETAN HARTU BEHARREKO KLIMA-ALDAKETAREN AURKAKO NEURRIAK.....	195
1. BASO-LURRETAN HARTU BEHARREKO NEURRIAK.....	196
2. BELARDI/LARREETAN HARTU BEHARREKO NEURRIAK	201
3. LABORE-LURRETAN HARTU BEHARREKO NEURRIAK	205
4. BESTELAKO LUR-ERABILERETAN APLIKATU DAITEZKEEN NEURRIAK.....	212

Laburpena

Landareek CO₂aren hustutegi gisa jarduten dute, fotosintesiaren bidez, gas hori atmosferatik xurgatu eta finkatutako karbonoa euren ehunetan pilatzean. Landare-biomasan dagoen karbonoaren zati bat atmosferara askatzen da arnasketa- (landarearen bizi-zikloan) eta deskonposizio-prozesuetan (landare-ehunak beren zikloaren amaierara iristen direnean); gainerako karbono guztia egurrean (aldi baterako hustutegia) eta lurzoruaren materia organikoan (hustutegi nahiko iraunkorra) pilatzen da. Ekosistema lehortar naturaletan, karbonoaren pilaketa-prozesu horrek karbono organiko egonkorraren edo orekatuaren stock-balio bat hartzen du denbora igaro ahala; hori hainbat faktoreen araberakoa da, hala nola, landare-espeziearen, klimaren, topografiaren, litologiaren eta lurzoru-motaren araberakoa. Lurzoruan sortzen diren nahasmenduek —laborantza, mozketa masiboak, suteak, higadura eta abar— ekosistema lehortarretako karbonoaren dinamikan eragiten dute, eta askotan, horiek karbono-iturri gisa jardun izan dute (Ihobe eta Neiker, 2005).

IPCC Taldearen irizpideei jarraiki gauzatutako 1990 eta 2008. urteetarako berotegi-efektuko gasen (BEG) inbentarioen bitartez, Euskal Autonomia Erkidegoan (EAE) bi gordailu garrantzitsu daudela ikusi zen, horien CO₂ atmosferikoa isurtzeko/finkatzeko ahalmena dela-eta: baso-biomasaren eta lurzoruak (2. Kapitulua). Dena den, karbonoa baso-masan eta lurzoruaren pilatzeko aukerak mugatuak dira.

EAEko berotegi-efektuko gasen inbentarioetan baso-biomasaren finkatutako karbonoarekiko ziurgabetasuna handia izan arren, baso-biomasaren karbonoa pilatzea erraztuko lukeen baso-lurren kudeaketa eta antolamendu baten bidez gaur egun EAEn finkatzen dena baino % 52 karbono gehiago finkatu litekeela balioetsi zen, betiere azalera berrien basotzea gaineratu gabe eta bizi-ziklo luzeko egurretik lortutako produktuak kontuan hartu gabe (3. Kapitulua). Era berean, basoen, larreen eta nekazaritzaren kudeaketan praktika egokiak erabiliz, lurzoruaren karbono organikoa ez galtzeaz gain, lurzoruaren karbono organikoaren pilaketa erraztu eta areagotu ahal izango litzateke; EAEn, esaterako, gehikuntza hori % 70 (are gehiago radiata pinuaren eta eukaliptoaren kasuan), 40 eta 50ekoak izango litzateke baso-lurretan, belardi/larreetan, eta labore-lurretan, hurrenez hurren (4. Kapitulua).

Baso-biomasaren eta lurzoruaren CO₂ finkatzeko potentziala mugatua izan arren, eta hark, bere horretan, klima-aldaketaren arazoa konponduko ez badu ere, potentzial horretara iristeko edo gerturatzeko neurriak behar-beharrezkoak dira atmosferara isurtzen diren berotegi-efektuko gasak murrizteko lasterketa horretan denbora irabazteko, erregai fosilak ordezkatu beharko dituzten energia berriztagarriak garatzen diren bitartean, esate baterako. Lal *et al.* (1998) autoreek balioetsi zuten moduan, 50 urteko epean karbonoa bahitzeko gehienezko mugetara iritsiko gara larre, baso eta nekazaritzarako lurren erabilera- eta kudeaketa-tekniken bitartez; dena den, denboratarte horretan atmosferara askatutako CO₂ mailak egonkortu ahal izateko, energiaren ekoizpen-sistemetan beharrezko aldaketak egitea espero da.

Gainera, baso-biomasaren eta lurzoruaren karbonoa areagotzeko arintze-neurri horiek ezartzeak beste ondorio onuragarri batzuk eragingo litzake ingurumenaren ikuspegitik: labore-lurren, belardi/larrean eta basoen kudeaketa jasangarria, bide batez, uren eta lurzoruaren eta, oro har, ingurune naturalaren kalitatea hobetuz. Horrenbestez, horiek klima-aldaketaren aurrean egokitze-neurriak ere izango lirateke, zeharka bada ere.

1. KAPITULUA

SARRERA

1. SARRERA

Klima-aldaketa planeta osoari eragiten dion arazoa da, eta hark duen mundu mailako izaera dela-eta, arazoa arintzeko eta egokitzeko estrategia politiko orokor bat behar da, gizabanako guztien erantzuna eta erantzukizuna izango dituen.

CO₂ atmosferikoa bahitzeko edo finkatzeko duten ahalmena dela-eta, Lurreko biosferan dauden karbono-hustutegiek oso zeregin garrantzitsua dute klima-aldaketan. Horregatik, dokumentu honek EAEko karbono-hustutegien bahitze-ahalmena sustatzeko egokia izango den arintze- eta egokitze-politika estrategiko bat ezartzeko orduan orientagarria izatea du helburu.

Horretarako, dokumentuak honako planteamendu hau izango du:

- Lehen kapitulu honek klima-aldaketaren gai nagusia testuinguruan jartzea du helburu; horretarako, hainbat kontzeptu orokor landuko dira, haren jatorria, mundu mailan nahiz EAEn dituen inpaktuak, eta eragin dituen erantzun politikoak, hain zuzen.
- Bigarren kapituluan, luraren erabilerek eragindako EAEko berotegi-efektuko gasen isurpenak eta finkapenak zenbatzen dira, karbono-gordailuak identifikatzeko helburuarekin; izan ere, eta gure kasuan bereziki, horiek funtsezko alderdiak irudikatu ditzakete karbono-hustutegiei dagozkien klima-aldaketaren aurkako neurriak eta estrategia politikoak planteatzeko orduan. Hain zuzen ere, garrantzia handiko bi karbono-gordailu identifikatu dira: baso-biomasa eta lurzorua.
- Hirugarren kapituluan, EAEko baso-biomasak karbono-hustutegi gisa duen ahalmenean sakontzen da.
- Laugarren kapituluan EAEko lurzoruek karbono-hustutegi gisa duten potentzian sakontzen da.
- Bosgarren kapituluan EAEko baso-biomasaren eta lurzoruen hustutegi-izaera sustatzearekin lotutako neurri zehatzak proposatzen dira.

1.1. HELBURUAK

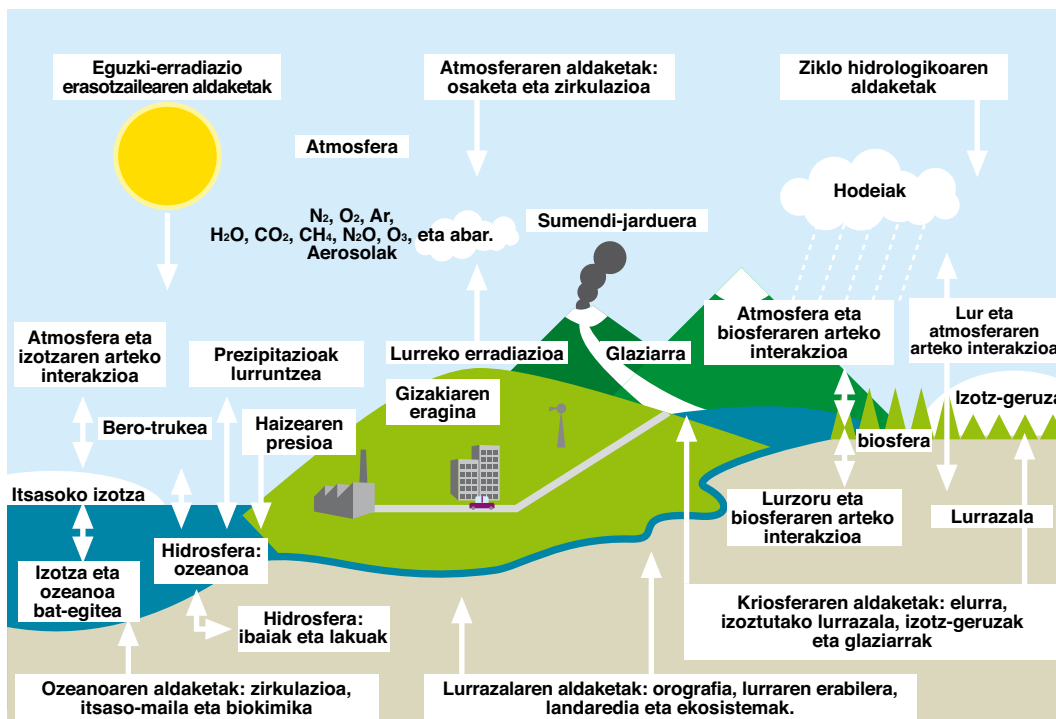
Dokumentu honek hiru helburu ditu, funtsean:

- EAEko esparru geografikoan karbonoa bahitzeko duten potentzialagatik gailentzen diren kategoria eta gordailu nagusiak identifikatzea, betiere 1990 eta 2008. urteetako BEG inbentarioak oinarritzat hartuta.
- EAEko kategoria eta gordailu nagusiek –baso-biomasa eta lurzoruak– karbonoa finkatzeko edo bahitzeko duten ahalmena kuantifikatzea.
- EAEko lurzoruaren erabilerei dagokienez garatu beharko liratekeen klima-aldaketa arintzeko edo klima-aldaketara egokitzeko neurri egokien inguruko informazioa ematea, karbono-hustutegien ahalmena ahalik eta gehien aprobetxatzeko.

1.2. KARBONOAREN ZIKLOA, KLIMA-ALDAKETARI DAGOKIONEZ

«Klima-aldaketa» terminoak aldaketa bat adierazten du klimaren egoera identifikagarrian (azterketa estatistikoen bitartez, adibidez), haren batez besteko balioan eta/edo ezaugarrietan gertatu den aldaketaren batek eraginda, betiere aldaketa hori denbora-tarte luzean mantentzen bada (harmakadetan edo epe luzeagoetan zenbatu ohi da). Klimak denboran zehar izan duen aldaketa oro adierazten du, horiek aldakortasun naturalaren nahiz giza jardueraren ondorio izan (IPCC, 2007a).

Gure planetaren baldintza klimatikoek oso aldaketa garrantzitsuak jasan dituzte denboran zehar, eta baldintza beroetako iraupen luzeko aldien nahiz hotz handiko epealdi laburragoen txandakatze naturalak izan ditu. Nolanahi ere, giza jardueraren eraginez txandakatze natural hori aldatzen ari dela adierazten duten zantzu argiak daude, historian zehar Lurrean modu solidoan biltegitatu den karbonoaren zati handi batek atmosferara igorritako isuriak handitu egin baitira. Horrela, Klima Aldaketari buruzko Nazio Batuen Esparru Konbentzioaren arabera (UNFCCC), klima-aldaketa zuzenean nahiz zeharka giza jarduerari egotzi beharreko klimaren aldaketa bat da, munduko atmosferaren konposizioa aldatzen duena; dena den, hura beste garai alderagarri batzuetan aztertu den aldakortasun klimatiko naturalari gehitu behar zaio (IPCC, 2007a).



1. irudia. Sistema klimatikoa osatzen duten osagaien, prozesuen eta interakzioen ikuspegi eskematikoa (IPCC, 2007b).

Klima-aldaketak hertsiki loturik daude karbonoaren zikloarekin (1. irudia); hori da, hain zuzen, karbonoak (modu desberdinetan, CO₂ bidez, esate baterako) atmosferaren, ozeanoen, Lurreko biosferaren eta litosferaren artean egiten duen fluxua deskribatzeko erabiltzen den terminoa (IPCC, 2007b). Karbonoa Lurreko bizitzaren egitura-sistemako eta Lurraren beraren ezinbesteko alderdia da. Hark karbono dioxido (CO₂) eta metano (CH₄) gisa atmosferan duen presentzia erabakigarria da bizi-baldintza egokiak mantentzeko. Era berean, pertsonak erabiltzen ditugun energia-iturrien elementu nagusia da, ikatzaren, petrolioaren eta gas naturalaren oinarria baita; izan ere, horiek duela ehunka milioika urte CO₂ atmosferikoa xurgatu zuten landareetatik eratorritako hidrokarburoak dira (Michalak *et al.*, 2011).

1.2.1. Karbonoaren zikloa

Karbonoaren zikloa ziklo biogeokimiko bat da, eta haren bidez, karbonoa trukutzen da atmosferaren, hidrosferaren (ozeanoak, itsas organismoak, bizirik gabeko materia eta karbono ez-organiko disolbatua barne), Lurreko biosferaren (ur geza, lurzoruko karbonoa eta biomasako karbonoa barne) eta litosferaren (sedimentu eta erregai fosilak barne) artean. Karbonoak 4 gordailu horien artean egiten dituen mugimenduak hainbat prozesu kimiko, biologiko, fisiko eta geologikoren ondorioz gertatzen dira. Karbonoaren ziklo bakar horren barnean elkarren artean eragiten duten bi ziklo bereizi daitezke: batetik, ziklo geologiko edo geldoa, eta bestetik, ziklo biologikoa, askoz ere azkarragoa. Ziklo biologikoan, Lurreko biosferaren, ozeanoen eta atmosferaren arteko fluxuak (litosfera ziklo geologikoan sartuko litzateke) fotosintesi- eta arnasketa-prozesuen bitartez gertatzen dira, hau da, jarraian laburbiltzen diren ekuazioen bidez:

Fotosintesia: $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2 + \text{energia (eguzki-argia)} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$

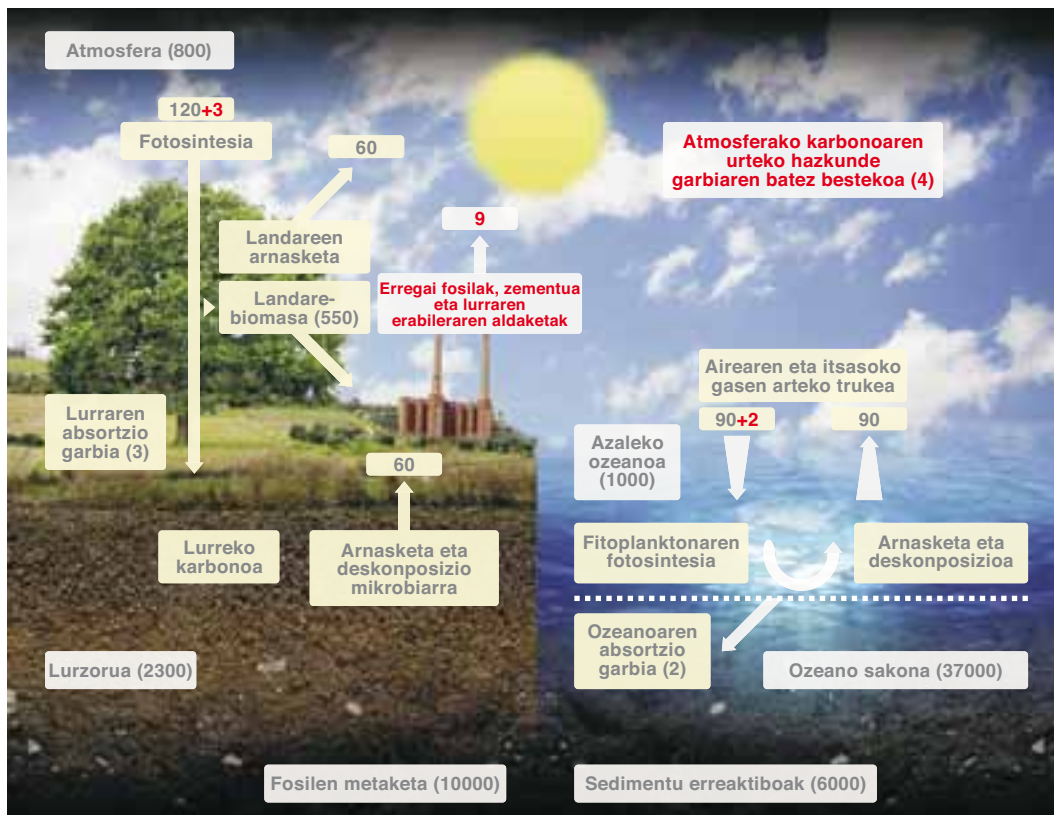
Arnasketa: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \text{ (materia organikoa)} + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2 + \text{energia}$

Karbonoaren zikloan parte hartzen duten osagaiak orekatuta daude, eta beraz, gordailu horietakoren batean karbonoa handiagotuz gero, hura txikiagotu egiten da beste batean. Erregai fosilak, adibidez, fotosintesiak arnasketa gainditzen zuen garaien emaitza dira; izan ere, materia organikoa sedimentu-gordailuak osatzen joan zen pixkanaka, eta horiek erregai fosil bihurtu ziren oxigeno-gabeziaren ondorioz. Horrela, atmosferako karbonoa Lurreko biosferaren gordailura igaro zen.

2. irudian karbono-zikloaren bertsio sinplifikatua ikus daiteke.

Giza jarduerak 9,1 Pg C urtea⁻¹ isurtzen ditu, gutxi gorabehera (7,6 Pg C urtea⁻¹ erregai fosilak erabiltzeagatik eta 1,5 Pg C urtea⁻¹ luraren erabilerak aldatzeagatik). Gizakiaren ekarpen horretatik, 4,1 Pg inguru atmosferan mantentzen dira, 2,8 Pg ingurune lehortarreko prozesu naturaletan

txertatzen dira eta gainerako 2,2 Pg-ak ozeanoetan finkatzen dira. Hustutegi naturalak gizakiak azken 15 urteetan sortutako CO₂aren erdia xurgatzen ari dira gutxi gorabehera, baina giza jardueraren eraginez atmosferara isuritako 4,1 Pg C urtean⁻¹ horiek CO₂aren kontzentrazio atmosferikoak handitzen ari dira (Canadell *et al.*, 2007)



2. irudia. Karbono-zikloaren eskema partziala, Lurreko biosferaren eta atmosferaren eta ozeanoen eta atmosferaren arteko fluxuak islatzen dituena (Iturria: USDOE, 2008). Zenbakiak karbonoaren fluxuak adierazten dituzte (Pg urte⁻¹): horiz daudenak fluxu naturalei dagozkie, eta gorriak daudenak, ordea, gizakiaren esku-hartzeak eragindako fluxuei. Zenbaki zuriek pilatutako karbonoa adierazten dute (Pg).
OHARRA: 1 Pg = 10⁶ Gg = 10⁹ Mg = 10¹⁵ g; Gainera: 1 t = 1 Mg

1.2.2. Klima-aldaketa

Atmosferako CO₂aren (eta berotegi-efektuko beste gas batzuen) kontzentrazioa handitu izana da klima-aldaketaren gaur egungo kezka nagusia, CO₂aren 379 ppm-ko kontzentrazio oso ezohikoa baita Kuaternarioarako (azken bi milioi urteak, gutxi gorabehera). Izan ere, duela 650.000 urtetik, CO₂aren kontzentrazio atmosferikoa 180 ppm-tik (glaziazio-aldi hotzetan) 300 ppm-ra (glaziazio-aldi beroetan) aldatu da; dena den, CO₂a ez zen inoiz 379 ppm-ra iritsi, are gutxiago horren denbora-tarte motzean (IPCC, 2007b).

Berotegi-efektuko gasak (BEG) atmosferako gas-osagaiak dira, naturalak nahiz antropogenikoak; horiek erradiazioa xurgatzen eta isurtzen dute Lurraren gainazalak, zein atmosferak eta lainoek,

isuritako erradiazio infragorri termikoaren espektroaren uhin-luzera zehatzetan. Ezaugarri horrek berotegi-efektua eragiten du (IPCC, 2007a).

Atmosferan gehien topatu daitezkeen bi gasek, hau da, nitrogenoak eta oxigenoak, ez dute ia berotegi-efekturik eragiten. Ur-lurrina (H_2O), karbono dioxidoa (CO_2), oxido nitrosoa (N_2O), metanoa (CH_4) eta ozonoa (O_3) dira lurraren atmosferako BEG nagusiak, atmosferan berotegi-efektua eragiten duten beste gas batzuen kantitate txikiak ere egon arren. Ur-lurrina (H_2O) eta karbono dioxidoa (CO_2) dira BEG garrantzitsuenak, hurrenez hurren.

Atmosferan guztiz antropogenikoak diren BEG jakin batzuk daude, hidrokarburo halogenatuak eta kloroa eta bromoa duten beste gai batzuk adibidez, eta horiek ere jasotzen dira Montrealeko Protokoloan. CO_2 , N_2O eta CH_4 substantzietz gain, sufre hexafluoruroa (SF_6), hidrofluorokarbonoak (HFC) eta perfluorokarbonoak (PFC) ere jasotzen dira Montrealeko Protokoloan.

Dena den, giza jarduerak zuzenean eragindako berotegi-efektura mugatu nahi dugunean eta giza jarduerak zuzenean isuritako berotegi-efektuko gasetara mugatzen garenean, CO_2 a da BEG nagusia. Izan ere, atmosferako BEG garrantzitsuena eta nagusia ur-lurrina izan arren, hura ez da Kyotoko Protokoloan jasotzen, giza jardueraren eraginez zuzenean isuritako ur-lurrinak oso gutxi eragiten baitu atmosferan dagoen lurrin-kantitatean. O_3 troposferikoa ere ez da bertan jasotzen, hura ez baita zuzenean isurtzen; hura atmosferan dauden espezie aitzindarien (karbono monoxidoa, nitrogeno-oxidoak eta konposatu organiko lurrunkorrak, adibidez) erreakzio kimikoek eragiten dute, eguzkiaren presentzian.

Giza jarduerak eragindako atmosferako berotegi-efektuko gasen kontzentrazioa areagotu izana erregai fosilak erretzeari eta basoak suntsitzeari dagokio batik bat, bi arrazoi horiek izugarri handitu baitute berotegi-efektu naturala, munduaren beroketa eraginez (IPCC, 2007a).

1.3. KLIMA-ALDAKETAREN EBIDENTZIAK ETA ONDORIOAK

1.3.1. Klima-aldaketaren ebidentziak, IPCC Taldearen arabera

Klima Aldaketari buruzko Gobernu arteko Adituen Taldea (IPCC) Nazio Batuen agentzia espezializatu bat da. Genevan du egoitza, eta 1988an sortu zen Munduko Meteorologia Erakundearen eta Ingurumenerako Nazio Batuen Programaren artean, betiere klima-aldaketaren arazoari aurre egiteko beharrezko informazio zientifikoa aztertzeko, hark eragiten dituen ingurumen eta gizarte eta ekonomia arloko ondorioak ebaluatzeko, eta benetako erantzun-estrategiak formulatzeko helburuarekin.

Sortu zenetik, IPCC Taldeak hainbat ebaluazio-txosten (1990, 1995, 2001 eta 2007), Txosten Berezi, Dokumentu Tekniko eta Gida Metodologiko egin ditu, dagoeneko ohiko erreferentzia-lan bihurtu direnak; izan ere, horiek asko erabiltzen dira politika-arduradun, zientzialari eta beste hainbat aditu eta ikastunen aldetik. Txosten horiek Klima Aldaketari buruzko Nazio Batuen Esparru Konbentzioko Aldeen Konferentziaren —1992an sortua— eta 1997ko Kyotoko Protokoloaren aholkularitza fidagarriaren premiei erantzuten diete, hein handi batean.

IPCC Taldearen Hirugarren Ebaluazio Txostenean aurkeztutako ondorioak berretsi egin ziren IPCC Taldearen Laugarren Ebaluazio Txostenean (IPCC, 2007a):

- Sistema klimatikoaren berokuntza argi eta garbi nabaritzen da, airearen eta ozeanoaren munduko batez besteko tenperaturan hautemandako gehikuntzek, elur eta izotzen urtze orokorrak eta itsas mailaren munduko batez bestekoaren gehikuntzak erakusten duten moduan.
- Erdi-mailako konfiantza izan arren (% 50eko konfiantza), ingurune naturalean eta giza ingurunean eskualdeko klima-aldaketaren beste ondorio batzuk agertzen hasi dira, horietako asko identifikatzen zailak izan arren. Hor ditugu, esaterako, basoen perturbazio-erregimenen alterazioak, suteek eta izurriek eragin dituztenak.

Aurreikuspenak aldatu egiten dira leku batetik bestera, baina IPCC Taldeak egindako isurien agertokiari buruzko Txosten Bereziak honako hau dio:

- Munduko berotegi-efektuko gasen dagokienez, CO₂a % 25 eta % 90 artean areagotuko da 2000 eta 2030. urteen artean, betiere munduko energia-iturrien multzoan jatorri fosileko erregaiek nagusi izaten jarraitzen badute, 2030era arte gutxienez. Atmosferako berotegi-efektuko gasen kontzentrazioa orekatzeko helburuarekin, isurpenak beren gehienezko mailara iritsi eta gero murriztu egin beharko lirateke. Zenbat eta baxuagoa izan egonkortze-maila, orduan eta azkarrago lortuko litzateke gehienezko balio hori, eta beraz, baita ondorengo murrizketa ere.

- Berokuntza antropogenoak eta itsas mailaren igoerak horrela jarraituko lukete mendetan zehar, BEG isuriak BEG kontzentrazioak egonkortzeko moduan murriztuko balira ere.
- Klima-aldaketak bereziki eragin dezake sistema, sektore eta eskualde batzuetan (% >66ko probabilitatea). Honako hauek dira sistema eta sektore horiek: ekosistema jakin batzuk (tundrak, baso borealak, mendiak, ekosistema mediterraneoak, mangladiak, padurak, koralezko uharriak eta itsas izotzetako bioma); behe-kostaldeak; latitude ertainetako eskualde lehorretako ur-baliabideak; tropiko eta azpi-tropiko lehorrak, eta elurra eta izotza nahitaez urtzea behar duten eremuak; behe-latitudeko eskualdeko nekazaritza-jarduerak; eta gizakiaren osasuna, egokitze-gaitasun txikiko eremuetan. Honako hauek dira bereziki kaltetutako eskualdeak: Artikoa, Afrika, uharte txikiak, eta Asia eta Afrikako delta handiak.

Klima-aldaketa arintzeari eta hari egokitzeari dagokionez, IPCC Taldearen Laugarren txostenak honako hau dio:

- Konfiantza-maila altua da (% 80ko konfiantza) klima-aldaketaren aurrean, haren ondorio guztiak saihesteko, egokitzapena edo arintzea –bata bestea gabe- nahikoa izango ez direla esaten denean.
- Gobernuak politika eta tresna ugari dituzte ekintza sustagarriak sortzeko, arintze-neurriak nagusitu daitezten. Horien aplikagarritasuna nazioaren beraren egoeraren eta sektoreko testuinguruaren arabera da. Gainera, politika klimatikoak behar bezala txertatu beharko lirake garapen-politiketan, araudietan, zergetan, merkataritza-baimenetan, finantza-pizgarrietan, borondatezko hitzarmenetan, informazio-tresnetan, eta ikerketa-, garapen- eta erakusketa-jardura orokorra.
- Egokitzapen-aukera ugari daude, baina gaur egungoa baino egokitzapen handiagoa beharko da klima-aldaketarekiko urrakortasuna murrizteko. Egokitzapen-ahalmena dinamikoa da, eta, zati batean, gizartearen oinarri produktiboaren arabera da, honako hauena bereziki: kapital-ondasun naturalak eta artifizialak, sare eta zerbitzu sozialak, giza kapitala eta erakundeak, gobernantza, nazioaren diru-sarrerak, osasuna eta teknologia. Azterlan berriek egokitzapena funtsezkoa eta onuraduna izango dela berresten dute. Dena den, finantza, teknologia, ezagutza, portaera, politika, gizarte, erakunde eta kultura arloko oztupoek egokitzapen-neurri horien aplikagarritasuna eta eraginkortasuna mugatzen dute.

Nolanahi ere, onuragarriagoa da arintze- eta egokitzapen-ekintzak goiz egitea, etorkizunean klima-aldaketatik eratorritako ondorio ekonomikoetara aurre egitea baino. Stern Txostenaren arabera («Stern Review: the economics of climate change»), klima-aldaketaren aurrean geldirik geratzea urteko mundu mailako BPGa % 5-20 artean galtzea bezala izango litzateke; aitzitik, zenbateko hori urteko mundu mailako BPGaren % 1 izan liteke klima-aldaketaren aurkako berehalako neurri sendoak hartuko balira, atmosferako CO₂ kontzentrazioa 500-550 ppm artean egonkortzeko.

1.3.2. EAEn aurreikusitako klima-aldaketaren ondorioak

Klima-aldaketaren arrazoiak eta mundu mailako ondorioak ezagutu ostean, haren eraginak modu zehatzagoan estimatzea da EAEn klima-aldaketari aurre egiteko hurrengo urratsa, horrela, horiek kontrolatu edo orekatzeko jarduketa-aukerak planteatu ahal izateko.

Klima-aldaketak EAeko sistema natural, sozial eta ekonomikoetan eragiten dituen ondorioak edo eraginak hainbat informazio-iturritan deskribatzen dira, honako hauetan, esate baterako: KAA-BEP-Klima Aldaketaren Aurka Borrokatzeko Euskal Planean (Eusko Jaurlaritza, 2008), K-Egokitzen proiektuan¹ eta Estatuko Meteorologia Agentzian (AEMET):

a) Kliman eragiten dituen ondorio orokorrak

- Temperatura maximoak igo, bero-boladen iraupena luzatu eta egun beroen kopurua handituko da.
- Temperatura minimoak areagotu, izozte-egunen kopurua murriztu eta gau beroen kopurua handituko da.
- Euri gutxiago egingo du mundu osoan; dena den, prezipitazioek banaketa irregularra izango dute neguan eta udan, gaur egungoekin alderatuta (euri gehiago neguan eta gutxiago udan).
- Oro har, egoera antiziklonikoen maiztasuna handituko da; tenperatura altuak nagusituko dira, eta lainoak eta haizea murriztu egingo dira.

b) Gizakiaren osasuna

- Gaixo eta hildakoen tasa handituko da (morbi-hilkortasuna), XXI. mendean zehar areagotu egingo baitira probintzia-hiriburuetan (beroa pilatzen dute edo beroaren uharte bihurtzen dira bero-boladetan, bero hori disipatzeko edo barreiatzeko zailtasuna dela eta) bereziki antzemango diren bero-bolada luzeagoak eta gogorragoak, eta tenperatura maximoak (4-5 °C) eta minimoak (3-4 °C).
- Arnasketarekin loturiko gertakari akutuen kantitatea handituko da, hegoaldean batik bat; horien artean, alergiak areagotuko dira gehienbat, polen-garaiaren eta egun lehor eta beroen igoera dela eta.
- Aire-kalitateak okerrera egin izanak eragindako arazoak.

¹ <http://www.neiker.net/k-egokitzen/inicio.html>

c) Animalia- eta landare-komunitateak, eta ingurune naturala

- Populazio-aldaketak, espezie bakoitzeko banako-kopuruari dagokionez.
- Migrazio- edo ugalketa-garaiak aurreratatu edo atzeratuko dira.
- Espezieen muga biogeografikoak handituko dira. Espezie kontinentalen (latitude edo altitude handiagoetara) eta itsas espezieen (latitude —iparralde aldera— eta sakonera handiagoetara) migrazioa.
- Produktibitatearen aldaketa; alga batzuen biomasa, adibidez, handitu egingo da tenperatura edo olatu handiagoak direla eta.
- Aldaketak espezie inbaditzaileetan eta parasito-espezieetan.
- Ahultasun handiagoa kontrako egoeren aurrean, batik bat espezie endemikoen eta migratzeko zailtasunak dituzten (narrastiak) eta ingurune hezeekin loturik dauden (anfibioak eta uretako intsektuak, adibidez) espezieen artean.
- Baso eta zuhaixkek emankortasun txikiagoa izango dute, lurzoruko karbonoaren galera dela eta.
- Hezeguneek hainbat ondorio jasango dituzte, kostaldeko guneetan batik bat (Urdaibai, Txingudi).

d) Basogintza

- Zuhaitz-espezieen produkzio-garaia aldatu egingo da: hainbat espeziek ekonomikoki errentagarri izateari utziko diote, azkar hazten direnek batez ere. Hosto erorkorreko espezieak izango dira onuradun, hosto iraunkorreko espezieen aldean.
- Perturbazio naturalek kaltetutako egurraren urteko bolumena nabarmen igoko da, muturreko gertaeren igoera dela eta (ekaitzak, haizeteak, ziklogenesi lehegarriak, eta abar). Muturreko gertaera meteorologiko eta suteekiko zaurgarritasun edo urrakortasun handiagoa.
- Intsektu-izurrien, horien etsai naturalen eta horien ostalarien arteko oreka aldatuko da; halaber, baso-osasunaren parametro batzuk aldatuko dira.
- Basoetako zuhaitz-formazioen aldaketak, egitura eta funtzioen esparruko aldaketak, eta basoek eskaintzen dituzten ingurumen- eta ondasun-zerbitzuen fluxuaren aldaketa.
- Lurzoruko materia organikoaren deskonposizio-tasa handiagoaren eraginez lurzoruko karbono-erreserbak galdu egingo dira epe luzera. Dena den, prezipitazioen murrizketak kontrako efektua eragin dezake.

e) Nekazaritza-sektorea

- Eskaera hidrikoa handituko da eta udako lehortei aurre egiteko zailtasunak areagotuko dira: Klima Aldaketaren Aurkako Euskal Planaren arabera, uraren eskaera % 6,0 eta 18,7 artean handituko da. Gainera, prezipitazioak murriztu eta horiek aldakorrakoak izango direnez, eta emariak ere txikiagoak izango direnez, uraren kalitateak okerrera egingo du seguru asko. Nekazaritza-jardueraren aldetik ur-eskaria handitzen bada, hark gainerako sektoreekin lehiatu beharko du.
- Laboreen emankortasuna aldatuko da: erremolatxaren laborantza onuradun suertatuko da, eta zerealena, ordea, kaltetua.
- Lurzoruaren gazitzea handituko da, ebapotranspirazio-tasa handiagoen ondorioz.
- Mediterraneoko izurriek laboreak kolonizatuko dituzte eta intsektuen belaunaldi-kopurua handituko da.
- Ardoen kalitateak okerrera egingo du tenperaturaren igoera dela eta: hark alkohol-gradu handiagoa, pH altuagoa eta azidotasun txikiagoa izango ditu (azido tartarikoaren degradazio handiagoa).
- Labore berriak haziko dira.
- Ereintza- eta uzta-garaiak aldatuko dira, baita uztaldien iraupena bera ere.
- Urak laborantza-guneak hartuko ditu, kostaldetik gertu daudenak bereziki.
- Lurzoruen emankortasun orokorra galdu egingo da: igotzen den tenperaturaren °C bakoitzeko, lurzoruetako karbono organikoaren % 6-7 inguru galduko da, eta horrenbestez, baita horien emankortasuna eta mantenu gaien erabilgarritasuna ere.

Klima Aldaketaren Aurka Borrokatzeko Euskal Planean funtsezko faktore gisa hartzen dira nekazaritza-praktikak eta erabilitako labore-barietateak.

f) Abeltzaintza eta arrantza-sektorea

- Abereen ekoizpen-maila aldatuko da.
- Abereek parasito-gaixotasunekiko sentikortasun handiagoa izango dute.
- Mendiko larreen karga-ahalmenak behera egingo du, eta beraz, horiek belar gutxiago emango dute; dena den, ardi-aziendak hobeto aprobetxatuko du belarra. Baldintza horietan, behi-azienda izango da kaltetuena.
- Itsasoaren berokuntza: 1,5-2,05 °C lehen 100 metroko sakoneran (A1B egoeran).
- Itsasoaren batez besteko mailaren igoera: 29-49 cm (A1B egoeran).
- Eguzki-erradiazioaren igoera: 35-40 W/m² egunean. Eguzki-erradiazioa errazago iritsiko zaigu, prezipitazioen murrizketa, kutsadura eta ur oligotrofikoak direla eta.

- Udako uraren temperatura 2,1-3 °C igoko da estuarioetan. Hipoxia- edo anoxia-aldien maiztasuna eta hedadura handituko da estuarioetan. Fitoplankton gehiago sortuko da eta, horrenbestez, ura maizago eutrofizatuko da.
- Itsas espezieen erreklutamendua aldatuko da; horrek modu negatiboan eragin diezaioke antxoari, olagarroari eta berdelari.

Klima Aldaketaren Aurka Borrokatzeko Euskal Planean funtsezko faktore gisa hartzen dira abeltzaintza- eta arrantza-praktikak, baita instalazioen egokitasuna ere.

g) Azpiegiturak eta energia

- Azpiegituren osotasuna arriskuan jar daiteke fenomeno meteorologikoek eragindako kalteak direla eta.
- Energia-eskaeraren igoera.

h) Turismoa

- Turismo-eskaeraren aldaketa.
- Urtaroarteko turismoa areagotuko da.
- Eremu geografiko eta turistikoan aldaketak izango dira, betiere kostako azpiegiturek eta herri-guneek jasan ditzaketan kalteak baldintzatuta, EAEko 35 hondartzatan batik bat.

Klima Aldaketaren Aurka Borrokatzeko Euskal Planean jarduteko lehentasun-eremuak edo sistematik zehaztu ziren, 2050. urterako aurreikusitako klima-aldaketaren ondorioak kontuan hartuta. Adituek egindako balorazioei jarraiki, nekazaritza-sektorearekin loturiko lehentasunezko 3 alderdi hauek hartu ziren kontuan:

- Ur-eskaera handiagoa, laboreen etekinak mantentzeko.
- Lurzoruko materia organikoaren galera, jarduera mikrobiarra handitzearen ondorioz.
- Espezie tropikalen eta subtropikalen agerpena itsas ekosistemetan.

1.4. HUSTUTEGIEI BURUZKO NAZIOARTEKO, ESTATUKO NAHIZ EAE-KO HITZARMENAK

Karbonoa bahitzea gordailu batera karbonoa —bereziki CO₂a— duten substantziak eranstea edo gehitzea da. UNFCCCren arabera, hustutegiak dira atmosferatik BEG, aerosol edo horien aitzindarien bat kentzen edo xurgatzen duten prozesu, jarduera edo mekanismo guztiak (IPCC, 2007a).

Landare-ekosistemak kontuan hartuz gero, honako hau izango litzateke karbonoaren ziklo biologikoa:

- Landareek fotosintesiaren bitartez, CO₂ atmosferikoa xurgatzen dute, eta landarearen zati bihurtzen da karbono organiko forman. Hostoak, adarrak eta abar lurrrera erortzen direnean, landarearen karbono organikoa lurzoruko karbono organiko bihurtzen da pixkanaka.
- Aldi berean, berotegi-efektuko gasak isurtzen dira atmosferara: lurzoruan pilatutako karbonoa atmosferara isurtzen joaten da mikroorganismo deskonposatzaileen jardueraren bitartez (materia organikoaren mineralizazioa); landareek, arnasketaren bidez, CO₂a isurtzen dute ehunak mantendu eta ehun berriak sortu ahal izateko, eta noski, landare horiek kendu egiten dira gero (uzta jasotzean, egurra ateratzean, erretze eta suteetan, eta abarretan).

Lurzoruko mikroorganismoek eta landareek xurgatutako CO₂ kantitatea aldi berean gertatzen diren isurpenak baino handiagoa bada, landare-ekosistema hori hustutegi bat dela esan genezake; bestela, emisio-iturri bat izango litzateke. Dena den, ziklo biologikoko karbono-fluxu hori ez da eteten, eta beraz, pilatutako karbonoa metatuta mantentzen den denbora-tartea funtsezko alderdia da hustutegiei dagokienez. Basoen gisako hustutegiek xurgatutako CO₂ kantitateak, adibidez, atmosferara itzuli daitezke baso hori, arrazoiak arrazoi (izurriak, gaixotasunak, egur-erazketa, haizeteak, suteak eta abar), desagertu egiten bada.

UNFCCC eta Kyotoko Protokoloaren arabera, nazioek mundu mailako karbonoaren zikloa kudeatu dezakete erregai fosilen erabileratik eratorritako karbono-isurpenak murriztuz eta hustutegietan karbono gehiago bahituz. 2050. urtean, Lurreko biosferako hustutegietan 100 Pg karbono bahitu ahal izango lirake, gutxi gorabehera, basoak eta nekazaritzarako lurrak behar bezala kudeatuta.

Halere, bahitu daitekeen karbono-kantitate hori txikia da praktika energetikoen eta abarren aldetik aurreikusitako CO₂ isurpenekin alderatuta, eta beraz, karbonoa Lurreko biosferan bahitzeko aukera aldi baterako irtenbidea baino ez litzateke izango, hots, erregai fosilen isurpenak murrizteko neurri iraunkorrak garatzen edo ezartzen diren bitartean denbora irabazteko modu bat (Watson *et al.*, 2000). Karbonoaren kudeaketa eraginkorragoa izango litzateke, erregai fosiletatik eratorritako isurriak kudeatzeaz gain, gizarteak ingurune lehortarreko eta ozeanoetako karbono-baliabide berrietara joko balu (edo hustutegien erabilera murriztua egingo balu) (Houghton, 2007).

Zentzu horretan, eta BEG inbentarioen alderdi zehatzak xehatzen diren arren, dokumentu honen helburua ez da Kyotoko Protokoloarekin (KP) bat etorriko den kontabilitatea edo berotegi-efektuko gasen inbentarioa egitea, IPCC Taldeak BEG inbentarioak egiteko garatu duen metodologiaz baliatzea baizik, gizarteak karbono-baliabideak eta, batik bat, karbono-hustutegiak modu egokiagoan kudeatzeko modu horiek bilatzen lagunduko duen tresna bat den neurrian.

Azkenik, eta KP loteslea izan arren, Europar Batasunean klima-aldaketari eta energiari buruzko neurriak bateratzen dituen pakete bat proposatu dela gogoratu behar dugu; bertan, 2020. urterako anbizio handiko helburu berriak aurreikusten dira (Batzordearen Komunikazioa, 2008ko azaroaren 13koa, «Eraginkortasun energetikoa: % 20ko helburua lortzea» deiturikoa). Helburu horiek honako hau esan nahi dute:

- BEG isurpenak % 20 murriztea (% 30 nazioarteko hitzarmen bat egiten bada), 1990. urteko isurketekin alderatuta.
- Gure amaierako energia-kontsumoan energia-iturri berriztagarrien ehunekoa % 20ra arte handitzea.
- Energia-kontsumoaren % 20 aurreztea, energia-eraginkortasun handiagoaren bitartez; gainera, herrialde bakoitzeko garraio-premien % 10 bioerregaien bidez erdietsi beharko da.

1.4.1. Berotegi-efektuko gasen inbentarioak, Konbentzioari eta Kyotoko Protokoloari dagokienez

IPCC Taldeak 1990ean egindako Lehen Ebaluazio Txostena erabakigarria izan zen 1992an sortu eta 1994ko martxoaren 21ean indarrean jarri zen Klima Aldaketari buruzko Nazio Batuen Esparru Konbentzioa (UNFCCC) sortuko zuen nazioarteko negoziazio-prozesua abian jartzeko. Klima Aldaketari buruzko UNFCCCk honako helburu hau finkatu zuen: «Atmosferako berotegi-efektuko gasen kontzentrazioak egonkortzea lortzea, klima-sisteman esku-hartze antropogeniko arriskutsurik ez eragiteko moduan. Hori denbora-tarte egokian lortu beharko litzateke, ekosistemak klima-aldaketara modu naturalean egokitu daitezten, elikagaien ekoizpena arriskuan jar ez dadin eta garapen ekonomikoak jasagarria izaten jarraitu dezan». Horrela, Konbentzioko I. Eranskineko Estatu Parte-hartzaileek (1992an ELGA-Ekonomiako Lankidetzeta eta Garapenerako Antolakundea osatzen zuten herrialde industrializatuak eta merkatu-ekonomiara igarotzen ari ziren herrialdeak) aldian behin berotegi-efektuko gasen inbentarioak egin eta horiek Aldeen Konferentziari (UNFCCCko organo nagusia osatzen du) jakinarazteko konpromisoa hartu zuten, besteak beste.

Aldeen Konferentziarentzat (COP) landutako BEG inbentario horiek garatzeko IPCC Taldeak

finkatutako irizpideak hartu behar ziren kontuan, eta Montrealeko Protokoloan jasotzen ez diren giza jatorriko berotegi-efektuko gasak hartzen ditu barne (CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC eta SF₆). Berotegi-efektuko gas horien isurpenak eta xurgapenak urtero kalkulatu dira honako 6 sektore hauen kasuan: energia, prozesu industrialak, disolbatzaile eta beste produktu batzuen erabilera, hondakinak, nekazaritza, eta LULUCF sektorea (lurraren erabilera, lurraren erabileraren aldaketa eta basogintza).

Konbentzioaren ahaleginari esker, Kyotoko Protokoloa (KP) onartu zen Kyoton ospatutako hirugarren bilera-aldian (3. Aldeen Konferentzia) eta hura 2005ean jarri zen indarrean. KP legalki loteslea den akordio bat da, eta haren baitan, isurpenak murrizteko helburu kuantifikatuak lortzeko konpromisoa hartzen dute herrialde garatuek eta merkatu-ekonomia batera igarotzen ari diren herrialdeek (I. Eranskineko Aldeak).

Kyotoko Protokoloko I. Eranskineko Aldeek beren isurpen antropogenikoak murrizteko konpromisoa hartu zuten, lehen konpromiso-aldian (2008-2012), garatutako ekonomien BEG isurpenak % 5 murrizteko helburuarekin, betiere oinarri-urteko mailekin alderatuta. Helburu hori modu berezian banatu zen Aldeen eta Aldeen batasunen artean; horrenbestez, % 8ko murrizketa egokitu zitzaion une hartan Europako Erkidegoko 15 herrialdeek osatu zuten Aldeen batasunari.

Europako Erkidegoaren barnean berriz banatu zen arestian aipatutako isurpenak murrizteko helburua, eta haren arabera, Espainiak % 15 handitu ahal izango ditu BEG isurpenak, oinarri-urtearekin alderatuta. Bestalde, Klima Aldaketaren Aurkako Euskal Planaren arabera (Ihobe, 2008), EAEn gehikuntza hori % 14koa izango litzateke, konpromiso-epe bererako (1. taula).

1 taula. Kyotoko Protokoloarekin lotuta bereganatutako helburuen laburpena.

2008-2012 konpromiso-aldirako helburuak, oinarri-urtearekin alderatuta
Kyotoko Protokoloko I. Eranskineko Aldeen mundu mailako murrizketa → % 5 (-)
Europako Erkidegoaren murrizketa bateratua, KParen barnean → % 8 (-)
Espainiako Estatuaren isurien gehikuntza (EE barneko hitzarmena) → % 15 (+)
EAEko isurien gehikuntza (Eusko Jaurlaritza, 2008) → % 14 (+)

Kyotoko Protokoloaren arabera, honela jokatu zen Alde edo Aldeen batasun batek 2008-2012 konpromiso-aldian isuri zitzakeen BEG kantitateak zehazteko («esleitutako hasierako kantitatea»): Aldearen oinarri-urtea edo erreferentzia-urtea finkatu zen, oinarri-urteko isurpenak zenbatu ziren, eta, aditu talde batek horiek berrikusi ostean, isurpen-kantitateak murriztu edo handitu ziren, Kyotoko Protokoloan Alde horrentzat zehaztutako helburua kontuan hartuta; azkenik, zenbateko horiek 5 zenbakiarekin biderkatu ziren (lehen konpromiso-aldiko urte-kopurua). Espainiaren kasuan, oinarri-urtea 1990eko CO₂, CH₄ eta N₂O isurpenen eta 1995eko HFC, PFC eta SF₆ isurpenen batura izango litzateke (EAEn ere oinarri-urte bera erabili zen); oinarri-urte horretan, 289,8 Tg CO₂ isurpenen baliokideak (CO₂-eq) izan zirela kalkulatu zen, eta beraz, 2008-2012 konpromiso-aldirako esleitutako hasierako kantitatea 1666 Tg CO₂-eq da.

Lehen konpromiso-aldia amaitu ostean, Aldeak edo Aldeen batasunak behar bezala frogatu behar du 2008-2012 aldia osatzen duten 5 urteetan zehar egindako isurpenak esleitutako kantitate erabilgarria baino txikiagoak direla. Esleitutako kantitate erabilgarria Aldeari hasieran esleitutako kantitateak geratzen zaion kopurua da, Kyotoko Protokoloak isurpen-baimenak edo -eskubideak trukatzea aurreikusten baitu, eta horiek eskuratu edo transferitu izanak hasieran esleitutako kantitatea aldatzen du.

Kyotoko Protokoloak transakzio-mekanismoek eta arauak zehazten duten eskubideen jabetza eta eskualdatze hori «Kyotoko Protokoloak unitateak» deituriko unitateetan jasotzen da; unitate horiek CO₂ balioak tonetara (CO₂-eq) itzulitako berotegi-efektuko gasak dira, BEG bakoitzari esleitutako berotze-potentzialen bitartez. Kyotoko Protokoloak unitate horiek izen desberdinak hartzen dituzte jatorriaren arabera: Kyotoko Protokoloaren unitate horietako bat LULUCF sektoreko jardueretatik (3. artikuluko 3 eta 4. paragrafoetan arautzen dira) eratorritako 1 t CO₂-eq xurgatzeari edo finkatzeari dagokionean, adibidez, hark “Xurgapen Unitate” izena hartzen du (*RMU – Removal unit*).

Kyotoko Protokoloak karbono-hustutegi gisa hartzen du biomasaren eta lurzoruen eginkizuna, hauen bidez atmosferako karbonoa xurgatzea ahalbidetzen baitie hura berretsi zuten herrialdeei, horrela, horiek beren isurpenak konpentsatu ditzaten. Dena den, eta Kyotoko Protokoloaren kontabilizazioari dagokionez, atmosferatik BEG bat xurgatzen duten prozesu edo jarduerak guztiak ez dira hustutegi gisa hartzen; izan ere, gainazal lehortarretan gertatutako xurgapenak hustutegi gisa har daitezke baldin eta, horietan 1990. urtetik aurrera gizakiak eragindako eta lurzoruaren erabilera-aldaketarekin zerikusi zuzena duten jarduerak gauzatu badira, eta betiere jarduerak horiek behar bezala neurtu eta egiaztatu badaitezke. Horrenbestez, Kyotoko Protokoloak ematen duen hustutegi kontabilizagarriaren definizioa UNFCCCak ematen duena baino askoz zorrotzagoa da.

Karbono-hustutegiak KPan gehien eztabaidatu diren alderdietako bat dira, horien xurgapen-iraunkortasunak eta eskalak hainbat kezka sortzen baititu. Hustutegietan finkatzen edo xurgaturik geratzen diren berotegi-efektuko gasak balioesteko ziurgabetasunak eta zailtasun teknikoak direla-eta, Kyotoko Protokoloak bi multzotan banatzen ditu zenbatu beharreko jarduerak:

- A Eranskinean adierazitako sektoreak edo jarduerak: energia, prozesu industrialak, disolbatzaile eta beste produktu batzuen erabilera, hondakinak eta nekazaritza.
- LULUCF sektoreko jarduerak.

Bi jarduerak-multzo horiek ez dira berdin kontabilizatzen. LULUCF sektoreko jardueren kasuan, adibidez, Kyotoko Protokoloaren 3. artikuluko 3 edo 4. paragrafoetan jasotzen diren jarduerak bakarrik kontabilizatu daitezke.

- 3.3. artikuluko jarduerak: Lurzoruaren erabilera aldatzen duten baso-lurrekin loturiko jarduerak, hala nola, basotzeak, basoberritzeak eta deforestazioak. Kyotoko Protokoloa sinatu zuten herrialdeek nahitaez kontabilizatu eta jakinarazi behar dituzte horrelakoak.

Konpromiso-aldian pilatutako karbonoaren bariazio garbi eta egiaztagarri gisa kontabilizatzen dira, eta 1990. urtearen ondorengoak izan behar dute.

- 3.4 artikuluko jarduerak: kudeaketan edo erabileran aldaketaren bat eragiten duten giza jarduerak, bai baso-, labore-, belardi/larre- edo landareztatutako lurretan. Horiek nahi izanez gero bakarrik kontabilizatzen dira eta herrialde bakoitzak hartutako erabakiaren arabera dira. 1990. urtea baino lehen gauzatzen ez ziren eta gizakiak eragin dituen jarduerak izan behar dute.

1.4.2. Kyotoko Protokoloaren inbentarioetako definizio interesgarriak

Kyotoko Protokoloaren ostean, hustutegiei buruzko hainbat hitzarmen onartu dira Aldeen Konferentziaren (COP) bileretan. Marrakechen ospatutako Aldeen Konferentzian (COP-7, Marrakecheko Akordioa, 2001), adibidez, KParen garapen-arauak definitu ziren, honako hauek, esate baterako:

- Baso, basotze, basoberritze eta baso-kudeaketaren onartutako definizioak, horiek lehen konpromiso-aldian aplikatze aldera.
- Basoen kudeaketari dagokionez, lortutako xurgapenen gehieneko kontabilizazio-muga bat, isurpenak murrizteko konpromisoa hartu duen Alde bakoitzari berariaz ezarria. Salbuespenak salbuespen, datuak nazioen igorpenetan edo FAOren datuetan oinarritu ziren, betiere % 85eko beherapena aplikatuta, eta oinarri-urteko isurpenen % 3ko muga zehaztuta. Espainiaren kasuan, muga hori honako hau da: 670 Gg C urtea⁻¹.
- Egurrezko produktuak kontabilizatzeko egindako aldaketa oro Aldeen Konferentziak hartutako erabakien arabera izango da.

Jarraian, Marrakecheko Akordioetan gaineratutako LULUCF sektoreko jarduerari dagozkien definizio onartuak xehatzen dira:

a) Baso-lurra

Marrakecheko Akordioetan honela definitzen da «Baso Lurra» edo basoa: «% 10-30a gainditzen duen adaburuz estalitako (edo populazio-dentsitate baliokidea) eta beren in situ heldutasunean 2 eta 5 metro arteko gutxieneko altuera izan dezaketen zuhaitzez osaturiko 0,05 eta 1,0 ha arteko lurren gutxieneko azalera. Baso bat masa oihantsu argi bat edo baso-eraketa trinko bat izan daiteke, altuera desberdineko zuhaitzek eta oihanpeak lurzoruaren ehuneko garrantzitsu bat estaltzen dutenean. Baso gisa hartzen dira, halaber, 2 eta 5 m arteko altuerako zuhaitzak ez dituzten eta % 10 eta 30 arteko adaburu-dentsitatea lortu ez duten landaketa gazte guztiak eta baso-masa naturalak, baita basoa osatu ohi duten baina gizakiaren esku-hartzearen (ustiaketa, adibidez) edo arrazoi naturalen eraginez denboraldi batean baso-populaziorik ez duten eremuak ere, betiere gero berriz baso bihurtzea aurreikusten bada».

Aldeen 7. Konferentzian (COP-7) zehaztutako definizioaren arabera, eta Kyotoko Protokoloaren kontabilitatea egin ahal izateko, Espainiak honako hauek definitu zituen baso-lur gisa:

- Estalitako edukieraren frakzioa % 20koa edo handiagoa, hau da, zuhaitz-adaburuen proiektio bertikalak estalitako lurzorua maila, gutxienez, % 20koa denean;
- Gutxienez 1 ha-ko azalera duenean;
- Zuhaitzek beren heldutasunean 3 metroko gutxienerako altuera dutenean.

b) Basotzea

«Gizakiaren zuzeneko jardueraren eraginez, 50 urtetan, gutxienez, basorik izan ez duten lurak baso-lur bihurtzea, landatuz, ereinez edo hazitoki naturalen sustapen antropogeniko bidez».

c) Basoberritzea

«Gizakiaren zuzeneko jardura bidez, oihantsuak ez diren lurak baso-lur bihurtzea, landatuz, ereinez edo hazitoki naturalen sustapen antropogeniko bidez, antzina basoak egon ziren baina gaur egun deforestatuta dauden lur-eremuetan. Lehen konpromiso-aldian (2008-2012), basoberritze-jarduerak 1989ko abenduaren 31n basorik ez zuten lur-eremuen basoberritzeetara mugatuko dira».

d) Deforestazioa

«Gizakiaren zuzeneko jardura bidez, lur oihantsuak lur ez-oihantsu bihurtzea».

e) Landareztatzea

«Leku jakin batzuetan pilatutako karbonoa areagotzeko helburua duen zuzeneko giza jardura, 0,05 ha-ko gutxienerako azalera batean landareak finkatuz, betiere basotzearen eta basoberritzearen definizioekin bat ez datorrenean». Multzon honen barnean sartuko lirateke, adibidez, autopista-bazterrak, parkeak, eta abar.

f) Basoen kudeaketa

«Baso-lurren erabilerarako eta administrazioarako praktiken sistema, basoak funtzio ekologikoak (dibertsitate biologikoa barne), ekonomikoak eta sozialak modu jasangarrian bete ditzan». Multzon honen barnean sartuko lirateke, esate baterako, inausketak eta bakanketak. Definizio honen barnean sartuko lirateke, halaber, baso naturalak eta landaketak, betiere dagokien definizioa betetzen badute.

g) Nekazaritzarako edo laborantzarako lurren kudeaketa

«Nekazaritzako laboreetara xedaturiko lurretan eta erreserban mantendutako lurretan edo aldi batean nekazaritza-ekoizpenerako erabili ez diren lurretan gauzatutako praktiken sistema». Laborantzarik gabeko edo gutxieneko laborantzarako lurrak, zoru biluzirik gabeko lugorriak, eta abar

h) Larreen kudeaketa

«Abeltzaintzara xedaturiko lurren praktika-sistema, sortutako ganadu- eta landare-motak eta kantitateak manipulatu ahal izateko». Larratuak diren larreak eta larratuak ez diren belardiak.

2. KAPITULUA

**EAE-KO LULUCF SEKTOREKO BEROTEGI-EFEKTUKO
GASEN INBENTARIOAK, 1990 ETA 2008. URTEETAN**

2. EAE-KO LULUCF SEKTOREKO BEROTEGI-EFEKTUKO GASEN INBENTARIOAK, 1990 ETA 2008. URTEETAN

Kapitulu honetan, LULUCF sektoreari dagozkion (lurraren erabilera, lurraren erabileraren aldaketa eta basogintza) 1990 eta 2008. urteetako EAEko BEG inbentarioen emaitzak agertzen dira. Era berean, berotegi-efektuko gasen inbentarioak egiteko erabili den metodologia deskribatzen da oro har, «2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories» (IPCC, 2006) irizpideei jarraiki landu badira ere, Aldeen Konferentziari (COP) xedatu beharreko inbentario nazionalak izango balira bezala, hura baita UNFCCCko organo nagusia. Metodologiaren deskribapen xehatua I. Eranskinean jasotzen da.

UNFCCCra BEG inbentarioak lantzeko giza kudeaketak hartutako azalera osoko isurpenak/xurgapenak kontabilizatu behar direla gogoratu behar dugu, Kyotoko Protokolorako inbentarioek ez bezala, azken horietan 3. artikuluko 3 eta 4. paragrafoetako jarduerak bakarrik hartu behar baitira kontuan. Halere, EAEko BEG inbentarioen eta kapitulu honen helburua ez zen inbentarioak garatu ahal izateko isurpenak eta xurgapenak kontabilizatzea —IPCC Taldearen irizpideei jarraiki gauzatu arren—, EAEko karbono-hustutegi edo -gordailu nagusiak identifikatzea baizik, hau da, horiek erreminta gisa erabiltzea EAEko hustutegi garrantzitsuenetan sakontzen jarraitzeko.

2.1. EAE-KO BEG INBENTARIOEN ALDERDI METODOLOGIKOAK, KONBENTZIOARI DAGOKIONEZ

1990 eta 2008ko EAEko BEG inbentarioak lantzeko erabili den metodologiaren deskribapen xehatua I. Eranskinean jasotzen da.

2.1.1. IPCC Taldearen 2006. urteko irizpideak

Oro har, IPCC Taldearen metodologiak (IPCC, 2006) zera planteatzen du, atmosferara isuritako edo atmosferatik xurgatutako CO₂ fluxua biomasan eta lurzoruan dauden karbono-izakinen bariazioaren berdina dela. Karbono-izakin edo -stock horiek honako gordailu edo «pool» hauetan daude:

- Biomasan: airekoan eta lurpekoan («above ground biomass» eta «below ground biomass»).
- Hildako materia organikoan: hildako egurrean eta orbelean («dead wood» eta «litter»).
- Lurzoruko karbono organikoan («soil organic carbon»): lurzoruaren lehen 30 cm-ko sakoneran bakarrik, giza kudeaketak sakonera handiagoan dauden lurzoruaren geruzetan askoz gutxiago eragiten duela uste baita.

(Egurretik eratorritako produktuetan —«Wood Harvested Products»— ere aurkitu daitezke karbono-izakinak, informazio hori izanez gero).

Era berean, karbono-izakinen bariazioa balioetsi daitekeela adierazten du, lurraren erabilera-aldaketan tasak eta aldaketa horiek gauzatzeko erabili diren praktikak behar bezala zehaztuz. Horrenbestez, ekosistemako karbono-izakinetan gertatu diren aldaketetan oinarritutako CO₂ isurpenak eta xurgapenak balioesten dira lurraren erabilera-kategoria bakoitzerako (lur-erabilaren kategoria jakin batean mantentzen diren lurrak nahiz beste erabilera-kategoria batera pasatzen diren lurrak). IPCC Taldeak lurraren honako erabilera-kategoria hauek jasotzen ditu:

- Baso-lurrak (F, «Forest Land»): EAEko inbentarioetarako, Espainiak Kyotoko Protokolorako hartutako «basoaren» definizio bera hartu zen kontuan (ikus «Kyotoko Protokoloaren inbentarioetako definizio interesgarriak» atala).
- Labore-lurrak (C, «Croplands»): belarkien (belarkarak) eta zurezkoen (zurkarak) laborantza barne.
- Larreak (G, «Grasslands»): «baso-lurren» definiziora iristen ez diren zuhaitzik gabeko larreak nahiz larre zuhaizdunak, larratuak zein ez-larratuak izan.
- Asentamenduak (S, «Settlements»): bizileku-, garraio-, merkataritza- eta fabrikazio-azpiegiturekin edo antzekoekin loturiko azalerak.

- Hezeguneak (W, «Wetlands»): urte osoan edo ia urte osoan zehar urez beterik edo ase (geza edo gazia) egoten diren lurrak.
- Bestelako lurrak (O, «Other Lands»): zoru biluziak, arroka, izotza eta gainerako kategorietan sartzen ez diren azalerak.

Horrenbestez, eta oso modu sinplifikatuan, berotegi-efektuko gasen urteko xurgapena/isurpena lortzeko inbentario bat lantzeko behar-beharrezkoa da:

- Lurzorua erabilera-kategoriaren arabera sailkatzea (baso-lurrak, labore-lurrak, larreak, asentamenduak, hezeguneak edo bestelako lurrak).
- Horiek zona klimatiko, lurzoru-mota eta erabilera-praktika motaren arabera banatzea.
- Inbentarioari dagozkion urteetan zehar aldatu eta mantendu diren kategoriak balioestea.
- Berotegi-efektuko gasen isurpen-/xurgapen-faktoreak zehaztea, horrela, multzo bakoitzeko 5 karbono-gordailuetan (aireko biomasa, lurpeko biomasa, hildako egurra, orbela eta lurzoruko karbono organikoa) izan diren izakin-aldaketak kalkulatzeko.
- Azkenik, multzo guztietako karbono-izakinen bariazioak batzea.

IPCC Taldearen irizpideen arabera, oro har eta datu gehiagorik izan ezean, hildako materia organikoan eta lurzoruko karbono organikoan dauden karbono-izakinak modu konstantean aldatzen diraaztertutako denbora-tarte osoan zehar. Beraz, 1990eko BEG inbentarioaren kasuan, 1971 eta 1990. urteen arteko karbono-stockaren aldaketak konstanteak izan zirela onartzen da; 2008ko inbentarioaren kasuan ere 1990 eta 2008. urteen arteko aldaketak linealak izan zirela onartzen da.

Honako hauek dira LULUCF sektoretik eratorritako berotegi-efektuko gasak: CO₂, CH₄ eta N₂O (karbono dioxidoa, metanoa eta oxido nitrosoa, hurrenez hurren). BEG horien isurpenak CO₂ balioakide bihurtzeko, IPCC Taldeak 2007. urtean proposatu zituen berotze globaleko potentzialerako balioak erabili ziren (1, 25 eta 298 balioak CO₂, CH₄ eta N₂O isurien kasuan, hurrenez hurren). CO₂ari dagokionez, LULUCF sektorean karbonoarentzat (C forman) bakarrik egiten dira isurpen-/xurgapen-balioespenak, eta amaieran, horiek CO₂ bihurtzen dira 44/12 balioarekin biderkatuz, betiere masa molekularra eta atomikoa aintzat hartuta.

2.1.2. Kalkuluaren prozedura-mailak («tier»)

IPCC Taldearen metodologian hiru prozedura-maila («tier») proposatzen dira karbono-izakinetan gertatzen diren aldaketak kalkulatzeko, betiere zehaztasun- eta ziurgabetasun-maila desberdinak daudela kontuan hartuta. Oro har, maila altuagoetara pasatu ahala hobetu egiten da inbentarioaren zehaztasuna eta murriztu egiten da ziurgabetasuna, inbentarioak egiteko behar diren baliabideak eta konplexutasuna ere maila altuenetan handiagoak izan arren.

- 1. maila: IPCC Taldeak proposatutako datuak erabiltzen dira (ekuazioak, isurpen-faktoreak eta abar). Jardueraren datuetarako ere (hektarea-kopurua, adibidez) oso zehatzak ez diren nazioko nahiz nazioarteko iturriak erabil daitezke.
- 2. maila: 1. mailan erabiltzen den ikuspegi metodologiko bera aplikatzen da, baina honako honetan herrialdeak lurraren erabileretarako eta/edo jarduera garrantzitsuenetarako definitu dituen jarduera-datuak eta isurpen-faktoreak erabiltzen dira.
- 3. maila: maila altuagoko metodoak edo prozedurak erabiltzen dira, bereziki herrialde bakoitzaren egoeretara egokitutako inbentarioaren neurketarako sistemak eta ereduak, betiere zehaztasun altuko jarduera-datuetan oinarrituta. Maila altuko kalkulurako prozedura horiek zehaztasun eta ziurtasun handiagoko balioespenak eskaintzen dituzte.
-

Kalkulu-prozeduran ahalik eta mailarik altuena (hurbilketa espaziala eta isurpen-faktoreak) lortzen saiatzea gomendatzen du IPCC Taldeak, baina baliabideen mugak ikusirik, funtsezkoak diren kategorietan gomendatzen du maila horiek gehiago igotzen ahalegintzea. Inbentarioaren balioespen orokorrean modu garrantzitsuan eragin dezaketen kategoriak (isurpen-iturri zein hustutegi izan) funtsezko kategoria gisa hartzen dira, balio absolututan nahiz seriearen arabera izan. EAEko azken inbentarioen arabera, LULUCF sektoreko funtsezko kategoria batzuk baso-lurrekin loturik zeudela ondorioztatu zen. Horregatik, «tier 2» maila lortu zen baso-lurren kategorian, gainerako kategorietan IPCC Taldeak proposaturiko isurpen-faktoreak erabili ziren bitartean («tier 1»).

Inbentarioek (1990 eta 2008) koherenteak izan behar dute, eta beraz, horiek alderatu ahal izateko zailtasun handienetako bat oinarri-urteari (1990) buruzko informazioa lortzea izan zen, isurpen-faktoreei nahiz bereizmen espazialari dagokionez. Horrenbestez, erabilitako mailak 1990. urterako lortu zirenak dira, funtsean.

2.1.3. Lurraren erabilera-kategoria bakoitzari dagokion azalera

LULUCF sektorean, BEG isurpenak/xurgapenak balioesteko alderdi garrantzitsuenetako bat azalera zehaztea da (jarduera-datua), horiei isurpen-/xurgapen-faktore desberdinak aplikatuko baitzaizkie.

Zentzu horretan, lehenik eta behin kudeatutako eta kudeatu gabeko azalera identifikatu ziren, inbentarioetan giza jatorriko berotegi-efektuko gasak bakarrik jasotzen baitira, eta beraz, gizakiak kudeatutako lurak bakarrik hartu behar dira kontuan. EAEn, ia azalera guztia kudeatzen dela balioztatu zen, giza praktiken ondorioak ia gainazal guztian ikus baitaitezke.

Bigarrenik, gainazalak sailkatu ziren lurraren erabilera-kategoriaren arabera, betiere IPCC Taldeak definitutako 6 kategoriak kontuan hartuta (baso-lurrak, labore-lurrak, larreak, asentamenduak, hezeguneak eta bestelako lurak). Sailkapen hori teledetekzio bidez egin zen (Landsat 5 TM eszenak), ortoargazki, baso-inbentario eta datu estatistikoekin batera (I. Eranskina).

Azkenik, eta arestian aipatutako informazio-iturriak konbinatuz, 1990 eta 2008. urteen artean erabilera-aldaketaren bat izan duten eta erabilera bera mantendu duten azalera zehaztu ziren.

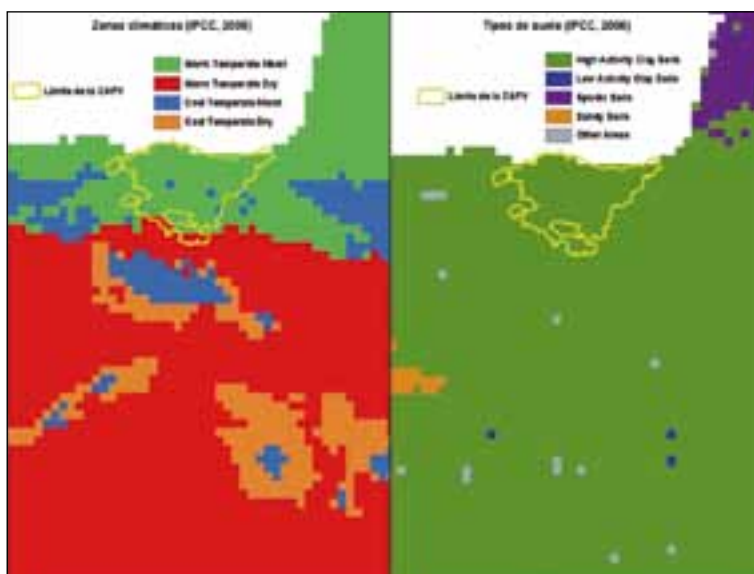
2.1.4. EAEko zona klimatikoak eta lurzoru-motak

EAEko gainazala bi zona klimatikotan banatu zen IPCC Taldearen irizpideek zehaztutako ezaugarrietan oinarrituta:

- Klima epel lehorra: Arabako Errioxa. Urteko batez besteko tenperatura 10 °C baino altuagoa (18 °C baino baxuagoa) denean eta urteko batez besteko prezipitazioen eta ebapotranspirazio potentzialaren arteko zatidura 1 baino txikiagoa denean.
- Klima epel hezea: EAEko gainerako gune guztiak, Arabako Errioxa salbu. Urteko batez besteko tenperatura 10 °C baino altuagoa (18 °C baino baxuagoa) denean eta urteko batez besteko prezipitazioen eta ebapotranspirazio potentzialaren arteko zatidura 1 baino handiagoa denean.

Oro har, lurzoruaren erabilerak eta kudeaketak lurzoruko karbono organikoan eragiten dituzten ondorioak oso desberdinak dira lurzoru mineraletan eta lurzoru organikoetan. Lurzoru organikoek (zohikatza, adibidez) % 12 eta 20 arteko materia organikoa dute, gutxienez, masan, eta drainatze txarreko baldintzetan garatzen dira, hezeguneetan. Gainerako lurzoru guztiak mineral gisa sailkatzen dira eta oso ohikoa da materia organikoaren kantitate nahiko txikiak izatea; horiek ia ekosistema guztietan nagusitzen dira, hezeguneetan izan ezik. EAE osoko lurzoruak jarduera altuko buztinak dituzten lurzoru mineral gisa sailkatu ziren, hau da, modu arinean edo neurritsuan higatutako lurzoru gisa, 2:1 motako silikatoak nagusitzen direlarik.

Europako Batzordeak zona klimatikoen eta lurzoruen mapa bana egin zuen IPCC Taldearen sailkapenetan oinarrituta, lurzoru-mota eta klima-mota sailkatzen laguntzeko. Mapa horiek (3. irudia) EAEn egindako zona klimatikoen eta zona edafikoen sailkapena berresten dute.



3. irudia. Zona klimatikoak eta lurzoru-motak zehazteko mapa tematikoak, Europako Batzordeak eskainitako (<http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/projects/RenewableEnergy>) IPCC Taldearen (2006) sailkapenen arabera

2.1.5. Karbono-izakinen zehaztapena, lurzoruaren erabilera-kategoriaren arabera

I. Eranskinean behar bezala xehatzen dira karbono-isurpenak/-xurgapenak lortzeko egin ziren kalkuluak (IPCC, 2006).

CO₂ isurpenak eta xurgapenak balioesteko, ekosistemako karbono-izakinetan izan diren aldaketak hartzen dira oinarri gisa. Karbono-izakin horiek aireko eta lurpeko biomasan, hildako materia organikoan (hau da, hildako egurrean eta orbelean) eta lurzoruko materia organikoan aurkitzen dira. Ekosistemako 5 gordailu horietako karbono-izakinen galera garbiak atmosferara isurtzen diren CO₂ kantitateak kalkulatzeko erabiltzen dira, karbono-izakinen irabazi garbiak atmosferatik xurgatzen diren CO₂ kantitateak kalkulatzeko erabiltzen diren bitartean.

Gordailu bakoitzeko berotegi-efektuko gasen isurpenak/xurgapenak kalkulatu ziren, kategoria berean mantendu ziren azalerak eta beste kategoria batzuetara aldatu ziren azalerak definitu ostean, eta horiek lurzoru- eta klima-motaren arabera banatu ziren. Horrenbestez, berotegi-efektuko gasen balioespenak 2 taulan deskribatzen diren kategoria eta gordailuetarako egin dira.

Biomasaren kasuan, oro har ez ziren landaririk gabeko lur-azaleretako (asentamenduak eta bestelako lurrak) eta lur-azalera belarkaretako (labore-lurrak, larreak) karbono-izakinen arteko aldaketak balioetsi. Azken kasu horretan, adibidez, kalkulurako 1. Mailaren kasuan (oinarrizkoena),

urteko zein bizikor diren landare belarkarekin (egur-landareak ez direnak) loturiko biomasa nahiko galkorra dela uste du IPCC Taldeak, hau da, erori eta urtero edo urte gutxiren baitan birsortzen dela. Horrenbestez, birsorkuntzak eragindako xurgapenak deskonposizioaren isurpenak konpentsatzen dituzte, eta beraz, karbono-izakin garbiak nahiko egonkorak dira epe luzera; horregatik, horiek ez dira kontabilizatzen lurra erabilera-kategoria berean mantentzen denean.

Orbelak eta hildako egurrak osaturiko materia organiko hilaren kasuan (DOM, «dead organic matter»), hura kalkulatzeko 1. Maila erabili zen; horrenbestez, hildako materia organikora (hildako egurra eta orbela) igarotzeko batez besteko abiadura materia organiko hiletik igarotzeko batez besteko abiaduraren balioidea da, eta beraz, izakinen aldaketa garbia nulua da. Kalkuluaren 1. Mailan, baso-lurrekin loturiko erabilera-aldaketak (baso-lur bihurtzen direnean edo alderantziz) gauzatzen direnean bakarrik hartzen da kontuan materia organiko hila.

Lurzoruko karbono organikoari dagokionez (SOC, «Soil Organic Carbon»), luraren erabilera-kategorien arteko aldaketa bat gertatu zenean edo, erabilera beraren barnean, lurzoruko karbonoaren edukiari eragiten zieten ezaugarri desberdineko azpi-banaketak zeudenean bakarrik balioetsi zen horien aldaketa (erabilera-praktikak, input-ekarpenak, eta abar). Hor ditugu, esate baterako, labore-lurren artean laborantza intentsiboko eta estentsiboko lurrak edo fruta-arbolak, eta larreen artean, larratutako larreak, belardiak, eta bazkatara xedaturiko beste azalera batzuk.

**2 taula. EAEko berotegi-efektuko gasen inbentarioan kontuan hartu diren karbono-gordailuak eta lurra-
ren erabilera-kategoriak.**

Lurraren erabilera-kategoria		Biomasa	Materia organiko hila	Lurzoruak
A) Baso-lurrak	FF	BAI	EA	EA
	LF	BAI	BAI	BAI
B) Labore-lurrak	CC	BAI	EA	BAI
	LC	BAI	BAI	BAI
C) Belardi/larreak	GG	EA	EA	BAI
	LG	BAI	BAI	BAI
D) Hezeguneak	WW	EA	EA	EA
	LW	BAI	BAI	BAI
E) Asentamenduak (hiritarrak)	SS	EA	EA	EA
	LS	BAI	BAI	BAI
F) Bestelako lurrak	OO	EA	EA	EA
	LO	BAI	BAI	BAI

EA: ez aplikagarria; FF: berdin mantendu diren baso-lurrak; LF: baso-lur bihurtu diren lurrak; CC: berdin mantendu diren labore-lurrak; LC: labore-lur bihurtu diren lurrak; GG: berdin mantendu diren belardi/larreak; LG: belardi/larre bihurtu diren lurrak; WW: berdin mantendu diren hezeguneak; LW: hezegune bihurtu diren lurrak; SS: berdin mantendu diren hiri-lurrak edo asentamenduak; LS: asentamendu bihurtu diren lurrak; OO: berdin mantendu diren bestelako lurrak; LO: bestelako lurren kategoria hartu duten lurrak.

2.1.6. CO₂ ez diren BEG isurpenak LULUCF sektorean

Lurraren erabileratik eratorritako CH₄ eta N₂O isurpenak zehazteko, honako hauek hartu dira kontuan: hezegune bihurtutako azalera, erretako edo suak hartutako azalera, eta labore-lur bihurtutako azalera.

2.1.6.1. CH₄ isurpenak hezeguneetan

Lurrak hezegune bihurtzeak eragindako CO₂ isurpenez gain, CH₄ isuriak ere sortzen dira hezeguneetan. Urak hartutako lurretatik eratorritako CH₄ isurpenak kalkulatzeko, izotzik gabeko garaian gertatu diren isurpen hedatzaileak bakarrik sartu dira 1. Mailako metodoan (izotzak estalitako garaian gertatutako isurpenak nulutzat jotzen dira).

2.1.6.2. Baso-lurrak eta larreak sutzean sortutako CH₄ eta N₂O isurpenak

Suak eragindako isurpenen artean, karbono dioxidoaz gain, erregaiaren bukatu gabeko errekuntzak sortutako berotegi-efektuko beste gas batzuk edo horien aitzindariak ditugu (CO, CH₄, metanoa ez diren konposatu organiko lurrunkorrak, N₂O, NO_x eta abar) (IPCC, 2006).

Kudeatutako lurretan gertatu diren sute-mota guztien BEG isurpenak hartu behar dira kontuan (sute kontrolatuak eta naturalak), baina informazio-gabezia dela-eta, EAEko kontrolatu gabeko suteetatik eratorritako isurpenak bakarrik hartu ziren gogoan.

Suak biomasari (aireko biomasari batik bat) eta materia organiko hilari eragiten die (orbela eta hildako egurra), baso-lurretan bereziki. Suak basoko zuhaitziaren zati bat hiltzeko moduko intentsitatea badu, kalkulurako 1. Mailan (oinarrizkoena), hildako biomasaren karbono edukia atmosferara berehala askatzen dela suposatzen behar da; sinplifikazio horrek sutea izan den urteko benetako isurpenen gainestimazio bat eragin dezake. Bestalde, kalkulurako 1. Maila horretan, materia organiko hilaren CO₂ isurpenak zeroren baliokideak dira suak hartzen dituen, baina haren eraginez hiltzen ez diren basoetan. EAEko inbentarioetan aipatu bi egoera horiek hartu dira kontuan.

Baso-lurren kasuan, erretako biomasa balioetsi zen (airekoa nahiz lurpekoa) suteak hartutako azaleratik abiatuta, eta hura guztia erretzen zela iritzi zen. Bestalde, erretako larreen kasuan batik bat sastrakak eta zuhaixkak erretzen zirela balioetsi zen.

Baso-lurren erretako azalerari buruzko informazioa BI-1996, Foru Aldundien, eta Nekazaritza, Elikadura eta Ingurumen Ministerioaren aldetik eskuratu zen. Larreen kasuan (sastrakak eta larreak), Foru Aldundien 1990. urteko datuetatik eta Nekazaritza, Elikadura eta Ingurumen Ministerioaren gainerako urteetako datuetatik eskuratu ziren erretako azaleraren datuak.

2.1.6.3. Lurrak labore-lur bihurtzean eragindako N₂O isurpenak

Lurrak labore-lur bihurtzen direnean materia organikoa mineralizatu egiten da, eta horrenbestez, lurzoruko karbono organikoa galtzen da CO₂ isurpenen bitartez; era berean, lurzoruko nitrogenu organikoa galtzen da N₂O isurien bidez. N₂O isurpenak balioesteko, isuritako lurzoruko karbono organikoaren tona bakoitzeko 0,067 tona nitrogenu isurtzen direla (N₂O isurpen bidez) balioetsi zen. Izan ere, labore-lur bihurtutako baso-lurretako edo larreetako materia organikoaren C/N erlazioa 15 dela balioesten du IPCC Taldeak. N isuriak N₂O isurpen bihurtzeko, horiek 44/28 balioarekin biderkatu besterik ez da egin behar, betiere masa atomikoak eta molekularra kontuan hartuta.

2.1.7. LULUCF sektorean kontabilizatu ez diren BEG isurpenak

Klima Aldaketari buruzko Nazio Batuen Esparru Konbentziorako egiten diren BEG inbentarioetan sartu beharreko isurpen guztien artean, EAEko 1990 eta 2008. urteetako inbentarioetan ez ziren jarraian adierazten diren hauek kontabilizatu:

- Baso-lurrei eta beste lur batzuei dagozkien erabilera-kategorietan ongarri nitrogenuak aplikatetik eratorritako N₂O isurpen zuzenak. Nitrogenu-ekarpenak oso txikiak izaten direlako utzi ziren inbentariotik kanpo, ongarritutako baso-lurren proportzio txikia eta aplikatutako dosi murriztuak direla eta.
- Produktu kareztatuak aplikatetik eratorritako CO₂ isurpenak. Lurzorua azidotatua murrizteko erabiltzen den kareztadurak CO₂ isurpenak eragin ditzake kareztadura hori kare forman egiten bada (CaCO₃ edo CaMg(CO₃)₂); izan ere, kare forma disolbatu eta bikarbonatoa (HCO₃⁻) askatzen da; eta azken hau CO₂ eta ur bihurtzen da. EAEko lurzoru gehienetan azidotatua nagusitu arren, isurpen horiek ez ziren kontuan hartu honako bi arrazoi hauek direla eta: erabilitako kareharrizko medeapen karbonatatuaren kantitateei buruzko informaziorik eza eta horien erabilera 1990-2008 aldian gehiegi aldatu ez denaren ustea.

2.2. EAE-KO LULUCF SEKTOREKO BEG INBENTARIOAK, 1990 ETA 2008. URTEETAN

Oro har, LULUCF sektorean CO₂aren nolabaiteko xurgapena ikusi zen (3. taula) 1990 eta 2008. urteetan (2.680 eta 3.036 Gg CO₂-eq urtea⁻¹, hurrenez hurren), 2008an % 13,3 CO₂ gehiago xurgatu zelarik. CO₂ xurgapenen % 13,3ko igoera hori (1990. urtearekin alderatuta) lurra erabileretatik eratorritako CO₂ isurpen-murrizketaren joera gisa interpretatu daiteke; dena den, kalkulu horien ziurgabetasuna oso altua da, horiek zenbatetsi ez badira ere. Hura ilustratzeko, berdin mantendu ziren larreen xurgapenak eta isurpenak balioesteko orduan egin ziren hausnarketetako bat gogoratu baino ez da egin behar: 1990. urtean, azken 20 urteetan belardi eta bestelako larreen ehunekoa konstante mantendu zela balioetsi zen (ez baitzegoen 1970-1990. urteetako informaziorik); 2008. urtean, ordea, horien bariazioa zehaztu zen 1989, 1999 eta 2008. urteetako Nekazaritza Erroldetatik lortutako datuak abiapuntutzat hartuta. Hipotesi bera erabili zen berdin mantendu ziren labore-luraren kasuan ere. 1990. urtera arteko informazio-gabezia horren eraginez egindako balioespenak direla-eta, 2008an EAEn 122 Gg CO₂-eq eta 52 Gg CO₂-eq xurgatu zirela kalkulatu zen, berdin mantendu ziren larreen (GG) eta labore-luraren (CC) kasuan, hurrenez hurren (11. taula). 2008. urtean GG eta CC kategorietan ez balira azpi-banaketak egingo, 2008ko xurgapenak ez lirateke 3.036 izango, 2.862 Gg CO₂-eq baizik; horrenbestez, hazkundea % 6,8koa izango litzateke (eta ez % 13,3) 1990. urtearekin alderatuta.

Bi urte horietan, lurralde historiko bakoitzean ixurpenen herena gertatu zen gutxi gorabehera, zenbateko hori Araban eta Bizkaian pixka bat handiagoa eta Gipuzkoan zertxobait txikiagoa izan arren (% 34-36, % 35-39 eta % 27-29 Araban, Bizkaian eta Gipuzkoan, hurrenez hurren, bi urte horietan) (4. taula; 5. taula; 6. taula; 7. taula; 8. taula; 9. taula; 10. Taula; 11. taula). Dena den, EAeko xurgapen guztien % 80-95 baso-lurretan gertatu ziren eta % 6-20 larreetan. Asentamendu bihurtutako lurak izan ziren BEG isurien iturri nagusia, horiek % 0,3-2,4ko isurpenak eragin baitzituzten EAeko xurgapen guztiekin alderatuta (3. taula).

3. taula. 1990 eta 2008ko inbentarioetako berotegi-efektuko gasen isurpenen (-) eta xurgapenen (+) emaitzak (CO₂ baliokide bihurtuta), erabilera-kategorien eta lurralde historikoen arabera.

Lurralde erabilera-kategoriak	CO ₂ baliokideak (Gg CO ₂ -eq urtear ⁻¹)				Isurpenak (-) eta xurgapenak (+)			
	1990		2008		1990		2008	
	1990	2008	1990	2008	Urteko zenbateko osoaren %	2008	Lurralde historikoko zenbateko osoaren %	2008
ARABA	Baso-lurrak	905	912	36,0	30,1	100,6	87,9	
	Labore-lurrak	0	31	0,0	1,0	0,0	2,9	
	Belardilurreak	-1	115	0,0	3,8	-0,1	11,1	
	Hezeguneak	-3	0	-0,1	0,0	-0,4	0,0	
	Asentamenduak	-1	-20	0,0	-0,7	-0,1	-1,9	
	Bestelako lurrak	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	
GUZTIRA	959	1.038	35,8	34,2	100,0	100,0		
BIZKAIA	Baso-lurrak	631	1.157	23,5	38,1	66,9	58,5	
	Labore-lurrak	0	14	0,0	0,5	0,0	1,2	
	Belardilurreak	318	45	11,9	1,5	33,7	3,8	
	Hezeguneak	-1	0	0,0	0,0	-0,1	0,0	
	Asentamenduak	-5	-41	-0,2	-1,3	-0,6	-3,5	
	Bestelako lurrak	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	
GUZTIRA	943	1.175	35,2	38,7	100,0	100,0		
GIPUZKOA	Baso-lurrak	552	800	20,6	26,3	71,0	97,2	
	Labore-lurrak	0	4	0,0	0,1	0,0	0,5	
	Belardilurreak	228	33	8,5	1,1	29,3	4,1	
	Hezeguneak	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	Asentamenduak	-2	-13	-0,1	-0,4	-0,3	-1,6	
	Bestelako lurrak	0	-1	0,0	0,0	0,0	-0,1	
GUZTIRA	778	823	29,0	27,1	100,0	100,0		
EAE	Baso-lurrak	2.148	2.859	80,1	94,5	80,1	94,5	
	Labore-lurrak	0	49	0,0	1,6	0,0	1,6	
	Belardilurreak	545	193	20,3	6,4	20,3	6,4	
	Hezeguneak	-4	0	-0,2	0,0	-0,2	0,0	
	Asentamenduak	-9	-74	-0,3	-2,4	-0,3	-2,4	
	Bestelako lurrak	0	-1	0,0	0,0	0,0	0,0	
GUZTIRA	2.680	3.036	100,0	100,0	100,0	100,0		

4. taula. 1990. urteko inbentarioko berotegi-efektuko gasen isurpenen (-) eta xurgapenen (+) emaitzak (CO₂ baliokide bihurtuta), Araban.

Lurraren erabilerakategoriak	** zehaztu isurpenen eta ** zehaztu xurgapenen artean		Karbonoaren balantzea (Mg C/urte), 1990										Karbonoaren BALANTZEA (Mg CO ₂ -e)		Bestelako isurpenak (Gg/urte), 1990		Bestelako isurpenak (Gg CO ₂ -e)			
	ha	Gg CO ₂ -e	Biosfera					Lurrerako karbono organikoa					Karbonoaren BALANTZEA	CO ₂	CH ₄	N ₂ O				
			Materia organikoa bira		Lurrerako karbono organikoa			Aldian urtikoa stocka	Lehen urtikoa stocka	Balantzea	Karbonoaren BALANTZEA									
			Habundia	Eraburketa	Sutak	Galerrak	Estalantzea					Habundia						Galerrak	Balantzea	
Baso-lurrak	126.880	965	284.243	54.026	23.771	77.797	206.446	17.690	0	17.690	139.716	97.843	41.873	265.919	975.94	IE	-0.25	-0.01	-0.46	
FF	35.127	508	213.107	54.026	17.822	71.948	141.259	EA	EA	EA	EA	EA	EA	141.259	517.95	IE	-0.25	-0.01	-0.40	
CF	26.059	423	58.378	0	4.882	4.882	53.496	14.443	0	14.443	114.658	72.785	41.873	103.812	403.54	IE	IE	IE	IE	
GF	5.656	54	12.759	0	1.067	1.067	11.691	3.157	0	3.157	25.059	25.059	0	14.848	54.44	IE	IE	IE	IE	
CF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	EG	EG	EG	EG	
Labore-lurrak	90.966	0	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	0.00
CC	90.966	0	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
FC	0	0	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG
Belar-lurrak	71.728	-1	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	-0.83
GG	71.728	-1	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	-0.83
FG	0	0	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG
CG	0	0	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG
Hizgarriak	3.461	-3	0	214	EG	214	-214	0	0	0	IE	IE	IE	-214	-214	IE	-1.34	-0.05	-2.59	
WH	2.953	0	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
CW	509	-3	0	214	EG	214	-214	0	0	0	IE	IE	IE	-214	-214	IE	-1.34	-0.05	-2.59	
Asementuak	8.983	-1	0	137	EG	137	-137	EA	EA	EA	0	0	-217	-383	-383	EG	EG	EG	EG	EG
SS	8.176	0	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
FS	0	0	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG
CS	388	-1	0	137	EG	137	-137	EA	EA	EA	0	0	-217	-383	-383	EG	EG	EG	EG	EG
GS	0	0	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG
MS	0	0	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG
Bestelako lurrak	3.099	0	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
OO	3.099	0	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA
FO	0	0	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG
GUTIRA	304.729	959	284.243	54.376	23.771	78.147	206.096	17.690	0	17.690	140.582	98.828	41.656	265.352	973	-1.34	-0.32	-0.02	-14	

EA: ez aplikagarria; EG: ez da gertatzen.

Kategoria bakoitzaren ingelesezko izenak erabiltzen dira honako hauek laburbiltzeko: F: baso-lurra; G: labore-lurra; C: belardi/larra; S: asentamendua; W: hezegunea; O: bestelako lurrak; L: edozein lur-kategoria («Land»). Kategoria-iraunkortasunak eta -aldaketak bi hizki bidez adierazten dira: lehenengoak jatorrizko kategoriari egiten dio erreferentzia eta bigarrenak, aldiz, gaur egungo kategoriari. FF hizkiek, adibidez, berdin mantendu diren baso-lurrak adierazten dituzte, CG hizkiek belardi/larre bihurtutako labore-lurrak, eta LF hizkiek, ordea, baso-lur bihurtu diren lurrak (bihurtu aurretik horiek zuten erabilera zehaztu gabe).

6. taula. 1990. urteko inbentarioko berotegi-efektuko gasen (CO₂ baliokide bihurtuta) isurpenen (-) eta xurgapenen (+) emaitza xehatuak, Gipuzkoan.

Lurraren erabilera-kategoriak	1990		Karbonoaren balantzea (Mg C/urte), 1990										Karbonoaren BALANTZEA			Bereizitako isurpenak (Figuras), 1990			Bereizitako isurpenak (Gg CO ₂ -e)		
	ha	Gg CO ₂ -e	Ekonomia					Materia organikoa bota					Lutortutako labore organikoak					CO ₂		CH ₄	N ₂ O
			Industria	Erakundea	Susmat	Guztira	Balantzea	Hazkuntza	Galera	Balantzea	Azken urteko estoka	Lutortutako labore organikoak	Lehen urteko estoka	Balantzea	Karbonoaren BALANTZEA						
Bate-lurrak	118.269	552	356.877	155.445	47.320	202.315	154.112	815	0	815	4.284	2.707	1.587	158.284	573,04	IE	-0,51	-0,03	-20,99		
FF	115.230	535	353.901	155.445	48.926	202.371	151.530	EA	EA	EA	EA	EA	EA	151.530	555,61	IE	-0,51	-0,03	-20,99		
CF	969	17	2.976	0	395	395	2.902	815	0	815	4.284	2.707	1.587	4.754	17,43	IE	IE	IE	IE		
GF	0	0	0	0	0	0	0	EG	EG	EG	EG	EG	EG	0	0,00	EG	EG	EG	EG		
OF	0	0	0	0	0	0	0	EG	EG	EG	EG	EG	EG	0	0,00	EG	EG	EG	EG		
Alorrak	3.461	6	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	6	6,00	EA	EA	EA	EA		
CC	3.461	0	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	0	0,00	EA	EA	EA	EA		
FC	0	0	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	0	0,00	EG	EG	EG	EG		
Lurrak	65.896	228	9.770	7.217	IE	7.217	2.533	EA	EA	0	146.143	86.813	86.130	62.663	229,78	EA	-0,03	0,00	-1,53		
GG	26.702	-2	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	0	0,00	EA	-0,03	0,00	-1,53		
FG	0	0	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	0	0,00	EG	EG	EG	EG		
CG	30.795	230	9.770	7.217	EG	7.217	2.533	EA	EA	0	146.143	86.813	86.130	62.663	229,78	EA	IE	IE	IE		
Mezorgarriak	689	6	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	6	6,00	EA	EA	EA	EA		
WH	689	0	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	0	0,00	EA	EA	EA	EA		
CH	0	0	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	0	0,00	EG	EG	EG	EG		
Finakaparrak	8.552	-2	0	247	EA	247	-247	EA	EA	0	1.564	1.955	-391	-438	-2,34	EG	EG	EG	EG		
SS	8.552	0	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	0	0,00	EG	EG	EG	EG		
FS	0	0	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	0	0,00	EG	EG	EG	EG		
CS	700	-2	0	247	EG	247	-247	EA	EA	0	1.564	1.955	-391	-438	-2,34	EG	EG	EG	EG		
GS	0	0	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	0	0,00	EG	EG	EG	EG		
HS	0	0	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	0	0,00	EG	EG	EG	EG		
Bereizitako lurrak	1.549	6	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	6	6,00	EG	EG	EG	EG		
CO	1.549	0	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	0	0,00	EG	EG	EG	EG		
PO	0	0	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	0	0,00	EG	EG	EG	EG		
GUZTIRA	198.547	778	366.547	162.663	47.320	210.248	154.388	815	0	815	151.971	96.875	81.296	218.369	800	0,00	-0,54	-0,03	-33		

EA: ez aplikagarria; EG: ez da gertatzen.

Kategoria bakoitzaren ingelesezko inisialak erabiltzen dira honako hauek laburbiltzeko: F: baso-lurra; C: labore-lurra; G: belardi/larrea; S: asentamendua; W: hezegunea; O: bestelako lurrak; L: edozein lur-kategoria («Land»). Kategoria-iraunkortasun eta -aldaketak bi hizki bidez adierazten dira: lehenengoak jatorrizko kategoriari egiten dio erreferentzia eta bigarrenak, aldez, gaur egungo kategoriari. FF hizkiek, adibidez, berdin mantendu diren baso-lurrak adierazten dute, CG hizkiek belardi/larre bihurtutako labore-lurrak, eta LF hizkiek, ordea, baso-lur bihurtu diren lurrak (bihurtu aurretik horiek zuten erabilera zehaztu gabe).

7. taula. 1990. urteko inbentarioko berotegi-efektuko gasen (CO₂ baliokide bihurtuta) isurpenen (-) eta xurgapenen (+) emaitza xehatuak, EAEn.

Lurraren erabilera-kategoriak	1990		Karbonoaren isurpenak (Mg CO ₂ -eq), 1990												Bestelako isurpenak (Mg CO ₂ -eq), 1990			Bestelako isurpenak (Mg CO ₂ -eq)
	M ¹	G ²	Bosgarren				Mehatza eragileko bita				Lurraren karbono erregulak				Karbonoaren BALANTZEA			
			Hedabidea	Erusketak	Sutak	Guturak	Balantzea	Hedabidea	Guturak	Balantzea	Albani	Lurrun	urritako	erretako	Balantzea	CO ₂	CH ₄	
Baso-lurra	388.853	2.148	1.080.674	457.645	88.336	345.382	334.893	18.214	0	18.214	143.090	190.300	43.438	598.337	2.187	0	0	-39
FF	335.832	1.672	1.005.562	457.645	81.563	539.038	465.524	EA	EA	EA	EA	EA	EA	466.524	1.712	0	0	-39
	27.028	420	81.364	0	6.777	6.377	56.978	15.058	0	15.058	119.522	75.491	43.438	114.565	420	0	0	0
GF	5.695	54	12.768	0	1.067	1.067	11.693	3.157	0	3.157	25.056	25.056	0	14.548	54	0	0	0
CF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Labore-lurra	99.887	0	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	0	0	EA	EA	0
CC	99.887	0	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	0	0	EA	EA	EA
FC	0	0	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	0	0	EA	EA	EA
Belardi-lurra	213.871	945	34.315	20.268	EA	20.268	3.949	0	938	-938	382.176	215.428	148.732	148.778	549	0	0	-4
OG	137.543	-4	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	0	0	EA	EA	0
FG	1.384	-12	428	2.654	EG	2.654	-2.215	0	EG	-930	6.089	6.089	0	-3.145	-12	EA	EA	EA
CG	74.945	961	23.778	17.612	EG	17.612	6.164	EA	EA	0	356.027	208.336	148.737	152.921	961	EA	EA	EA
Hiriguneak	4.961	-4	0	255	EA	255	-255	0	0	0	EA	EA	EA	-255	-1	-2	0	-3
WW	3.907	0	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	0	0	EA	EA	EA
CW	1.055	-4	0	255	EG	255	-255	0	0	0	EA	EA	EA	-255	-1	-2	0	-3
Asuntzerak	20.842	-8	0	901	EA	901	-901	EA	EA	0	3.903	7.379	-1.478	-2.497	-8	EG	EG	EG
SS	20.000	0	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	0	0	EG	EG	EG
FS	0	0	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	0	0	EG	EG	EG
CS	2.642	-8	0	901	EG	901	-901	EA	EA	0	3.903	7.379	-1.478	-2.497	-8	EG	EG	EG
OS	0	0	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	0	0	EG	EG	EG
WS	0	0	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	0	0	EG	EG	EG
Bestelako lurra	7.354	0	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	0	0	EG	EG	EG
OO	7.354	0	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	0	0	EG	EG	EG
FO	0	0	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	0	0	EG	EG	EG
Guztira	725.872	2.869	1.194.298	478.688	88.336	568.834	537.484	18.214	938	17.278	517.660	323.348	188.711	743.452	2.726	-1.99	-1.97	-1.94

EA: ez aplikagarria; EG: ez da gertatzen.

Kategoria bakoitzaren ingelesezko izenak erabiltzen dira honako hauek laburbiltzeko: F: baso-lurra; G: labore-lurra; C: labore-lurra; G: belardi/lurra; S: asentamendua; W: hezegunea; O: bestelako lurra; L: edozein lur-kategoria («Land»). Kategoria-iraukortasunak eta -aldaketak bi hizki bidez adierazten dira: lehenengoak jatorrizko kategoriari egiten dio erreferentzia eta bigarrenak, aldez, gaur egungo kategoriari. FF hizkiek, adibidez, berdint mantendu diren baso-lurra adierazten dute, CG hizkiek belardi/lurra bihurtutako labore-lurra, eta LF hizkiek, ordea, baso-lur bihurtu diren lurra (bihurtu aurretik horiek zuten erabilera zehaztu gabe).

9. taula. 2008. urteko inbentarioko berotegi-efektuko gasen (CO₂ balio kide bihurtuta) isurpenen (-) eta xurgapenen (+) emaitza xehatuak, Bizkaia.

Lurraren erabilerak- kategoriak	2008		Karbonoaren balantzea (Mg C/urte), 2008										Karbonoaren BALANTZEA		Behatutako isurpenak (Og CO ₂ -e)				
	ha	Gg CO ₂ -e	Boskaltza			Materia organikoa (Mg C/urte), 2008			Lurrerako karbono organikoak				Karbonoaren BALANTZEA		Behatutako isurpenak (Og/urte), 2008		EG CO ₂ -e		
			Haztundua	Erizaketa	Solak	Galtzak	Balantzea	Haztundua	Galtzak	Erizaketa	Aukin urtiko stocka	Lurren urtiko stocka	Balantzia	CO ₂	CH ₄	N ₂ O			
Baso-lurrak	129.507	1.157	462.476	150.656	443	151.699	311.377	4.165	0	4.165	26.382	26.335	47	315.589	1.157	IE	0,00	0,00	-0,01
FF	123.511	1.137	461.252	150.656	442	151.058	310.154	EA	EA	EA	EA	EA	EA	310.154	1.137	IE	0,00	0,00	-0,01
CF	26	0	5	EG	0,0	0,0	5	18	0	18	114	73	42	65	0	IE	IE	IE	IE
GF	5.954	20	1.218	EG	1,2	1,2	1.217	4.143	0	4.143	25.242	25.242	0	5.360	20	IE	IE	IE	IE
CF	6	0	1	EG	0,0	0,0	1	4	0	4	25	21	5	11	0	IE	IE	IE	IE
Labore-lurrak	3.545	14	2.748	1.992	EG	1.992	1.656	0	36	-36	13.579	11.317	2.261	3.862	14	EA	EA	EA	EA
OC	3.436	15	2.735	964	EG	964	1.741	EA	EA	0	13.442	11.902	2.340	4.081	15	EA	EA	EA	EA
FC	49	-1	13	98	EG	98	-85	0	36	-36	137	216	-79	-199	-1	EA	EA	EA	EA
Belardilurrak	63.993	45	558	3.162	IE	3.162	-2.605	0	1.148	-1.148	316.792	300.785	16.006	12.253	45	EA	0,00	0,00	0,00
GG	57.658	24	EA	EA	IE	IE	EA	EA	EA	0	287.319	280.885	6.435	6.435	24	EA	0,00	0,00	0,00
FG	1.720	-14	568	3.162	EG	3.162	-2.605	0	1.148	-1.148	7.570	7.570	0	-3.753	-14	EA	IE	IE	IE
CG	4.415	35	EA	EA	EA	EA	0	EA	EA	0	21.903	12.332	9.571	9.571	35	EA	IE	IE	IE
Haztegiak	811	0	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	IE	IE	IE	0	0	EA	0,00	EA	0,00
WW	793	0	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	0	0	EA	EA	EA	EA
ZW	18	0	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	IE	IE	IE	0	0	EG	0,00	EG	0,00
Asentamenduak	21.408	-41	0	3.470	EA	3.470	-3.470	0	218	-218	29.586	36.862	-7.396	-11.065	-41	EG	EG	EG	EG
SS	12.293	0	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	0	0	EG	EG	EG	EG
FS	301	-4	0	602	EG	602	-602	0	218	-218	1.060	1.324	-265	-1.065	-4	EG	EG	EG	EG
CS	1.942	-6	0	446	EG	446	-446	0	0	0	-4.338	5.423	-1.085	-1.531	-6	EG	EG	EG	EG
GS	6.872	-31	0	2.422	EG	2.422	-2.422	0	0	0	24.168	30.235	-6.047	-8.469	-31	EG	EG	EG	EG
WS	0	0	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	0	0	EG	EG	EG	EG
Behatutako lurrak	2.432	0	0	64	EA	64	-64	0	23	-23	113	141	-28	-115	0	EG	EG	EG	EG
OO	2.430	0	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	0	0	EG	EG	EG	EG
FO	32	0	0	64	EG	64	-64	0	23	-23	113	141	-28	-115	0	EG	EG	EG	EG
GULTZIRA	221.696	1.175	465.782	152.445	443	152.888	306.894	4.165	1.425	2.740	366.452	373.562	16.890	328.524	1.175	0,00	-0,01	0,00	-0,01

EA: ez aplikagarria; EG: ez da gertatzen.

Kategoria bakoitzaren ingelesko izenak erabiltzen dira honako hauek laburbiltzeko: F: baso-lurra; C: labore-lurra; G: belardi/larra; S: asentamendua; W: hezegunea; O: bestelako lurra; L: edozein lur-kategoria («Land»). Kategoria-iraukortasunak eta -aldaketak bi hizki bidez adierazten dira: lehenengoak jatorrizko kategoriari egiten dio erreferentzia eta bigarrenak, aldiz, gaur egungo kategoriari. FF hizkiek, adibidez, berdin mantendu diren baso-lurrak adierazten dute, CG hizkiek belardi/larre bihurtutako labore-lurrak, eta LF hizkiek, ordea, baso-lur bihurtu diren lurra (bihurtu aurretik horiek zuten erabilera zehaztu gabe).

10. taula. 2008. urteko inbentarioko berotegi-efektuko gasen (CO₂ balioak bihurtuta) isurpenen (-) eta xurgapenen (+) emaitza xehatuak, Gipuzkoan.

Lurrazko erabilera-kategoriak	"Y" azimut lurperenaldia "Y" azimut isurpenaldia		Karbonen balantzea (Mg C/urteko), 2008										Karbonen balantzea (Mg C/urteko), 2008		Bertutako isurpenak (Mg CO ₂ -e)				
	ha	Gg CO ₂ -e	Eretoa					Materia organikoa					Karbonen balantzea			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
			Hortutakoa	Erakutsia	Susak	Gabarrak	Balantzea	Hortutakoa	Gabarrak	Balantzea	Adarrik erabiltzen diren arbolak	Lehen erabiltzen diren arbolak	Balantzea	Karbonen balantzea					Karbonen balantzea
Berotegizko gasak	119.489	886	348.791	133.262	940	134.202	214.659	3.341	0	3.341	22.211	21.879	233	218.674	886	EE	0.007	0.001	-0,01
FF	114.441	783	347.678	130.362	937	134.199	213.678	EA	EA	EA	EA	EA	EA	783	EE	0.000	0.001	-0,01	
CF	132	1	22	EG	0	24	0	24	0	308	308	212	267	1	EE	EE	EE	EE	
OF	4.692	15	796	EG	2	2	796	3.302	0	21.525	21.525	0	4.097	15	EE	EE	EE	EE	
CF	24	0	4	EG	0	4	0	16	0	95	95	21	41	0	EE	EE	EE	EE	
Labore-lurrak	2.868	4	2.296	1.848	EG	1.848	448	0	43	-43	11.669	10.398	671	1.679	4	EA	EA	EA	
CC	2.813	5	2.291	1.710	EG	1.710	571	EA	EA	0	10.575	10.156	760	1.331	5	EA	EA	EA	
FC	55	-1	14	EG	136	EG	-122	0	43	-43	154	242	-88	-253	-1	EA	EA	EA	
Belardi-lurrak	81.834	33	664	3.238	EE	3.238	-2.796	0	1.616	-1.616	304.648	291.741	12.905	8.093	33	EA	0,007	0,001	-0,01
CG	57.240	23	EA	EA	EE	EE	EA	EA	EA	0	392.558	277.354	6.205	6.205	23	EA	0,007	0,001	-0,01
FG	1.315	-14	464	3.238	EG	3.238	-2.796	0	1.016	-1.016	3.706	3.706	0	-3.812	-14	EA	EE	EE	
CG	3.079	25	EA	EA	EA	EA	0	EA	EA	0	15.301	8.601	6.700	8.700	25	EA	EE	EE	
Hiziguneak	689	9	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EE	EE	EE	0	0	EA	EA	EA	
WN	689	0	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	0	0	EA	EA	EA	
WN	0	0	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EE	EE	EE	0	0	EA	EA	EA	
Asentamenduak	12.989	-13	0	1.346	EA	1.346	-1.346	0	185	-185	8.373	19.489	-3.694	-3.625	-13	EG	EG	EG	
SS	9.447	0	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	0	0	EG	EG	EG	
FS	239	-4	0	592	EG	592	-692	0	185	-185	841	1.652	-210	-687	-4	EG	EG	EG	
CS	718	-3	0	160	EG	160	-160	0	0	0	1.604	2.026	-481	-561	-3	EG	EG	EG	
GS	1.685	-8	0	594	EG	594	-594	0	0	0	5.500	7.412	-1.482	-2.076	-8	EG	EG	EG	
WS	0	0	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	EG	0	0	EG	EG	EG	
Bertutako lurrak	1.878	-1	0	101	EA	101	-101	0	41	-41	187	233	-47	-219	-1	EG	EG	EG	
OO	1.825	0	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	0	0	EG	EG	EG	
EO	53	-1	0	121	EG	121	-121	0	41	-41	187	233	-47	-219	-1	EG	EG	EG	
GUTURRA	196.647	871	391.640	139.345	940	146.795	219.676	3.341	1.295	-2.677	346.487	334.179	11.699	224.461	871	EE	0,007	0,001	-0,02

EA: ez aplikagarria; EG: ez da gertatzen.

Kategoria bakoitzaren ingelesezko izenak erabiltzen dira honako hauek laburbiltzeko: F: baso-lurra; C: labore-lurra; G: belardi/larrea; S: asentamendua; W: hezegunea; O: bestelako lurrak; L: edozein lur-kategoria («Land»). Kategoria-iraukortasunak eta -aldaketak bi hizki bidez adierazten dira: lehenengoak jatorrizko kategoriari egiten dio erreferentzia eta bigarrenak, aldiz, gaur egungo kategoriari. FF hizkiek, adibidez, berdin mantendu diren baso-lurrak adierazten dute, CG hizkiek belardi/larre bihurtutako labore-lurrak, eta LF hizkiek, ordea, baso-lur bihurtu diren lurrak (bihurtu aurretik horiek zuten erabilera zehaztu gabe).

11. taula. 2008. urteko inbentarioko berotegi-efektuko gasen (CO₂ baliokide bihurtuta) isurpenen (-) eta xurgapenen (+) emaitza xehatuak, EAEn.

Lurraren erabileraren kategorialak	"V" zatiak isurpenetarako "V" zatiak eragindakotzat		Karbonaren balantzea (Mg C/urte), 2008												Karbonaren BALANTZEA			Berotegi isurpenak (C/urte), 2008			Beste CO ₂ -e CO ₂ -e
	Is	Gg CO ₂ -e	Biomasa			Materia organiko hila			Lurzorako karbono erabiltakia			Karbonaren BALANTZEA	CO ₂	CH ₄	N ₂ O						
			Hortuzkoak	Erakutsia	Selatik	Gelarik	Beltzetan	Hortuzkoak	Gelarik	Beltzetan	Hortuzkoak					Gelarik	Beltzetan				
Sano-lurrak	382.816	2.889	1.088.587	323.630	1.444	322.674	766.433	11.465	0	11.465	91.037	66.432	4.665	782.503	2.889	IE	-0,02	0,00	-0,02		
FF	361.326	2.800	1.095.675	320.630	1.441	322.073	763.026	EA	EA	EA	EA	EA	EA	763.655	2.800	E	-0,02	0,00	-0,02		
CF	2.834	18	244	0	0	244	85	85	0	85	12.409	7.915	4.554	4.562	18	E	E	E	E		
GF	17.798	51	2.580	0	3	2.578	11.342	11.342	0	11.342	78.309	78.309	0	13.919	51	E	E	E	E		
CF	58	0	7	0	0	7	38	38	0	38	200	200	0	57	0	E	E	E	E		
Labore-lurrak	86.285	48	36.668	27.268	EG	27.268	9.293	0	153	-153	228.244	228.178	4.065	13.205	48	EA	EA	EA	EA		
CC	86.088	52	36.607	26.799	EG	26.799	9.807	EA	EA	0	228.671	225.270	4.205	14.202	52	EA	EA	EA	EA		
FC	205	-3	54	468	EG	468	-415	0	553	-553	573	302	-329	-657	-3	EA	EA	EA	EA		
Belardi-lurrak	196.203	193	3.188	8.473	IE	8.473	-3.223	0	3.228	-3.228	968.243	965.992	68.251	52.638	193	EA	-0,01	0,00	-0,01		
GG	179.558	122	EA	EA	IE	EA	EA	EA	EA	0	887.508	884.248	33.260	33.262	122	EA	-0,01	0,00	-0,01		
FG	3.255	-30	1.099	6.931	EA	6.931	-8.833	0	3.328	-3.328	14.324	14.324	0	-8.161	-30	EA	E	E	E		
CG	13.387	151	2.081	1.541	EA	1.541	540	EA	EA	0	64.411	37.422	25.989	27.529	101	EA	E	E	E		
Harategiak	4.965	8	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	IE	IE	IE	0	8	EA	-0,01	0,00	-0,01		
WW	4.857	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	EA	EA	EA	EA		
CW	108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	EG	-0,01	0,00	-0,01		
Asentamenduak	48.221	-74	6	8.529	0	8.529	-8.529	0	410	-410	51.075	66.344	-13.268	-20.207	-74	EG	EG	EG	EG		
SS	30.242	0	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	0	0	EG	EG	EG	EG		
FS	552	-8	0	1.215	EG	1.215	-1.215	0	410	-410	1.943	2.429	-486	-2.111	-8	EG	EG	EG	EG		
CS	7.940	-20	0	1.670	EG	1.670	-1.670	0	0	0	17.741	22.178	-4.436	-6.465	-20	EG	EG	EG	EG		
GS	9.481	-43	0	3.335	EG	3.335	-3.335	0	0	0	33.300	41.625	-8.325	-11.660	-43	EG	EG	EG	EG		
WS	28	0	0	0	EG	0	-9	0	0	0	92	114	-23	-32	0	EG	EG	EG	EG		
Bestelako lurrak	7.382	-1	0	199	0	199	-199	0	65	-65	304	389	-78	-348	-1	EG	EG	EG	EG		
OO	7.296	0	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	EA	0	0	EG	EG	EG	EG		
FO	86	-1	0	199	0	199	-199	0	65	-65	304	380	-78	-340	-1	EG	EG	EG	EG		
GUAZIRA	325.672	3.328	1.128.347	363.897	1.444	364.341	763.895	11.465	2.957	-8.588	1.248.994	1.255.317	55.577	627.851	3.328	0,00	-0,03	0,00	-0,03		

EA: ez aplikagarria; EG: ez da gertatzen.

Kategoria bakoitzaren ingelesezko inizialak erabiltzen dira honako hauek laburbiltzeko: F: baso-lurra; G: labore-lurra; C: labore-lurra; S: asentamendua; W: hozegunea; O: bestelako lurrak; L: edozein lur-kategoria («Land»). Kategoria-iraunkortasunak eta -aldaketak bi hizki bidez adierazten dira: lehenengoak jatorrizko kategoriari egiten dio erreferentzia eta bigarrenak, aldiz, gaur egungo kategoriari. FF hizkiek, adibidez, berdin mantendu diren baso-lurrak adierazten dute, CG hizkiek belardi/larre bihurtutako labore-lurrak, eta LF hizkiek, ordea, baso-lur bihurtu diren lurrak (bihurtu aurretik horiek zuten erabilera zehaztu gabe).

3. taulan laburbildutako emaitzak 7. taulan eta 11. taulan xehatzen dira; bertan ikus daitekeen moduan, LULUCF sektoreko inbentarioetan, berotegi-efektuko gasen isurpenak eta xurgapenak kalkulatzeko luraren erabilera-kategoria bakoitzeko karbono-sarrerak eta -irteerak kontabilizatu ziren, hau da, karbonoaren balantzea egin zen. Karbonoaren balantzeaz gain beste isurpen batzuk ere kontabilizatu ziren (CO₂ eta CH₄ isurpenak urak hartutako lurretan, suteek eragindako CH₄ eta N₂O isurpenak, eta lurzorua mineralizaziotik eratorritako N₂O), isurpen horiek karbono-balantzetik eratorritakoak bezain garrantzitsuak ez izan arren.

Karbono-balantzearen barnean, EAEko karbono-gordailuen (biomasa, materia organiko hila eta lurzoruko karbono organikoa) garrantzia aztertuz gero (12. taula), hainbat alderdi garrantzitsu ondorioztatu daitezke inbentarioetan erabilitako metodologiari eta emaitzei dagokienez, nahiz EAEko hustutegi nagusiei dagokienez:

- 1990 eta 2008. urteetako xurgapenen % 72 eta % 92, hurrenez hurren, biomasaren gordailuan kontabilizatu ziren (airekoa eta lurpekoa), eta % 25 eta % 7, hurrenez hurren, lurzoruko karbono organikoan.
- Berdin mantendu ziren baso-lurretan, xurgapenen % 100 biomasari zegokion. Horrenbestez, baso-lurretako karbono organikoa eta materia organiko hila orekatuta zeudela eta aldaketarik gabe mantendu zirela ondorioztatu zen.
- Baso-lurrekin loturiko bihurketetan, biomasa izan zen karbono-gordailurik garrantzitsuena inbentarioei dagokienez. Baso-lur (LF) bihurtutako luraren kasuan, xurgapen guztien % 5 eta % 79 artean biomasan gertatu ziren. Beste kategoriatzat batzuk bihurtu ziren baso-lurren (FL) kasuan, aldiz, isurpenen % 46 eta 71 artean biomasan gertatu ziren. Tarte handi hori (% 5-79 eta % 46-71) inbentarioa egin zen urteko bihurketa-ehunekoen arabera izan zen; gogoratu dezagun, IPCC Taldearen irizpideei jarraiki, biomasako karbono guztia bihurketa-urtean isurtzen dela, baina bihurketa horrek 20 urtetan zehar mantendu behar du bihurketa gisa, lurzoruko karbonoaren eta materia organiko hilaren arteko oreka lortu arte.
- Baso-lurrak hartzen ez zituzten erabilera-aldaketa guztietan (CG, CS, GS eta abar), balantzeko karbono-aldaketa ia guztiek lurzoruko karbono organikoan zuten jatorria. Labore-lurrak hezegune bihurtzean (CW) gertatu zen salbuespen bakarra, lurzoruko karbono organikoarekin loturiko aldaketak ez baitziren «Karbonoaren balantzean» kontabilizatu, «Bestelako isurpenen» atalean baizik.

Horrenbestez, eta baso-lurretako biomasa biziak (edo baso-lurrekin loturiko bihurketek) BEG isurpenetan eta xurgapenetan garrantzia izan dezakeen arren, luraren gainerako erabilera-kategorietan lurzorua da berotegi-efektuko gasen iturri edo hustutegi gisa eginkizun garrantzitsuena betetzen duen gordailua. Gainera, berdin mantentzen diren baso-lurren kasuan ez dugu lurzoruaren garrantzia ezagutzen, BEG inbentarioen kalkulurako 1. Mailarako lurzoruko karbonoa orekatua dela eta aldaketarik jasaten ez duela suposatzen baita.

Azkenik, baso-biomasa nahiz lurzorua hobeto aztertu beharra azpimarratu behar da, ez horiek hustutegi gisa karbonoa xurgatzeko duten gaitasuna hobetzeko bakarrik, baita berotegi-efektuko gasen isurketa-iturri bihurtu ez daitezen ere.

12. taula. Karbono-balantzean sartu den gordailu bakoitzeko karbonoaren ehunekoa (biomasa, materia organiko hila eta lurzoruko karbono organikoa), 1990 eta 2008. urteetan, EAEn.

	1990				2008				
	Biomasa	Materia organiko hila	Lurzoruko karbono organikoa	Karbonoaren balantzea	Biomasa	Materia organiko hila	Lurzoruko karbono organikoa	Karbonoaren balantzea	
EAE	Baso-lurrak	90	3	7	100	98	1	1	100
	FF	100	0	0	100	100	0	0	100
	CF	49	13	38	100	5	2	93	100
	GF	79	21	0	100	19	81	0	100
	OF	-	-	-	-	8	39	53	100
	Labore-lurrak	-	-	-	-	71	-1	31	100
	CC	-	-	-	-	69	0	31	100
	FC	-	-	-	-	46	17	37	100
	Belardi/larreak	3	-1	98	100	-10	-4	114	100
	GG	-	-	-	-	0	0	100	100
	FG	70	30	0	100	71	29	0	100
	CG	4	0	96	100	2	0	98	100
	Hezeguneak	100	0	0	100	-	-	-	-
	WW	-	-	-	-	-	-	-	-
	CW	100	0	0	100	-	-	-	-
	Asentamenduak	39	0	61	100	32	2	66	100
	SS	-	-	-	-	-	-	-	-
	FS	-	-	-	-	58	19	23	100
	CS	39	0	61	100	31	0	69	100
	GS	-	-	-	-	29	0	71	100
	WS	-	-	-	-	29	0	71	100
	Bestelako lurrak	-	-	-	-	58	19	22	100
	OO	-	-	-	-	-	-	-	-
	FO	-	-	-	-	58	19	22	100
	GUZTIRA	72	2	25	100	92	1	7	100

EA: ez aplikagarria; EG: ez da gertatzen.

Kategoria bakoitzaren ingelesezko inzialak erabiltzen dira honako hauek laburbiltzeko: F: baso-lurra; C: labore-lurra; G: belardi/larrea; S: asentamendua; W: hezegunea; O: bestelako lurrak; L: edozein lur-kategoria («Land»). Kategoria-iraunkortasunak eta -aldaketak bi hizki bidez adierazten dira: lehenengoak jatorrizko kategoriari egiten dio erreferentzia eta bigarrenak, aldiz, gaur egungo kategoriari. FF hizkiek, adibidez, berdin mantendu diren baso-lurrak adierazten dituzte, CG hizkiek belardi/larre bihurtutako labore-lurrak, eta LF hizkiek, ordea, baso-lur bihurtu diren lurrak (bihurtu aurretik horiek zuten erabilera zehaztu gabe).

3. KAPITULUA

EAE-KO BASO-LURREK KARBONOA BIOMASAN FINKATZEKO DUTEN AHALMENA

3. EAE-KO BASO-LURREK KARBONOA BIOMASAN FINKATZEKO DUTEN AHALMENA

EAEko LULUCF sektorerako egindako BEG inbentarioekin loturiko ziurgabetasunak kalkulatu ez arren, horiek oso altuak zirela ikusi zen (ikus II. Eranskina). Dena den, 2. kapituluaren aurkeztutako 1990 eta 2008. urteetako inbentarioek basoko biomasak eta lurzoruek duten garrantzia agertzen dute, oro har, inbentario horiek egiteko oinarri gisa hartu ziren karbono-balantzeetan.

Mundu mailan ere, bi gordailu horien garrantzia adierazten duten biosfera lehortarrek karbono-izakinen estimazioak daude (13.. taula). Bolin *et al.* (2000) autoreen arabera, klima epeletako baso-biomasan dagoen karbono-kantitatea 57 Mg C ha⁻¹ ingurukoa da (larre eta labore-lurretan baino askoz handiagoa, horietan 7 eta 2 Mg C ha⁻¹ ingurukoa baita); halere, baso horietako lurzoruaren lehen 100 cm-tan karbono-kantitatea 96 Mg C ha⁻¹ ingurukoa da, eta larreetan, aldiz, askoz handiagoa (236 Mg C ha⁻¹). Dena den, mundu mailako balioespenak —Bolin *et al.* (2000) autoreenak edo IPCC Taldearenak, adibidez— orientagarri gisa hartu behar dira, eta horiek tokiko ezaugarrietara eta baldintzetara egokitu behar dira errealitateara gerturatu ahal izateko.

13. taula. Metro bateko sakonerara arteko lurzoruetan eta landaredian dagoen mundu mailako karbono-kantitatea (Bolin *et al.*, 2000).

Bioma	Eremua (10 ⁹ ha)	Karbono-kantitatea (Pg C)			Azalera-unitateko kalkulaturak Mg C ha ⁻¹	
		Landaredia	Lurzorua	Guztira	Landaredia	Lurzorua
Oihan tropikalak	1,76	212	216	428	120	123
Oihan epelak	1,04	59	100	159	57	96
Oihan borealak	1,37	88	471	559	64	344
Sabana tropikalak	2,25	66	264	330	29	117
Belardi/larre epelak	1,25	9	295	304	7	236
Basamortuak eta erdi-basamortuak	4,55	8	191	199	2	42
Tundra	0,95	6	121	127	6	127
Hezeguneak	0,35	15	225	240	43	643
Labore-lurrak	1,60	3	128	131	2	80
Guztira	15,12	466	2.011	2.477	31	133

Sakonera handiagoarekin aztertzeke helburuarekin, BEG inbentarioen arabera CO₂ isurpenen eta xurgapenen bilakaeran horren garrantzitsuak izan diren EAEko bi alderdi horiek (basoko biomasak eta lurzoruetako karbono organikoa) garatu dira kapitulu honetan eta hurrengoan. Kapitulu honetan, EAEko baso-biomasak CO₂ hustutegi gisa izan lezakeen gaitasunari buruzko hausnarketa egiten da.

3.1. BASO-BIOMASAK KARBONOA FINKATZEKO DUEN AHALMENA BALIOESTEKO METODOLOGIA

Baso-lurretan, biomasak xurgatutako karbono-kantitatea handiagoa edo txikiagoa izan daiteke faktore biotikoen eta abiotikoen arabera. Faktore biotikoen artean, basoen erabilera edo kudeaketa dugu (sastakak kentzeko jarduerak, bakanketak, baso-mozketak, erabilitako makineria, aukeratu-tako baso-espezieak, sute, izurri eta gaixotasunen prebentzioa eta kontrola, ongarritzea, basoek eskaintzen dituzten bestelako zerbitzuen kudeaketa —abeltzaintza estentsiboa, ehiza, onddoak eta perretxikoak, jolas-jarduerak, turismoa— eta abar). Nolanahi ere, baso-lurrekin loturiko giza kudeaketaz gain, landarediaren beraren ezaugarriek (baso-espezieak, horien jatorria, aukeraketa eta abar) eta inguruneko faktore abiotikoez (klima, lurzorua, orografia eta abar) ere baso-biomasak duen CO₂ xurgatzeko ahalmena mugatzen dute; horrenbestez, eta EAeko baldintzei dagokienaz, baso-biomasaren hazkunde-potentziala ez da mugagabea.

EAeko baso-lurrek biomasan karbonoa finkatzeko duten ahalmena zehazteak eragiten duen zailtasuna ulertu ostean (ekoizpen-maila, etorkizunean egongo den espezieen banaketa, klima-aldaketak basoko espezieetan eta horien etekinean izan dezakeen eragina, egurrak merkatuan duen prezioa, basoko suteak eta abar), honako atal honetan hurbilketa bat egiten saiatu gara. Ahalmen hori ez da, seguru asko, karbonoa finkatzeko gehieneko ahalmena edo potentziala izango, baina EAeko baso-biomasaren aldetik espero litekeen ahalmenari dagokio. Horretarako, jarraian azaltzen diren onarpen eta kontzeptuak hartu dira abiapuntu gisa.

3.1.1. Lehen onarpena: espero diren hazkunde-tasak eta mozketa-txandak

Lekuaren baldintzek modu esanguratsuan eragiten dute basoaren ekoizpen mailan. Zentzu horretan, *Pinus sylvestris* L. zuhaitzari buruzko azterlan batzuk aipatu daitezke, hura baita munduan zehar gehien hedatua dagoen koniferoa; izan ere, hura Norvegiako kostan (70° Ipar-latitueda) nahiz Espainiako hegoaldean (37° Ipar-latituedan) aurkitu daiteke, 0° longitudean (Espainia) nahiz 138° E longitudean (Siberia) (Magnani *et al.*, 2009). Gower *et al.* (1994) autoreek 2,3 eta 5,2 t ha⁻¹ urtea⁻¹ balio arteko aireko hazkunde-tasak aurkitu zituzten *Pinus sylvestris* landaketetan, Errusian, 68° I eta 54° I latituedetan, hurrenez hurren. Europako *Pinus sylvestris* espeziearen urteko hazkunde-tasa nazionalak berrikusten zituen beste azterlan batean, 2 eta 8 m³ ha⁻¹ urtea⁻¹ arteko balioekin egin zuten topo (Christie and Lines, 1979). Espezie hostozabalekin ere gauza bera gertatzen da: EAEn, esate baterako, 3 m³ ha⁻¹ urtea⁻¹ (www.basoa.org) balioko hazkunde-tasak espero dira *Quercus robur* espeziaren kasuan, Kroaziako azterlanetan 5,5 eta 7,1 m³ ha⁻¹ urtea⁻¹ arteko hazkundea espero den bitartean (Bezák *et al.*, 2007).

Atal hau lantzeko EAEn aurreikusten diren hazkunde-tasak bildu ziren, baita ohiko mozketa-txandak ere, betiere hiru Lurralde Historikoetako basogintza-elkarteak elkartzen dituen Euskadiko Basogintza Elkarteen Konfederakundeak (www.basoa.org) eta beste batzuek gomendatu ohi dituzten baso-jarduerak eta -praktikak kontuan hartuta. Informazio mota hori geografikoki gertu zeuden beste iturri

bibliografiko batzuetan lortutako informazioarekin osatu zen —I. Eranskinean adierazi dira gehienak, baso-lurretara xedaturiko epigrafeetan—, 14. taulan jasotzen diren hazkunde-tasak lortu arte.

Basoen hazkunde-tasak karbono-xurgapen bihurtzeko orduan III. Eranskineko balioak erabili ziren (hedapen-faktoreak, egurraren dentsitatea, karbonoaren edukia, lurpeko eta aireko biomasen arteko erlazioa).

14. taula. EAEn gomendatu ohi diren baso-praktiken eta espero den ekoizpenaren laburpena (Iturria: Euskadiko Basogintza Elkartearen Konfederakundea. Lan honetako egileek moldatua)

Especieak	Dentsitatea (landareak/ha)	Garbiketa	Eraketa- inazurketa	Sastrakak		Basogintza EAEn						Aizken (m ² /ha eta urtea)	Etekin (m ³ /ha eta urtea)
				Eraketa- inazurketa baxua	Eraketa- inazurketa altua	1. bakarketa inazurketa altua	2. bakarketa inazurketa	3. bakarketa inazurketa	4. bakarketa inazurketa	5. bakarketa inazurketa	6. bakarketa inazurketa		
<i>Pinus nigra</i>	1.600	Lehen 5 urteak	-	12	23	30	37	45	53	60	60	8	
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	1.100-1.600	Lehen 4 urteak	-	12	17	22	27	32	40	50	60	15era arte	
<i>Larix Kaempferi</i>	1.100-1.600	Lehen 4 urteak	-	12	17	22	27	37	45	50-55	60-55	-	
<i>Pinus radiata</i>	1.600	Lehen 4 urteak	-	9	13	18	23			30-35	30-35	12ko baliez bestekoa (20ra arte)	
<i>Pinus pinaster</i>	1.600	Lehen 4 urteak	-	10	17	22	26	32		50	50	7	
<i>Fagus sylvatica</i>	1.600	Lehen 5 urteak	4 etik aumera	9 eta 12	25	40	55	70	85	100	120	4	
<i>Quercus robur</i>	1.110	Lehen 7 urteak	3 etik aumera	12 eta 15	30	45	60	75	100	150	150	3	
<i>Quercus rubra</i>	1.100	Lehen 4 urteak	3 etik aumera	9 eta 12	20	30	40	50		60	60	8	
<i>Limodendron tulipifera</i>	900	Lehen 4 urteak	3 etik aumera	9 eta 12	20	35	50			60	60	8	

3.1.2. Bigarren onarpena: basoko espezieen banaketa

Hazkunde-tasak aldatu egiten dira espeziearen, jatorriaren eta abarren arabera. Gainera, EAEko ondoz ondoko deforestazio-gertakarien ondoren, XX. mendean zehar zuhaitzek osaturiko eremua berreskuratzen joan da pixkanaka; kasu batzuetan, nagusitu den zuhaitz-espeziea ez da dagokion landare-seriearen arabera potentzial gisa hartu litekeena, beste landaketa batzuetatik eratorria, hazkunde azkarrekoa edo hazkunde ertainekoa baizik (Basalde, 2009). Dena den, eta kalkuluak sinplifikatzearen, aurreikusten ziren hazkunde-tasak balioesteko 1990 eta 2008. urteetako BEG inbentarioak lantzeko erabili ziren espezie-multzo berberak hartu ziren kontuan, eta beraz, kasu askotan hazkunde-tasak ez dagozkio espezie bakar bati, horien multzo bati baizik; era berean, tasa horiek ez dute zertan modu naturalean haziko lirakekeen espeziearenak izan behar.

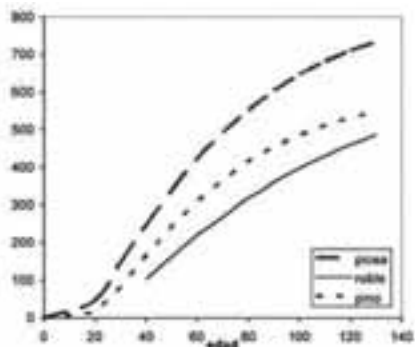
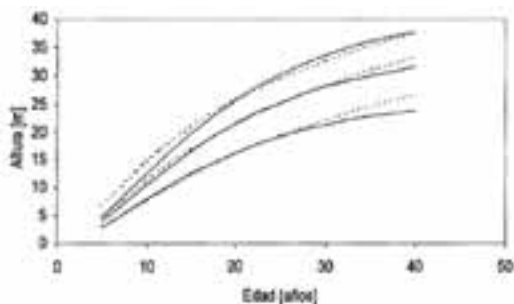
Bestalde, BI-2005 azterketako baso-espezieen banaketa geografikoa hartu zen oinarri gisa, azken urteetan aldaketa garrantzitsurik jasango ez zutelakoan. Gainera, 2008. urterako lortutako baso-azalera bera erabili zen, dokumentu honetako atal desberdinen emaitzak hobeto alderatu ahal izateko; horrenbestez, baso-biomasak CO₂ xurgatzeko duen ahalmenaren hurbilketa hori gehiago dagokio 2008. urteko egoerari etorkizunerako prospekzio bati baino.

3.1.3. Hirugarren onarpena: hazkunde-kurba eta haren jasangarritasuna denboran

Kalkuluak sinplifikatzearen, baso-biomasaren hazkunde-tasa linealak hartu ziren abiapuntu gisa, hazkunde behekorreko kurbak izaten dituztela jakin arren (zuhaitzen hazkundea moteldu egiten da horiek zahartu ahala).

4. taulan EAEn eta Austrian egindako azterketetatik eratorritako espezie desberdinei dagozkien hazkunde-kurbak ikus daitezke. Austriaren adibideari so eginez gero (Pérez *et al.*, 2007), 100 urte betetzean, *Pinus sylvestris* espezieko basoak 480 m³ ha⁻¹ inguruko biomasa du, *Quercus robur* espeziekoak 390 m³ ha⁻¹ eta *Picea abies* espeziekoak 640 m³ ha⁻¹ ingurukoa.. Horrenbestez, horien hazkunde-kurbak zuzenak balira, hazkunde-tasa linealek 4,8, 3,9 eta 6,4m³ ha⁻¹ urtea⁻¹ balioa izango lukete pinu gorriaren, haritzaren eta izeiaren kasuan, hurrenez hurren, 100 urteko mozketa-txandan.

Baso-biomasa karbono-hustutegi bat da, baina hazkunde-kurbak kontuan hartuz gero, hark mugak dituela ikus daiteke, ahalmenari nahiz denborari dagokionez. Adin aurreratuko masa oihantsuek gutxieneko hazkunde-tasa izaten dute mozketa-txandaren ostean, ia nulua, eta horrenbestez, horiek gehienezko baso-biomasara iritsi direla esan daiteke. Gainera, baso-biomasaren gehienezko izakin horiek mantentzeko hura berritu egin behar da nahitaez. Egur-aprobetxamenduko baso-masa kudeatuek ere gehienezko biomasa-izakinak izango lituzkete, baina horien kudeaketa jasangarriak denboran zehar mantentzea ahalbidetuko luke. Kudeaketa jasangarri hori egiteko baso-masaren adinaren araberrako banaketa hartu beharko litzateke kontuan, betiere mozketa-txandarekin bat etorriko dena.



4. irudia. Hainbat baso-espeziaren hazkunde-kurbak. Ezkerraldean: Euskal Herriko I, II eta III. kalitateko *Pinus radiata* espeziaren hazkunde-kurbak, altueraren arabera (Ierro etenak Espinel . autoreei dagozkie, 1997; eta Ierro etengabeak, ordea, Chauchard autoreari, 2000 -Chauchard, 2000). Eskuinaldean: Austriako *Picea abies*, *Quercus robur* eta *Pinus sylvestris* espezieen hazkunde-kurben ereduak, m³ ha⁻¹tan (Pérez *et al.*, 2007).

Horrela:

- Oreka-une bat lortuko litzateke, eta urteko mozketak eragindako biomasaren galera behar bezala orekatuko litzateke gainerako baso-masaren urteko hazkundearekin (oro har, ez litzateke baso-biomasaren urteko hazkunderik egongo).
- Oreka hori lortu ostean, mozketataxanda iritsi den uneko biomasaren erdia izango litzateke, gutxi gorabehera, baso-biomasa —hazkunde-tasa linealak kontuan hartuta—.

Era berean, biomasa-galerak mozketek eragindako erauzketei dagozkiela uste da, betiere izurriak, gaixotasunak, suteak, izozteak, txingor-zaparradak eta abar kontuan hartu gabe, horiek aurreikusitako hazkunde-tasetan dagoeneko kontuan hartu direla balioesten baita.

3.2. BASO-BIOMASAK KARBONOA FINKATZEKO DUEN AHALMENA-REN EMAITZAK

Azkenik, eta EAeko baldintzak oinarritzat hartuta, baso-biomasaren oreka 83,3 milioi m³ zurgaien baso-masarekin (36.147 Gg karbono finkatu = 94,6 Mg C ha⁻¹) lortuko litzatekeela ondorioztatu zen (15. taula). Baso-biomasa orekatua izango litzateke, mozketek eragindako galerek konpen-
tsatutako urteko biomasa-hazkundera izango bailuke (egurretik lortutako produktuak kontuan hartu gabe). Egurraren galera edo erauzketa horiek 3,06 milioi m³ zurgairi dagozkie urtean (1.145 Gg C urtea⁻¹), hau da, orekatuta dagoen baso-bolumenaren % 3,67; galera horiek ez lirateke baso-mozketen ondorio bakarrik izango, hor baititugu, halaber, suteek, izurriek, gaixotasunek, txingor-zaparradek, estres hidrikoak eta abarrek eragindako baso-biomasaren beste galera batzuk ere.

Honako hau EAeri dagokion taula izango litzateke, hau da, egur-ekoizpen jasangarriaren ahalme-
na, betiere karbonoa finkatzeko gehieneko potentzialera iritsi gabe, 2008. urteko baso-azalera bera eta baso-espezien antzeko banaketa abiapuntutzat hartuta.

15. taula. Karbonoaren xurgapena, EAEko baso-biomasaren oreka-bal dintzetan: mozketatxanda defintuetan (T) aurreikusten den finkapena, mozketatxanda amaiztean presente dagoen biomasa eta batez bestekoa (T/2 momentuan), 2008. urterako balioetsitako azalera, ebaketen araberako biomasa-erazketak eta orekan dagoen baso-biomasaren batez bestekoak.

LH	Especie-multzoa	Biomasako finkapena		Mozketatxanda		Biomasa		Azalera		Mozketatxanda		Izakin orekatuak	
		m ³ BA/ha eta urtea	t C/ha eta urtea	(T, urteak)	(T, urteak)	T	T/2	(ha)	halurtea	Milaka m ³ BA/urtea	Gg C/urtea	Milaka m ³ BA	Gg C
	<i>Pinus nigra</i> eta antzekoak	8,8	3,37	55	484	242	5.646	103	49,7	19,0	1.366	523	
	<i>Pinus radiata</i> eta antzekoak	13	3,78	30	390	195	11.575	386	150,5	43,7	2.257	656	
	<i>Pinus sylvestris</i> eta antzekoak	7,1	2,70	60	426	213	16.074	268	114,1	43,5	3.424	1.304	
	<i>Pinus halepensis</i> eta antzekoak	7,2	2,67	60	432	216	316	5	2,3	0,8	68	25	
Arabara	<i>Quercus ilex</i> eta antzekoak	3,3	2,02	120	396	198	31.284	261	103,2	63,2	6.194	3.791	
	<i>Fagus sylvatica</i> eta antzekoak	4	1,84	120	480	240	31.740	265	127,0	58,4	7.618	3.503	
	<i>Quercus robur</i> eta antzekoak	4,5	2,41	120	540	270	10.197	85	45,9	24,5	2.753	1.472	
	<i>Eucalyptus</i> spp.	17	8,47	20	340	170	172	9	2,9	1,5	29	15	
	<i>Quercus faginea</i> eta antzekoak	3	1,60	120	360	180	26.016	217	78,0	41,7	4.683	2.503	
GUZTIRA					133.020	1.597			673,6	296,3	28.393	13.792	
	<i>Pinus nigra</i> eta antzekoak	8,8	3,37	55	484	242	7.064	128	62,2	23,8	1.709	654	
	<i>Pinus radiata</i> eta antzekoak	13	3,78	30	390	195	73.466	2.449	955,1	277,6	14.326	4.165	
	<i>Pinus sylvestris</i> eta antzekoak	7,1	2,70	60	426	213	527	9	3,7	1,4	112	43	
	<i>Pinus halepensis</i> eta antzekoak	7,2	2,67	60	432	216	7	0	0,0	0,0	1	1	
Bizkaia	<i>Quercus ilex</i> eta antzekoak	3,3	2,02	120	396	198	5.735	48	18,9	11,6	1.136	695	
	<i>Fagus sylvatica</i> eta antzekoak	4	1,84	120	480	240	5.225	44	20,9	9,6	1.254	577	
	<i>Quercus robur</i> eta antzekoak	4,5	2,41	120	540	270	24.355	203	109,6	58,6	6.576	3.515	
	<i>Eucalyptus</i> spp.	17	8,47	20	340	170	12.586	629	214,0	106,6	2.140	1.066	
	<i>Quercus faginea</i> eta antzekoak	3	1,60	120	360	180	542	5	1,6	0,9	98	52	
GUZTIRA					129.507	3.514			1.386,0	490,1	27.352	10.767	

BA: bolumena azalarekin

15. taula. (JARRAIPENA) Karbonoaren finkapena, EAEko baso-biomasaren oreka-balidintzetan: mozketeta-txanda definituetan espero den finkapena (T), mozketeta-txanda amaiztean presente dagoen biomasa eta batez bestekoa (T/2 momentuan), 2008. urterako balioetsitako azalera, ebaketen araberako biomasa-erazketak eta orekan dagoen baso-biomasaren batez bestekoak.

LH	Especie-multzoa	Biomazako finkapena		Mozketeta- txanda (T, urteak)	Biomasa (m ³ BIA/ha)		Azalera (ha)	Mozketeta orekatuak		Izakin orekatuak			
		m ³ BIA/ha eta urtea	t C/ha eta urtea		T	T/2		ha/urtea	Milaka m ³ BA/urtea	Gg C/urtea	Milaka m ³ BA	Gg C	
	<i>Pinus nigra</i> eta antzekoak	8,8	3,37	55	484	242	18.163	330	159,8	61,1	4.396	1.681	
	<i>Pinus radiata</i> eta antzekoak	13	3,78	30	390	195	45.865	1.529	596,2	173,3	8.944	2.600	
	<i>Pinus sylvestris</i> eta antzekoak	7,1	2,70	60	426	213	141	2	1,0	0,4	30	11	
	<i>Pinus halepensis</i> eta antzekoak	7,2	2,67	60	432	216	0	0	0,0	0,0	0	0	
Gipuzkoa	<i>Quercus ilex</i> eta antzekoak	3,3	2,02	120	396	198	2.559	21	8,4	5,2	507	310	
	<i>Fagus sylvatica</i> eta antzekoak	4	1,84	120	480	240	17.950	150	71,8	33,0	4.308	1.981	
	<i>Quercus robur</i> eta antzekoak	4,5	2,41	120	540	270	34.445	287	155,0	62,9	9.300	4.971	
	<i>Eucalyptus</i> spp.	17	8,47	20	340	170	227	11	3,9	1,9	39	19	
	<i>Quercus faginea</i> eta antzekoak	3	1,60	120	360	180	139	1	0,4	0,2	25	13	
GUZTIRA								119.489	2.332	996,6	358,0	27.548	11.588
	<i>Pinus nigra</i> eta antzekoak	8,8	3,37	55	484	242	30.873	561	271,7	103,9	7.471	2.858	
	<i>Pinus radiata</i> eta antzekoak	13	3,78	30	390	195	130.907	4.364	1.701,8	494,7	25.527	7.421	
	<i>Pinus sylvestris</i> eta antzekoak	7,1	2,70	60	426	213	16.743	279	118,9	45,3	3.566	1.358	
	<i>Pinus halepensis</i> eta antzekoak	7,2	2,67	60	432	216	323	5	2,3	0,9	70	26	
EAE	<i>Quercus ilex</i> eta antzekoak	3,3	2,02	120	396	198	39.578	330	130,6	79,9	7.836	4.795	
	<i>Fagus sylvatica</i> eta antzekoak	4	1,84	120	480	240	54.914	458	219,7	101,0	13.179	6.061	
	<i>Quercus robur</i> eta antzekoak	4,5	2,41	120	540	270	68.997	575	310,5	166,0	18.629	9.958	
	<i>Eucalyptus</i> spp.	17	8,47	20	340	170	12.985	649	220,7	110,0	2.207	1.100	
	<i>Quercus faginea</i> eta antzekoak	3	1,60	120	360	180	26.697	222	80,1	42,8	4.805	2.569	
GUZTIRA								382.916	7.443	3.056,3	1.144,5	83.292	36.147

BA: bolumena azalarekin

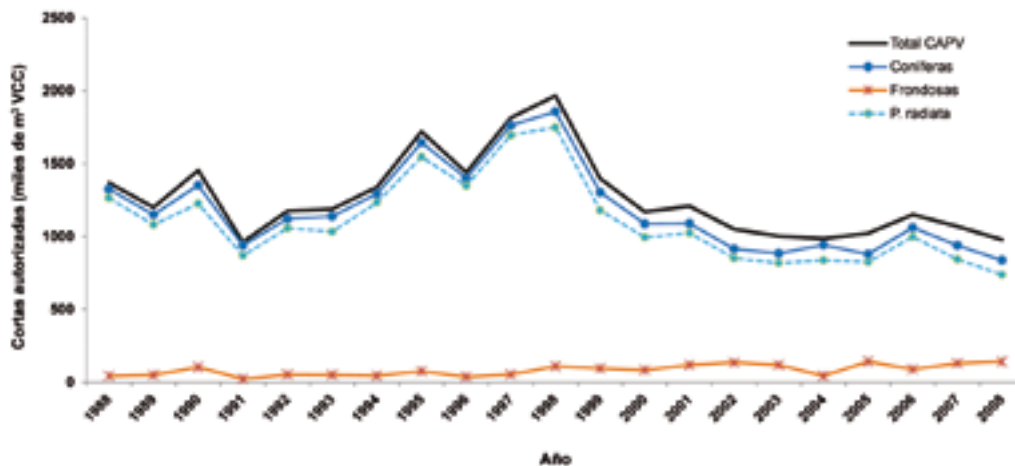
3.3. EAE-KO BASO-BIOMASAK KARBONOA FINKATZEKO DUEN AHALMENAREN ETA FINKATUTAKO KARBONOAREN ARTEKO ALDEA

BI-2005 azterketaren arabera, 2005. urtean 54.816.506 m³ zurgai zeuden EAEko baso-biomasan (MAGRAMA) (23.198 Gg C inguru izango lirateke sustraiak barne, Araban, Bizkaian eta Gipuzkoan zehar banatuta, % 32,2, 31,4 eta 36,4, hurrenez hurren); horiek lor daitekeen baso-biomasaren (83.292.000 m³ zurgai) % 65,8 osatuko lukete. Horrenbestez, EAEko baso-biomasaren % 52,0 handitu ahal izango litzateke gaur egungo biomasarekin alderatuta, aurreko atalean adierazitako ekoizpen-ahalmena kontuan hartuta, betiere kudeaketa egokia eta antolatua eginez gero. EAEko baso-biomasaren handituz CO₂ finkapena areagotzeko ahalmen hori behar bezala egiaztatzea daiteke basoen buruzko inbentarioetan ikus daitekeen goranzko bilakaera ikustean (81, 112 eta 138 m³ BA ha⁻¹ BI-1972, BI-1996 eta BI-2005 azterlanetan, hurrenez hurren, EAEn). Nolanahi ere, eta partzelazio-maila, mozketa-txandean ugaritasuna eta EAEko baso-lurren jabe pribatuen ehuneko altua dela-eta, seguru asko oso zaila izango litzateke lurzoru horien ekoizpen-ahalmenaren % 100era iristea.

Bestalde, eta estatistikek eskaintzen duten informazioaren arabera (EUSTAT), baimendutako mozketak ugaritzen joan ziren 1988. urtetik; 1998. urtean egin ziren mozketa gehien, baina orduan nabarmen murriztu da mozketen kopurua, egurraren prezioaren beherakada dela eta (ikus 5. irudia eta 16. taula). Horrela, 1998. urtean, baimendutako mozketek izakinen % 4,50 inguru osatu zuten (BI-1996 azterketan 43.727.142 m³ BA agertzen ziren); 2008an, 0,98 milioi m³ mozketa baimendu ziren, baso-biomasako izakinen % 1,78, alegia. Mozketen ehuneko txiki horrek EAEko baso-biomasaren azken urteetan zahartzen ari dela adierazten du, eta beraz, zentzuzkoa da haren hazkunde-erritmoak ere behera egitea (gogoratu ditzagun hazkunde-kurba beherakorrak). Bestalde, mozketei dagokien ehunekoen tarte hori (% 1,8-4,5) bat dator orekatzeko egoera hipotetiko batean egokitzea joko litzatekeen % 3,7ko balioarekin (biomasa-irabaziak = biomasa-galerak).

16. taula. EAEn baimendutako mozketen bilakaera, espezie-multzooaren arabera.

Espezie-multzoa	Baimendutako mozketen batez bestekoa (milaka m ³ urtea ⁻¹), denbora-tartearen arabera				
	1988-2008	1988-1993	1994-1999	2000-2008	
Koniferoak	<i>Pinus sylvestris</i> (zuria)	10	21	9	4
	<i>Pinus nigra</i> (larizio)	18	14	20	20
	<i>Pinus radiata</i> (Monterrey)	1.105	1.089	1.459	881
	Bestelako koniferoak	53	48	56	54
	Koniferoak GUZTIRA	1.187	1.171	1.544	959
Hostozabalak	Makala	4	3	4	4
	Kerzineak	14	11	10	18
	Eukaliptoak	50	21	38	79
	Bestelako hostozabalak	15	18	20	10
	Hostozabalak GUZTIRA	83	54	69	111
EAEn, guztira	1.270	1.225	1.613	1.071	



5. irudia. EAEn baimendutako mozketen bilakaera, espezie-multzoaren arabera.

Azkenik, EAEko baso-biomasaren hazkunde-joera hori mozketen eta birpopulazteen arteko konparaziotik ere ondorioztatu daitekeela azpimarratu behar da. Nolanahi ere, datu estatistikoetan oso zaila da birpopulazteak dagoeneko baso-lurrak ziren lurretan edo beste erabilera batzuetara xedaturiko lurretan gertatu ziren bereiztea (basotzea edo baso-berritzea). Mozketaren unean, $350 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ eta $400 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ biomasa zeudela kontuan hartuta, koniferoen eta hostozabalen basoetan, hurrenez hurren, 1992 eta 2008. urteen artean urtero 3.611 ha moztu zirela ondorioztatu daiteke; aitzitik, urtean 3.941 ha inguru birpopulatu ziren denbora-tarte berean (17. taula).

17. taula. Birpopulaketen bilakaera EAEn (Iturria: 2007, 2008 eta 2009. urteetako Nekazaritzako Elikagaien Urteko Estatistikak eta Eusko Jaurlaritzaren Nekazaritza Zuzendaritzako Estatistika eta Sektore Analisietarako Zerbitzua).

Urtea	EAEko birpopulazteak (ha)
1992	5.742
1993	5.044
1994	3.559
1995	2.276
1996	5.785
1997	4.673
1998	4.918
1999	5.215
2000	7.182
2001	8.425
2002	4.186
2003	2.136
2004	1.676
2005	2.498
2006	1.824
2007	1.202
2008	651
Batez bestekoa	3.941
Mediana	4.186

4. KAPITULUA

EAE-KO LURZORUEK KARBONO ORGANIKOA FINKATZEKO DUTEN AHALMENA

4. EAE-KO LURZORUEK KARBONO ORGANIKOA FINKATZEKO DUTEN AHALMENA

Karbono-zikloaren barnean, lurzoruek karbonoaren ehuneko garrantzitsua izaten dute, oro har, 1.500 Pg C ingurukoa (gogoratu: 1 Pg = 10^{15} g = 1 Gt = 10^9 t). Tropikalak ez diren sistema lehortarretan, lurzoruko lehen 30 cm-etan 483-511 Pg karbono organikoko erreserbak izaten dira; lurzoru horien lehen 2 metroetan, ordea, 1.760 eta 1.816 Pg inguruko balioak lortuko lirateke (Batjes, 1996).

Gainera, lurzoruek CO₂ atmosferikoaren iturri edo hustutegi gisa jardun dezakete. Lurzoruko materia organikoaren pilaketa —% 58 karbono du— biotaren (autotrofoak eta heterotrofoak, adibidez) eta inguruneko faktoreen (tenperatura eta hezetasuna, adibidez) arteko esku-hartzeen ondorioz gertatzen da. Epe luzeko entseguek frogatzen duten moduan, lurzoruek oxidazioaren eta higaduraren eraginez galtzen duten karbonoa murriztu edo alderantzikatu egin daiteke lurzoruaren eraldaketa txikiagotzen duten eta laborearen ekoizpena hobetzen duten (ongarritze bidez) erabilera-praktiken bitartez (Post *et al.*, 2001).

Klima Aldaketari buruzko Nazio Batuen Esparru Konbentziorako EAEko BEG inbentarioak egiteko, IPCC Taldeak zehazten dituen maiorazio- edo minorazio-faktoreekin biderkatu zen lurzoru- eta klima-mota bakoitzerako erreferentziako lurzoruko karbono organikoaren kantitate bat, betiere lurzoru- eta karbono-stocka zehazteko helburuarekin (ikus IV. Eranskina).

Batetik, eta lurzoruko karbono organikoari dagokionez, jarduera altuko buztinak dituzten lurzoru mineral gisa sailkatu ziren EAE osoko lurzoruak, hau da, modu arinean edo neurritsuan higatutako lurzoru gisa. Horietan 2:1 motako silikatoak nagusitzen dira, eta beraz, lurzoruko karbono organikoak 88 eta 38 t C ha⁻¹ko edukia izan beharko luke, hurrenez hurren, klima epel hezeetan eta klima epel lehorretan. Buztin-mota hori oso ohikoa da klima lehorretako lurzoru- eta/edo lurzoru gazteetan. EAEko ezaugarri klimatikoak direla-eta, EAEko lurzoruaren epe luzeko bilakaeran jarduera txikiko (1:1) buztinak nagusituko dira. Era berean, 2:1 buztinak nagusitu arren, lurzoru azidoetan, horiek hidroxilatuta egon ohi direla eta interkapan aluminioa izaten dutela esan behar da; horregatik, horiek hasieran aurreikusitakoa baino jarduera txikiagoa izaten dute.

Bestalde, eta maiorazio-/minorazio-faktoreei dagokienez, horiek guztiak IPCC Taldearen balioetan oinarritu ziren; horiek 18. taulan adierazten diren lurzoruko karbono organikoaren kantitateak eman zituzten emaitza gisa (ikus I. Eranskina).

Horregatik guztiagatik, oso garrantzitsua iruditzen zaigu, kapitulu honetan zehar, EAEko lurzoruek karbono finkatzeko duten benetako ahalmena eta potentziala bilatzea, tokiko datuetan oinarrituta.

18. taula. EAEko lurzoruko lehen 30 cm-etarako balioetsitako karbono organikoaren kantitatea, IPCC Taldeak (2006) proposatutako metodoa erabiliz, EAEko lurzoru-erabileraren, klimaren eta ohiko erabilera-praktiken arabera.

	Lurzoruko karbono organikoa (Mg ha ⁻¹)	
	Klima epel hezea	Klima epel lehorra (Arabako Errioxa)
Baso-lurrak	88	38
Belardi/larreak	100	43
Sastrakadiak edo larretarako bestelako lurrak	88	38
Labore belarkarak	58	29
Fruta-arbolak eta mahastiak	112	38
Olibadiak	-	37

4.1. EAE-KO ISURIALDE ATLANTIKOKO BASO-LURREK KARBONO ORGANIKOA FINKATZEKO DUTEN POTENTZIALA: DINAMIKA-EREDUAK

Baso-lur mineraletan, karbono organikoaren edukia (1 metroko sakonerara arte) 20 eta 300 t de C ha⁻¹ artekoa izan ohi da baso-motaren eta klima-baldintzen arabera (Jobbágy and Jackson, 2000). Mundu mailan, baso-lur mineralek 700 Pg C inguru izaten dituzte (Dixon *et al.*, 1994); dena den, karbono organikoaren gordailuak ez dira estatikoak izaten, denboran zehar gertatzen diren karbono-sarrera eta -irteeren arteko aldeak direla eta. Hein batean, karbono-sarrerak basoen produktibitatearen, orbelaren deskonposizioaren eta horiek lurzoru mineralera txertatzen diren moduaren arabera izaten dira; karbono-irteerak, ordea, mineralizazioak/arnasketak eragindako galeren arabera izaten dira (Pregitzer, 2003). Lurzoruko karbono organikoaren beste galera batzuk higaduraren edo karbono organikoaren disoluzioaren eraginez gertatzen dira, eta hura lurpeko uretara libiatzen da edo jariatze-fluxuaren ondorioz galtzen da. Lurzoruko karbono organikoaren ehuneko handi batek baso-lurretako aireko orbelean du jatorria, eta beraz, lurzoruko materia organikoa lurraren gaineko horizonteetan pilatu ohi da; hori dela-eta, lurzoruko karbono organikoaren erdia, gutxi gorabehera, lehen 30 cm-etan pilatzen da. Askotan, goiko profilean pilatzen den karbonoa da kimikoki deskonposagarriena, baita perturbazio natural eta antropogenikoekiko esposizio zuzenena duena ere (IPCC, 2006).

Klima epeletako basoek karbono-hustutegi gisa jarduten dute gaur egun, fotosintesiaren bidez arnasketa bidez isurtzen dutena baino karbono gehiago xurgatzen baitute atmosferatik. Nolanahi ere, eta klima-aldaketaren testuinguruan, karbonoaren dinamika aldatu egin daiteke, eta basoak xurgatzen dutena baino gehiago arnasten hasi daitezke; momentu horretan, CO₂ isurle bihurtuko lirateke, berotze globala areagotuz.

Gainera, giza kudeaketak ondorio garrantzitsuak eragin ditzake basoek CO₂ iturri/hustutegi gisa gauzatzen duten jarduketan. 2. kapituluko EAEko BEG inbentarioetan —IPCC Taldearen irizpideak kontuan hartuta— berdin mantendu diren baso-lurretan lurzoruko karbono organikoa orekan mantendu zela jasotzen zen arren, baso-sistemetan gauzatzen diren mozketek, uztak eta lursailaren prestaketak modu garrantzitsuan eragiten dute horien karbono-edukian. Baso-estaldura kentzean handitu egiten da lurzoruaren tenperatura eta txikiagotu egiten da prezipitazioaren interzeptazioa; horregatik, lurzoruko materia organikoaren (MO) mineralizazioan zuzenean eragiten duten faktoreak areagotu egiten dira, horien deskonposizioa bizkortuz (Vitousek and Matson, 1985). Gainera, eginkizun horietarako makineria pisutsua eta desegokia erabiltzen da eta horrela kendu egin daiteke lurzoruko lurrustel guztia (Gartzia-Bengoetxea *et al.*, 2009b). Lursailen horrelako makineria erabiltzen denean desegituratu egiten da lurzoru, fisikoki babestua zegoen materia organikoaren frakzioa hura deskonposatzen duten mikroorganismoen erasopean utziz (Ashagrie *et al.*, 2007). Unada hazten doan heinean, materia organikoaren ekarpenak handitu egiten dira, baita karbono-kantitatea bera ere (Gartzia-Bengoetxea *et al.*, 2011). Horrenbestez, uzta bilketako unetik unada heldu bat lortu arte igarotzen den denbora-tartea gogoan izan beharreko parametro bat da modu intentsiboan kudeatutako baso-masetako lurzoruen karbono-izakinak ulertzeko.

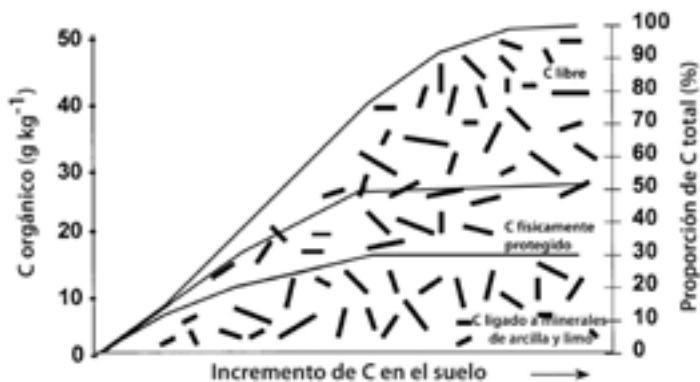
Horregatik, ekosistema lehortarretako karbonoaren dinamikari buruzko ezaguera sortu beharra piztu da zientzialarien artean, lurzoruko karbonoaren egiturari eta dinamikari dagokienez batik bat; izan ere, lurzoruak dira biosferako karbono organikoaren gordailu nagusia, CO₂ iturri zein hustutegi gisa jardun dezakete atmosferaren eta lurrazalaren artean, eta giza kudeaketak eragina izan dezake eginkizun horretan.

Atal honetan, honako helburu hauek lortu nahi dira:

- Lurzoruen gaitasun lehenetsia balioestea, hau da, lurzoruek buztin- eta limo-mineralen frakzioan pilatu dezaketen karbono-kantitatea balioestea.
- EAEko eremu atlantikoko baso-lurren lehen 25 cm-etan dagoen karbono-edukia zehaztea.
- Lurzoru horiek karbonoa bahitzeko duten potentziala balioestea.

4.1.1. Lurzoruko materia organikoaren dinamika-ereduen oinarriak

Arestian aipatutako helburuak ulertzeko, lehenik eta behin lurzoruko materia organikoaren dinamika-ereduen oinarriak ulertu behar ditugu. Dinamika-eredu gehienek gai organikoak dituzten multzo heterogeneo gisa islatzen dute lurzoruko materia organikoa, deskonposizio-abiadura intrinseko desberdina duten hiru gordailu dituztenak (6. irudia). Eredu horietako batzuek orekan dagoen lurzoruko karbono-stockaren eta karbono-ekarpenen arteko linealtasuna adierazten dute, karbono-ekarpen hori dagoen bitartean stocka mugarik gabe handitu daitekeela islatuz. Nolanahi ere, orekan dauden lurzoru batzuek hazkunde nulua edo ia nulua dute karbono-ekarpenen bat izan arren; horrenbestez, lurzoruek nolabaiteko asetasun-muga dutela ondorioztatu daiteke, hau da, karbonoa orekatzeko ahalmena mugatua dela (Stewart *et al.*, 2007; Six *et al.*, 2002).



6. Irudia. Lurzoruko materia organikoaren edukiaren kontzeptuzko ereduak eta haren ehunekoak gordailu desberdinetan, betiere baso-lur epeletan. Carter (2002) eta John *et al* (2005) autoreek egindako lanetik egokitua.

Karbonoaren asetasun-muga lurzoruak karbonoa egonkortzeko duen gehieneko ahalmena dela ulertzen da. Karbonoz asetzeko gaitasuna duten 3 gordailuk eragiten dute, hain zuzen, lurzoruko karbonoa egonkortzeko ahalmen hori. Honako hauek dira 3 gordailu horiek (6. irudia):

a) Babestu gabeko lurzoruko materia organikoa edo materia organiko askea (pool aktiboa).

Lurzoruko materia organikoaren zatiki honek modu errazenean mineralizatu daitekeen gordailua irudikatzen du, nahiko denbora-tarte laburrean metabolizatu baitaiteke: hilabete eta urte gutxi bartzuen artean. Gordailu hau da mantenu gaien iturri garrantzitsuena, mikroorganismoek oso eskuragarri dutena.

b) Fisikoki babestua dagoen lurzoruko materia organikoa.

Materia organiko askea deskonposatu eta lurzoruko osagai mineralekin nahastu ahala, hura babestuta geratzen da, oklusio bidez, sortu berri diren agregatuen barnean (edo egiturazko unitateetan) (Tisdall and Oades, 1982). Fisikoki babestuta edo agregatuta geratu den lurzoruko materia organikoak aire- eta ur-infiltrazioa eta lurzoruaren egonkortasuna erregulatzen ditu, eta beraz, iragazkortasunaren eta higaduraren adierazle izan daiteke (Feller and Beare, 1997).

c) Buztin- eta limo-mineralekin loturik dagoen lurzoruko materia organikoa (edo gaitasun lehenetsia).

Buztin- eta limo-mineralek konplexu organo-mineral oso egonkorak osatzeko gaitasuna dute (100 urte baino gehiago irauten dute lurzoruan) materia organikoko multzo anioniko eta/edo kationikoen eta jatorrizko arrokatik eratorritako konposatu mineralen arteko loturei esker. Horrenbestez, lurzoruaren ahalmen egonkortzailea lurzoru horretako buztin- eta limo-kantitateak zehazten du; era berean, hura jatorrizko litologiaren arabera da hein handi batean, EAEko lurzoru gazteen kasuan. Zatiki horrek, lurzoru gehienetan, materia organikoaren % 30 inguru osatzen du (6. irudia)

4.1.2. Metodologia: karbonoa pilatzeko gaitasun lehenetsia, karbonoa bahitzeko potentziala eta bertan dauden karbono-izakinak

4.1.2.1. Gaitasun lehenetsia eta bahitzeko potentziala

Lurzoru gehienetan karbonoa pilatzeko gaitasun lehenetsia lurzoruko materia organikoaren % 30ekoa dela, gaitasun lehenetsia buztin- eta limo-edukiaren arabera dela, eta buztin- eta limo-kantitatea hein handi batean litologiaren arabera dela kontuan hartuta —lurzoru gazteetan batik bat, EAEko lurzoruaren kasuan bezala—, EAEko mapa litologikoa aztertzeari ekin zitzaion.

EAEko mapa litologikoa Energiaren Euskal Erakundeak (EEE) 1999an egindako 1:25000 eskalako mapa geologikoaren laburpen bat da; bertan, klase geologikoak multzokatzen ziren, horien ezauzgarri fisiko eta kimikoetan oinarrituta (Eusko Jaurlaritza, 2011). Multzokatze hori egin arren, mapa litologikoan 200 multzo agertzen dira. Informazio-kantitate hori guztia dela-eta, mapa hori ez da oso tresna erabilgarria kudeaketa-proposamenak egiteko.

Horregatik, mapa litologikoko informazioa laburbiltzea erabaki zen multzoak algoritmo matematiko bidez elkartuz, betiere lurzoruko laginen analitikak oinarritzat hartuta eta mapa erabilgarri bat eskuratzeko helburuarekin, kudeaketa-proposamenen oinarri gisa. Horrela, 10 multzo homogeen (*cluster*) egin ziren basoko lurzoruen 1.180 laginen analitikak erabili (0-25 cm), 2005 eta 2010. urteen artean aztertu zirenak (xehetasun gehiago IV. Eranskinean).

Bizkaian eta Arabako isurialde kantauriarrean kokaturiko lurzoru-lagin horiek behar bezala ordezkatzeko dituzte EAEko gune atlantikoko baso-masak, horien kokapena eta hartzen zituzten baso-espezieak direla eta.

Mapa litologikoa 10 «*cluster*» edo kategoria litologikotan laburbildu ostean, *cluster* bakoitzari bertan nagusitzen zen eta bertako testuraren ezaugarriak hobekien ordezkatzeko zituen litologiaren izena eman zitzaion (7. irudia). Testura horren arabera (buztinen eta limoen batez besteko edukia), *cluster* bakoitzerako zatiki mineralean karbonoa egonkortzeko ahalmena kalkulatu ahal izan zen (gaitasun lehenetsia), Six *et al.* (2002) autoreek garatutako eredu baten bitartez.

Gero, karbonoa bahitzeko ahalmenaren ehunekoa kalkulatu zen, lurzoruen gaitasun lehenetsiak —buztin- eta limo-edukiaren arabera— bahitzeko potentzialaren % 30 inguru osatzen duela kontuan hartuta, betiere lurzoruko materia organikoaren dinamika-ereduen arabera.

4.1.2.2. Karbono-izakinak

Baso-lurrek karbonoa pilatzeko duten gaitasun lehenetsia balioesteko erabili ziren 1.180 lagin horiek erabili ziren, halaber, egur ekoizpena zuzendutako EAEko isurialde atlantikoko 3 baso-espezie hauek hazten diren lurzoruetako karbono organikoa zehazteko: *Eucalyptus globulus*, *Pinus radiata* eta *Pseudotsuga menziesii*. Bizkaian, *Eucalyptus nitens* sailak areagotzen ari dira *Pinus radiata* espeziearen antzinako unadetan; hori dela-eta, espezie hori aurkitu zen lursailak pinuari zegozkiola erabaki zen.

Bestalde, BASONET sareko beste 48 lurzoru-lagin erabili ziren *Fagus sylvatica* espeziea kokatzen zen lursailletako lurzoruak bereizteko.

Pinu, eukalipto eta Douglas izeiaren masak birpopulatuak, mendi basatiak, haga-basoak edo tantaiak ziren bereizi zen, Cantero *et al.* (1995) autoreen arabera. Pago-masa guztiak, ordea, elkarrekin hartu ziren, masa-egoeraren bereizketarik egin gabe.

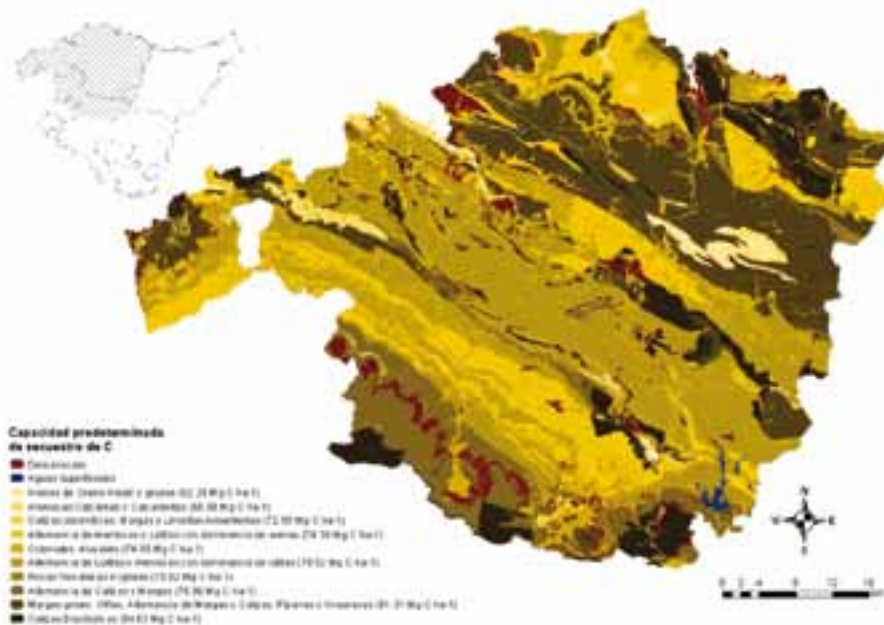
Hektarea bakoitzeko karbono-izakinak kalkulatzeko, aztertutako 1.228 laginetako karbono organiko osoaren kontzentrazioa biderkatu zen haren dentsitate aparentearekin eta laginetako sakontasunarekin (25 cm).

Aztertutako laginetako karbono-stocka zehaztu eta laginak zein baso masa-egoerari zegozkion sailkatu ostean, 2005eko Basoen Inbentario Nazionala erabili zen (BI-2005) materia organikoaren balioak azterketa-eremu osoan geografikoki banatu ahal izateko.

4.1.3. Emaitzak: karbonoa pilatzeko gaitasun lehenetsia, karbonoa bahitzeko potentziala eta bertan dauden karbono-izakinak

4.1.3.1. Isurialde atlantikoko baso-lurretan karbonoa pilatzeko gaitasun lehenetsia eta bahitzeko potentziala

Testura hareatsuak (pikor lodiko, ertaineko eta fineko hareharriak) edo ez horren pisutsuak dituzten litologiek gaitasun lehenetsi txikiagoa dute (7. irudia), lurzoru horiek materia organikoko konplexuak sortzeko duten gaitasuna buztin- eta limo-mineral asko dituzten lurzoruena baino askoz txikiagoa baita (Jenkinson, 1988; Amato and Ladd, 1992; Hassink, 1994). Hori dela-eta, jarduera txikiko buztinak dituzten lurzoru-sistemetan edo lur hareatsuetan, ekoizpen-maila materia organikoaren deskonposizioak eragindako mantenugai-zikloen eraginkortasunaren araberakoa da, hein handi batean (Vitousek, 1984; Macedo *et al.*, 2008). Lurzoruko materia organikoa agortzeak lurzoruaren degradazioa eragiten du, mantenugaiak atxikitze gaitasuna txikitzean arriskuan jartzen baita sistemaren produktibitatea (Lemenih *et al.*, 2005). Lur hareatsu horiek aztertu den azalera osoaren % 4 baino gutxiago hartzen zuten, eta beraz, gaitasun lehenetsi txikiko lurzoru horien jasangarritasuna bermatze aldera, horietan lurzoru mantentzeko teknika murriztaileagoak eta politika zorrotzagoak ezarri beharko lirateke.



7. irudia. 10 clusteretan laburbildutako sailkapen litologikoa eta horien gaitasun lehenetsia, aztertutako EAEko isurialde atlantikoko eremuan.

Bestalde, gaitasun lehenetsi altuena duten litologiak kareharri tupatsuekin eta lutitekin identifikatzen dira, jatorrizko arroaren intenperizazioa dela-eta, horiek testura finagoa baitute, eta horrek areagotu egiten du karbono-konplexuak eratzeko gaitasuna. Testura fina zuten litologiek aztertutako baso-azalaren % 60 baino gehiago hartzen zuten.

Eukaliptoak eta radiata pinuak kokapen bera dute honako litologia hauetan: hareak nagusitzen diren lutita eta hareharrietan, lutitak nagusitzen diren hareharri eta lutitetan, eta tupa grisen, ofiten, tupa- eta kareharri-alternantzien eta arbelen multzoan (19. taula). Litologia horien gaitasun lehenetsia 74,4, 78,8 eta 81,3 Mg C ha⁻¹ da, hurrenez hurren. Douglas izeia hareharri eta lutiten artean hedatzen da batik bat, eta pagoa, aldiz, 3 litologiatan, gunee zehatz bat nagusitu gabe.

Litologia dena delakoa izanda ere, Douglas izeiaren eta pagoaren unada azpiko lurzoruek, oro har, gaitasun lehenetsia baino karbono organikoko eduki handiagoa izan zuten. Bi espezie horien azpiko lurzoruek gaitasun lehenetsia baino karbono balio handiagoak dituzte, beharbada honako bi arrazoi hauek direla eta:

- (i) Masa horiek altitude-kota altuetan kokatzen dira, eta horietan, urteko batez besteko temperatura baxuagoa izaten da; horrenbestez, lurzoruko materia organikoaren deskonposizioa mantsuagoa izaten da (Kirschbaum, 2000).
- (ii) Mozketa-txanda luzeagoak dituzten masa horien kudeaketak karbono-stock handiagoa eragiten du.

Dena den, batez besteko karbono-eduki handienak dituzten bi baso-formazio horien azpiko lurzoruek beren bahiketa-potentzialaren azpitik egoten jarraitzen dute, aurrerago adieraziko den moduan.

19. taula. Aztertu den eremuko lurzoruek karbono organikoa pilatzeko duten gaitasun lehenetsia eta bahitzeko potentziala, horietako bakoitzak hartzen duen azalera eta eukaliptoak, radiata pinuak, Douglas izeiak eta pagoak lurzoru-mota bakoitzean hartzen duten azalera erlatiboa

Litologia	Azalera (%)	Gaitasun lehenetsia (Mg C ha ⁻¹)	Bahitzeko potentziala (Mg C ha ⁻¹)	<i>E. globulus</i>	<i>P. radiata</i>	<i>P. menziesii</i>	<i>F. sylvatica</i>
Ala ertaineko eta lodiko hareak	2,4	62,25	208	% 1	% 2	% 4	% 2
Hareharri kareduna eta kaikarenita	3,0	68,58	229	% 3	% 2	% 2	% 1
Kareharri dolomitikoak	9,6	72,55	242	% 0	% 0	% 0	% 1
Marga eta lohi-hari horiztak							
Hareharriak eta hareak nagusitzen diren lutitak	11,8	74,38	248	% 41	% 21	% 35	% 29
Kolubialak Alubialak	6,3	74,80	249	% 5	% 3	% 2	% 1
Lutitak eta lutitak nagusitzen diren kareharriak	18,4	78,82	263	% 25	% 39	% 43	% 30
Arroka bolkanikoak eta igneoak	1,2	78,92	263	% 1	% 1	% 0	% 0
Kareharriak eta margak tartekatutak	9,2	79,98	267	% 0	% 2	% 1	% 12
Marga grisak Ofitak							
Margak eta kareharriak tartekatutak	18,5	81,31	271	% 22	% 24	% 9	% 2
Arbelak eta grauwaikak							
Kareharri bioklastikoak Kareharri urgondarak Dolomiak	12,5	84,63	282	% 3	% 5	% 2	% 22
Ezezaguna	7,0						

4.1.3.2. Karbono-izakinak, karbonoa pilatzeko gaitasun lehenetsiarekin eta karbonoa bahitzeko potentzialarekin alderatuta

20. taulan, aztertutako lurzoruetako karbonoaren benetako edukiak agertzen dira, baita horien ehunekoa ere, betiere gaitasun lehenetsiarekin (hark dituen buztin eta limoen arabera) eta karbonoa bahitzeko potentzialarekin (gaitasun lehenetsiak karbonoa bahitzeko potentzialaren % 30 osatzen duela kontuan hartuta) alderatuta.

Aztertu diren lursailtako karbono organikoaren edukia 57,6 eta 100,3 Mg C ha⁻¹ artean aldatzen zen lurzoruaren lehen 25 cm-etan. Europako Batzordeak argitaratutako txosten batean (Hiederer *et al.*, 2011) Europako lehen mailako lursailtako lehen 20 cm-etan dagoen karbono organikoa agertzen da; honek 50 eta 100 Mg C ha⁻¹ arteko balioak hartzen ditu, eta beraz, bat dator EAEn monitorizatutako lursailen karbono-edukiekin.

20. taula. Aztertu diren baso-espezieen lurzoruko (0-25 cm) karbono osoaren edukia (errore estandarra parentesi artean) eta lagin-kopurua, masaren egoeraren arabera (Cantero *et al.*, 1995); lurzoruaren gaitasun lehenetsia baino karbono-eduki txikiagoa duten unaden ehunekoa eta aztertutako karbono-edukiak karbonoa bahitzeko potentzialari dagokionez osatzen duen ehunekoa

Espezia	Masaren egoera	Lagin-kopurua	Lurzoruko karbonoa (Mg C ha ⁻¹)	Gaitasun lehenetsiaren azpitik dauden unaden %	Bahitzeko potentzialaren %
<i>Eucalyptus globulus</i>	Haga-basoa	16	68,36 (18,84)	88	45
	Birpopulatua	8	72,93 (18,42)	63	50
<i>Pinus radiata</i>	Tantaidia	377	72,17 (21,82)	76	50
	Haga-basoa	139	69,61 (24,92)	79	47
	Mendi basatia	216	69,44 (19,31)	82	46
	Birpopulatua	373	64,06 (21,19)	86	42
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Tantaidia	4	59,55 (31,98)	75	
	Haga-basoa	2	84,63 (38,03)		
	Mendi basatia	23	84,17 (22,86)	52	63
	Birpopulatua	22	94,93 (41,00)	50	64
<i>Fagus sylvatica</i>		48	75,17 (30,03)	46	66

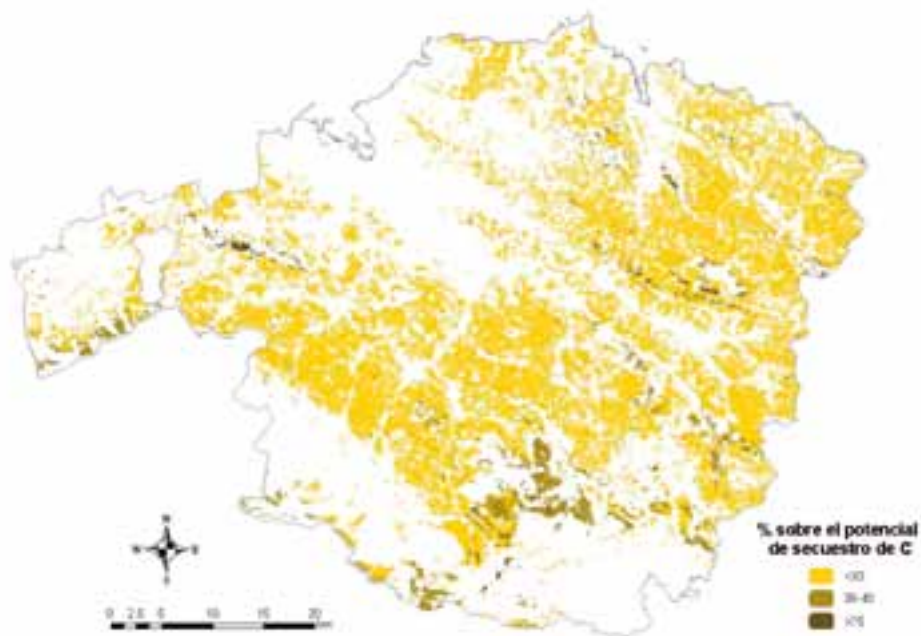
Azterlan honetan aztertutako karbono-edukiak oso urrun daude karbonoaren bahitze-potentzialetik (20. taula). Are gehiago, aztertutako lursail asko ez dira karbonoa egonkortzeko gaitasun lehene-tsira ere iristen. Hori EAeko baso-masen eta bertako lurzoruaren kudeaketa historiko intentsiboaren ondorioa izan daiteke, lurzoru horietan karbono-izakin txikiak eraginez. Industria Iraultzaren aurretiko kudeaketak, esaterako, ez zuen basoen iraunkortasuna bermatu; horrez gain, baso-gaixotasunek eta basoko beste produktu batzuen gehiegizko erabilerak (egurra, ikatza, ganaduaren ohe gisa erabiltzeko orbel eta zuhaixkak, eta abar), beste faktore batzuen artean, euskal mendien deforestazioa eragin zuten XIX. mendearen erdialdera aldera. Nolanahi ere, eta hemen azaldutako emaitzak ikusirik, ez dirudi basoen kudeaketa modernoak egoera leheneratzea lortu duenik.

EAEko baso-kudeaketaren oinarrizko eta ohiko helburua errentagarritasun ekonomikoa areagotzea izan da, betiere masaren iraunkortasuna arriskuan jarri gabe. Duela gutxi, baso-masen karbono-finkapena behar bezala garatu beharreko beste kudeaketa-helburu baten gisa hartu da, lehenengoa alde batera utzi gabe. Beraz, lurzoruko karbono-izakinaren mantentzea ere baso-masen kudeaketa-helburu gisa planteatu beharko litzateke. Uzta, baso-ateratze eta lursailen prestaketa-lanetan zehar euskal orografiara egokitutako makineria erabiltzea eta haren arrazoizko erabilera egitea funtsezkoa da helburu hori lortzeko. Bestalde, lurzoruko karbono organikoaren izakinak handitzeari dagokion alderdia txertatu behar da mozketak-hondarren aprobetxamendu energetikora xedaturiko kudeaketa-neurriak proposatzen direnean.

Eukalipto-unada guztiek 70 Mg C ha^{-1} inguruko karbono-edukiak zituzten, masaren egoerak lurzoruko karbono organikoari eragin gabe; horrenbestez, karbonoa bahitzeko potentzialaren % 50 baino balio txikiagoak zituzten (20. taula; 8. irudia). Horrela, horiek dira, karbonoa bahitzeko potentzialari dagokionez, hobetzeko potentzial gehien duten lursailak. Lurzorua mantentzeko eta bertako karbono-izakinak handitzeko hartutako basogintzako teknikak karbonoaren gehikuntza nabarmena islatu beharko lukete epe motzera eta ertainera.

Birpopulatze-egoeran zeuden radiata pinuaren unadek 64 Mg C ha^{-1} inguruko edukiak agertu zituzten, hots, mendi basatiko, haga-basoetako eta tantaidietako unadek baino balio dezente txikiagoak ($69,4$, $69,6$ eta $72,2 \text{ Mg C ha}^{-1}$, hurrenez hurren) (20. taula). Horrek argi eta garbi islatzen ditu uztak, baso-ateratzeek eta lursaila prestatzeko lanek lurzoruko karbono organikoan eragiten dituzten ondorioak. Era berean, mendi basatiko pinudien azpiko lurzoruek karbonoa egonkortzeko gaitasun lehenetsiaren % 74 zutela eta birpopulatutako pinudiek, haga-basoek eta tantaidiek % 90 inguruko gaitasuna zutela ikusi zen. Dena den, hori karbonoa bahitzeko potentzialaren % 50ari dagokio pinudi helduen kasuan (8. irudia); gaitasun hori % 42 eta 50 artekoa da (% 8ko oszilazioa) errotazio-aldian, eta beraz, are gehiago azpimarratzen da lurzorua mantentzeko teknikak hartu behar diren garrantzia.

Azterlan honen emaitzak baliozkotzeko, karbono-edukiaren erlazio ebaluatu zen aireko biomasaren eta pinudietako lurzoruaren artean. Literatura zientifikoaren arabera, Europako basoetako karbono-erreserben lurzoruaren landarea erlazioaren ehunekoa $2,81$ da lurzoruaren 1 metrora arteko sakoneran. Era berean, lurzoruaren lehen 20 cm -etan (lehen metroarekin alderatuta) karbono organikoaren ehunekoa % 50 ingurukoa da baso epelen kasuan (Dixon *et al.*, 1994; Goodale *et al.*, 2002; Johnson and Curtis, 2001). Radiata pinu helduen unadetako aireko eta lurpeko (lurzoruaren lehen 25 cm -etan) karbono-edukiaren erlazioa ebaluatzeko, Latorrek (2003) aurkeztutako datuak aztertu ziren. Azterlan horretan Merino *et al.* (2003) autoreek BASONET sareko radiata pinuaren lursailetarako garatutako ekuazio alometrikoak aplikatu ziren eta BASONET sareko pinudi helduek, batez beste, $91,2 \text{ Mg C ha}^{-1}$ zituztela ondorioztatu zen aireko biomasaren kasuan (Latorre, 2003). Horrenbestez, lurzoru horiek 128 Mg C ha^{-1} izan beharko litzateke, batez beste, lurzoruaren lehen 20 cm -etan. Baina BASONET sareko radiata pinuz osaturiko 50 lursail helduek 65 Mg C ha^{-1} ko batez besteko edukia zuten lurzorian, bahitzeko potentzialaren % 51, alegia. Emaitza hori lan honetan lortutakoaren berdina da, betiere lurzoruaren gaitasun lehenetsian oinarritutako kontzeptuzko ereduari jarraiki garatu dena.



8. irudia. Aztertutako 4 baso-espezieen gaur egungo egoera (*Eucalyptus globulus*, *Pinus radiata*, *Pseudotsuga menziesii* eta *Fagus sylvatica*), lurzorua ren lehen 25 cm-ek karbonoa bahitzeko duten potentzialari dagokionez.

Paisaiari dagokionez, bertako lurzoruek karbonoa bahitzeko duten potentzialaren % 60aren azpitik kokatzen da aztertutako ia baso-azalera guztia (8. irudia). Lurzoruan karbono organiko gehien duten baso-eremuak Karrantzako eta Arabako pagadiak dira. Halere, masa horiek karbonoa bahitzeko beren potentzialaren oso azpitik daude oraindik ere. EAEn azalera osoaren erdia baino gehiago (% 53-55) basoek hartzen dute, eta beraz, lurzoruek karbono-kantitate handiak izan ditzakete. Dena den, isurialde atlantikoan aztertutako baso-sistemen % 5 bakarrik dago asetasun-mugatik gertu. Beraz, basoen kudeaketak EAEn oso potentzial handia duela esan genezake. Basoen kudeaketa egokiak karbono-bahiketa sustatu dezake baso-lurretan. Beste herrialde batzuetan gertatzen den moduan, lurzoruetako karbono-izakinak handitzeko basoen kudeaketan zenbait aldaketa sustatu beharko lirateke, horrela, kudeaketaren alderdi hori indartzeko.

Nolanahi ere, baso-lurren karbono-bahiketari dagozkion tasak modu objektiboan monitorizatu eta kuantifikatu behar dira, eta ez Kyotoko Protokoloaren 3.4 artikuluan eta IPCC Taldearen irizpideetan hala jasotzen delako bakarrik, baita gizakiak eragindako aldaketek baso-kudeaketan dituzten ondorioak modu objektiboan ebaluatzeko eta baso-kudeaketaren praktika horiekin loturiko pizgarri mota guztiak zehazteko ere.

4.2. EAE-KO LURZORUETAN KARBONO ORGANIKOA FINKATZEKO AHALMENAREKIKO HURBILKETA: LURZORUEN ANALISIA

4.2.1. Sarrera eta helburuak

Isurialde atlantikoko baso-lurren kasuan, lurzoruko materia organikoaren edukia araberako kontzeptuzko ereduaren aplikazioa aztertu zen; zoritxarrez, eta denbora- eta informazio-gabezia dela-eta, oraindik ezin izan da eredu horrek beste lur-erabilera batzuetan izango lukeen aplikazioa aztertu.

Dena den, NEIKER-Tecnalia eskuragarri dauden lurzoruko materia organikoaren edukiei buruzko datuak oinarritzat hartuta, atal honetan honako hauek gauzatzen saiatu gara :

- 1995 eta 2006. urteetan EAE osoko lurzoruetan (baso-lurzoruetan nahiz bestelakoetan) zeuden karbono-izakinen balioespena.
- Lurzoruan dauden karbono-izakinak abiapuntutzat hartuta, EAEko lur-erabilera desberdinetarako finkatu litekeen karbono-kantitatearen hurbilketa, betiere lurzoruko karbonoa mantentzeko kudeaketa-praktika egokiak aplikatuz.

Lurzoruko karbonoa mantentzeko kudeaketa-praktika horiei «Best Management Practices» (BMP) deitu diegu; horrenbestez, modu egokian kudeatutako lurzoruetan aurkitu genezakeen karbono-kantitateari «BMPetarik eratorritako finkapena» deitu diegu, aurreko atalean erabili ditugun kontzeptuzko ereduaren oinarritutako terminoetatik behar bezala bereizteko («gaitasun lehenetsia» eta «bahiketa-potentziala»).

4.2.2. EAEko baso-lurzoruetako nahiz beste lurzoruetako karbono-izakinak

EAEko baso-lurzoruetako nahiz beste lurzoruetako karbono-izakinak lortzeko, 1995 eta 2006. urteetan aztertutako 8.800 lurzoru ingururen laginen materia organiko analisiak erabili ziren (ikus IV. Eranskina xehapen metodologikoetarako); horietatik 2006 urtekoak ziren 6.200 puntu inguru behar bezala kokatu ahal izan ziren geografikoki. Laginketa-puntu horietako lehen 30 cm-etako karbono organikoaren kantitateak Geografia Informazioko Sistema bidez interpolatu ziren karbonoaren mapa bat egin ahal izateko (9. irudia).

Lurzoruaren lehen 30 cm-etan aurkitutako karbono organikoaren balioak asko aldatzen ziren; 10,5 Mg C ha⁻¹ko karbono edukia zuen erremolatxa-laborantzara xedaturiko isurialde mediterraneoko lurzoru batetik hasi, eta 204,2 Mg C ha⁻¹ko edukia zuen isurialde bereko hostozabalen basoko lurzorura.

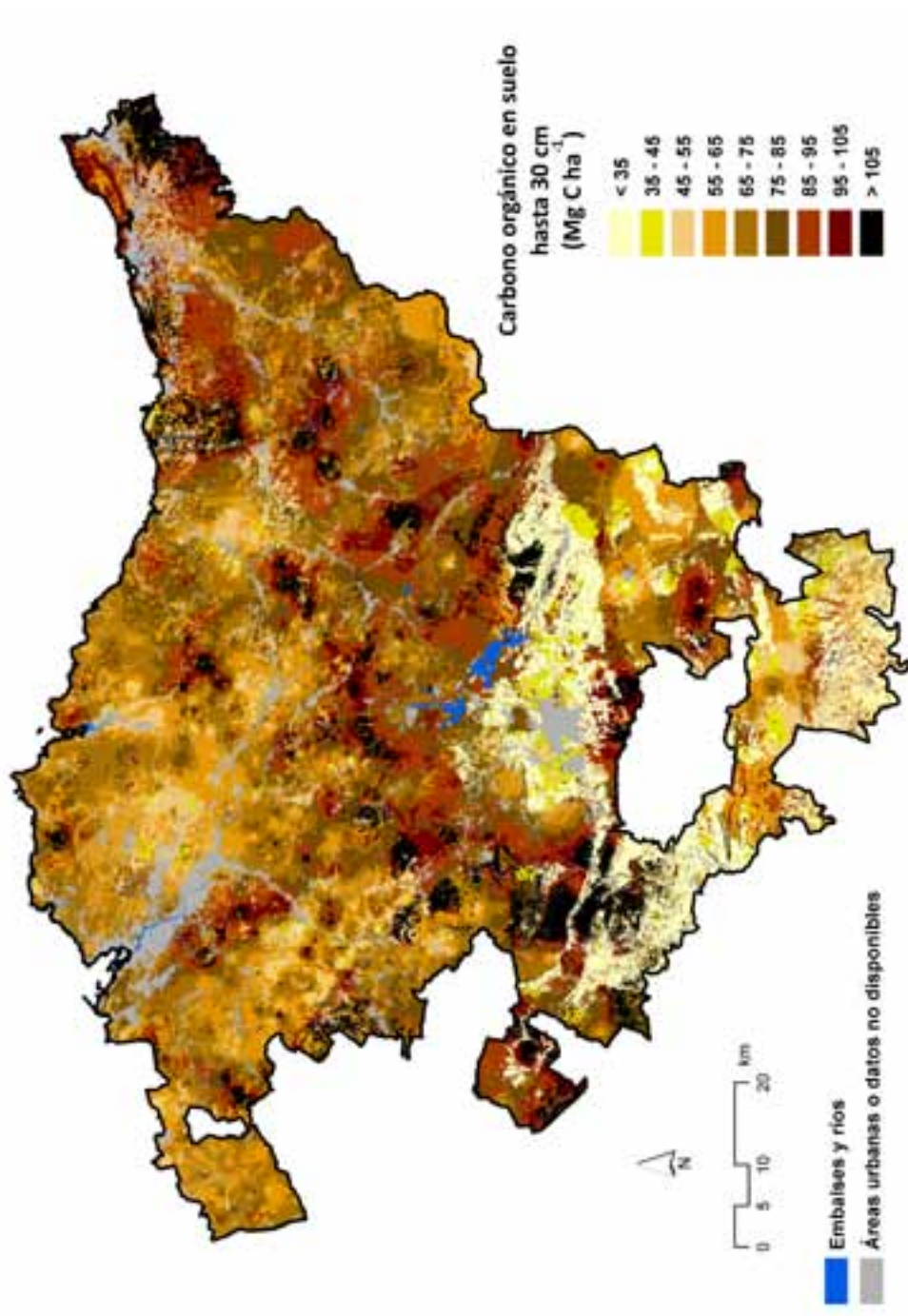
Dena den, landarediz estalitako EAEko azalera osoan, oro har, lurzoruko karbono organikoaren edukia batez beste 71 Mg C ha^{-1} koa dela kalkulatu da (76 Mg ha^{-1} isurialde atlantikoan –Bizkaia, Gipuzkoa eta Kantauri Arabarra eta Gorbeia Inguruak esaten zaien Arabako eskualdeetan- eta 62 Mg ha^{-1} isurialde mediterranean). Eduki hau bera, lurralde historikoen arabera kalkulatu gero, batez besteak 73 , 72 eta 66 Mg C ha^{-1} dira Gipuzkoa, Bizkaia eta Araban, hurrenez hurren.

Lortutako karbonoaren mapak nolabait islatzen du lurzoruaren erabilerak eta klimatologiak lurzoruko karbono organikoaren mailak zehazten dituztela, aldakortasuna handia den arren, seguru asko kontuan hartu ez diren beste parametro batzuekin loturikoa (litologia, topografia edo lurzorian egin diren erabilera desberdinen historiala, adibidez).

EAEko karbonoaren mapa egiteko erabili zen informazioarekin batera, udalerrri mailan bakarrik kokatu ahal izan zen informazioa (8.500 datu gutxi gorabehera) irudikatzen ahalegindu gara, laginketa-urteak, luraren erabilerak eta isurialdea kontuan hartuta (10. irudia). Laginketa-urteek EAEko lurzoruetako karbono-izakinen ustezko bilakaera adieraziko lukete; isurialdeek klimatologiaren eragina islatuko lukete, eta luraren erabilerak, aldiz, giza jarduerak EAEko lurzoruen karbono-finkapenean izan duen eragina.

Oro har, 1995 eta 2006. urteetako karbono-stocken bilakaera alderatzean (10. irudia), EAEko lurzoruetan karbonoa galtzeko nolabaiteko joera dagoela ikus daiteke. Joera hori zehazkiago hartu behar da, laginketa-puntuak ez baitziren berdinak izan bi urte horietan; gainera, datu-kopurua baxua da kasu batzuetan (2006. urteko isurialde atlantikoko fruta-arbolen, isurialde mediterraneoko larreen edo isurialde atlantikoko mahastien kasuan, esate baterako), eta beraz, horiek ez dira nahikoak konparazioa egin ahal izateko. Dena den, bi urte horietako datu gehien dituzten lurzoru-erabileren balioak aztertuz gero (FC, FF, G, C), lurzoruko karbono-kantitate txikiagoetarako joera hori berresten da, larreen (G) kasuan salbu. Horrela, EAEn kalkulatuak konifero, hostozabal eta labore-lurren medianak $69,5$, $74,2$ eta $44,6 \text{ Mg C ha}^{-1}$ izan ziren, hurrenez hurren, 1995. urtean; mediana horien balioak $66,6$, $69,2$ eta $30,0 \text{ Mg C ha}^{-1}$ izan ziren, hurrenez hurren, 2006. urtean, eta beraz, labore-lurren kasuan ikusten da beherakadarik nabarmenena. Nolanahi ere, larreen kasuan (G), mediana horiek $56,7$ eta $65,1 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ko balioak izan zituzten 1995 eta 2006. urteetan, hurrenez hurren; beraz, lurzoru horietako karbonoa igo egin dela ikus daiteke.

Labore-lurretan karbono-finkapenen joera beheranzkoa da eta larreetan, ordea, goranzkoa; joera hori nekazaritzaren eta abeltzaintzaren arteko bereizketak eragin lezakete. Bereizketa horren ondorioz, azken urteetan labore-lurretan ongarri sintetikoak erabili dira simaurraren eta mindaren ordez, horiek eskurgarri ez izateagatik, hain zuzen (materia organikoaren ekarpen txikiagoa labore-lurretan); horrez gain, lurrarekin loturiko abeltzaintza-ustategietarako larreetan simaur eta minda gehiegi aplikatu da, horiek ez baitzuten horrelakoak aplikatzeko azalera nahikorik (materia organikoaren ekarpen handiagoa larreetan).



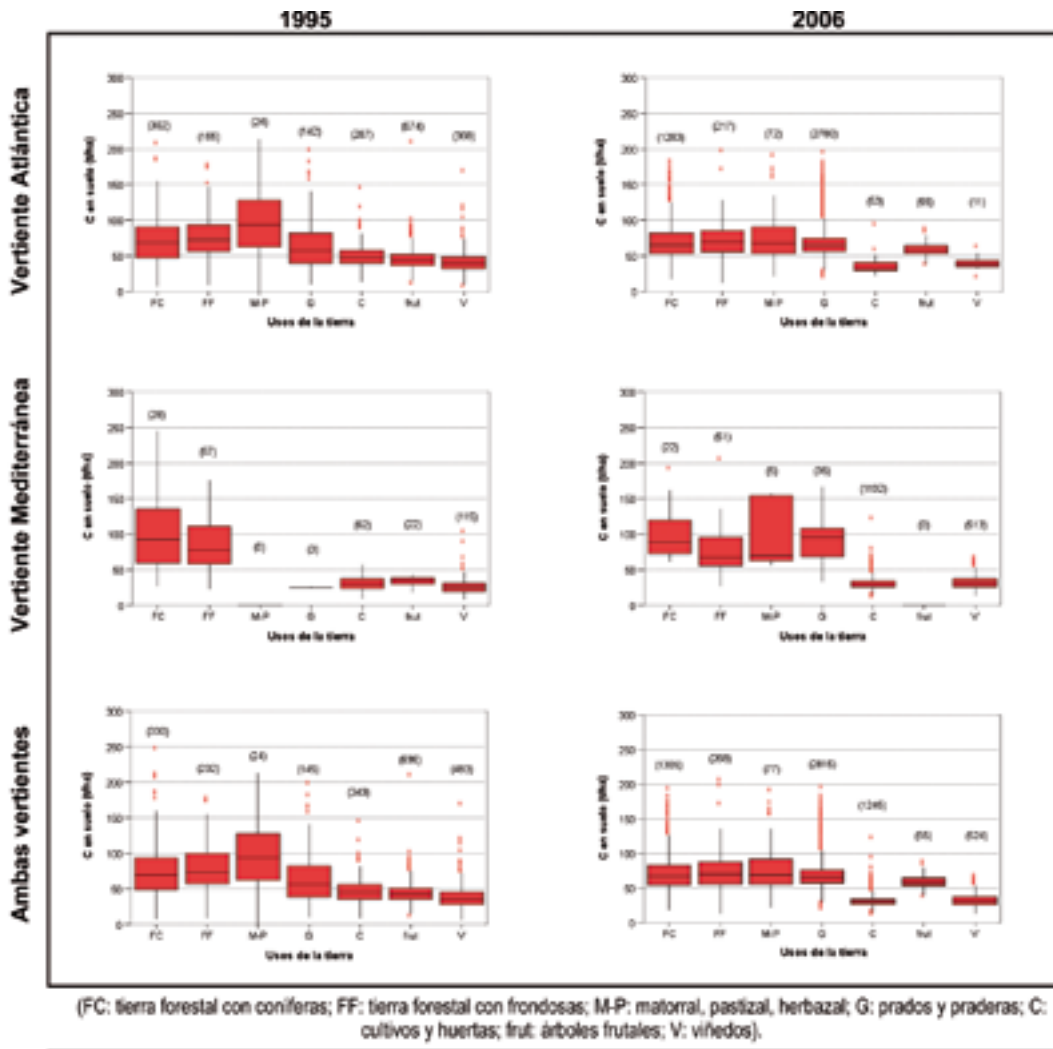
9. irudia. Karbono-izakinen mapa 2006. urtearen inguruan EAEko azalera-unitate bakoitzeko (Mg C ha⁻¹), lurzoruaeren lehen 30 cm-etan.

EAEko isurialde atlantikoko eta isurialde mediterraneoko lurzoruetako karbono organikoaren kantitateak alderatzeko orduan (10. irudia), isurialde mediterraneoko koniferoetako lurzoruetan finkatutako karbono-kantitatea isurialde atlantikoko lurzoruetan finkatutakoa baino handiagoa dela ikus daiteke (92,5 eta 88,9 Mg C ha⁻¹ arteko medianak isurialde mediterraneotan, eta 68,3 eta 66,0 Mg C ha⁻¹ arteko medianak isurialde atlantikoan, 1995 eta 2006. urteetan, hurrenez hurren); horren arrazoietakoa bat klimatologia izan daiteke, baina iparraldeko isurialdean egin den basoen kudeaketa intentsiboagoa izango da, seguru asko, arrazoi nagusia. Hostozabalen basoetan (FF) ez zen hori horren garbi hautematen, eta labore-lur belarkaretako eta mahastietako karbono-kantitatea aztertzean, aldiz, aurkakoa ikusi zen, hau da, isurialde atlantikoko karbono-kantitateak handiagoak zirela isurialde mediterraneokoak baino (labore-lur belarkaren medianak 47,7 eta 32,6 Mg C ha⁻¹ artekoak ziren iparraldeko isurialdean, eta 30,1 eta 29,9 Mg C ha⁻¹ artekoak hegoaldeko isurialdean, 1995 eta 2006. urteetan, hurrenez hurren; mahastien kasuan, mediana horiek 39,1 eta 38,6 Mg C ha⁻¹ arteko balioak zituzten iparraldean, eta 24,7 eta 30,9 Mg C ha⁻¹ arteko balioak hegoaldean, 1995 eta 2006. urteetan, hurrenez hurren); hori ere isurialde mediterraneoko labore-lurren eta mahastien ekoizpen-praktika intentsiboagoetan oinarritu daiteke, arrazoi klimatologikoez gain; praktika intentsiboago horietan ongarrri mineral gehiago eta ongarrri organiko gutxiago erabili izan dute.

Azkenik, luraren erabilerek —giza jarduerarekin lotuak— lurzoruetako karbono-kantitatean argi eta garbi eragiten dutela adierazten dute datuek (10. irudia). Horrela, baso-lurren laginetan topatu ziren karbono-kantitate handienak — hostozabalen espezieek hartutako lurzoruetan (FF) bereziki—, baita sastrakadien (M-P) laginetan ere (69,5 eta 66,6 Mg C ha⁻¹ FC lurzoruetan, 74,2 eta 69,2 Mg C ha⁻¹ FF lurzoruetan eta 93,7 eta 68,3 Mg C ha⁻¹ M-P lurzoruetan, 1995 eta 2006. urteetan, hurrenez hurren); larreetan tarteko kantitateak topatu ziren (56,7 eta 65,1 Mg C ha⁻¹ 1995 eta 2006. urteetan, hurrenez hurren), eta labore-lur belarkaretan eta mahastietan, ordea, karbono-kantitate txikiak (44,6 eta 30,0 Mg C ha⁻¹ labore-lurretan, eta 35,7 eta 31,1 Mg C ha⁻¹ mahastietan, 1995 eta 2006. urteetan, hurrenez hurren).

2. kapituluaren egindako 1990 eta 2008. urteetarako BEG inbentarioak gogoratu eta lurzoruko karbono organikoaren kantitatearen balioespenari so eginez gero, isurialde atlantikoan 88, 100, 88, 56 eta 112 Mg C ha⁻¹ inguruko kantitateak lortu zirela ikusiko dugu baso-lur, larre, sastrakadi, labore-lur belarkara, fruta-arbola edo mahastietara xedaturiko gainerako azalaren kasuan, hurrenez hurren. EAEko lurzoruen benetako azterketetatik jasotako medianekin alderatuz gero, isurialde atlantikoan lurzoruko karbono organikoaren benetako kantitateak IPCC Taldeak proposatutako balioen arabera balioetsitakoak baino txikiagoak direla ondorioztatu daiteke.

Laburbilduz, luraren erabilera EAEko lurzoruetan dagoen karbono organikoaren izakinetan modu garrantzitsuan eragiten duela adierazten dute lortutako datuek; horrenbestez, giza jarduerak lurzoruko karbono organikoaren kantitateak asko aldatzen dituela esan daiteke. Gizakiaren eragina beste faktore batzuek eragin ditzaketen ondorioak baino errazago hautematen da, lurzoruko karbono organikoaren kantitatearen denbora-bilakaerak edo EAE barneko esparru geografikoaren klimatologiak (isurialde atlantiko eta mediterraneo) eragin ditzaketen ondorioak baino errazago, esate baterako.



10. irudia. Lurzoruaren lehen 30 cm-etako karbono-kantitatearen *boxplot*-ak (Mg C ha^{-1}), urtearen, EAEko isurialdearen eta lur-erabileraren arabera. *Boxplot* horietan honako datu hauek irudikatzen dira: lagin-kopurua (parentesi artean); 50. pertzentila (laukizuzenaren erdiko lerroa); 25. eta 75. pertzentilak (laukizuzenaren mugak); gehienekoa eta gutxienekoa, *outlier*-ak kontuan hartu gabe (laukizuzenaren zutabeak); laukizuzenaren luzera baino 1,5 eta 3 aldiz handiagoak diren balioak edo *outlier*-ak (zirkuluak); eta muturreko balioak edo laukizuzenaren luzera baino 3 aldiz handiagoak diren balioak (izartxoak).

4.2.3. EAEko baso-lurzoruetan nahiz beste lurzoru batzuetan espero den kudeaketa-praktika egokietatik eratorritako karbono-finkapena

Lurzoruek karbonoarekiko asetasun-muga jakin bat dutela adierazi da kapitulu honen hasieran, hau da, karbonoa egonkortzeko gehienezko ahalmen mugatu bat dutela eta ahalmen edo potentzial hori lurzoruko materia organikoaren 3 gordailuk zehazten dutela: lurzoruko materia organiko askeak (gehien mineralizatu daitekeena), fisikoki babestua dagoen lurzoruko materia organikoak (oklusio bidez, lurzoruko agregatuen barnean), eta buztin- eta limo-mineralekin loturiko lurzoruko materia organikoak (gaitasun lehenetsia).

Buztinekin eta limoekin loturiko lurzoruko materia organikoak ia lurzoru guztien gehienezko egonkortze-ahalmenaren % 30 osatzen du, eta beraz, lurzoruetako buztinen eta limoen edukia abiapuntu gisa erabil liteke, lurzoruko materia organikoaren dinamika-ereduen arabera, lurzoruek karbonoa finkatzeko duten potentziala ezagutzeko. Hori egin zen, hain zuzen, EAEko isurialde atlantikoko baso-lurzoruen kasuan; horrela, isurialde atlantikoko lurzoruen lehen 25 cm-etako karbono-finkapenaren potentziala 137 Mg C ha⁻¹ ingurukoa zela, eta pinudi edo eukalipto-sailetak eta gainerako basoetako karbono-finkapenaren potentziala 108 Mg C ha⁻¹ ingurukoa zela balioetsi zen, hurrenez hurren.

Halere, dinamika-ereduek EAEko lur-erabilera bakoitzean izan duten aplikazioa oraindik aztertzeko dagoenez, eta hura lurzoruetako buztin- eta limo-edukiarekin edo hauekin loturiko aldagaiekin (litolgia, adibidez, isurialde atlantikoko baso-lurzoruei buruzko atalean, edo lurzoru-mota, 21. irudian) oraindik alderatu ez denez, atal honetan EAEko lurzoruen lehen 30 cm-etan zenbat karbono finkatu daitekeen balioesten saiatu gara, aurreko atalean bildutako materia organikoaren edukiari buruzko azterketa abiapuntutzat hartuta.

21. taula. Karbono organikoaren batez besteko edukia FAO-UNESCO lurzoruen unitate batzuetarako eta WRB lurzoru-unitateetarako (Iturria: Batjes, 1996).

Lurzoru-unitatea		Karbonoaren batez besteko edukia (Mg C ha ⁻¹)		
FAO-UNESCO	WRB	0 - 30 cm	0 - 100 cm	0 - 200 cm
Podsolak	Podsolak	136	242	591
Rendzinak	Leptosolak	133	-	-
Litosolak	Leptosolak	36	-	-
Chernozemak	Chernozemak	60	125	196
Nitosolak	Nitosolak	41	84	113
Xerosolak	Kalzisolak/Kanbisolak	20	48	87
Yermosolak	Kalzisolak/Gypsisolak	13	30	66
Ferralsolak	Ferralsolak	57	107	169
Bertisolak	Bertisolak	45	111	191
Andosolak	Andosolak	114	254	310

Horretarako, lurzoruko karbono organikoaren kantitateari buruzko 8.800 datuak hartu ziren kontuan, eta lurzoruaren erabilera bakoitzerako, EAEn altua baina ez eskurazina izango zen balio baten bila hasi ginen. Horren helburua karbono-kantitate egokia lortzea izango litzateke, lurzoruko karbonoa mantentzeko praktika onenen antzeko kudeaketa-praktikekin loturiko kantitate bat alegia (kudeaketa-praktika onenak – «Best Management Practices»), mantentze-praktika horiek giza jarduera galarazten ez duten neurrian (lurraren giza erabilerekin lotuta).

Balio altu hori 22. taulan islatutako 90. pertzentilaren bitartez zehaztu zen (lagindutako lurzoru guztien % 10 bakarrik dago balio horren gainetik). Beste estatistika-datu batzuk ere agertzen dira taula horretan, 90. pertzentila apetaren arabera hautatutako balio bat baita, eta hura orientagarria izan daiteke, taulako beste balio batzuk bezala.

22. taula. EAEko lurzorueta dagoen karbono organikoaren laburpena (Mg ha⁻¹), 1977 eta 2010. urteen artean bildutako 8.800 datuen arabera.

Estatistikoa	Lurraren erabilerak						
	FC	FF	M-P	G	C	frut	V
Datu-kopurua	1.635	500	101	2.960	1.594	751	1.007
Batez bestekoa	71,0	76,4	81,7	68,4	34,5	45,8	35,0
STD errorea	0,7	1,3	3,9	0,4	0,3	0,5	0,4
Mediana	67,0	70,9	69,7	65,0	31,2	43,7	33,3
Gutxienekoa	7,0	9,0	0,0	10,7	8,9	10,7	6,0
Gehienekoa	245,3	204,2	212,9	196,3	144,1	208,3	167,6
5. pertzentila	35,2	34,2	33,7	42,8	21,6	27,1	18,3
10. pertzentila	41,4	42,1	38,5	48,2	23,6	30,6	21,4
25. pertzentila	52,8	55,7	55,6	56,3	27,0	36,4	26,6
75. pertzentila	85,3	92,4	105,5	75,5	38,2	53,8	40,0
90. pertzentila	107,0	117,7	148,5	90,6	50,3	63,2	51,2
95. pertzentila	122,5	129,6	162,9	108,7	58,8	72,7	59,6

(FC: koniferoak dituen baso-lurra; FF: hostozabalak dituen baso-lurra; M-P: sastrakadiak; G: larreak; C: labore-lur belarkarak eta baratzeak; frut: fruta-arbolak; V: mahastiak)

Horrenbestez, 90. pertzentila balio orientagarri gisa hartuta, EAEko kudeaketa-praktika egokietatik eratorritako lurzoruaren karbono-finkapena zehaztu ahal izango litzateke:

- 110-120 Mg C ha⁻¹ baso-lurren kasuan.
- 90 Mg C ha⁻¹ belardi/larreen kasuan (handiagoa izango litzateke gizakiaren esku-hartze txikiagoa duten lurzorueta, sastrakadietan, esaterako).
- 50-60 Mg C ha⁻¹ labore-lurren kasuan (baratzeak, alor estentsiboak, fruta-arbolak eta mahastiak barne).

Baso-lurren kasuan, BMP praktiketatik eratorritako karbono-finkapena ($100-120 \text{ Mg C ha}^{-1}$) kapitulu honen hasieran karbonoa finkatzeko potentzial gisa balioetsitako magnitude-ordenaren antzekoa da, lurzoruko materia organikoaren dinamika-ereduen arabera ($108-137 \text{ Mg C ha}^{-1}$), azken hori lehen 25 cm-etarako bakarrik izan arren.

4.3. EAE-KO LURZORUETAKO KARBONO-IZAKINEN ETA ESPERO DEN FINKAPEN-AHALMENAREN ARTEKO ALDEA

Kapitulu honen hasieran kalkulatu den moduan, pinuak eta eukaliptoak hartzen dituzten isurialde atlantikoko baso-lurzoruetan karbono-kantitatea finkapen-potentzialaren edo karbonoarekiko asetasun-mugaren % 50ekoa zen, EAEko isurialde atlantikoko gainerako basoetan kantitate hori potentzialaren % 75ekoa izan arren (horrenbestez, gehikuntza potentziala % 100 eta % 33,3koa zen, hurrenez hurren, lurzoruko gaur egungo karbono organikoarekin alderatuta). EAEko lurzoruen analisisien mediana (aztertutako lurzoruen erdiak balio horren azpitik daude) BMP praktiketarik eratorritako finkapen-balioarekin (90. pertzentila) alderatu eta ehunekotan adieraziz gero, balio hori % 60-63, % 72 eta % 62-69koa da baso-lurren, larreen eta labore-lurren kasuan, hurrenez hurren. Horrenbestez, eta baso-lurrei dagokienez, bi hurbilketa horiek (dinamika-ereduen eta lurzoruen azterketaren bitartez) bat datoz magnitude-ordenan.

Horrenbestez, lurzoruko karbono organikoa mantentzera xedaturiko kudeaketa-praktiken bitartez, epe luzera EAEko lurzoruetan finkatutako karbonoaren gehikuntza nabarmena izatea espero da; horrela, baso-lurretan, larreetan eta labore-lurretan 67-71, 65, 31-44 Mg C ha⁻¹ko medianetatik 100-120, 90 eta 50-60 Mg C ha ko medianetara pasatuko ginateke, hurrenez hurren (gaur egun dagoen karbono organikoaren % 70, 40 eta 50eko gehikuntza gertatuko litzateke baso-lurretan, larreetan eta belarkien eta zurezkoen labore-lurretan, hurrenez hurren).

5. KAPITULUA

**EAE-KO EKOSISTEMA LEHORTARRETAN
KLIMA-ALDAKETARA EGOKITZEKO ETA
HURA ARINTZEKO NEURRIAK**

5. EAE-KO EKOSISTEMA LEHORTARRETAN KLIMA-ALDAKETARA EGOKITZEKO ETA HURA ARINTZEKO NEURRIAK

5.1. SARRERA

IPCC Taldearen irizpideei jarraiki gauzatutako 1990 eta 2008. urteetarako berotegi-efektuko gasen (BEG) inbentarioen bitartez, EAEn bi gordailu garrantzitsu zeudela ikusi zen, horien CO₂ atmosferikoa isurtzeko eta finkatzeko ahalmena dela eta: baso-biomasa eta lurzoruak (2. Kapitulua). Lurzoruko materia organikoak karbono-izakin egonkorragoak ditu, eta baso-biomasa forman finkatutako karbonoak baino egonaldi luzeagoa du; dena den, azken hori azkarrago pilatzen da, eta haren egonaldia are gehiago luzatu daiteke egurretik bildutako bizi-ziklo luzeko produktuen bitartez. Nolanahi ere, karbonoa baso-biomasan eta lurzoruetan pilatzeko aukerak mugatuak dira, biomasa energiaren ekoizpenerako erabiltzen denean salbu, erregai fosilak ordezkatzuz (Ihobe eta Neiker, 2005).

EAEko berotegi-efektuko gasen inbentarioetan baso-biomasan finkatutako karbonoarekin lotutako ziurgabetasuna altua izan arren, baso-biomasan karbonoa pilatzea erraztuko lukeen baso-lurren kudeaketa eta antolamendu baten bitartez gaur egun EAEn finkatzen dena baino % 52 karbono gehiago finkatu daitekela balioetsi da, betiere azalera berrien basotzea gaineratu gabe eta egurretik lortutako bizi-ziklo luzeko produktuak kontuan hartu gabe (3. Kapitulua). Era berean, basoen, belardi/larreen eta labore-lurren kudeaketan praktika egokiak erabiliz gero, lurzoruko karbono organikoa ez galtzeaz gain, lurzorueta karbono organikoaren pilaketa erraztu eta areagotu ahal izango litzateke; EAEn, esaterako, gehikuntza hori % 70 (are gehiago radiata pinuaren eta eukaliptoaren kasuan), 40 eta 50ekoa izango litzateke baso-lurren, belardi/larreen, eta belarki eta zurezkoen labore-lurren kasuan, hurrenez hurren (4. Kapitulua). Jakina, baso-biomasako eta lurzorueta karbono-gehikuntza horiek epe luzera gertatuko lirateke, lurzorueta bereziki.

Baso-biomasan eta lurzorian CO₂ finkatzeko potentziala mugatua izan arren, eta hark, bere horretan, klima-aldaketaren arazoa konponduko ez badu ere, potentzial horretara iristeko edo gerturatzeko neurriak behar-beharrezkoak dira atmosferara isurtzen diren berotegi-efektuko gasak murrizteko lasterketa horretan denbora irabazteko, erregai fosilak ordezkatu beharko dituzten energia berriztagarriak garatzen diren bitartean, esate baterako. Gainera, baso-biomasan eta lurzorian karbonoa areagotzeko arintze-neurri horien ezarpenak beste ondorio onuragarri batzuk eragingo litzuzke ingurumenaren ikuspegitik: labore-lurren, belardi/larreen eta basoen kudeaketa jasangarria, bide batez, uren eta lurzorueta, oro har, ingurune naturalaren kalitatea hobetuz. Horrenbestez, horiek klima-aldaketaren aurrean egokitze-neurriak ere izango lirateke, zeharka bada ere.

Ez ahaztu klima-aldaketaren aurrean bi erantzun-mota behar direla: batetik, BEG isurpenak murriztu behar dira, eta horretarako «arintze-neurriak» hartu behar dira; eta bestetik, ondorio saihestezinei aurre egin behar zaie, hau da, «egokitzapen-neurriak» hartu behar dira (Europako Batzordea, 2009). Horrenbestez, «arintzeak» BEG isurpenak murriztera eta hustutegiak sustatzera xedaturiko politikak izango lirateke, eta «egokitzapenak», aldiz, sistema naturalen eta giza sistemen urrakortasuna

murriztera xedatutako ekimenak eta neurriak, klima-aldaketak eragingo dituen benetako ondorioei edo aurreikusten diren ondorioei aurre egiteko (IPCC, 2007a).

Zerbitzu ekosistemakoak —karbono-bahiketa edo uholdeen eta lurzorua higiduraren aurkako babesa, adibidez— hertsiki loturik daude klima-aldaketarekin, eta ekosistema osasuntsuek funtsezko defentsa gisa jarduten dute muturreko ondorio batzuen aurka. Planteamendu global eta integratu bat behar da ekosistemak eta horiek eskaintzen dituzten ondasunak eta zerbitzuak mantendu eta hobetu ahal izateko (Europako Batzordea, 2009).

5.2. BASO-LURRETAN, BELARDI/LARREETAN ETA LABORE-LURRETAN HARTU BEHARREKO NEURRIAK

Lal *et al.* (1998) autoreek balioetsi zutenaren arabera, 50 urteko epean karbonoa bahitzeko gehieneko mugetara iritsiko gara belardi/larre, baso eta labore-lurren erabilera- eta kudeaketa-tekniken bitartez; dena den, denbora-tarte horretan energiaren ekoizpen-sistemetan beharrezko aldaketak egitea espero da, atmosferara askatutako CO₂ mailak egonkortu ahal izateko.

Giza jarduerak aldaketa handiak eragin ditzakete nekazaritza, larre eta baso-sistemen funtzionamenduan, karbono organikoaren iturri edo hustutegi gisa. Jarraian, ekosistema lehortarretan karbono organikoa pilatzeko jarduera onuragarri batzuk deskribatzen dira ¹.

1- Zuhaitzik gabeko lursailen birpopulaketa, eta labore-lur edo eremu degradatuen basotzea/baso-berritzea; horiek dira, hain zuzen, dagokion ekosisteman karbonoa finkatzeko ahalmena areagotzen duten jarduketak. Karbono organikoa biomasan nahiz lurzoruan pilatzen da; lehenengoan azkarrago pilatzen da, baina bigarrenean, ordea, modu iraunkorragoan. Dena den, EAEn oso mugatuak dira eremu handiak baso-berritzeko aukerak, isurialde kantauriarrean batez ere, gaur egungo baso-azalera kontuan hartzeko modukoa baita dagoeneko, betiere ekoizpen primarioko sektoreen gizarte eta ekonomia arloko eskakizunak direla eta.

2- Printzipioz, basoetako birlandaketek/birsorkuntzek basotzeek/baso-berritzeek baino karbono organikoa bahitzeko potentzial txikiagoa dute. Nolanahi ere, eta azken horien kasuan bezala, hor dago karbono organikoa baso-biomasan pilatzeko potentziala. Baso-antolamenduak eta baso-kudeaketa jasangarriak karbono-bahiketa areagotzeko helburuarekin garatzen den edozein proiekturen funtsezko alderdiak izan behar dute. Mendien antolamendu egoki baten bidez karbonoaren atzitze iraunkorrek lortu daitezke denboran zehar, eta basoen kudeaketa-praktika egokiak erabiliz, lurzoruko karbono organikoaren galerak saihestu daitezke; izan ere, horrelakoak askotan gertatzen dira merkataritzara xedaturiko baso-landaketetan, eta gainera, horiek lurzoruetan karbono organikoa pilatzea erraztuko lukete.

3- Kalitate oneko baso-produktuak sustatzea proposatzen da (desbiribiltzeko zura, zerratzeko zura). Produktu horiekin, (ii) egurreko karbono-stockaren txanda luzatzea lortzen da, (ii) baita horien fabrikaziorako karbono fosil asko isuri dituzten produktuak ordezkatzeko ere. Gainera, pilatutako karbonoa areagotzen laguntzeaz gain, berritutako baso-masak CO₂a intentsitate handiagoarekin finkatu dezala ahalbidetzen du basoko produktuen aprobetxamenduak.

¹ "Neiker-Ihobe, 2004. *Estudio sobre la potencialidad de los suelos y la biomasa de zonas agrícolas, pascícolas y forestales de la CAPV como sumideros de carbono*" izeneko barne txostenean oinarritutako neurriak.

4- EAEko lurzoruetako karbono organikoaren mailak aurreikusitakoak baino txikiagoak izan ohi dira, eta beraz, seguru asko ez dira materia organikoa lurzoruetan pilatzeko baldintza onuragarrienak garatzen, kudeaketa-teknikekin loturiko faktoreak (lursaila prestatzeko lanak; uzta-hondakinen kudeaketa; ongarritze ez-organikoa, organikoarekin alderatuta; belardien ustiaketa intentsiboa; gehiegizko larratzea; higadura errazten duten larreak erretzea; eta abar) eta faktore topografikoak (higadura errazten duten aldapak, eta abar) direla eta.

Lurzoruetako eta biomasako karbono-bahiketa areagotzeko aukera asko daude. Hautatu beharreko aukerak baldintza edafoklimatikoetan eta sozioekonomikoetan oinarritzen dira, eta beraz, ez dago modu unibertsalean aplikatzen den aukerarik. Gainera, tokiaren arabera egokitzapenak egin behar dira, aukera-konbinazio egokiena hautatzeko. Oro har, input guztien kostuak eta praktika bakoitzaren onurak hausnartu behar dira, horiek izan ditzaketan arriskuez gain. Horrela, lurrak ez lantzea aukerarik onena izan daiteke karbono-bahiketaren ikuspuntutik, baina horrek herbiziden erabilera handia eragin dezake. Herbizidak aplikatu beharrean, seguru asko egokiagoa izango da, erein aurretik, gutxieneko laborantzaren bat egitea.

5- Nekazaritzaren kudeaketa beste modu batera bideratu behar da, nekazaritza-prozesuek karbono atmosferikoaren iturri gisa jarduten baitute gaur egun, eta egoera hori aldatu egin behar da. Horregatik, beste teknika batzuk gauzatzea proposatzen da, hala nola, kontserbazio-laborantza, uzta-hondakinen kudeaketa, labore estalgarrien laborantza, materia organiko exogenoaren gehikuntza eta labore energetikoen erabilera, betiere neurri horiek laboreen eta larreen premiekin eta baldintza edafoklimatikoekin, eta gizarte eta ekonomia arloko eragileekin bat badatoz. Era berean, ekoizpen-sistema intentsiboen nolabaiteko desintentsifikazioa proposatzen da, ongarritze nitrogenatuaren ekarpenak (lixibiatuetan dauden nitratoak eta N_2O emisioak murriztuz) eta energia-kontsumoa murriztuz.

6- Klima-eskualde berean karbonoa bahitzeko ahalmen oso desberdinak dituzten lurzoruak egon daitezke, prozesu edafikoen, osagai egonkortzaile zehatzen presentzia edo gabeziaren, giza eraginaren, higaduraren eta beste faktore batzuen ondorioz. Horrenbestez, behar-beharrezkoa da lurzoruetako materia organikoaren funtzionamendua eta gizakiak erabiltzen dituen sistema guztiek materia organikoaren kantitatean eta kalitatean eragiten dituzten ondorioak hobeto aztertzea, klima-aldaketarekin loturiko aldagaiak txertatuz.

7- Belardi/larreek ekoizpenaren nahiz kontserbazioaren eta aisialdiaren ikuspuntutik betetzen duten funtzio garrantzitsua dela-eta, horiek hobeto kudeatzea gomendatzen da, faktore klimatikoak, topografikoak, edafikoak eta hidrologikoak erabilera horretarako onuragarriak direnean. Larreetako karbono-stockak handitzeko (horrela murriztu egingo lirake azalera-unitateko N_2O eta CH_4 isurpenak), larratze-sistemen nolabaiteko estentsifikazioa proposatzen da. Egoera hori aldatu egiten da lurzoruak degradatu egin daitezkeenean (higaduraren eraginez, biztanleek erabiltzeari uzten diotelako, eta abar); horrelako kasuetan oso gomendagarria litzateke gune horiek basotzea. Horrenbestez, baso eta larreen aprobetxamendu-mosaiko bat sustatzea gomendatzen da; hark arrazoizko banaketa bat izan beharko du, betiere klima, malda, higadura-arriskua, lurzoru-mota, ur-gordailuak babesteko premia, eta abar kontuan hartuta.

8- Era berean, karbono organikoa atxikitzeko ahalmen handia duten lurzoruak babesteko arauak ezarri, eta dagozkion kudeaketa-politikak garatu behar dira lurzoruak mantendu eta horien lodiera nahiz pilatutako karbonoaren edukia areagotzeko. Lurzoru-zentimetro batek karbono asko finkatu dezake; horregatik, oso garrantzitsua da horiek higaduraren aurka babestea, eta kutsatuta nahiz degradatuta dauden eremuetan edo lurzoru leptikoak dituzten eremuetan (lodiera txikiko lurzoruak) lurzoruen sorrera bizkortuko duten neurriak hartzea.

9. Lurzoruetan karbono organikoaren forma asko daude; gainera, horiek ingurumenarekiko oreka-eta labilitate- desberdintasun handiak izan ditzakete. Egonkortasun handiko formen presentziak lurzoruetako karbono organikoaren edukia areagotzen du, horien iraunkortasuna batez ere, gordailu edafikoa eraginkorrago bihurtuz. Horrela, lurzoruan dauden karbono organikoaren formen egonkortasuna identifikatzeak lurzoru-erabileraren etorkizuneko jarduketak bideratzea ahalbidetuko luke, betiere lurzoruko karbonoa eta haren egonkortasuna areagotzea erraztuko duten kudeaketa-teknikak kontuan hartuta.

10- Hartutako neurriak eraginkorrak izan daitezen, lurzoruko karbonoa mantentzeko edo areagotzeko praktika bakoitzak hura epe luzean mantentzeko konpromiso batekin lotuta egon behar du, mota horretako praktikak alde batera uzteak edo aldi baterako eteteak karbonoaren galera azkarra eragiten baitu askotan.

11- Hustutegi lehortarretan lortutako karbono-izakinen gehikuntzak ez du —Kyotoko Protokoloan eta Marrakecheko Hitzarmenetan zehaztutako kalkulurako metodologiaren arabera— BEG isurien balantzean beherapen zuzenik eragiten. Lehen konpromiso-aldirako (2008-2012), bost urte horietan gertatzen diren karbono-stocken aldaketa garbiak eta egiaztagarriak hartuko dira kontuan, baldin eta basotze, baso-berritze, deforestazio (nahitaezko izaera dutenak) edo labore-lurren nahiz baso-lurren kudeaketaren arloko jardueretatik eratorriak (Espainiako estatuaren kasuan) badira; betiere 1990. urtearen ostean gertatutakoak badira eta giza jarduerak eragin baditu. Gainera, lehen konpromiso-aldi horretan zehar baso-kudeaketatik lor daitekeen finkapenaren gehienezko balio bat dago zehaztuta, honako hau Espainiako estatuaren kasuan: 670 Gg C urtea⁻¹.

Hurrengo taulan (23. taula) klima-aldaketari aurre egiteko proposatu diren arintze- eta egokitze-neurriak laburbiltzen dira, lurzoru-erabileraren arabera bereizita (baso-lurrak, belardi/larreak eta labore-lurrak). Proposatutako neurrien deskribapena gehiago xehatzen da V. Eranskinean.

23. taula. Klima-aldaketari aurre egiteko proposatu diren arintze- eta egokitzapen-neurrien laburpena, lur-erabileraren arabera (baso-lurrak, belardi/larreak eta labore-lurrak).

Baso-lurrak	<ul style="list-style-type: none"> ● Basotzea/baso-berritzea: Lur abandonatuen, marjnatuen, degradatuen edo degradazio-arriskuan dauden lurren basotzea/baso-berritzea, basoen azalera handitzeko helburuarekin, betiere nekazaritzaren eta abeltzaintzaren gisako beste erabilera batzuei kalterik egin gabe
	<p>Printzipioz, basoen birlandaketek/birsorkuntzek lurzoruetako karbono organikoa behitzeko potentzial bikiagoa dute basotzeek/baso-berritzeek baino. Dena den, eta azken horien kasuan bezala, hor dago karbono organikoa baso-biomasan pilatzeko potentziala.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ● Espezie-hautaketa: Gaur egungo nahiz etorkizuneko baldintza edafoklimatikoetan (klima-aldaketak eragindakoak) garapen egokia izango duten baso-jatorrien eta -espezieen hautaketa, edo are gehiago, sortzen duten humus-kantitatearen arabera baso-espezieen hautaketa.
	<p>Bakanketak: Basogintzarako tratamendu egokiak eta garsiz aplikatu behar dira masak osasuntsu eta indartsu hazi daltzazen, betiere bakanketa-hondakinen zati bat lurzoruan utziz edo bertatuz, karbonoaren zikloa mantendu dadin.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ● Uzta jasotzea eta lursaila prestatzea: Lursailaren baldintzetara egokitzeko makineriaren erabilera egokia egitea, lurzoru-galerak (higadura), desagituraketak eta trinkotzeak murrizteko, eta horizonte humiferoen lodiera handitzeko. Bestalde, zuhartz osoaren uzta saihestu eta uzta-hondakinen zati bat lurzoruan utzi edo bertatu beharko litzateke, karbonoaren zikloa modu egokian mantentzeko.
	<ul style="list-style-type: none"> ● Ongarritzea: Ongarrien aplikazioa, biomasaren indarra eta karbonoa behitzeko ahalmena areagotzeko, eta kalitate oneko karbono-iturri exogenoen aplikazioa, aineko nahiz lurpeko karbono-izakinak handitzeko.
	<ul style="list-style-type: none"> ● Basogintzaren aldaketa: Txandak luzatzea eta, aitzitik, naturarekiko gertuago dagoen basogintza aplikatzea, basoen funtzio eta prozesu naturalak kopiatzen saiatuz.
	<ul style="list-style-type: none"> ● Basoen eragindako kalteak: Basoen kudeaketan ekosistema kalteu eta degradatu dezaketen arriskuk murriztuko dituzten neurriak bertatzea. Arrazoi abiotikoek (suteak, ekaitzak, haizea, elurra, lehorteak, lur-mugimenduak eta elur-jausiak), biotikoek (izurriak, gaixotasunak, espezie zinegetikoak eta ganadu estentsiboa) eta giza jatorriko arrazoiak (baso-jardueretan eta aprobekamenduan sortutako kalteak, abeltzaintza estentsiboaren eta zinegetikoaren garapena, eta turismo intentsiboak eta aisialdiko jarduerak eragindako kalteak, basokoak ez diren hondakinen kudeaketa bame) eragindako baso-biomasaren eta lurzoruen degradazioa murrizteko neurriak izango litzateke.
	<ul style="list-style-type: none"> ● Higadura: Gizakiaren erabilera-jarduerak, higaduraz gain, lurzoruko karbonoaren galera eragin dezaketenean, dagozkion prebentziozko neurriak hartu beharko dira; oraindik ere higadura pertatzen bada, dagozkion neurri zuzentzaileak hartu beharko dira, behar bezala dokumentatuak daudenak, betiere epe ertainera eta luzera izan ditzaketen ondorioak kontuan hartuta.
	<ul style="list-style-type: none"> ● Ziklo hidrologikoaren kontrola: Baso-kudeaketak uren kalitatean eragiten dituen efektu kaltegarriak aurre hartu behar zaie, horrela, ziklo hidrologikoaren erregulazioan, ibilguen egonkortasunean, ur-bazterren babesean eta abar lagunduz.
	<ul style="list-style-type: none"> ● Basoetan sartzeko bideak: Behar-beharezkoa da sarbideak mantentzea eta egokitzea, baita bideen dentsitate egokia bilatzea ere, horiek baso-lanak egitea eta mendia babestea ematen baitute; dena den, lurzoruko karbonoaren galera ere eragiten dute, horiek erakitzen direnean.
	<ul style="list-style-type: none"> ● Bizi-ziklo luzeko produktuak (egurretik bildutako edo lortutako produktuak) edo beste produktu kutsakorragoen ordezkoak sortzera xedaturiko baso-kudeaketa.
<ul style="list-style-type: none"> ● Eguraren erabilera sustatzea, material (eralkuntzarako, higamietarako, eta abar) eta energia-iturri (erregai fosilak) kutsakorragoen aurrean. 	
<ul style="list-style-type: none"> ● Karbonoa finkatzeko ahalmena jasotzen duten eta EAerako egokiak diren baso-praktikei buruzko ezagueren hedapena eta jakinarazpena. 	
<ul style="list-style-type: none"> ● Kapitalizazioa: Basoek sortzen dituzten ondasun eta zerbitzu guztien balorazioan edo kapitalizazioan aurrera egitea, karbono-bahiketa zerbitzu horietako baten gisa hartuz (uholdeen prebentzioa, uraren kalitatea, biodibertsitatearen kontserbazioa eta abar baten batera), dirua behar baita gizartearen bizi-kalitatea hobetzen duten zerbitzu horiek ekiziteak sortzen dituen gastuak ordaintzeko. 	

23. taula. (JARRAIPENA) Klima-aldaketari aurre egiteko proposatu diren arintze- eta egokitzapen-neurrien laburpena, lur-erabileraren arabera (baso-lurrak, belardi/larreak eta labore-lurrak).

Belardi/larre belarkarak	<ul style="list-style-type: none"> • Ongarri mineralak, simaurrak eta mindak aplikatuta, biomasa belarkara ahalik eta gehien sustatzea, betiere horien erabilera egokia eginez.
	<ul style="list-style-type: none"> • Zuhaitz- edo zuhaitza-espezieak tartekatzea: Bide eta mugen ertzak baliatuz, komerigarria da espezie hostogalkor autoktonoko zuhaitzen zerrondak edo ilarrek tartekatzea, horrela, laborantzara xedaturiko azalera zabalen monotonia eta ahulezia saihesteko.
	<ul style="list-style-type: none"> • Lurzoruko karbono organikoa murriztu dezaketen faktoreak saihestea: Erretzeak, gehiegizko lamatzeak eta higadura.
	<ul style="list-style-type: none"> • Erabilera-aldaketa, lurraldearen antolamendua: Labore-lurak belardi/larre belarkara bihurtzen direnean, karbono organikoaren pilaketa askoz motelago gertatzen da aurkako prozesuan ematen den karbono organikoaren galera baino.
Labore estentsiboak: nekazaritza-lurzoruetan karbono organikoaren pilaketa errazteko teknikak	<ul style="list-style-type: none"> • Laborantza eta higadura: Laborantzaren helburua lurzoria aireztatzea eta belar gaiztoak kontrolatzea da. Dena den, lurzorien kalitatea hondatzen duten prozesuak ere sortzen dira laborantzaren eraginez. Kontserbazio-laborantza (gubienerako laborantza eta lurra ez lantzea) abian jartzea. • Beraien konposizioan degradatzen ez diren osagaien proportzio handi bat duten hondakinak dauzkaten laboreak erabiltzea.
Labore estentsiboak: materia organikoaren degradazio-abiadura murrizteko teknikak	<ul style="list-style-type: none"> • Laboreen biomasa, laborantza-sistema intentsiboen desintensifikazio-mailarekin alderatuta.
	<ul style="list-style-type: none"> • Lurzorura uzta-hondakinak gehitzea eta horiek kudeatzea.
	<ul style="list-style-type: none"> • «Mulch», labore estalgarrien erabilera ("cover crops") eta landareak dituzten lugorriak. • Landare belarkaren presentzia fruta-arbolen eta mahastien artean: Estaldura begetalak.
	<ul style="list-style-type: none"> • Kalitate oneko materia organiko exogenoaren gehikuntza, betiere gizakiaren edo animalien osasunean nahiz ingurumenean arriskurik eragiten ez bada.
Neurri ez zehatzak	<ul style="list-style-type: none"> • Labore energetikoaren erabilera, elikadurara xedaturiko laboreekin bateragarriak diren ala ez ebaluatu ostean. • Izaera organikoko lurzoruen lodiera handitzeko politikak eta horiek babesteko arauak garatzea.
	<ul style="list-style-type: none"> • Gizakiok egindako kudeaketa-praktika desberdinak aplikatuz, lortu daitezkeen karbono-finkapenen kuantifikazioan aurrera egitea ahalbidetuko duten azterlanak gauzatzea.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA (1. kapitulua)

AEMET (Estatuko Meteorologia Agentzia).

http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat

K-Egokitzen proiektua.

Hemen eskuragarri: <http://bit.ly/1b2ndVh>

Canadell, J. G., Le Quééré, C., Raupach, M. R., Field, C. B., Buitenhuis, E. T., Ciais, P., Conway, T. J., Gillett, N. P., Houghton, R. A., and Marland, G. 2007. Contributions to accelerating atmospheric CO₂ growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104(47), 18866–18870.

Batzordearen 2008ko azaroaren 13ko jakinarazpena, honela izendatua: “Eficiencia energética: alcanzar el objetivo del 20%”. COM(2008) 772 – Egunkari Ofizialean argitaratu gabe.

Houghton, R. A. 2007. Balancing the global carbon Budget. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 35, 313–47.

Ihobe eta Neiker. 2005. Euskal Autonomia Erkidegoko lurzoruan eta biomasan dagoen karbono organikoaren inbentarioa. Eusko Jaurlaritzaren Ingurumen eta Lurralde Antolamendu Saila eta Nekazaritza eta Arrantza Saila. Ingurumen Esparruaren Programa Saila, 48. zenbakia, 2005eko apirila. Hemen eskuragarri: <http://www.ihobe.net/Publicaciones/>

Ihobe. 2008. Klima Aldaketaren aurkako Euskal Plana, 2008-2012. Arg. Ingurumena Kudeatzeko Sozietate Publikoa, IHOBE, S. A. Eusko Jaurlaritza. BI-1414-08.

IPCC. 2007a. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Idazketa-talde nagusia: Pachauri, R. K., and Reisinger, A. (argitalpenaren zuzendariak). IPCC, Geneva, Suitza, 104 or.

IPCC, 2007b. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M., and Miller, H. L. (eds). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 or. Maiz egiten diren galderei buruzko atalaren gaztelaniazko bertsioa. Hemen eskuragarri: <http://bit.ly/KinEUq>

Michalak, A. M., Jackson, R. B., Marland, G., Sabine, C. L., and the Carbon Cycle Science Working Group. 2011. A U.S. Carbon Cycle Science Plan. Prepared by the University Corporation for Atmospheric Research under award number NA06OAR4310119 from the National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce.

Hemen eskuragarri: <http://1.usa.gov/Kio1ON>

USDOE. 2008. Carbon Cycling and Biosequestration: Report from the March 2008 Workshop, DOE/SC-108, U.S. Department of Energy Office of Science.

Hemen eskuragarri: <http://genomicscience.energy.gov/carboncycle/report/>

Watson, R. T., Noble, I. R., Bolin, B., Ravindranath, N. H., Verardo, D. J., and Dokken, D. J. (eds). 2000. Land Use, Land-Use Change, and Forestry. A Special Report of the IPCC. New York: Cambridge Univ. Press. En: Houghton, R. A. 2007. Balancing the global carbon Budget. Annual Review of Earth and Planetary Sciences 35, 313–47.

BIBLIOGRAFIA (2. kapitulua)

BI-1972. Espainiako Lehen Baso Inbentarioa. Probintziako 1. koaderno - Araba. 1972. Nekazaritza Ministerioa. Idazkaritza Nagusi Teknikoa. Lege-gordailua: M. 15061-1968.

BI-1972. Espainiako Lehen Baso Inbentarioa. Probintziako 48. koaderno - Bizkaia. 1972. Nekazaritza Ministerioa. Idazkaritza Nagusi Teknikoa. Lege-gordailua: M. 15061-1968.

BI-1972. Espainiako Lehen Baso Inbentarioa. Probintziako 20. koaderno - Gipuzkoa. 1971. Nekazaritza Ministerioa. Idazkaritza Nagusi Teknikoa. Lege-gordailua: M. 34670-1973.

IF-1986. Baso inbentarioa. E. H. K. A. 1986 – C. A. P. V. Inventario Forestal. 1986. Ed. Departamento de Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco, en colaboración con las Diputaciones Forales de Álava, Bizkaia y Gipuzkoa, I. C. O. N. A. y E. J. I. E. ISBN: 84-7542-624-7. Vitoria-Gasteiz, 1988.

BI-1996. EAeko Baso Inbentarioa. 1996. Udalerrien araberako emaitzak. Arg. Eusko Jaurlaritzako Industria, Nekazaritza eta Arrantza Saila. ISBN: 84-457-1178-4. Gasteiz, 1997

BI-2005. Nazioko Baso Inbentarioa, 2005. Hemen eskuragarri: <http://bit.ly/1dr6LID>

IPCC. 1996. Revised 1996 IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories. Volumes 1–3. 1997 (IPCC/OECD/IEA). Houghton, J. T., Meira Filho, L. G., Lim, B., Treanton, K., Mamaty, I., Bonduki, Y., Griggs, D. J., and Callander, B. A. (eds).

Hemen eskuragarri: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.html>.

IPCC. 2000. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Hemen eskuragarri: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english>

IPCC. 2003. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. 2003 (13/CP.9 Erabakia). Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T., Krug, T., Kruger, D., Pipatti, R., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K., and Wagner, F. (eds). Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Published: IGES, Japan. ISBN: 4-88788-003-0.

Hemen eskuragarri: <http://bit.ly/LbOfUz>

IPCC. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4. 2006. Eggleston, H. S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., and Tanabe, K. (eds). Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Published: IGES, Japan. ISBN 4-88788-032-4. Hemen eskuragarri: <http://bit.ly/1eIL9lb>

MAGRAMA, lehengo MAPA edo MARM (Nekazaritza, Elikadura eta Ingurumen Ministerioa). Nekazaritzako Elikagaien Estatistika Urtekariak. 2008ko datuak. Hemen eskuragarri: <http://bit.ly/1iTo0xp>

MAGRAMA. ESYRCE (Laborantza Gainazalei eta Errendimenduei buruzko Inkesta). Hemen eskuragarri: <http://bit.ly/1b2oz2r>

Meyer, P., Itten, K., Kellenberger, T., Sandmeier, S., and Sandmeier, R. 1993. Radiometric corrections of topographically induced effects on Landsat TM data in an alpine environment. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 48(4): 17-28.

Montero, G., Ruiz-Peinado, R., y Muñoz, M. 2005. INIA monografiak: Serie Tierras forestales. Nº 13-2005. Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles. Arg. Nekazaritzaren eta Elikaduraren arloko Teknologia eta Ikerketarako Institutu Nazionala (INIA) Hezkuntza eta Zientzia Ministerioa. ISBN: 84-7498-512-9. Madril.

Zianis, D., Muukkonen, P., Mäkipää, R., and Mencuccini, M. 2005. Biomass and stem volume equations for tree species in Europe. Silva Fennica Monographs 4 (The Finnish Society of Forest Science. The Finnish Forest Research Institute). ISBN 951-40-1983-0 (paperback), ISBN 951-40-1984-9 (pdf), ISSN 1457-7356. Tampere (Finland).

BIBLIOGRAFIA (3. kapitulua)

Basalde. 2009. EET V5. Euskal Herriko Erreferente Tekniko Erregionala (UNE ARAUA 162002-2:2007). Basaldek landua (Baso Kudeaketa Jasangarria).

Hemen eskuragarri: <http://bit.ly/1m474qu>

Bezak, K., Kuric, D., and Vrepčević, M. 2007. The Dissipative Structure of High Forests of Pedunculate Oak (*Quercus robur* L.) in the Management Unit «Slavir». Journal of Forestry Society of Croatia, Bol.131 Zk.1-2.

Bolin, B., Sukumar, R., Ciais, P., Cramer, W., Jarvis, P., Kheshgi, H., Nobre, C., Semenov, S., and Steffen, W. 2000. Global perspective. 23-51. or. Hemen: Land use, land use change and forestry. Watson, R. T., Noble, I. R., Bolin, B., Ravindranath, N. H., Verardo, D. J., and Dokken D. J. (eds), a special report of the IPCC, Cambridge university press.

Chauchard Badano, L. M. 2000. Crecimiento y producción de repoblaciones de *Pinus radiata* D. Don en la provincia de Guipúzcoa (País Vasco). Madrilgo Unibertsitate Politeknikoko mendi-ingeniari-tzarako doktore-tesia.

Christie, J.M., and Lines, R. 1979. A comparison of forest productivity in Britain and Europe in relation to climatic factors. Forest Ecology Management 2: 75-102.

Espainiako Gobernuaren Nekazaritza, Elikadura eta Ingurumen Ministerioa. www.magrama.es

Espinel, S., Cantero, A., y Sáenz, D. 1997. Un modelo de simulación para rodales de *Pinus radiata* en al País Vasco. Montes 48:34-38.

Euskadiko Basogintza Elkarteen Konfederakundea. www.basoa.org

FAO. 2001. Soil carbon sequestration for improved land management. FAO World Soil Resources Reports. 96.

Gower, S. T., Gholz, H. L., Nakane, K., and Baldwin, V. C. 1994. Production and carbon allocation patterns of pine forests. Ecol Bull 43:115–135.

IPCC. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4. Eggleston, H. S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., and Tanabe, K. (eds). Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Published: IGES, Japan. ISBN 4-88788-032-4.

Hemen eskuragarri: <http://bit.ly/1eIL9lb>

Magnani, F., Nolè, A., Ripullone, F., and Grace, J. 2009. Growth patterns of *Pinus sylvestris* across Europe: a functional analysis using the HYDRALL model. Journal of Biogeosciences and Forestry

published by SISEF (The Italian Society of Silviculture and Forest Ecology). Bol. 2: pp. 162-171.

Pérez, S., Jandl, R., y Rubio, A. 2007. Modelización del secuestro de carbono en sistemas forestales: efecto de la elección de especie. *Ekologia*, 21: 341-352.

BIBLIOGRAFÍA (4. kapitulua)

Amato, M., and Ladd, J. N. 1992. Decomposition of ¹⁴C-labelled glucose and legume material in soils: Properties influencing the accumulation of organic residue C and microbial biomass C. *Soil Biol. Biochem.* 24:455-464.

Ashagrie, Y., Zech, W., Guggenberger, G., and Mamo, T. 2007. Soil aggregation, and total and particulate organic matter following conversion of native forests to continuous cultivation in Ethiopia. *Soil and Tillage Research* 94 (1), 101–108.

Batjes, N. H. 1996. Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *European Journal of Soil Science*, 47: 151-163.

BI-2005. Nazioko Baso Inbentarioa, 2005. Hemen eskuragarri: [Http://bit.ly/1dr6LID](http://bit.ly/1dr6LID)

Cambardella, C. A., and Elliot, E. T. 1992. Particulate soil organic matter changes across a grassland cultivation sequence. *Soil Science Society of America Journal* 56, 777-783.

Cantero, A., Espinel, S., y Sáenz, D. 1995. Un modelo de gestión para las masas de *Pinus radiata* en el País Vasco. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 1. Zk., 1995eko urria, 193-198. or.

Carter, M. R. 1996. Analysis of soil organic matter storage in agroecosystems. 3–11. or. Non: Carter, M. R., and Stewart, B. A. (eds). *Structure and organic matter storage in agricultural soils*. Lewis Publ., CRC Press, Boca Raton, FL.

Carter, M. R. 2002. Soil Quality for sustainable land management: Organic matter and aggregation interactions that maintain soil function. *Agronomy Journal* 94, 38-47.

Christensen, B.T. 1996. Carbon in primary and secondary organomineral complexes. 97–165. or. Non: M Carter, M. R., and Stewart, B. A. (eds). *Structure and organic matter storage in agricultural soils*. Lewis Publ., CRC Press, Boca Raton, FL.

Dixon, R.K., Brown, S., Houghton, R. A., Solomon, A. M., Trexler, M. C., and Wisniewski, J. 1994. Carbon pools and flux of global forest ecosystems. *Science* 263, 185–190.

Feller, C., and Beare, M. H. 1997. Physical control of soil organic matter dynamics in the tropics. *Geoderma* 79, 69-116.

Gartzia-Bengoetxea, N., González-Arias, A., Kandeler, E., and Martínez de Arano, I. 2009a. Potential indicators of soil quality in temperate forest ecosystems: a case study in the Basque Country. *Annals of Forest Science* 66, 303, 1-12.

Gartzia-Bengoetxea, N., González-Arias, A., and Martínez de Arano, I. 2009b. Effects of tree species and clear-cut forestry on forest-floor characteristics in adjacent temperate forests in northern Spain. *Canadian Journal of Forest Research* 39, 1302-1312.

Gartzia-Bengoetxea, N., González-Arias, A., Merino, A., Martínez de Arano, I. 2009c. Soil organic matter in soil physical fractions in adjacent semi-natural and cultivated stands in temperate Atlantic forests. *Soil Biology and Biochemistry* 41, 1674-1683.

Gartzia-Bengoetxea, N., Camps-Arbestain, M., Mandiola, E., and Martínez de Arano, I. 2011. Physical protection of soil organic matter following mechanized forest operations in *Pinus radiata* D. Don plantations. *Soil Biology and Biochemistry* 43, 141-149.

Eusko Jaurlaritz. 2011. EAEko kartografia litologikoa. 1:25.000 eskala. Ingurumen, Lurralde Plangintza, Nekazaritza eta Arrantza Saila. Hemen eskuragarri: <ftp://ftp.geo.euskadi.net/cartografia/Geocientifica/Geologia/>

Goodale, C. L., Apps, M. J., Birdsey, R. A., Field, C. B., Heath, L. S., Houghton, R. A., Jenkins, J. C., Kohlmaier, G. H., Kurz, W., Liu, S. R., Nabuurs, G. J., Nilsson, S., and Shvidenko, A. Z. 2002. Forest carbon sinks in the Northern Hemisphere. *Ecological Applications* 12, 891-899.

Hassink, J. 1994. Effects of soil texture and grassland management on soil organic C and N and rates of C and N mineralization. *Soil Biol. Biochem.* 26: 1221-1231.

Hiederer, R., Michéli, E., and Durrant, T. 2011. Evaluation of BioSoil Demonstration Project - Soil Data Analysis. EUR 24729 EN. Publications Office of the European Union. 155 or.

Hirsch, P. R., Gilliam, L. M., Sohi, S. P., Williams, J. K., Clark, I. M., and Murray, P. J. 2009. Starving the soil of plant inputs for 50 years reduces abundance but not diversity of soil bacterial communities. *Soil Biology and Biochemistry* 41, 2021-2024.

Imaz, M. J., Virto, I., Bescansa, P., Enrique, A., Fernandez-Ugalde, O., and Karlen, D. L. 2010. Soil quality indicator response to tillage and residue management on semi-arid Mediterranean cropland. *Soil and Tillage Research* 107, 17-25.

IPCC. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4. 2006. Eggleston, H. S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., and Tanabe, K. (eds). Prepared by the National

Greenhouse Gas Inventories Programme. Published: IGES, Japan. ISBN 4-88788-032-4. Hemen eskuragarri: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>.

Jenkinson, D. S. 1988. Soil organic matter and its dynamics. 564-607. or. Hemen: Wild, A. (Ed.). Russel's soil conditions and plant growth. 11th ed. Longman. New York, USA.

Jobbágy, E. G, and Jackson, R. B. 2000. The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. *Ecological Applications* 19(2):423-436.

John, B., Yamashita, T., Ludwig, B., and Flessa, H. 2005. Storage of organic carbon in aggregate and density fractions of silty soils under different types of land use. *Geoderma*, 128, 63-79.

Johnson, D. W., and Curtis, P. S. 2001. Effects of forest management on soil C and N storage: meta analysis. *Forest Ecology and Management* 140, 227-238.

Johnston, K., Ver Hoef, J. M., Krivoruchko K., and Lucas, N. 2001. Using ArcGis Geostatistical Analyst. ESRI. 300 or.

Kravchenko, A. 2003. Influence of spatial structure on accuracy of interpolation methods. *Soil Science Society of American Journal* 67:1564-1571.

Latorre, I. 2003. Caracterización de los diferentes reservorios de carbono orgánico (biomasa aérea y pedicular, mantillo y suelo) de las plantaciones de *Pinus radiata* D. Don de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Karrera-amaierako lana. Nekazaritza Ingeniaritzako Goi Eskola Teknikoa. Valladolideko Unibertsitatea.

Lozano, Z., Bravo, C., Ovalles, F., Hernández, R. M., Moreno, B., Piñango, L., and Villanueva, J. G. 2004. Selección de un diseño de muestreo en parcelas experimentales a partir del estudio de la variabilidad espacial de los suelos. *Bioagro* 16(1):1-17.

Ludwig, B., Kuka, K., Franko, U., and von Lützw, M. 2008. Comparison of two quantitative soil organic carbon models with a conceptual model using data from an agricultural long-term experiment. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 171, 83-90.

Martínez de Arano, I., Gartzia-Bengoetxea, N., and González-Arias, A. 2007. Rotation forestry, Continuous Cover Forestry and Soil Sustainability. Hemen: Dedrick, S., Spiecker, H., Orazio, C., Tomé, M., and Martínez de Arano, I. (eds). *Plantation or Conversion-The Debate!* EFI Discussion Paper nº 13, Joensuu, Finland.

Merino, A., Rey, C., Brañas, J., y Rodríguez-Soalleiro, R. 2003. Biomasa arbórea y acumulación de nutrientes en plantaciones de *Pinus radiata* D. Don en Galicia. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 12 (2), 85-98.

Nambiar, E. K. S. 1996. Sustained productivity of forests is a continuing challenge to soil science. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 60: 1629–1642.

Pregitzer, K. S. 2003. Woody plants, carbon allocation and fine roots. *New Phytologist* 158 (3): 421-424.

Six, J., Bossuyt, H., Degryze, S., and Deneff, K. 2004. A history of research on the link between (micro)aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. *Soil and Tillage Research* 79, 7-31.

Six, J., Conant, R. T., Paul, E. A., and Paustian, K. 2002. Stabilization mechanisms of soil organic matter: implications for C-saturation of soils. *Plant and Soil* 241, 155–176.

Stewart, C. E., Paustian, K., Conant, R. T., Plante, A. F., and Six, J. 2007. Soil C saturation: concept, evidence, and evaluation. *Biogeochemistry* 86, 19–31.

Tisdall, J. M., and Oades, J. M. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science* 33, 141-163.

Vitousek, P. M., and Matson, P. A. 1985. Disturbance, nitrogen availability and nitrogen losses in an intensively managed loblolly pine plantation. *Ecology* 66, 1360-1376.

BIBLIOGRAFIA (5. kapituluua)

Al-Khatib, K., and Boydston, R. A. 1999. Weed Control With Brassica Green Manure Crops. Hemen-go kapituluua: Allelopathy Update, Volume 2, Basic And Applied Aspects, Ed. S.S. Narwal, Oxford & Ibh Publishing Co Pvt Ltd.

Andr n, O., Rajkai, K., and K tterer, T. 1993. Water and temperature dynamics in a clay soil under winter wheat-influence on straw decomposition and N immobilization. *Biol. Fert. Soils.* 15:1-8.

Bakker, J. P. 1989. *Nature Management by Cutting and Grazing.* Kluwer Academic Publishers.

Balesdent, J., Chenu, C., and Balabane, M. 2000. Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage. *Soil Till. Res.* 53:215-230.

Baritz, R., De Neve, S., Barancikova, G., Gronlund, A., Leifeld, J., Katzensteiner, K., Koch, H. J., Palliere, C., Romanya, J., and Schaminee, J. 2004. Organic matter and biodiversity. Land use practices and SOM. Hemen: Reports of the Technical Working Groups. Established under the thematic

strategy for soil protection. Volume III. Organic Matter. Van-Camp, L., Bujarrabal, B., Gentile, A. R., Jones, R. J. A., Montanarella, L., Olazábal, C., and Selvaradjou, S. K. Europe Environment Agency.

Bazzaz, F. A., and Sombroek, W. 1996. Response of Agroecosystems to Climate Change. John Wiley, Inc. NY.

Bernhard-Reversat, F. 1987. Litter incorporation to soil organic matter in natural and planted tree stands in Senegal. *Pedobiologia* 30:401-417.

Boring, L. R., Swank, W. T., Waide, J. B., and Hendershot, G. S. 1988. Sources, fates, and impacts of nitrogen inputs to terrestrial ecosystems: Review and synthesis. *Biogeochemistry* 6:119-159.

Europako Batzordea. 2007. «Klima-aldaketaren egokitzapena Europan: Europar Batasunaren jarduteko aukerak» liburu berdea, Batzordeak Kontseiluari, Europako Parlamentuari, Europako Ekonomia eta Gizarte Komiteari eta Eskualdeen Komiteari egindako jakinarazpena. Brusela, 2007/6/29. COM(2007) 354 finala.

Europako Batzordea. 2009. Liburu zuria. Egokitzapena klima-aldaketara: jarduketarako marko europarraren aldera. Brusela, 2009/4/1. COM(2009) 147 finala. Liburu zuria - nekazaritzari buruzko liburu erantsia, 2009. Batzordeko zerbitzuen lanerako dokumentua, klima-aldaketara egokitzeko Liburu Zuriaren eranskina. Klima-aldaketara egokitzea: benetako erronka Europako landa-eremuentzat eta nekazaritzarentzat. Brusela, SEC (2009) XXX finala.

Eve, M. D., Sperow, M., Howerton, K., Paustian, K., and Follett, R. F. 2002. Predicted impact of management changes on soil carbon storage for each cropland region of the conterminous United States. *J. Soil Water Conser.* 196-204.

FAO. 2001. Soil carbon sequestration for improved land management. *World Soil resources Reports.* 96. Erroma.

Gil Bueno, A., Monterroso, C., and Macías, F. 2000. Revegetation of mine soils with energetic crops: Implications for carbon fixation in soils and biomass. 1st World Conference on Biomass for Energy and Industry, Sevilla, 381-383.

INRA. 2002. Contribution à la lutte contre l'effet de serre. Stocker du carbone dans les sols agricoles de France?. Arrouays, D., Balesdent, J., Germon, J. C., Jayet, P. A., Soussana, J. F., and Stengel, P. (eds). Expertise Scientifique Collective. Institute National de la Recherche Agronomique (INRA), Paris.

Ihobe eta Neiker. 2005. Euskal Autonomia Erkidegoko lurzoruan eta biomasan dagoen karbono organikoaren inbentarioa. Eusko Jaurlaritzako Ingurumen eta Lurralde Antolamendu Saila eta Nekazaritza eta Arrantza Saila. Ingurumen Esparruaren Programa Saila, 48. zenbakia, 2005eko apirila. Hemen eskuragarri: <http://www.ihobe.net/Publicaciones/ficha.aspx?IdMenu=750e07f4-11a4-40da-840c-0590b91bc032&Cod=3e23db35-53cc-48ce-8050-581331dae64c&Tipo=>

Ihobe. 2008. Klima Aldaketaren Aurkako Euskal Plana, 2008-2012. Arg. Ingurumena Kudeatzeko Sozietaete Publikoa IHOBE, S. A. Eusko Jaurlaritza. BI-1414-08.

IPCC. 1996a. Climate change 1995. The science of climate change. Contribution of working group I to the 2nd assessment report of the IPCC. Intergovernment Panel on Climate Change and Cambridge University Press. Cambridge, UK.

IPCC. 2000. Land use, land-use change and forestry (LULUCF). Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge, UK.

IPCC. 2001. Working Group II – Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability.

IPCC. 2007a. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Idazketa-talde nagusia: Pachauri, R. K., and Reisinger, A. (argitalpenaren zuzendariak). IPCC, Geneva, Suitza, 104 or.

IPCC. 2007b. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M., and Miller, H. L. (eds). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 or. Maiz egiten diren galderei buruzko atalaren gaztelaniazko bertsioa. Hemen eskuragarri: <http://bit.ly/KinEUq>

Jenkinson, D. S., and Rayner, J. H. 1977. The turnover of soil organic matter in some of the Rothamsted classical experiments. *Soil Sci.* 123:298-305.

Kern, J.S., and Johnson, M. G. 1993. Conservation tillage impacts on national soil and atmospheric carbon levels. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57:200-210.

Kimble, J. M., Lal, R., and Follett, R. R. 2002. Agricultural practices and policy options for carbon sequestration: what we know and where we need to go. Hemen: *Agricultural Practices and Policies for carbon sequestration in soil.* Kimble, J. M., Lal, R. and Follett, R. R. (eds). Lewis Publishers. CRC Press Company. Boca Raton, Florida.

Lal, R. 1997. Residue management, conservation tillage and soil restoration for mitigating greenhouse effect by CO₂ enrichment. *Soil Tillage Res.* 43:81-107.

Lal, R. 2001. Potencial of soil carbon sequestration in forest ecosystems to mitigate the greenhouse effect. Hemen: *Soil carbon sequestration and the greenhouse effect.* Ed. R. Lal. *Soil Sci. Soc. Am. J.* Special Publication Number 57.

Lal, R., and Kimble, J. M. 1997. Conservation tillage for carbon sequestration. *Nutrient Cycling in Agroecosystems.* 49:243-253.

Lal Lal, R., Kimble, J. M., Follet, R. F., and Cole, C. V. 1998. The potential for U.S. cropland to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect. Ann. Arbor Press, Chelsea, MI.

Macías, F., Gil Bueno, A., y Monterroso, C. 2001. Fijación de carbono en biomasa y suelos de mina revegetados con cultivos energéticos. III Congreso Forestal Español. Granada, 524-527.

MMA. 2005. Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático. Koordinatzailea: Moreno, J. M. 840 or. ISBN: 84-8320-303-0. Hemen eskuragarri: http://www.marm.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/iniciativas-en-el-ambito-nacional/evaluacion-preliminar-de-los-impactos-en-espana-del-cambio-climatico/eval_impactos.aspx.

MMA. 2006. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Marco para la coordinación entre administraciones públicas para las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. Klima Aldaketaren Espainiako Bulegoa. S. G. para la prevención de la contaminación y del cambio climático. Espainiako Gobernuaren Ingurumen Ministerioa.

Nilsson, L. G. 1986. Data of yield and soil analysis in the long-term soil fertility experiments. J. Royal Swedish Acad. Agri. For, Gehigarria 18:32-70.

Nolan, T., and Conelly, J. 1988. Les recherches irlandaises sur le pâturage mixte par des bovins et des vins. I. Bilan de 15 années d'expérimentation. Fourrages 113: 59-82.

Paustian, K., Collins, H. P., and Paul, E. A. 1997. Management controls on soil carbon. Hemen: Soil organic matter in temperate agroecosystems: Long-term Experiments in North-America. Paul, E. A., Paustian, K., Elliot, E. T, and Cole, C. V. (eds), CRC press, Boca Raton, Florida, pp. 15-49.

Resh, S. C., Binkley, D., and Parrota, J. A. 2002. Greater soil carbon sequestration under nitrogen-fixing trees compared with Eucalyptus species. Ecosystems 5:217-231.

Rochette, P., and Janzen, H. H. 2005. Towards a revised coefficient for estimating N₂O emissions from legumes. Nutr. Cycl. Agroecosyst., 73, 171-179.

Santesteban García, L. G., y Royo Díaz, J. B. 2004. Evaluación del interés de las cubiertas vegetales como herramientas para el manejo del estrés hídrico en vid. XXXVI Jornadas de Estudio: de la viña a la copa: los retos actuales del vino. ITEA Vegetal extra nº 25:105-108.

Smith, P., Powlson, D. S., Glendining, M. J., and Smith, J. U. 1997. Potential for carbon sequestration in European soils: preliminary estimates for five scenarios using results from long-term experiments. Global Change Biology. 3:67-79.

Smith, P., and Powlson, D. S. 2000. Considering manure and carbon sequestration. Science 287 (5452):428- 429.

Sombroek, W.G., Nachtergaele, F. O., and Hebel, A. 1993. Amounts, dynamics and sequestering of carbon in tropical and subtropical soils. *Ambio* 22:417-426.

Soussana, J. F., Loiseau, P., Vuichard, N., Ceschia, E., Balesdent, J., Chevallier, T., and Arrouays, D. 2004. Carbon cycling and sequestration opportunities in temperate grasslands. *Soil Use Manag.* 20:219-230.

Tate, K. R., Scott, A., Ross, D. J., Parshotam, A., and Claydon, J. J. 2000. Plant effects on soil carbon storage and turnover in a montane beech (*Nothofagus*) forest and adjacent tussock grassland in New Zealand. *Aust. J. Soil Res.* 38:685-697.

Theander, O., and Åman, P. 1984. Anatomical and chemical characteristics in straw and other fibrous byproducts as feed. *Hemen: Developments in Animal and Veterinary Sciences*, 14. Sundstol, F. and Owen, E. (eds), Elsevier Science Publishers, B. V., Amsterdam.

Van Dijk, H. 1982. Survey of Dutch soil organic matter research with regard to humification and degradation rates in arable land. 133-143. or. *Hemen: Land Use Seminar on Soil Degradation*, Wageningen, October 1980. Boels, D., Davies, D. B., and Johnson, A. E. (eds), Balkema, Rotterdam.

Van Wieren, S. E. 1995. The potential role of large herbivores in nature conservation an extensive land use in Europe. *Conserv. Biol. J. Linn. Soc.* 56:11-23.

Viterbi, R., Perrone, A., Sterpone, L., Aceto, P., Sorino, R., and Bassano, B. 2002. Does cattle influence the spatial and feeding behaviour of roe deer *Capreolus capreolus* in an alpine valley? Abstracts of the III World Conference on Mountain Ungulates.

MASA NEURTZEKO UNITATEAK ETA AKRONIMOAK

MASA NEURTZEKO UNITATEAK ETA AKRONIMOAK

AEMET: Estatuko Meteorologia Agentzia

BEG: Berotegi-efektuko gasak

BI: Baso Inbentarioa

BMP: Erabil daitezkeen teknika onenak (Best Management Practices)

BPG: Barne Produktu Gordina

C: Karbonoa

CH₄: Metanoa

CO₂: Karbono dioxidoa

CO₂-eq: Karbono dioxido baliokidea

COP: Aldeen Konferentzia (Conference of the Parties)

DM: Materia lehorra (Dry Matter)

EAE: Euskal Autonomia Erkidegoa

EB: Europar Batasuna

ELGA: Ekonomiako Lankidetzeta eta Garapenerako Antolakundea

FAO: Nazio Batuen Elikadura eta Nekazaritzarako Erakundea (Food and Agriculture Organization of the United Nations)

H₂O: Ura (ur-lurrina, gas-egoeran dagoenean)

INRA: Frantziako Nekazaritza Ikerketarako Institutu Nazionala (Institut National de la Recherche Agronomique).

IPCC: Klima Aldaketari buruzko Gobernu arteko Adituen Taldea (Intergovernmental Panel on Climate Change)

KAABEP: Klima Aldaketaren Aurkako Euskal Plana

KP: Kyotoko protokoloa

LULUCF: Lurraren erabilera, lurraren erabileraren aldaketa eta basogintza (Land Use, Land Use Change and Forestry)

MAGRAMA: Nekazaritza, Elikadura eta Ingurumen Ministerioa (Ilehengo Nekazaritza, Arrantza eta Elikadura Ministerioa)

ML: Materia lehorra (DM- Dry Matter)

MMA: Ingurumen Ministerioa

MO: Materia organikoa

MOS: Lurzoruko materia organikoa

N₂O: Oxido nitrosoa

O₃: Ozonoa

RMU: Xurgapen Unitatea (Removal unit)

SOC: Lurzoruko karbono organikoa (Soil Organic Carbon)

UNFCCC: Klima Aldaketari buruzko Nazio Batuen Esparru Konbentzioa (United Nation Framework Convention on Climate Change)

Masa neurtzeko unitatea	Ikurra	Multiploa
gramoa	g	1
dekagramoa	dag	10
hektogramoa	hg	10 ²
kilogramoa	kg	10 ³
megagramoa	Mg	10 ⁶
gigagramoa	Gg	10 ⁹
teragramoa	Tg	10 ¹²
petagramoa	Pg	10 ¹⁵

ERANSKINAK

I. ERANSKINA
EAEKO 1990 ETA 2008KO BEG INBENTARIOAK EGITEKO
ERABILI DEN METODOLOGIAREN DESKRIBAPENA

1990 eta 2008. urteetako berotegi-efektuko gasen (BEG) inbentarioak egiteko erabili den metodologia Klima Aldaketari buruzko Nazio Batuen Esparru Konbentziora (UNFCCC) xedaturiko BEG inbentario nazionalerako IPCC Taldearen irizpideetan oinarritzen da. Metodologia hori IPCC Taldearen gidan deskribatzen da zehatz-mehatz, 4. bolumeneko 1. kapitulutik 9. kapitulura (IPCC, 2006).

Oro har, IPCC Taldearen metodologia (IPCC, 2006) zera planteatzen du, atmosferara isuritako edo atmosferatik xurgatutako CO₂ fluxua biomasan eta lurzoruan dauden karbono-izakinen bariazioaren berdina dela. Karbono-izakin edo -stock horiek honako gordailu edo «pool» hauetan daude:

- Biomasan: airekoan eta lurpekoan («above ground biomass» eta «below ground biomass»).
- Hildako materia organikoan: hildako egurrean eta orbelean («dead wood» eta «litter»).
- Lurzoruko karbono organikoan («soil organic carbon»): lurzoruaren lehen 30 cm-ko sakoneran bakarrik, giza kudeaketak sakonera handiagoan dauden lurzoruaren geruzetan askoz gutxiago eragiten duela uste baita.

(Egurretik eratorritako produktuetan —«Wood Harvested Products»— ere aurkitu daitezke karbono-izakinak, informazio hori izanez gero).

Era berean, karbono-izakinen bariazioa balioetsi daitekeela adierazten du, luraren erabilera-aldaketen tasak eta aldaketa horiek gauzatzeko erabili diren praktikak behar bezala zehaztuz. Horrenbestez, ekosistemako karbono-izakinetan gertatu diren aldaketetan oinarritutako CO₂ isurpenak eta xurgapenak balioesten dira luraren erabilera-kategoria bakoitzerako (lur-erabileraren kategoria jakin batean mantentzen diren lurak nahiz beste erabilera-kategoria batera pasatzen diren lurak). IPCC Taldeak luraren honako erabilera-kategoria hauek jasotzen ditu:

- Baso-lurak (F, «Forest Land»): EAEko inbentarioetarako, Espainiak Kyotoko Protokolorako hartutako «basoaren» definizio bera hartu zen kontuan (ikus «Kyotoko Protokoloaren inbentarioetako definizio interesgarriak» atala).
- Labore-lurak (C, «Croplands»): belarkien (belarkarak) eta zurezkoen (zurkarak) laborantza barne.
- Belardi/larreak (G, «Grasslands»): «baso-lurren» definiziora iristen ez diren zuhaitzik gabeko larreak nahiz larre zuhaizdunak, larratuak zein ez-larratuak izan.
- Asentamenduak (S, «Settlements»): bizileku-, garraio-, merkataritza- eta fabrikazio-azpiegiturekin edo antzekoekin loturiko azalerak.
- Hezeguneak (W, «Wetlands»): urte osoan edo ia urte osoan zehar urez beterik edo ase (geza edo gazia) egoten diren lurak.
- Bestelako lurak (O, «Other Lands»): zoru biluziak, arroka, izotza eta gainerako kategorietan sartzen ez diren azalerak.

Horrenbestez, eta oso modu sinplifikatuan, berotegi-efektuko gasen urteko xurgapena/isurpena lortzeko inbentario bat lantzeko behar-beharrezkoa da:

- Lurzorua erabilera-kategoriaren arabera sailkatzea (baso-lurrak, labore-lurrak, belardi/larreak, asentamenduak, hezeguneak edo bestelako lurrak).
- Horiek zona klimatiko, lurzoru-mota eta erabilera-praktika motaren arabera banatzea.
- Inbentarioari dagozkion urteetan zehar aldatu eta mantendu diren kategoriak balioestea.
- Berotegi-efektuko gasen isurpen-/xurgapen-faktoreak zehaztea, horrela, multzo bakoitzeko 5 karbono-gordailuetan (aireko biomasa, lurpeko biomasa, hildako egurra, orbela eta lurzoruko karbono organikoa) izan diren izakin-aldaketak kalkulatzeko.
- Azkenik, multzo guztietako karbono-izakinen bariazioak batzea.

IPCC Taldearen irizpideen arabera, oro har eta datu gehiagorik izan ezean, karbono-izakinak modu konstantean aldatzen dira aztertutako denbora-tarte osoan zehar. Beraz, 1990eko BEG inbentarioaren kasuan, 1971 eta 1990. urteen arteko karbono-stockaren aldaketak konstanteak izan zirela onartzen da; 2008ko inbentarioaren kasuan ere 1990 eta 2008. urteen arteko aldaketak linealak izan zirela onartzen da.

Honako hauek dira LULUCF sektoretik eratorritako berotegi-efektuko gasak: CO₂, CH₄ eta N₂O (karbono dioxidoa, metanoa eta oxido nitrosoa, hurrenez hurren). BEG horien isurpenak CO₂ balio-kide bihurtzeko, IPCC Taldeak 2007. urtean proposatu zituen berotze globaleko potentzialetarako balioak erabili ziren (1, 25 eta 298 balioak CO₂, CH₄ eta N₂O isurien kasuan, hurrenez hurren). CO₂ari dagokionez, LULUCF sektorean karbonoarentzat (C forman) bakarrik egiten dira isurpen/xurgapenen balioespenak, eta amaieran, horiek CO₂ bihurtzen dira 44/12 balioarekin biderkatuz, betiere masa molekularra eta atomikoa aintzat hartuta.

1. LURRAREN ERABILERA-KATEGORIA BAKOITZARI DAGOKION AZALERA

LULUCF sektorean BEG isurpenak/xurgapenak balioesteko alderdi garrantzitsuenetako bat azalera zehaztea da (jarduera-datua), horiei isurpen-/xurgapen-faktore desberdinak aplikatuko baitzaizkie.

Zentzu horretan, lehenik eta behin kudeatutako eta kudeatu gabeko azalera identifikatu ziren, inbentarioetan giza jatorriko berotegi-efektuko gasak bakarrik jasotzen baitira, eta beraz, gizakiak kudeatutako lurak bakarrik hartu behar dira kontuan. EAEn, ia azalera guztia kudeatzen dela balioztatu zen, giza praktiken ondorioak ia gainazal guztian ikus baitaitezke.

Bigarrenik, gainazalak sailkatu ziren luraren erabilera-kategoriaren arabera, betiere IPCC Taldeak definitutako 6 kategoriak kontuan hartuta (baso-lurak, labore-lurak, belardi/larreak, asentamenduak, hezeguneak eta bestelako lurak). Sailkapen hori teledetekzio bidez egin zen (Landsat 5 TM eszenak), ortoargazki, baso-inbentario eta datu estatistikoekin batera.

Azkenik, 1990 eta 2008. urteen artean erabilera-aldaketaren bat izan duten eta erabilera bera mantendu duten azalera zehaztu ziren.

Hurrengo ataletan, teledetekzio bidezko Landsat eszenen sailkapenari buruzko hainbat alderdi garrantzitsu agertzen dira, baita bere horretan mantendu diren nahiz aldatu egin diren azalaren amaierako emaitzak ere.

1.1. IPCC Taldeak zehaztutako erabilera-kategoria nagusien arabeko azalera lortzeko metodologia

IPCC Taldeak zehaztutako erabilera edo kategorien arabeko EAeko azalaren sailkapena egiteko teledetekzioa eta adituen iritzia hartu ziren oinarri gisa, hau da, honako informazio-iturri hauek konbinatu ziren:

- Landsat 5 TM satelitetik jasotako irudi multiespektralak: 2 irudi sailkatu ziren 1990eko lurren erabilera-kategoriak eskuratzeko eta beste bi 2008ko erabilera-kategoriak zehazteko.
- 1991 eta 2008ko ortoargazkiak: 2004. urtetik, Eusko Jaurlaritzak EAE osoan zehar egindako hegaldietatik jasotako ortoargazkiak eskaintzen ditu urtero; dena den, zaharrenak 1991. urtekoak dira eta ez dute gaur egungoen zehaztasun bera. Sateliteko irudiak ez bezala, ortoargazkiak ezin dira modu digitalean tratatu lurzorua erabilerak identifikatzeko, lursailak banan-banan bisualki sailkatzen ez badira behintzat, baina hori guztiz bideraezina izango litzateke. Horregatik, ortoargazkiak ez ziren erabili lurren erabilera-kategoriak sailkatzeko, beste bitarteko batzuen bidez (Landsat irudien edo baso-inbentarioen konparazioz) hautemandako erabilera-aldaketak benetan gertatu

ziren ala ez bisualki egiaztatzeko baizik.

- 1972, 1986, 1996 eta 2005eko baso-inbentarioak: 10 urtez behin, gutxi gorabehera, baso-inbentarioak egiten dira Espainian. Estatuaren hedadura osoa barne hartu zuen lehen baso-inbentarioa 1972koa da (BIN1 edo BI-1972), bigarrena 1996koa (BIN₂ edo BI-1996) eta hirugarrena 2005ekoa (BIN3 edo BI-2005); halere, EAEn inbentario bat egin zen 1986. urtean (BI-1986). Dena den, inbentario horiek ez ziren EAeko azalaren erabilera-iraunaldiak eta -aldaketak lortzeko gurutzatu, honako zailtasun hauek direla eta: paperezko BI-1972 inbentarioa bakarrik zegoen eskuragarri (ez formatu digitala); inbentarioen eskala desberdina da (bereizmen espaziala irabazten joan da urteak igaro ahala); baso-inbentarioen erabilerak sailkatzeko kategoriak ere bilakatzen joan dira (oso zaila da horiek alderatzea), eta horiek ez dira IPPC Taldeak emandako kategorien berdin-berdinak. Horregatik guztiagatik, baso-inbentarioak informazio estatistikorako beste iturri baten gisa erabili ziren, eta ortoargazkiak argiak ez ziren kasuetan, baita sateliteko irudien sailkapen bidez lortutako erabilerak baso-inbentarioetako erabilerekin bat zetozen bisualki egiaztatzeko ere.
- Informazio estatistikoa: zehaztasun-iturri gehigarri gisa, 10 urtez behin egiten diren Nekazaritza Erroldak erabili ziren (1989, 1999 eta 2009), baita baso-birpopulatzeei buruzko datuak ere (1992. urtetik).

1990 eta 2008. urteetarako Landsat 5 TM irudiak erabili ziren, BEG isurpenen/xurgapenen joerak eta zenbatekoa zehazteko erreferentzia-urtea 1990. urtea baita, eta urte guztietako BEG inbentarioek elkarrekin konparagarriak izan behar dute. Zentzu horretan, EAEn ez zegoen kartografiarik, inbentariorik, estatistikaririk edo EAE osoko lurzoruaren erabilerak ezagutzea ahalbidetuko zukeen antzeko metodorik 1990. urtetik horien jarraipena egin ahal izateko (modu geoerreferentziatuan edo nabarian), zehaztasun-maila berarekin; gaur egungo eta 1991ko ortoargazkiak bisualki sailkatu ezean —bideraezina.

Satelite bidezko irudiei dagokienez, eta urruneko detekziorako aukerak aztertu ostean, Landsat 5 TM motako satelitetik eratorritako irudiak edo eszenak eskuratu eta sailkatzea erabaki zen, honako arrazoi hauek direla eta:

- 1990. urtean dagoeneko aktibo zegoen satelitea (1990. urtean Landsat TM eta SPOT HRV sateliteak bakarrik zeuden abian).
- Bi sateliteek landarediz estalitako azalera modu arrakastatsuan sailkatu ahal izateko sistema optikodun sentsoarek badituzte ere (pankromatikoak edo multipespektralak) (Rosenqvist *et al.*, 2003 eta Patenaude *et al.*, 2005), Landsat satelitearen sentsoeen bidez soilik har daiteke EAeko hedadura guztia eszena bakar baten bidez.

Sentsore optikoak dituzten satelite bidezko irudien bitartez gauzatzen den lurzoru-erabileren sailkapena honako prozedura honetan oinarritzen da: Lurreko gainazal ezberdinek Eguzkiaren energia elektromagnetikoa jasotzen dute eta haren zati bat islatzen dute; islapen hori desberdina da gainazal mota bakoitzean eta hura da, hain zuzen, sentsore optikoek jasotzen dutena. Sentsore

bakoitzak gainazalek espektro elektromagnetikoaren uhin-luzera desberdinetan (bandak) isurtzen duten islapena hautematen du, eta beraz, gainazal mota bakoitzari islapen-multzo jakin bat dagokio («sinadura espektrala»), hatz-arrasto elektromagnetiko bat balitz bezala.

Metodo gainbegiratuaren bidez sateliteko irudiak sailkatzen direnean, lan honen kasuan bezala, sateliteko irudian kategoriaz egagunetako gainazalak sailkatzen dira («entrenamendu-guneak»), horien sinadura espektrala jasotzen da eta, modu digitalean, eta konparazio bidez, beste azalera bat kategoriaz berari dagokion ala ez ondorioztatzen da.

Baso-lurren sailkapenari dagokionez, Espainiako Estatuak Klima Aldaketari buruzko Nazio Batuen Esparru Konbentzioarekiko (zuhaitz helduaren gutxieneko altuera = 3 m; gutxieneko azalera = 1 ha; adaburuaren gutxieneko estalkia = % 10) eta Kyotoko Protokoloarekiko (zuhaitz helduaren gutxieneko altuera = 3 m; gutxieneko azalera = 1 ha; adaburuaren gutxieneko estalkia = % 20) hartutako baso-definizioak zertxobait desberdinak direla azpimarratu behar da. Lan honetan, Kyotoko Protokolorako hartutako definizioa hartu zen kontuan, Protokoloa baita Aldeen gehieneko isurpenak ezartzen dituen, eta ez UNFCCC. Sateliteko irudiak sailkatzeko orduan basoaren definizio hori txertatu ahal izateko, definizioa hertsiki betetzen zuten «entrenamendu-guneak» hautatu ziren.

Dena den, sateliteko irudien bidez hautemandako erabilera-aldaketak benetan gertatu ziren ala ez egiaztatu behar izan zen, erabilera-aldaketak jasan zituzten hektarea asko eta asko identifikatu baitziren. Funtsean, baso-lurrekin loturiko aldaketak egiaztatzeari eman zitzaion lehentasuna, basoak gako-kategoria legez hartzen baititugu.

1990 eta 2008ko sateliteko irudien sailkapen bidez lortutako erabilera-kategoriei esker, ziurgabetasuna murriztea eta adituen ikuspuntua erraztea ahalbidetu zen. Dena den, ez zen azalaren georreferentziazioa, terminoaren zentzu zehatzean, egitea lortu, teledetekzio bidez eskuratutako kategoriaz bakoitzeko azalera aldatu egin baitziren, batetik, ortoargazkietan oinarrituta egindako egiaztapenen arabera, eta bestetik, adituen ikuspuntuaren arabera (beste informazio-iturri batzuekin alderatuta batik bat: baso-inbentarioak eta informazio estatistikoa, nekazaritza-eroldak eta baso-birpopulazteen bilakaera, adibidez).

1.1.1. Lurzoru-erabilera teledetekzio bidez sailkatzeko prozedura

Bi Landsat eszena eskuratu ziren sailkatu beharreko urte bakoitzerako (1990 eta 2008). Ahal zen neurrian, hodei gutxi eta antzeko datetako (udaberria/uda eta udazkena) Landsat eszenak sailkatzeko saiatu ginen. Azkenean, honako data hauetako Landsat 5 TM eszenak sailkatu ziren:

- 1990. urterako: 1989ko urriaren 3ko eta 1990ko apirilaren 29ko eszenak.
- 2008. urterako: 2008ko martxoaren 29ko eta 2008ko urriaren 23ko eszenak.

Sateliteko irudien sailkapena egiteko beharrezko prozesu guztiak (zuzenketa geografikoa, zuzenketa atmosferikoa, zuzenketa topografikoa eta luraren erabilera-kategorien arabera sailkapena) IDRISI programaren bitartez gauzatu ziren (Taiga bertsioa).

1.1.1.1. Landsat eszenen sailkapena

Landsat eszenak zuzendu ostean (georeferentziatu eta distortsio atmosferikoak eta topografikoak zuzendu ostean), aztertutako urte bakoitzeko (1990 eta 2008) IPCC Taldearen lurzoru-erabilerak edo kategoriak zehazteko 12 banda erabili ziren: Landsat eszenetako baten 6 banda (ez zen 6. banda erabili) eta beste Landsat eszenako beste 6 banda.

Irudien sailkapena bizkortu eta hobetzeko, lehenik eta behin bost eremu nahiko homogeneotan banatu zen EAE osoa (1. irudia). Sailkapena modu bereizian egin zen eremu bakoitzerako, gainbegiratutako metodoaren bitartez.



1. irudia. 1990 eta 2008ko Landsat eszenen sailkapena egiteko bereizi ziren EAEko eremuak (gorriz). Goitik behera: Kosta, Kantauri Itsasoaren eta Mediterraneoaren arteko banalerroa, Arabako Lautada gehi Haranak, Arabako Mendialdea eta Arabako Errioxa. Grisez, EAEko eskualdeak adierazten dira.

Irudiak segmentutan banatu ziren, eta horrela, antzekoak ziren ondoz ondoko pixelak segmentutan edo objektutan multzokatuta geratu ziren. Horrek objektu edo segmentuen arabera sailkapen bat egitea ahalbidetu zuen, pixelka egin beharrean.

Segmentu horien guztien artean, IPCC kategoria ezaguna zuten entrenamendu-guneak («training sites») aukeratu ziren (eremua dagoeneko ezaguna zelako edo informazio lagungarria genuelako, hala nola, Corine Land Cover-en informazioa, 1996 eta 2005eko baso-inbentarioak, 1991 eta 2008ko ortoargazkiak, edo 2007ko EAEko landaredi-mapa, esaterako). Aukeraketa hori IPCC Taldearen sei kategorietarako egin zen, eta horietakoren batean azpikategoria zehatzagoak egin ziren (espezie hostoiraunkorreko eta hostogalkorreko basoak, adibidez). Entrenamendu-gune horiek kategoria edo azpikategoria bakoitzeko signatura espektralak aztertze erabili ziren, horien arabera, sailkapena behar bezala gauzatzeko.

Sailkapena egiteko ahalik eta probabilitate handienaren teknika erabili zen (“maximum likelihood estimation”), horietako bakoitzaren gutxi gorabeherako gertaera-probabilitateak aplikatuz (baso-inbentarioetan oinarrituta) eta amaierako irudiari moda-iragazki bat pasatuz (3*3).

Landsat eszenak honako kategoria eta azpikategoria hauetan sailkatu ziren:

- Hazkunde azkarreko espezieak dituzten baso-lurrak: hosto iraunkorreko koniferoak, alertzeak (*Larix sp.*) eta eukaliptoak (*Eucalyptus sp.*). Kostaldeko eremuari dagokionez, *Quercus ilex* espeziea kategoria honen barnean sartu zen, ezin izan baitzen teledetekzio bidez bereizi. Dena den, *Quercus ilex* (artea) espeziearen ehunekoa oso txikia da kostaldean espezie koniferoekin alderatuta, eta beraz, azalera hori guztia hazkunde azkarrekoa zela onartu zen.
- Mantso hazten diren espezieak dituzten baso-lurrak: hosto erorkorreko hostozabalak eta *Quercus ilex*. Kostaldeko eremuan, *Quercus ilex* espeziea hazkunde azkarreko baso-lurren kategorian sartu behar izan zen.
- Sastrakadiak edo antzeko larreak.
- Belardiak.
- Labore-lurrak: labore belarkarak, mahastiak, eta mahastiak ez diren labore zurkara iraunkorrak.
- Asentamenduak.
- Ur-azalerak: ur-masak argi eta garbi bereizi ziren teledetekzio bidez, ez ordea hezegu-neak, sastrakadi eta larreekin nahasten zirelako batez ere.
- Bestelako lurrak.

Beste segmentu batzuk entrenamendu-guneak aukeratu ziren modu berean hautatu ziren, baina sailkapenaren azken emaitzaren egiazkotasun-maila zehazteko erabili ziren. Sailkapen bidez lortutako kategorien eta benetan existitzen direnen arteko adostasun edo bat etortze hori modu objektiboan neurtu zen Kappa indizearen bidez. Kappa indizeak 0 eta 1 arteko balioak hartzen ditu, eta handiagoa da lortutako sailkapenaren eta errealitatearen arteko adostasun edo bat etortze hori handiagoa den neurrian. Oro har, sailkatutako kategoria bakoitzeko Kappa indizea 0,58 baino handiagoa izan zen EAEko eremu guztietan; eremu bakoitzaren sailkapen globalerako Kappa indizea, aldiz, 0,82 baino handiagoa izan zen (0,82 eta 0,91 artean) (1. taula).

1. taula. 1990ean eta 2008an sailkatutako irudien arteko bat etortzea neurtzeko Kappa indizea: kategorien-tzako Kappa indizearen balio-tartea eta irudiaren indize globala.

Urtea	Eremua	Kappa indizea	
		Kategorien gutxieneko eta gehieneko balioak	Balio globala
1990	Kostaldea	0,6227 - 0,9680	0,8249
	Banalerroa	0,6067 - 0,9785	0,8716
	Arabako Lautada eta Haranak	0,6897 - 0,9646	0,9056
	Arabako Mendialdea	0,6240 - 0,9650	0,8849
	Arabako Errioxa	0,6238 - 0,9660	0,8564
2008	Kostaldea	0,6827 - 0,9723	0,8975
	Banalerroa	0,6772 - 0,9605	0,8568
	Arabako Lautada eta Haranak	0,6090 - 0,9791	0,8954
	Arabako Mendialdea	0,6543 - 0,9763	0,8910
	Arabako Errioxa	0,5890 - 0,9620	0,8920

1.1.1.2. Sailkatutako 1990eko eta 2008ko satellite-irudien konparazioa: berdin mantendu diren eta aldatu egin diren azalera

1990ean eta 2008an sailkatutako irudiak gurutzatu edo gainjarri egin ziren erabilera-aldaketak eskuratu ahal izateko. Gero, azalera horiek (baso-lurrekin loturikoak batez ere) bisualki egiaztatu edo berrikusi ziren ortoargazkietan, EAeko eremu zabal batean (kostaldean eta Kantauri Itsasoaren eta Mediterraneoaren arteko banalerroan). Basoekin loturiko erabilera-aldaketa asko okerrak zi-rela egiaztatu zen (erabilera-aldaketa gisa sailkatutako baso-mozketak, adibidez, horiek ez baitira halakotzat hartzen BEG inbentarioetan). Ortoargazki bidezko egiaztapena egin ez zen lekuetan (EAeko eremu mediterraneoko zati bat) egiaztatutako eremuko asmatze-ehuneko berak aplikatu ziren.

Azkenik, 1990 eta 2008. urteen arteko IPCC kategorien aldaketak eta mantentzeak zehaztu ziren adituen ikuspuntuan oinarrituta, baso-inbentario, baso-birpopulazte eta estatistiketako datuak konbinatuz.

Bestalde, urte jakin bateko LULUCF sektoreko BEG isurpenak/xurgapenak kalkulatzeko, azken 20 urteetako lurzoruen erabilerak ezagutzea komeni da, denbora-tarte hori baita lurzoruak (materia organiko hila eta lurzoruko karbono organikoa), klima epeletan, karbono-fluxuei dagokienez oreka lortzeko behar duen denbora-tartea. BEG inbentarioetarako, adibidez, belardi/larre bat asentamendu bihurtzen denean, biomasa-galerak eragindako isurpena bihurtaren urte berean kontabilizatzen da, baina hildako materia organikoaren eta lurzoruko karbono organikoaren galerek eragindako isurpenak beste 19 urtetan zehar kontabilizatu behar dira; gainera, denbora-tarte horretan zehar asentamendu bihurtutako belardi/larre gisa hartuko da azalera hori (ez berdin mantentzen den belardi/larre gisa).

2008. urteko BEG inbentarioari dagokionez, 1990. urteko erabilerekin alderatu ahal izan dugulako, ia 20 urteko ikuspegi historikoa izan dugu eskura. 1990eko BEG inbentariorako, aldiz, 1971 eta 1972ko lurzoru-erabilerei buruzko informazioa, lehen baso-inbentarioari esker (BI-1972) bakarrik izan genuen eskura. Dena den, BI-1972 inbentarioak ondorengo klase-klasifikazio eta eskala berdinak ez zituenez, oso garrantzitsua izan zen adituen ikuspuntua.

Azkenik, gogoratu dezagun IPCC Taldeak (IPCC, 2006) lurzoru-erabileraren bihurketarik ez dela izan onartzen duela, bihurketa horiek benetan izan diren ala ez ezagutzen ez badugu.

1.2. 1990 eta 2008. urteen artean erabilera bera mantendu duten eta erabilera aldatu duten azaleren emaitza

Hurrengo tauletan (2. taula, 3. taula, 4. taula eta 5. taula) IPCC Taldearen lurzorua erabilera-kategoriaren arabera sailkatutako azalera agertzen dira, baita erabilera mantentzeak eta aldaketak ere; izan ere, azkenean horiek hartu ziren kontuan 1990 eta 2008ko BEG inbentarioetarako.

Kategoria bakoitzaren ingelesezko inzialak erabiltzen dira honako hauek laburbiltzeko:

- F: baso-lurrak
- C: labore-lurrak
- G: belardi/larreak
- S: asentamenduak
- W: hezeguneak
- O: bestelako lurrak
- (L: edozein lur-kategoria -«Land»)

Kategoria-mantentzeak eta -aldaketak bi hizki bidez adierazten dira: lehenengoak jatorrizko kategoriari egiten dio erreferentzia, eta bigarrenak, aldiz, gaur egungo kategoriari. FF hizkiek, adibidez, berdin mantendu diren baso-lurrak adierazten dituzte, CG hizkiek belardi/larre bihurtutako labore-lurrak, eta LF hizkiek, ordea, baso-lur bihurtu diren lurrak (bihurtu aurretik horiek zuten erabilera zehaztu gabe).

2. taula. 1990 eta 2008. urteen artean erabilera bera mantendu duten eta erabilera-aldaketaren bat izan duten Arabako lurzorua, IPCC Taldeak adierazitako kategorien arabera sailkatuta.

		Inventario-urte bakoitzeko kategoria-mantentzeak eta -aldaketak (ha)	
		1990	2008
ARABA	F, guztira	126.880	133.020
	FF	95.127	123.374
	LF	31.754	9.646
	CF	26.059	2.676
	GF	5.695	6.942
	OF	0	29
	C, guztira	90.966	79.872
	CC	90.966	79.771
	LC	0	101
	FC	0	101
	G, guztira	71.728	70.576
	GG	71.728	64.452
	LG	0	6.123
	FG	0	220
	CG	0	5.903
	W, guztira	3.491	3.465
	WW	2.583	3.375
	LW	909	91
	CW	909	91
	S, guztira	8.563	14.724
	SS	8.176	8.502
	LS	388	6.222
	FS	0	12
	CS	388	5.280
	GS	0	904
	WS	0	26
	O, guztira	3.099	3.072
	OO	3.099	3.070
	LO	0	1
	FO	0	1
	Guztira	304.729	304.729

3. taula. 1990 eta 2008. urteen artean erabilera bera mantendu duten eta erabilera-aldaketaren bat izan duten Bizkaiko lurzorua, IPCC Taldeak adierazitako kategorien arabera sailkatuta.

		Inbentario-urte bakoitzeko kategoria-mantentzeak eta -aldaketak (ha)	
		1990	2008
BIZKAIA	F, guztira	125.475	129.507
	FF	125.475	123.511
	LF	0	5.996
	CF	0	26
	GF	0	5.964
	OF	0	6
	C, guztira	5.230	3.545
	CC	5.230	3.496
	LC	0	49
	FC	0	49
	G, guztira	75.247	63.993
	GG	29.713	57.858
	LG	45.534	6.135
	FG	1.384	1.720
	CG	44.150	4.415
	W, guztira	811	811
	WW	635	793
	LW	176	18
	CW	176	18
	S, guztira	12.527	21.408
	SS	10.972	12.294
	LS	1.554	9.114
	FS	0	301
	CS	1.554	1.942
	GS	0	6.872
	WS	0	0
	O, guztira	2.406	2.432
	OO	2.406	2.400
	LO	0	32
	FO	0	32
Guztira	221.696	221.696	

4. taula. 1990 eta 2008. urteen artean erabilera bera mantendu duten eta erabilera-aldaketaren bat izan duten Gipuzkoako lurzoruak, IPCC Taldeak adierazitako kategorien arabera sailkatuta.

		Inbentario-urte bakoitzeko kategoria-mantentzeak eta -aldaketak (ha)	
		1990	2008
GIPUZKOA	F, guztira	116.200	119.489
	FF	115.230	114.441
	LF	969	5.048
	CF	969	132
	GF	0	4.892
	OF	0	24
	C, guztira	3.461	2.868
	CC	3.461	2.813
	LC	0	55
	FC	0	55
	G, guztira	66.896	61.635
	GG	36.102	57.240
	LG	30.795	4.394
	FG	0	1.315
	CG	30.795	3.079
	W, guztira	689	689
	WW	689	689
	LW	0	0
	CW	0	0
	S, guztira	9.552	12.089
	SS	8.852	9.447
	LS	700	2.641
	FS	0	239
	CS	700	718
	GS	0	1.685
	WS	0	0
	O, guztira	1.849	1.878
	OO	1.849	1.825
	LO	0	53
	FO	0	53
Guztira	198.647	198.647	

5. taula. 1990 eta 2008. urteen artean erabilera bera mantendu duten eta erabilera-aldaketaren bat izan duten EAEko lurzoruak, IPCC Taldeak adierazitako kategorien arabera sailkatuta.

		Inbentario-urte bakoitzeko kategoria-mantentzeak eta -aldaketak (ha)	
		1990	2008
EAE	F, guztira	368.555	382.016
	FF	335.832	361.325
	LF	32.723	20.690
	CF	27.028	2.834
	GF	5.695	17.798
	OF	0	59
	C, guztira	99.658	86.285
	CC	99.658	86.080
	LC	0	205
	FC	0	205
	G, guztira	213.872	196.204
	GG	137.543	179.551
	LG	76.329	16.653
	FG	1.384	3.255
	CG	74.945	13.398
	W, guztira	4.991	4.965
	WW	3.906	4.857
	LW	1.085	108
	CW	1.085	108
	S, guztira	30.642	48.221
	SS	28.000	30.243
	LS	2.642	17.978
	FS	0	552
	CS	2.642	7.940
	GS	0	9.460
	WS	0	26
	O, guztira	7.354	7.381
	OO	7.354	7.295
	LO	0	86
	FO	0	86
	Guztira	725.072	725.072

2. LURRAREN ERABILERA-KATEGORIEN BANAKETA

IPCC Taldearen sei kategoria nagusien erabilera-mantentzeak eta -aldaketak zehazteaz gain, EAeko azalera globalak doitu eta kategoria nagusiak banatu behar izan ziren (baso-espezieen, klima-motaren, maneiu-praktiken eta abarren arabera), isurpen-faktore egokienak aukeratzeko helburuarekin. Horretarako, jarraian zerrendatzen diren informazio-iturriak erabili ziren:

- Lurralde historikoen azalera guztia zertxobait aldatzen zen inbentario batetik bestera eta sateliteko irudietan, eta beraz, azken Nekazaritzako Elikagai Sektorearen Estatistika Urtekariko datuak (MAGRAMA, 2011) zuzenenak zirela erabaki zen; horrenbestez, kategoria bakoitzeko azalera doitu ziren modu proportzionalan, lurralde historiko bakoitzeko azalera lortu arte.
- Baso-inbentarioak (BI-1972, BI-1986, BI-1996 eta BI-2005).
- «Labore-lur» eta «belardi/larre» kategoriak Euskal Estatistika Erakundearen (EUSTAT) eta Eusko Jaurlaritzako Ingurumen, Lurralde Plangintza, Nekazaritza eta Arrantza Sailaren (landa eta itsas ingurunearen garapenerako Eusko Jaurlaritzaren HAZI korporazioaren bitartez) informazio estatistikoaren bitartez osatu ziren, horrela, labore-lurrak (mahastiak, olibadiak, fruta-arbolak eta beste zurezkoen laboreak, labore belarkara estentsiboak eta intentsiboak) nahiz belardi/larreak (belardi/larre iraunkorrek eta larretarako beste azalera batzuk) xehatu ahal izateko. Estatistika-iturri horien artean, 1989, 1999 eta 2009ko Nekazaritza Erroldak ditugu.
- Beste kasu batzuetan, oinarritzko informazioa Nekazaritzako Elikagai Sektorearen Estatistika Urtekarietatik eskuratutako informazio estatistikoarekin osatu zen (MAGRAMA-Nekazaritza, Elikadura eta Ingurumen Ministerioak landutako datuak).
- Oro har, lurralde historiko bakoitzari dagozkion datu globalak erabili ziren, batzuetan eskualdeko datuak erabili baziren ere, batik bat Arabako Errioxa bereizteko helburuarekin; izan ere, eskualde horrek klima epel lehorra du, EAeko gainerako eskualdetako klima epel hezearekiko guztiz desberdina. Arabako Errioxa bereizi ahal izateko, HAZIK emandako informazio estatistikoa erabili zen.

3. KARBONO-IZAKINEN URTEKO ALDAKETA BALIOESTEKO IPPC TALDEAREN METODO OROKORRAK

IPCC Taldeak, lurraren erabilera-kategoria dena dela, baliagarriak diren bi metodo proposatzen ditu karbono-izakinen urteko aldaketa balioesteko: irabazi eta galeren metodoa («gain-loss method») eta izakinen arteko aldean edo erreserba-aldaketan oinarritutako metodoa («stock-difference method»).

«Irabazi eta galeren metodoa» (1. ekuazioa) prozesuetan oinarritutako metodo bat da, eta haren bidez, karbono-izakinen agregatuen balantze garbia zenbatesten da, hau da, karbono-izakinen urteko gehikuntza kalkulatzen da karbono-irabaziei galerak kenduta.

1. ekuazioa (irabazi eta galeren metodoa)

$$\Delta C = \Delta C_G - \Delta C_L$$

Bertan:

ΔC = Gordailuko karbono-izakinetan izan den urteko aldaketa (t C urtea⁻¹).

ΔC_G = Urteko karbono-irabaziak (t C urtea⁻¹).

ΔC_L = Urteko karbono-galerak (t C urtea⁻¹).

Irabaziak (biomasa biziaren gordailutik materia organiko hilaren gordailura karbonoa transferitu izanaren eraginez edo biomasa-hazkundearen eraginez, esate baterako) zeinu positiboarekin (+) adierazten dira, eta galerak, ordea, (basoak mozteagatik, erretzeagatik, eta abar) zeinu negatiboarekin (-).

«Izakinen arteko aldean oinarritutako metodoa» karbonoaren izakinetan edo erreserbetan oinarritutako metodoa da, eta haren bidez, bi momentu desberdinetako karbono-izakinen arteko aldea balioesten da (2. ekuazioa). Oro har, karbono-izakinen arteko aldaketak hektareaka kalkulatzen dira (t C ha⁻¹ urtea⁻¹), eta gero, azpisailkapen edo estratu bakoitzaren baitan, balio hori azalerarekin biderkatzen da t C urtea⁻¹ balioa zenbatesteko.

2. ekuazioa (izakinen arteko aldean oinarritutako metodoa)

$$\Delta C = \frac{(C_{t_2} - C_{t_1})}{(t_2 - t_1)}$$

Bertan:

ΔC = Gordailuko urteko karbono-izakinen aldaketa ($t\ C\ urtea^{-1}$).

C_{t_1} = Gordailuko karbono-izakinak t_1 momentuan ($t\ C$).

C_{t_2} = Gordailuko karbono-izakinak t_2 momentuan ($t\ C$).

Karbono-izakinen aldaketa horiek behar bezala kalkulatu behar dira lur-erabileraren kategoria eta azpisailkapen guztietan, bost karbono-gordailuen kasuan (aireko biomasa, lurpeko biomasa, hildako egurra, orbela eta lurzoruko karbono organikoa).

4. KARBONO-IZAKINEN ZEHAZTAPENA, LURZORUAREN ERABILERARA-KATEGORIAREN ARABERA

Jarraian, karbono-isurpenak/-xurgapenak IPCC Taldearen (IPCC, 2006) metodoaren arabera lortzeko egin ziren kalkuluen alderdi garrantzitsuenak aurkezten dira .

4.1. Baso-lurrak

4.1.1. Berdin mantentzen diren baso-lurrak

4.1.1.1. Biomasa: airekoa eta lurpekoa

Zurezko zuhaitzetan eta landareetan karbono-kantitate handiak pilatu daitezke horien bizitzan zehar. Horrenbestez, baso-lurren biomasako karbono-izakinetan gertatzen diren aldaketak azpikategoria garrantzitsua izan daitezke, luraren kudeaketak, uztak, perturbazio naturalek, hilkortasun naturalak, basoen birsorkuntzak edo luraren erabilera-aldaketek eragindako funtsezko fluxuak direla eta.

Baso-biomasatik eratorritako BEG isurpenak/xurgapenak balioesteko, irabazi eta galeren metodoa erabili zen (1. ekuazioa). Horrela, inbentario-urtean zehar sisteman sartu eta atera ziren karbono-izakinak eta horien arteko aldea kalkulatu ziren, urteko karbono-isurpenen/-xurgapenen bitartez. Baso-lurren irabaziak basoen hazkunde-tasetan oinarritu ziren, eta galerak, ordea, egur-erauzketetan eta suteek eragindako isurpenetan.

a) Irabaziak

Biomasa itxurako karbono-irabaziak edo -gehikuntzak 3. ekuazioaren bidez kalkulatu ziren azpisailkapen edo estratu bakoitzerako (baso-espeziearen eta zona klimatikoaren arabera):

3. ekuazioa

$$\Delta C_G = \sum (A_{i,j} \cdot G_{TOTAL\ i,j} \cdot CF_{i,j})$$

Bertan:

ΔC_G = Biomasako karbono-izakinaren urteko gehikuntza, luraren erabilera-kategoria berean mantendu diren (landaredi-motaren eta zona klimatikoaren arabera) luraren biomasa-hazkundera dela-eta (t C urtea⁻¹).

A = Lurzoruaren erabilera-kategoria berean mantentzen den lurzoru-azalera (ha).

G_{TOTAL} = Biomasaren urteko batez besteko hazkundera (t DM ha⁻¹ urtea⁻¹) (DM-«Dry matter», materia lehorra).

i = i baso-espezia ($i = 1$ etik n -ra).

$j = j$ zona klimatikoa ($j = 1$ etik m -ra). EAeko azalera osoa kontuan hartuta, baso-espezieak horien hazkunde-tasen eta hazkunderako zona klimatiko ohikoen arabera multzokatu ziren; horrela, baso-espeziearen eta zona klimatikoaren faktoreak («i» eta «j» faktoreak) faktore bakar bat bihurtu ziren (baso-espeziearen taldea).

CF = Materia lehorrean dagoen karbono-zatikia edo frakzioa (t C (t DM)-1). Horretarako, IPCC Taldeak proposatutako balioak erabili ziren (IPCC Taldeak 2006an proposatutako 4.3 Koadroko 0,51 eta 0,48 t C t DM-1 balioak konifero eta hostozabalen kasuan, hurrenez hurren), INIAren monografiatik (Montero *et al.*, 2005) ondorioztatutako EAeko balioak bat baitzetozen IPCC Taldeak proposaturikoein (2006).

Urteko batez besteko hazkundeari edo hazkunde-tasari dagokionez (G_{TOTAL}), honek aireko nahiz lurpeko biomasaren hazkundera hartu zuen barne (4. ekuazioa).

4. ekuazioa

$$G_{TOTAL} = \sum \{G_W \cdot (1+R)\}$$

Bertan:

G_{TOTAL} = Aireko eta lurpeko biomasaren urteko batez besteko hazkundera (t DM ha⁻¹ urtea⁻¹).

G_W = Aireko biomasaren urteko hazkundeari batez bestekoa baso-espeziearen multzo bakoitzarako (t DM ha⁻¹ urtea⁻¹).

R = Aireko eta lurpeko biomasaren arteko erlazioa baso-espezieko multzo bakoitzaren kasuan (lurpeko biomasaren t DM/aireko biomasaren t DM). Erlazio hori BI-1996 inbentarioan oinarritutako Espainiako iturri bibliografikoetatik (Montero *et al.*, 2005) eta Europako iturri bibliografikoetatik (Zianis *et al.*, 2005) eskuratu zen.

Aireko biomasaren urteko batez besteko hazkundera (G_w) kalkulatzeko, hedapen-faktorea aplikatu zitzaizen enborren hazkunde-tasei, eta horrenbestez, horiek baso-biomasa osoa hartzen dute barne (enborra, azala, adarrak eta hostoak). Enborren hazkunde-tasak 1996ko baso-inbentariotik eskuratu ziren (BI-1996 inbentarioko EAeko datu zehatzetatik nahiz Montero *et al.* autoreek 2005ean erabilitako datu globalagoetatik); hedapen-faktoreak, aldiz, Estatuko nahiz Europako iturri bibliografikoetatik eskuratu ziren (Montero *et al.*, 2005 eta Zianis *et al.*, 2005). Dena den, Montero *et al.* (2005) autoreen hedapen-faktoreak erabiltzen ahalegindu ginen, gertuko balio geografikoak direlako (Estatukoak). Nolanahi ere, Montero *et al.* (2005) autoreen datuak Europako datu bibliografikoekin alderatu ziren, eta desberdintasun handiko balioak ohikoagoak diren faktoreen bidez ordezkatu ziren.

Montero *et al.* (2005) autoreen eta BI-1996 lanetan, biomasa-zatiki desberdinak (enborra, azala, eta abar) zehaztuak direla eta, batzuetan, altuerarekin erlazioztatzen zituzten erregresio-funtzioak garatu ziren. Dena den, BEG inbentariorako bi lan horien emaitzak erabili ziren, ekuazio horiek zuzenean ez aplikatu arren. Aitzitik, hedapen-faktoreak kalkulatzeko Zianis *et al.* (2005)

autoreen ekuazioak erabili ziren, baso-inbentarioetako datuak (diametroak eta altuerak) abiapuntu hartuta.

Baso-espezieen multzoei, aireko hazkunde-tasei (enborra eta aireko gainerako biomasa guztia) eta lurpeko hazkunde-tasei buruz erabili diren datuak 6. taulan laburbiltzen dira.

6. taula. Espezie multzoak eta urteko hazkunde-tasak (aireko biomasarenak, sustrai-biomasarenak eta biomasa osoarenak).

Multzoak	Espezieak	Biomasaren urteko hazkundea (t ML/ha)		
		Airekoa	Lurpekoa	Guztira
<i>Pinus nigra</i> (Koniferoa, Atlantikoa, altitude altua)	<i>Pinus nigra</i> <i>Picea</i> sp., <i>Pseudotsuga menziesii</i> , <i>Larix</i> sp., <i>Chamaecyparis lawsoniana</i> , beste talde batzuetan sartzen ez diren koniferoak	5,24	1,31	6,55
<i>Pinus radiata</i> (Koniferoa, Atlantikoa, altitude baxua)	<i>Pinus radiata</i> <i>Pinus pinaster</i>	6,39	1,35	6,74
<i>Pinus sylvestris</i> (Koniferoa, submediterranea)	<i>Pinus sylvestris</i>	3,86	1,04	4,90
<i>Pinus halepensis</i> (Koniferoa, mediterranea)	<i>Pinus halepensis</i>	4,02	1,21	5,22
<i>Quercus ilex</i> (Hostozabala, Erikoa)	<i>Quercus ilex</i> <i>Quercus pyrenaica</i>	3,01	1,12	4,13
<i>Fagus sylvatica</i> (Hostozabala, Atlantikoa, altitude altua)	<i>Fagus sylvatica</i>	3,12	0,56	3,68
<i>Eucalyptus</i> spp. (Hostozabala, kosta)	<i>Eucalyptus globulus</i> <i>Eucalyptus nitens</i> Beste <i>eucalyptus</i> batzuk	13,77	3,83	17,60
<i>Quercus faginea</i> (Hostozabala, submediterranea)	<i>Quercus faginea</i>	2,57	0,72	3,29
<i>Quercus robur</i> (Hostozabala, Atlantikoa, altitude baxua)	<i>Quercus robur</i> , <i>Quercus pubescens</i> , <i>Quercus rubra</i> , <i>Salix</i> sp., <i>Alnus</i> sp., <i>Robinia pseudoacacia</i> , urbaztereko zuhaitzak, <i>Platanus</i> sp., <i>Populus</i> sp., <i>Castanea</i> sp., <i>Betula</i> sp., <i>Fraxinus</i> sp., Baso mistoa (itsaslabarekoa eta Atlantikoa), hostotsuen landaketa, beste multzo batzuetan sartzen ez diren hostotsuak	4,73	1,32	6,06

ML: Materia lehorra (*Dry Matter*).

b) Galerak

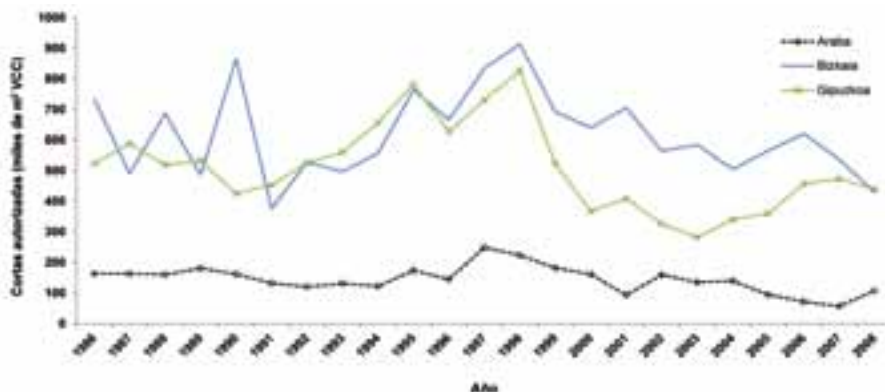
Biomasaren urteko galera basoen uztak, egur erregaiaren bilketak (detrituen bilketa kontatu gabe) eta sute, ekaitz, intsektuen izurri eta gaixotasunen gisako perturbazioek eragindako galeren baturari dagokio.

EAEn, egurraren erauzketari edo uztari dagozkion datuak mozketa-baimenetatik abiatuta eskuratu genituen (BI-1996 eta EUSTATen estatistika-iturriak); horiek enbor azaldunen bolumena adierazten zuten (m^3 BA -bolumena azalarekin-) (2. irudia), eta aireko biomasaren unitate bihurtu ziren 7. taulako hedapen-faktoreen eta dentsitateen bitartez. Gainera, moztutako biomasa guztia -lurpekoa barne- mozketa-urtean zehar CO_2 gisa isurtzen zela suposatu zen, eta beraz, ez ziren bildutako egur-produktuen fluxuak kontuan hartu («Harvested Wood Products»).

7. taula. Egurraren dentsitatea espeziearen arabera (IPCC Taldearen 2006ko inbentarioan oinarrituta), eta aireko biomasa osoaren eta enborrharen (azala, barne dela) biomasaren arteko erlazioa (Iturria: Montero *et al.*, 2005; Zianis *et al.*, 2005).

	D (t ML/m ³)	Aireko biomasa/enborrharen biomasa erlazioa
<i>Pinus sylvestris</i>	0,42	1,40
<i>Pinus nigra</i>	0,40	1,50
<i>Pinus radiata</i>	0,38	1,20
Bestelako koniferoak	0,40	1,40
Makala	0,35	1,50
Kerzineak	0,58	1,50
Eukaliptoak	0,58	1,40
Bestelako espezie hostozabalak	0,58	1,50

ML: materia lehorra (*dry matter*).

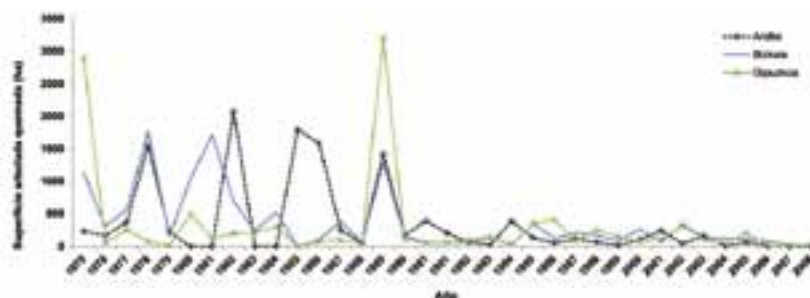


2. irudia. 1986 eta 2008. urteen arteko mozketa-baimenen bilakaera, lurralde historikoen arabera (Iturria: dokumentu honen egileek gauzatu, EUSTATen estatistika-datuetan oinarrituta).

Bestalde, suteek eragindako galerak ere estatistika-iturrietatik eskuratu ziren (MAGRAMA), eta erretako azalera (ha) biomasa (m^3) bihurtzeko kalkuletan, BI-1996 inbentarioko hektarea bakoitzeko enbor-biomasa ($m^3 \text{ ha}^{-1}$) hartu zen kontuan, espezie-multzoko bakoitzarentzat; era berean, arestian aipatutako hedapen-faktoreak aplikatu ziren espezie eta lurralde bakoitzeko biomasa totala kalkulatzeko (7. taula).

Oinarri-urteari esleitutako erretako azalera 1989, 1990 eta 1991. urteen batez bestekoa izan zen; hura Foru Aldundiek (Arabian eta Gipuzkoan) emandako datuetan eta 1996ko Baso Inbentarioan (Bizkaian) oinarrituta kalkulatu zen. 1989 eta 1991. urteen arteko Bizkaiko suteek eragindako espezieen inguruko datu zehatzik ez genez, suteak espezie bakoitzeko azalerekiko modu proportzionalan gertatzen zirela balioetsi zen.

Hiru urteko batez bestekoa erabili izana (seriearen erdian inbentario-urtea izanik) IPCC Taldearen 1996ko Inbentarioen Irizpide Berrikusietan gomendatzen den praktika bat da, Nekazaritza eta LULUCF sektoreetarako, hain zuzen (1. Bolumena, Reporting Instructions, Section Overview, 5. orria, «Data Quality and Rime Frame»). Kasu honetan, batez bestekoak isurpen handiagoak eragiten ditu oinarri-urtean (1989an sute asko izan zirelako); dena den, praktika horrek urte bakar bat bakarrik kontuan hartuta baino laginketa adierazgarriago batean oinarritutako balioespina egitea ahalbidetuko luke, batik bat 1990 eta 1991. urteetako suteak ohi baino baxuagoak izan zirelako (3. irudia).



3. irudia. Suak hartutako zuhaitz-azalaren (ha) 1989 eta 2008. urteen arteko bilakaera, lurralde historikoaren arabera (Iturria: dokumentu honen egileek gauzaturia, EUSTATen, Foru Aldundien eta BI-1996 inbentarioko estatistika-datuetan oinarrituta).

Beste galera batzuei dagokienez (egur-bilketa, ekaitzak, gaixotasunak eta abar), horiek hutsalak zirela edo hazkunde-tasa txikiagoen kontzeptuan dagoeneko kontabilizatuta zeudela erabaki zen (izan ere, hazkunde-tasak BI-1996 inbentariotik eskuratu ziren batik bat, eta bertan, BI-1972 inbentarioarekin alderatuta zeuden kalkulatuak hazkunde-tasak inbentario bien artean jazotako izurriak, gaixotasunak eta abar barne hartuta).

4.1.1.2. Hilda dagoen materia organikoa: hildako egurra eta orbela

1. Mailan, urtebete igarotzean hilda dagoen materia organikoa (hildako egurra eta orbela) abiadura berean sortzen (finkatzen) eta deuseztatzen (isurtzen) dela onartzen da, eta beraz, izakinen aldaketa garbia nulua da. Hori dela-eta, 1. Maila horretan ez da beharrezkoa hilda dagoen materia organikoaren karbono-izakinak kuantifikatzea, lurraldearen erabilera-kategoria berean mantentzen diren lurren kasuan.

4.1.1.3. Lurzoruko karbono organikoa

Lurraren erabilera aldaketarik ez izan arren, lurraren erabilera-mota beraren barnean kudeaketa-praktika asko egon daitezke, eta horiek ere modu esanguratsuan eragiten dute lurzoruko karbono organikoaren pilaketan (SOC, «Soil Organic Carbon»). Oro har, kudeaketa-jarduerak karbono organikoaren ekarpenetan eragiten dute, landare-ekoizpenean gertatzen diren aldaketen bitartez (hazkundera hobetzeko erabiltzen diren ongarriketa edo ureztapena, adibidez), ongarri organiko bidezko karbono-ekarpen zuzenen bitartez, eta biomasa kentzeko jardueren, suteen edo larraztearen ondoren geratzen den karbono-kantitatearen bitartez.

Dena den, eta IPCC Taldeak kalkulu-prozeduraren 1. Mailarako ezartzen dituen irizpideei jarraiki, berdin mantentzen ziren basoen kasuan, lurzoruko karbono organikoaren urteko sarrerak eta irteerak berdin mantentzen zirela balioetsi zen, eta beraz, karbonoaren balantze garbia nulua da. Horrenbestez, eta 1. Mailako metodoari dagokionez, baso-lurzoruetako karbono-izakinek kudeaketaren eraginez aldaketarik jasaten ez dutela esan genezake.

4.1.2. Baso-lur bihurtutako lurrak

Lurraren erabilera-kategoria berri bat bihurtu diren lurretako CO₂ isurpen/finkapenak bost karbono-gordailuetako karbono-izakinen urteko aldaketek osatzen dituzte (aireko biomasa, lurpeko biomasa, hildako egurra, orbela eta lurzoruko karbono organikoa).

Oro har, baliozkotzat jo ziren honako balorazio hauek:

- Baso-lur bihurtutako labore-lurren kasuan, horiek klima epel hezeko urteko laboretzat hartu ziren, laborantza ohikoan edo konbentzionaletan landutakoak eta materia organikoaren input maila ertainak zituztenak.
- Baso-lur bihurtutako belardi/larreen kasuan, bihurtutako lurrak sastrakadiak edo larretarako beste azalera batzuk zirela balioetsi zen, eta ez belardiak.
- Baso-lur bihurtutako bestelako lurren kasuan, lurzorua bai, baina biomasarik gabeko azaleratzat hartu ziren baso-lur bihurtutako lur horiek.
- Edonola ere, 1990 eta 2008ko bihurketetako baso-espezieak edo baso-espezieen multzoak modu proportzionaletan zenbatetsi ziren, baso-multzo horiek dagokion urtean izan zuten presentzia kontuan hartuta. 1990. urteko baso-espezieen multzoen ehunekoa 1986an eta 1996an egindako baso-inbentarioak interpolatuta lortu zen, eta 2008. urtekoa, aldiz, 2005eko baso-inbentariotik.

4.1.2.1. Biomasa: airekoa eta lurpekoa

Inbentarioaren ondorioetarako, biomasako karbono-izakinen aldaketak kalkulatu dira honako lur hauen kasuan: (i) luraren erabilera-kategoria berean mantentzen diren lurretan; eta (ii) luraren erabilera-kategoria berri bat hartzen duten lurretan. Bigarren kasu horretan, luraren erabilera-aldaketarekin loturiko isurpen eta xurgapen guztiak erabilera-kategoria berrian egin behar dira.

Zurezko zuhaitzetan eta landareetan karbono-kantitate handiak pilatu daitezke, eta beraz, baso-lurrak beste erabilera batzuetara bihurtzen direnean, biomasa-gordailuko karbono-kantitate garrantzitsuak galdu daitezke askotan, eta alderantziz.

Biomasa-gordailuko karbono-izakinetan gertatzen diren urteko aldaketak behar bezala zenbatetsi daitezke 1. ekuazioa aplikatuta ($\Delta C = \Delta C_G - \Delta C_L$), hau da, irabaziei (ΔC_G) karbono-galerak (ΔC_L) kenduz. Bihurtutako azaleraren aurretiazko erabilera ezagutuz gero, jarraian deskribatzen den 2. Mailako metodoa erabil daiteke (5. ekuazioa).

5. ekuazioa

$$\Delta C_B = \Delta C_G + \Delta C_{\text{CONVERSIÓN}} - \Delta C_L$$

Bertan:

ΔC_B = Luraren beste erabilera-kategoria batera bihurtu diren lurretan gertatzen diren biomasako karbono-izakinen aldaketak (t C urtea⁻¹).

ΔC_G = Biomasako karbono-izakinetan gertatu den urteko hazkundera, luraren beste erabilera-kategoria batera bihurtutako lurren hazkundera dela eta (t C urtea⁻¹).

$\Delta C_{\text{CONVERSIÓN}}$ = Biomasaren karbono-izakinetan izan den hasierako aldaketa, luraren beste erabilera-kategoria batera bihurtutako lurretan (t C urtea⁻¹).

ΔC_L = Biomasako karbono-izakinetan izan den urteko murrizketa, luraren beste erabilera-kategoria batera bihurtu diren lurretan izan diren perturbazioek, egur erregaiaren bilketak eta uztaren erauzketek eraginda (t C urtea⁻¹).

Biomasako karbono-izakinen hasierako aldaketak ($\Delta C_{\text{CONVERSIÓN}}$) kalkulatzeko, honako ekuazio hau erabiltzen da (6. ekuazioa):

6. ekuazioa

$$\Delta C_{\text{CONVERSIÓN}} = \sum_i \{ (B_{\text{DESPUÉS}_i} - B_{\text{ANTES}_i}) \cdot \Delta A_{\text{A_OTRAS}_i} \} \cdot CF$$

Bertan:

$\Delta C_{\text{CONVERSIÓN}}$ = Biomasako karbono-izakineta izan den hasierako aldaketa, luraren beste erabilera-kategoria batera bihurtu diren lurretan (t C urtea⁻¹).

$B_{\text{DESPUÉS}_i}$ = *i* lurzoru-motako biomasa-izakinak, bihurketa gertatu eta berehala (t DM ha⁻¹).

B_{ANTES_i} = *i* lurzoru-motako biomasa-izakinak, bihurketa gertatu aurretik (t DM ha⁻¹).

$\Delta A_{\text{A_OTRAS}_i}$ = Urte jakin batean luraren beste erabilera-kategoria batera bihurtutako *i* luraren erabilera-azalera (ha urtea⁻¹).

CF = Materia lehorreko karbono-zatikia edo frakzioa (t C (t DM)⁻¹).

i = Luraren beste erabilera-kategoria batera bihurtu den luraren erabilera-mota.

$\Delta A_{\text{A_OTRAS}_i}$ terminoa inbentario-urte jakin bati dagokio, eta kalkuluak urte horretarako egiten dira; dena den, bihurtutako lurra bihurketa-kategoria horretan mantendu behar da 20 urtez, IPCC Taldearen arabera, lurzoruak denbora-tarte hori behar baitu, eremu epeletan, oreka lortu ahal izateko.

1. Mailan aplikatzen den hipotesiaren arabera, biomasaren hasierako karbono-izakineta ez da aldaketarik gertatzen bihurketaren eraginez (hau da, $\Delta C_{\text{CONVERSIÓN}}$ terminoa nuluzat jotzen da). Beste modu batera esanda, belardi/larre edo labore-alor bat (edo landaredi belarkara, oro har) baso-lur bihurtzen denean, honako hau gertatzen da: bihurketa gertatu aurretiko biomasa belarkaran (belardi/larre edo labore-alorren biomasa), urtebete igarotzean berdindu egiten dira finkatutako karbonoa eta isuritako karbonoa, eta beraz, bihurketaren aurreko biomasa belarkararen karbono-balantzea nulua da; baso-lur bihurtu osteko biomasan, aldiz, baso-biomasaren hazkundea dela-eta nolabaiteko karbono-finkapena gertatzen da, baita isurpen batzuk ere (egur-erauzketa, sute eta abarren eraginez), eta beraz, karbono-finkapenaren eta -isurpenaren arteko balantzea irabazi eta galeren metodoaren bitartez zenbatesten da, berdin mantentzen den baso-lurren kasuan bezala.

4.1.2.2. Hildako materia organikoa: hildako egurra eta orbela

Luraren erabilera-kategoria guztietako hildako egurraren eta orbelen gordailuetarako, kalkulurako 1. Mailan, horien izakinek ez dute aldaketarik jasaten denbora igaro ahala, lurra erabilera-kategoria berean mantentzen bada. Dena den, beste erabilera batzuetara bihurtutako baso-lurren (FL) eta alderantzizko aldaketa-lurren (LF) kasuan, hilda dagoen materia organikoko karbono-izakinek jasandako aldaketek eragin dituzten galerak eta irabaziak kontabilizatu behar dira, baita kalkulu-prozedurako 1. Mailan ere.

Baso-lur bihurtutako lurren kasuan, orbelen eta hildako egurraren gordailuak handitu egiten dira. Kalkulurako 1. Mailan, hildako materia organikoaren (DOM) irabaziak modu linealean gertatzen dira; horiek zerotik hasten dira eta trantsizio-aldi jakin batean zehar konstanteki gertatzen dira (ustez, 20 urtetan). 20 urte horiek igaro ostean, bihurtutako lur-azalera «*Berdin mantentzen diren baso-lurren*» kategorian sartzen da eta, orduan, hildako materia organikoan aldaketa gehiago ez duela balioesten da, 1. Mailako metodoa aplikatzen bada.

Hildako materia organikoko karbono-izakinak, 1. Mailako kalkulu-prozedurarako, IPCC Taldeak lehenetsitako balioak erabiliz kalkulatu daitezke. Klima epel beroko basoen kasuan, adibidez, honako hauek dira proposaturiko balioak, oreka egoeran: 22 eta 13 t C ha⁻¹, hurrenez hurren, espezie konifero eta hostozabaletako basoen orbelean (IPCC, 2006). Halere, IPCC Taldeak ez du inolako baliorik proposatzen hildako egurrean dagoen karbonoaren kasuan. Horregatik, 2. Maila lortzen ahalegindu ginen, EAEko balioak erabiliz (8. taula).

8. taula. EAEko baso-lurretan dagoen hildako materia organikoko karbono-edukiak (Iturria: FORSEE proiektua, INTERREG IIIB 2003-2006, www.iefc.net).

	t C ha ⁻¹	
	Hildako egurra	Orbela
Koniferoak	10	4
Hostozabalak	6	4

4.1.2.3. Lurzoruko karbono organikoa

Lurzoruan karbonoaren forma organikoak nahiz ez-organikoak aurkitu daitezke, baina, oro har, lur-raren erabilera eta kudeaketak eragin handiagoa izaten dute karbono organikoaren gordailuetan (IPCC, 2006). Hori dela-eta, IPCC Taldearen metodo gehienek lurzoruetako karbono organikoa dute ardatz.

Lurzoru mineralen kasuan, lurzoruan denbora-tarte mugatu batez dauden karbono-izakinen aldaketak hartzen ditu, oinarri gisa, metodo lehenetsiak. Aldaketa hori kalkulatzeko, kudeaketa-aldaketa gertatu osteko karbono-izakinak, erreferentziazko egoera batean (hau da, degradatu gabeko eta hobetu gabeko landaredi natiboa) dauden karbono-izakinekin alderatzen dira. Honako hipotesi hauek ditugu:

- Denbora igaro ahala, lurzoruko karbono organikoa balio egonkor batera iristen da; batez besteko hori espezifiko da lurzoru, klima, lurzoru-erabilera eta kudeaketa-praktika jakinetarako.
- Lurzorua oreka egoera berrian izango duen karbono organiko edukira heltzeko gertatzen diren karbono organikoaren izakin-aldaketak modu linealean gertatzen dira.

Arestian aipatutako 2. ekuazioa aplikatzen da (izakinen arteko aldean oinarritutako metodoa), honako itxura hau hartzen duena (7. ekuazioa):

7. ekuazioa

$$\Delta C_{\text{MINERALES}} = \frac{(\text{SOC}_0 - \text{SOC}_{(0-T)})}{D}$$

Bertan:

$\Delta C_{\text{Minerales}}$ = Lurzoru mineraletako karbono-izakinetan gertatzen den urteko aldaketa (t C urtea⁻¹).

SOC_0 = Lurzoruko karbono organikoaren izakinak, inbentario-aldiko azken urtean (t C).

$\text{SOC}_{(0-T)}$ = Lurzoruko karbono organikoaren izakinak, inbentario-aldiaren hasieran (t C).

T = Inbentario-aldi jakin baten urte-kopurua (urtea). EA Eren kasuan, eta IPCC Taldearen proposamenari jarraiki, lurzoruko karbono organikoak oreka hori lortzeko 20 urte behar zituela balioetsi zen, baita aldaketa hori linealki gertatzen zela ere.

D = Izakin-aldaketa eragiten duten faktoreen aldi baterako mendekotasuna, hau da, lurzoruko karbono organikoaren oreka-balioen arteko trantsiziorako behar den denbora (urteak). Oro har, denbora-tarte hori 20 urtekoa dela uste da. T terminoa D baino handiagoa bada, T-ren balioa erabili behar da inbentario-aldian zehar gertatu den urteko aldaketa-tasa lortzeko (0 – T urte).

SOC_0 eta $\text{SOC}_{(0-T)}$ kalkulatzeko 8. ekuazioa erabiltzen da; haren bidez, karbono-izakinaren aldaketetarako eta erreferentziarako karbono-izakinetarako faktoreak esleitzen dira, une bakoitzeko (0 eta 0-T momentuak) lurzoru-mota eta lurrraren erabilera- eta kudeaketa-jarduerak kontuan hartuta.

8. ekuazioa

$$\text{SOC} = \sum_{c,s,i} (\text{SOC}_{\text{REF}} \cdot F_{\text{LU}} \cdot F_{\text{MG}} \cdot F_{\text{I}} \cdot A_{c,s,i})$$

Bertan:

c-k zona klimatikoak adierazten ditu, s-k lurzoru-mota, eta i-k herrialde jakin bateko kudeaketa-sistemen multzoa.

SOC_{REF} = Lurzoru-motaren arabera erreferentziarako karbono-izakinak (t C ha⁻¹) (2006ko IPCC inbentarioaren 2.3 koadroa). Erreferentziarako balio hori 88 eta 38 t C ha⁻¹-koa izan zen, hurrenez hurren, klima epel hezean eta klima epel lehorrean kokatutako eremuen kasuan, EA Eko lurzoru guztietan, jarduera altuko buztinak zituzten lurzoru mineralak hartu baitziren kontuan.

F_{LU} = Izakin-aldaketaren faktorea, lurrraren erabilera-sistemen edo lurrraren erabilera jakin bateko

azpistemen kasuan (dimentsiorik gabe). Lurraren erabilera-faktore bat da (F_{LU} , «Land Use») eta lurraren erabilera-motarekin loturiko karbono-izakinen aldaketak islatzen ditu. Baso-lurren kasuan, faktore horrek perturbazio naturalen erregimena hartuko luke barne.

F_{MG} = Kudeaketa-erregimenerako izakinen aldaketa-faktorea (dimentsiorik gabe). Kudeaketa-faktore bat da (F_{MG} , «ManaGement») eta lur-erabileraren sektoreari dagokion kudeaketa-praktika nagusia adierazten du.

F_I = Materia organikoaren ekarpenerako izakin-aldaketaren faktorea (dimentsiorik gabe). Ekarpen-faktore bat da (F_I , «Inputs») eta lurzoruari egindako karbono-ekarpenaren mailak adierazten ditu.

A = Balioetsi den azpisaikapen edo estratuko lurzoru-azalera (hektareatan). Estratuko lurzoru osoak antzeko baldintza biofisikoak (klima eta lurzoru-mota) eta kudeaketa-historia ditu inbentarioa egin den bitartean.

Kalkulurako 1. Maila erabiltzen bada, lurzoruko karbonoaren izakin-aldaketari dagozkion hiru faktoreek (F_{LU} , F_{MG} , F_I) 1 balioa hartzen dute baso-lurren kasuan. Horrenbestez, IPCC Taldeak proposatutako SOC_{REF} balioak baso-lurrei dagozkien berberak dira.

4.2. Labore-lurrak

4.2.1. Berdin mantentzen diren labore-lurrak

4.2.1.1. Biomasa: airekoa eta lurpekoa

Lur azalera belarkaretako (labore-lurrak, belardi/larreak) biomasaren karbono-izakinetan gertatutako aldaketak ez ziren zenbatetsi, kalkuluaren 1. Mailaren kasuan, urteko landare belarkarekin eta landare belarkara iraunkorrekin (hau da, egur-landareak ez direnak) loturiko biomasa nahiko galkorra dela uste baitu IPCC Taldeak; izan ere, hura erori eta urtero edo urte gutxitan sortzen da berriz. Horrenbestez, karbono-izakin garbiak nahiko egonkorak izaten dira epe luzera eta horiek ez dira kontabilizatzen lurra erabilera-kategoria berean mantentzen denean.

4.2.1.2. Hildako materia organikoa: hildako egurra eta orbela

Kalkulurako 1. Mailan, labore-lurretan hildako materia organikoaren karbonoa antzeko abiaduran sortzen eta deuseztatzen dela uste da, eta beraz, izakinen aldaketa garbia nulutzat jotzen da.

4.2.1.3. Lurzoruko karbono organikoa

7. ekuazioa eta 8. ekuazioa erabili ziren lurzoruko karbono organikoaren izakinetan izandako aldaketak zehazteko. EAEko lurzoru guztietarako erreferentziatzko balioak 88 eta 38 t C ha⁻¹ izan ziren, hurrenez hurren, klima epel hezean eta klima epel lehorrean kokatutako eremuetarako, EAEko lurzoru guztiak jarduera altuko buztinak zituzten lurzoru mineraltzat jo baitziren; gero, erreferentziatzko balio horiek handitu edo txikitu egin ziren hiru faktoreren arabera (F_{LU} , F_{MG} eta F_I). Hiru faktore horientzako balioak IPCC Taldearen 5.5 Koadrotik (2006) hartu ziren. Erabilitako maiorazio-/minorazio-faktoreei dagokienez, honako alderdi hauek gailendu behar dira (ikus 9. taula):

- Arabako Errioxa (klima epel lehorra):

- Arabako mahatsondo guztiak Arabako Errioxan zeuden: labore iraunkorrak, laborantza totala eta input organiko txikiak dituen (faktore globala: 0,95).
- Fruta-arbolak: labore iraunkorrak, laborantza totala eta input organiko txikiak dituen (faktore globala: 0,95).
- Olibondoak: labore iraunkorra, laborantza murriztua eta materia organikoen ekarpen edo input txikiak dituen (faktore globala: 0,969).
- Labore estentsiboak: urteko labore, klima epel lehorrekoa, laborantza totala eta materia organikoen input txikiak dituen (faktore globala: 0,76).

- EAEko gainerako lurzoruak (klima epel hezea):

- Urteko labore estentsiboak eta intentsiboak: klima epel hezeko urteko laboreak, laborantza osoa eta input txikiak dituztenak (faktore globala: 0,635).
- Mahatsondoak: labore iraunkorrak, laborantzarik gabeak eta materia organikoaren ekarpen handiak jasotzen dituztenak (koefiziente globala: 1,277).
- Fruta-arbolak: labore iraunkorrak, laborantzarik gabeak eta materia organikoaren input altuak dituztenak (koefiziente globala: 1,277).

9. taula. Alorretan erabilitako maiorazio-/minorazio-faktore globalak (F_{LU} , F_{MG} , F_i), EAEko lurzoru mineraltan dauden karbono organikoaren izakinak zenbateteko.

	Klima epel hezea	Klima epel lehorra
Belarki-laboreak	0,6348 (0,69*1*0,92)	0,76 (0,8*1*0,95)
Mahatsondoak	1,2765 (1*1,15*1,11)	0,95 (1*1*0,95)
Fruta-arbolak	1,2765 (1*1,15*1,11)	0,95 (1*1*0,95)
Olibadiak	(ez dago klima hezeetan)	0,969 (1*1,02*0,95)

Faktore berdinak erabili ziren (F_{LU} , F_{MG} eta F_i) 1990 eta 2008. urteetarako, eta beraz, lurzoruetan finkatutako karbono organikoaren aldaketak ez dira lurzoruen erabilera- eta kudeaketa-praktiketan izandako aldaketetan oinarritzen, kategoria bakoitzaren barneko azpibanaketa edo estratuen proportzioan gertatu diren aldaketetan baizik (belarki-laboreen, mahastien, fruta-arbolen eta olibondoehuneko desberdinak) (10. taula).

1990. urtean, aurreko 20 urteetako estratu-banaketa ezagutzen ez genez (lurzoruko karbono organikoaren izakinek oreka lortzeko behar duten denbora-tartea), lurzoruko karbono organikoaren izakinen bariazioa nulua izan zen. Horrenbestez, labore-mota (F_{LU}), laborantza-mota (F_{MG}) eta 1990ean laboreetan aplikatutako inputak (F_i) 1970. urtekoen antzeko gisa hartu ziren.

10. taula. 1990 eta 2008. urteetako labore-lur desberdinen ehunekoa, 1989, 1999 eta 2009. urteetako Nekazaritza Erroldak kontuan hartuta.

		Lurraldeko labore-lur guztien azalera (%)				
		Iturria: Nekazaritza Erroldak			Iturria: Interpolazioa	
		1989	1999	2009	1990	2008
Arabako Errioxa	Fruta-arbolak	0.21	0.19	0.01	0.21	0.03
	Olibadiak	0.13	0.24	0.15	0.14	0.16
	Mahastiak	13.61	15.09	18.13	13.76	17.83
	Belarkarak	7.76	7.44	4.52	7.73	4.81
Arabako gainerako lurraldea	Fruta-arbolak	0.28	0.20	0.19	0.27	0.19
	Olibadiak	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
	Mahastiak	0.01	0.05	0.70	0.01	0.64
	Belarkarak	78.01	76.78	76.28	77.89	76.33
Araba	Fruta-arbolak	0.49	0.39	0.20	0.48	0.22
	Olibadiak	0.13	0.24	0.16	0.14	0.17
	Mahastiak	13.61	15.15	18.83	13.77	18.46
	Belarkarak	85.77	84.22	80.80	85.82	81.14
Bizkaia	Fruta-arbolak	10.51	27.96	15.19	12.26	16.47
	Olibadiak	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02
	Mahastiak	0.79	5.77	22.44	1.29	20.78
	Belarkarak	88.70	66.27	62.35	86.46	62.74
Gipuzkoa	Fruta-arbolak	27.34	32.47	30.23	27.85	30.46
	Olibadiak	0.00	0.00	0.25	0.00	0.23
	Mahastiak	0.95	2.44	8.55	1.10	7.94
	Belarkarak	71.72	65.09	60.97	71.05	61.38

4.2.2. Labore-lur bihurtutako baso-lurrak

4.2.2.1. Biomasa: airekoa eta lurpekoa

Baso-lurren atalean bezala, labore-lur bihurtu ziren eremuekin loturiko karbono-finkapenak/-isurpenak kalkulatzeko 5. ekuazioa eta 6. ekuazioa erabili ziren, betiere baso-biomasa osoa (airekoa eta lurpekoa) bihurteta-urtean isuri zela eta labore belarkarei dagokien biomasa finkatu zela kontuan hartuta (10 t DM ha^{-1} ; $0,47 \text{ t C zituen t DM bakoitzeko}$, betiere IPCC Taldearen 2006ko inbentarioaren 8.4 Koadroaren arabera).

Labore bihurtutako basoetako zuhaitz espezieen proportzioa 1990-2008 epealdian baimendutako mozketa-bolumenetako espezieen proportzioaren berdina izan zela balioetsi zen.

4.2.2.2. Hildako materia organikoa: hildako egurra eta orbela

Kalkuluaren 1. Mailan, baso-lurrekin loturiko erabilera-aldaketak (baso-lur bihurtzen direnean edo alderantziz) gauzatzen direnean bakarrik hartzen da kontuan materia organiko hila. Horrenbestez, labore-lur bihurtutako baso-lurren kasuan, hildako materia organiko guztia ($14 \text{ eta } 10 \text{ t C ha}^{-1}$ koniferoetan eta hostozabaletan, hurrenez hurren) bihurketa-urtean isuri zela balioetsi da.

4.2.2.3. Lurzoruko karbono organikoa

Lurzoruko karbono organikoaren izakinetan gertatutako aldaketak baso-lur bihurtutako lurren kasuan bezala kalkulatu ziren (7. ekuazioa eta 8. ekuazioa), baina labore-lurren kasuan, eremu epel hezeetako belarki-laboreak dituzten lurren berezko faktoreak erabili ziren ($F_{LU}: 0,69$, $F_{MG}: 1,00$, $F_I: 0,92$), eta baso-lurren kasuan, horiei dagozkien faktoreak ($F_{LU}: 1$, $F_{MG}: 1$, $F_I: 1$).

4.3. Belardi/larreak

4.3.1. Berdin mantentzen diren belardi/larreak

4.3.1.1. Biomasa: airekoa eta lurpekoa

Kalkuluaren 1. Mailarako, belardi/larreetako karbono-izakin garbiak epe luzera nahiko egonkorak dira, eta beraz, horiek ez dira kontabilizatzen lurra erabilera-kategoria berean mantentzen denean (IPCC, 2006). Horrenbestez, kudeaketa-motari eta -intentsitateari dagokionez aldaketarik jasan ez zuten belardi/larreak zirela onartu zen, biomasa erregimen konstantean mantendu baitzen (hau da, landareen hazkundeak eragindako karbono-finkapena orekatuta geratzen da larratzeak, deskonposizioak eta abarrek eragindako galerekin).

4.3.1.2. Hildako materia organikoa: hildako egurra eta orbela

Kalkulu-prozedurako 1. Mailan, belardi/larreetako materia hila eta orbel-gordailuak orekatuta daudela uste da, eta beraz, gordailu horietarako ez da beharrezkoa karbono-izakinek jasan dituzten aldaketak zenbatestea.

4.3.1.3. Lurzoruko karbono organikoa

Belardi/larreetako karbono organikoaren izakin-aldaketak labore-lurrekiko modu analogoan balioztatu ziren. Horretarako, 7. ekuazioa eta 8. ekuazioa erabili ziren; EAEko lurretan, lurzoruko karbono organikoaren erreferentziatzko balioak 88 eta 38 t C ha⁻¹ izan ziren, hurrenez hurren, klima epel hezeko eta klima epel lehorreko eremuen kasuan. Erreferentziatzko lurzoruko karbono organikoaren balio horiek doitu egin ziren izakinak aldatzeko hiru faktoreren bitartez (F_{LU} , F_{MG} eta F_I). Hiru faktore horientzako balioak IPCC Taldearen 6.2 Koadrotik hartu ziren (2006).

Nekazaritza-erroldean honela definitzen dira «larre iraunkorretarako lurrak»: «labore-txandaketa edo errotazioan txertatzen ez diren eta etengabe (bost urte edo gehiagorako) belarraren ekoizpenera xedaturik dauden lurrak, belar hori ereindakoa nahiz naturala (berezkoa) izan. Azalera horiek larre gisa (larratzeko) erabil daitezke; halaber, moztu eta siloratzeko edo belar ondurako erabil daitezke. Belar ondua energia berriztagarriak ekoizteko erabil daiteke». «Larre iraunkorretarako lur» horien barnean, honako hauek ditugu:

a) Zelai edo belardi iraunkorrak: uneoro belarraren ekoizpenera xedaturik dauden lurrak; nolabaiteko hezetasuna duten eremuetan kokatu ohi dira eta horien lehentasunezko aprobetxamendua sega bidez gauzatzen da. Zenbait zaintza kultural jaso ditzakete, hala nola, berrereintza, ongarriketa, trunko edo taula pasatzeak, etab. Bazka-laboreak multzo honetatik kanpo geratzen dira, horiek belarki-laboreetan gaineratzen baitira. Ereku horiek normalean larratze intentsiborako erabil daitezke.

b) Larre gisa erabiltzeko beste lurzoru batzuk: aurreko atalean sartzen ez diren lursailak, betiere ganaduarentzako larre gisa erabiltzen badira; horiek kalitate txarreko lurretan egon ohi dira, gune malkartsuetan edo altitude handiko lurretan, adibidez, eta ez dira ongarriketa, laborantza, ereintza edo drainatze bidez hobetzen. Oro har, azalera horiek larratze estentsibora xedatzen dira, ez dute ganadu-dentsitate handiegirik jasaten eta ez dira segatzen. Horien artean sartzen dira larratutako dehesak, baita alfer-lur eta sastrakadiak ere horietan abeltzaintza-aprobetxamenduren bat egin bada. Balio natural altua duten eta gune geografiko babestuetan kokatuta dauden eremu segatuak eta larratu gabeak ere horien artean sartzen dira.

Adituen iritzia araberak, honako hauek ziren belardi/larrearen banaketa horri hobekien doitzen zizkion izakin-aldaketaren faktoreak (ikus 11. taula):

- Zelai edo belardi iraunkorrak (belardiak): belardi/larre iraunkorra, degradatu gabea, modu jasangarrian erabilia, larratze-presio ertaina eta gutxienez hobekuntza bat izan dituen (ongarriketa, espezieen hobekuntza, ureztapena, eta abar) (faktore globala: 1,14).
- Larretarako beste lurzoru batzuk eta sastrakadiak (larre edo sastrakadiak): belardi/larre iraunkorra, degradatu gabea, modu jasangarrian erabilia, baina kudeaketan hobekuntza garrantzitsurik izan ez duena (faktore globala: 1,0).

11. taula. Belardi/larreetan erabilitako maiorazio-/minorazio-faktore globalak ($F_{LU} \cdot F_{MG} \cdot F_i$), EAEko lurzoru mineraletan dauden karbono organikoaren izakinak balioesteko.

	Klima epel hezea	Klima epel lehorra
Zelai edo belardi iraunkorrak	1,14 (1*1,14*1)	1,14 (1*1,14*1)
Sastrakadiak	1,00 (1*1*1)	1,00 (1*1*1)
Larre gisa erabilitako beste lurzoru batzuk	1,00 (1*1*1)	1,00 (1*1*1)

Faktore berdinak erabili ziren 1990 eta 2008. urteetarako, eta beraz, lurzoruan finkatutako karbono organikoaren aldaketak ez dituzte belardi/larrearen erabilera- eta kudeaketa-praktikek eragiten, kategoria bakoitzeko azpibanaketa edo estratuen ehunekoan (belardi eta bestelako larreen ehuneko desberdinak, belardi/larrearen kategoriaren barnean) gertatzen diren aldaketek baizik (12. taula). Horrek adierazten duen moduan, denbora igaro ahala ez dira aldatzen horien erabilera (F_{LU}), belardi/larrearen degradazio-maila (F_{MG}) eta bertan egindako hobekuntzak (ureztapen, berrereintza edo ongarritze bidez) (F_i).

12. taula. 1990 eta 2008. urteetako belardi/larre-mota desberdinen ehunekoa, 1989, 1999 eta 2009. urteetako nekazaritza-errolden arabera.

		Lurraldeko laborantza osoak hartzen duen azalera (%)				
		Iturria: Nekazaritza Erroldak			Fuente: Interpolazioa	
		1989	1999	2009	1990	2008
Arabako Errioxa	Zelai edo belardi iraunkorrak	0.01	0.12	0.72	0.02	0.66
	Larre gisa erabiltzeko beste gainazal batzuk	2.70	1.80	0.03	2.61	0.21
Arabako gainera lurraldea	Zelai edo belardi iraunkorrak	39.13	67.25	88.61	41.94	88.47
	Larre gisa erabiltzeko beste gainazal batzuk	58.18	30.83	10.64	55.43	12.88
Araba	Zelai edo belardi iraunkorrak	39.14	67.37	89.33	41.96	87.13
	Larre gisa erabiltzeko beste gainazal batzuk	60.86	32.63	10.67	58.04	12.87
Bizkaia	Zelai edo belardi iraunkorrak	73.13	80.05	93.19	73.82	91.87
	Otras superficies para pastos	26.87	19.95	6.81	26.18	8.13
Gipuzkoa	Zelai edo belardi iraunkorrak	70.88	85.82	90.21	72.18	89.77
	Larre gisa erabiltzeko beste gainazal batzuk	29.34	14.18	9.79	27.82	10.23

1990. urtean, aurreko 20 urteetako (lurzoruko karbono organikoaren izakinen oreka lortzeko denbora-tartea) estratu-banaketa ezagutzen ez genuenez, lurzoruko karbono organikoaren izakinen aldaketa nulutzat jo zen. Horrenbestez, onartu egin zen degradazioa/jasangarritasuna, produktibitatea, larratzea, ongarriketeta eta abar 1970etako belardi/larreetan eta 1990. urtekoetan oso antzekoak izan zirela.

4.3.2. Belardi/larre bihurtutako lurrak

Baso-lurrak eta labore-lurrak belardi/larre bihurtzean aldatu egin ziren jarraian adierazten diren 5 gordailuetako karbono-izakinak (aireko biomasa, lurpeko biomasa, hildako egurra, orbela eta lurzoruko karbono organikoa).

4.3.2.1. Biomasa: airekoa eta lurpekoa

Belardi/larre bihurtu ziren baso-lurrekin eta labore-lurrekin loturiko karbono-finkapenak/-isurpenak kalkulatzeko 5. ekuazioa eta 6. ekuazioa erabili ziren, betiere aurretiko biomasa (airekoa eta lurpekoa), basoetakoa nahiz labore-lurretakoa, bihurtze-urtean isuri zela eta belardi/larreei dagokien berezko biomasa finkatu zela kontuan hartuta ($13,5 \text{ t DM ha}^{-1}$, hau da, $\text{t DM bakoitzeko } 0,47 \text{ t C}$, IPCC Taldearen 2006ko inbentarioko 6.4 Koadroaren arabera).

Belardi/larre bihurtutako baso-lurren kasuan nolabaiteko biomasaren galera gertatu zen. 2008an, belardi/larre bihurtutako basoetako zuhaitz-espezieak edo zuhaitz-espezieen multzoak modu

proporzionalean balioetsi ziren, 1990 eta 2008. urteen artean baimendutako mozketak-bolumenetako espezieen proportzioa oinarritzat hartuta; dena den, 1990. urtean espezieen araberrako mozketek buruzko datuak ez genituenenez, horiek 1990. urteko baso-espezieen presentzia gogoan hartuta kalkulatu ziren (BI-1986 eta BI-1996 inbentarioen interpolazioa).

4.3.2.2. Hildako materia organikoa: hildako egurra eta orbela

Kalkuluaren 1. Mailarako, hildako materia organikoa baso-lurrekin loturiko erabilera-aldaketak gertatzen direnean bakarrik hartzen denez kontuan (baso-lurretara bihurtzen direnean edo alderantziz), belardi/larre bihurtutako baso-lurrak daudenean, hildako materia organiko guztia (14 eta 10 t C ha⁻¹, konifero eta hostozabaletan, hurrenez hurren) bihurketa-urtean isuri zela balioetsi zen.

4.3.2.3. Lurzoruko karbono organikoa

Lurzoruko karbono organikoaren izakinetan izandako aldaketak baso-lur bihurtutako lurren modu berean kalkulatu ziren (7. ekuazioa eta 8. ekuazioa), aldaketa horiek klima epel hezean gertatu zirela kontuan hartuta (SOC_{REF}: 88 t C ha⁻¹), eta zelai eta belardi ez diren larreei edo sastrakadieie dagozkien izakin-aldaketaren faktoreak erabiliz belardi/larreetarako (F_{LU}: 1,00, F_{MG}: 1,00, F_I: 1,00), baso-lurreetarako hari dagozkion faktoreak erabiliz (F_{LU}: 1,00, F_{MG}: 1,00, F_I: 1,00) eta, labore-lurreetarako urteko laboreei, ohiko laborantza konbentzionala izan dutenei eta material organikoaren erdi-mailako ekarpenei dagozkien faktoreak erabiliz (F_{LU}: 0,69, F_{MG}: 1,00, F_I: 1,00).

Horrenbestez, lurrak larre edo sastrakadi bihurtu zirela eta bihurketa horiek eremu hezean (ez Arabako Errioxan) gertatu zirela balioetsi zen.

4.4. Hezeguneak

Hezeguneetan sartzen dira, urte osoan edo gehiengoan zehar urez estalita edo aseta egoten diren mota guztietako lurrak (zohikaztegiak eta urak hartutako lurrak), betiere horiek baso-lurren, labore-lurren edo belardi/larreen kategorietan sartzen ez badira. Hezegune kudeatuak horien maila freatikoa artifizialki aldatzen den (drainatu edo igo, adibidez) edo giza jardueraren eraginez sortu diren (ibai baten urtegia, esaterako) lurzoruak dira. BEG inbentarioetan ez dira kudeatu gabeko hezeguneen isurpenak balioesten.

4.4.1. Berdin mantentzen diren hezeguneak

Zohikaztegiei dagokienez, EAeko inbentariarako hezegune kudeaturik ez zegoela baloratu zen. Bestalde, eta urak hartutako lurrei dagokienez, IPCC Taldeak ez ditu erregulatutako ibaiak edo lakuak barne hartzen, horien ur-azalera funtsezko gehikuntzarik gertatzen ez bada behintzat. Horrenbestez, uholde bidez sortu diren hezeguneen isurpenak bakarrik kontabilizatu ziren inbentario honetan.

4.4.2. Hezegune bihurtutako lurrak

Urak hartutako lurrek CO₂, CH₄ eta N₂O isuri dezakete. Urak hartutako lurren N₂O isurpenak oso baxuak izan ohi dira -horien CO₂ isurpenak bezala-, eta beraz, BEG inbentarioen beste sektore batzuetan (nekazaritza, hondakinak) kontabilizatzen dira. Gainera, IPCC Taldeak ez du urak hartutako lurren CH₄ isurpenak balioesteko metodologia lehenetsirik, eta beraz, «berdin mantentzen diren urak hartutako lurren» isurpenak LULUCF sektorean ez zenbatzea proposatzen du. Nolanahi ere, IPCC Taldeak metodologia lehenetsi bat eskaintzen du «urak hartutako lur bihurtutako lurrentzat», hau da, uholdeek eragindako CO₂ isurpenak kalkulatzeko, baita CH₄ isurpenei buruzko informazioa eskuratzeko ere.

4.4.2.1. Biomasa: airekoa eta lurpekoa

Hezegune bihurtutako labore-lurren kasuan, aireko eta lurpeko biomasa (10 t DM ha⁻¹, eta t DM bakoitzeko 0,47 t C) bihurketa-urtean CO₂ gisa isuri zela eta hezegunean horrelakorik geratu ez zela balioetsi zen (IPCC, 2006).

4.4.2.2. Hildako materia organikoa: hildako egurra eta orbela

Labore-lurretan hildako materia organikorik ez dagoela onartzen denez, ez ziren horien galerak kontabilizatu behar izan horiek hezegune bihurtu ostean.

4.4.2.3. Lurzoruko karbono organikoa

Biomasa-galeraz gain, gainerako karbono organikoaren deskonposizioak (lurzoruan mantentzen den karbono organikoa, adibidez) CO₂ isurpenak ahalbidetzen ditu. Kalkulurako 1. Mailan kontuan hartzen den CO₂ isurpen-bide bakarra izotzik gabeko garaian gertatzen den difusioa da (izotzak estalitako garaiarekin loturiko CO₂ isurpen difusoreak nulutzat jotzen dira). Hipotesi lehenetsiaren arabera, CO₂ isurpenak uholdea gertatu eta hurrengo 10 urteetan bakarrik gertatzen dira (IPCC, 2006), eta horiek 9. ekuazioaren arabera kalkulatu ziren:

9. ekuazioa

$$\text{Emisiones de CO}_{2 \text{ LW inundación}} = P \cdot E(\text{CO}_{2 \text{ dif}}) \cdot A_{\text{inundación, superficie total}} \cdot F_A \cdot 10^{-6}$$

Bertan:

Emisiones de CO_{2 LW inundación} = «Urak hartutako lur bihurtutako lurretatik» eratorritako CO₂ isurpenak, guztira (Gg CO₂, urtea⁻¹).

P = Izotzaren estaldurarik gabeko urteko egun-kopurua (egunak urtea⁻¹). Izotzik gabeko 365 egun zeudela suposatu zen.

E(CO₂)_{dif} = Difusio bidezko isurpenen eguneko batez bestekoa (kg CO₂ ha⁻¹ eguna⁻¹). EAeko eremu epel eta hezean 8,1 kg CO₂ ha⁻¹ eguna⁻¹ balioa erabili zen, hezegune-bihurketak eremu epel hezean bakarrik gertatu zirela ontzat hartuta.

A_{inundación, superficie total} = Gordailuaren azalera osoa, urak hartutako lurrak, lakuak eta ibaiak barne (ha).

F_A = Azken 10 urteetan urak hartutako gordailu-zatikia edo frakzioa.

4.5. Asentamenduak

Asentamenduak bizileku-, garraio-, merkataritza- eta ekoizpen-azpiegituretarako (komertziala, fabrikazioa) garatutako lur gisa definitzen dira, luraren beste erabilera-kategoria batzuetan gaineratuta daudenean salbu. Asentamenduen barruan sartzen dira lurzoruko, soropilaren gisako landaredi belarkara iraunkorra, eta lorategietako landareak, landa-asentamenduetako zuhaitzak, etxaldeetako lorategiak eta landa-guneak. Asentamendu-adibideen artean daude kaleetan, bizileku edo merkataritza alorreko baratze-alorretan (landa- eta hiri-gunekoak), lorategi publiko eta pribatuetan, golf- eta kirol-zelaietan, eta parkeetan dauden lurrak, betiere lur horiek, modu funtzionalean nahiz administratiboan, hiriekin, herrieekin edo bestelako asentamendu batzuekin loturik badaude, eta luraren beste erabilera-kategoria batean sartzen ez badira (IPCC, 2006).

4.5.1. Berdin mantentzen diren asentamenduak

Beste kategoria guztietan bezala, CO₂ isurpenak/finkapenak zenbatesteko lurzoruko karbono organiko, hildako egur, orbel eta aireko nahiz lurpeko biomasaren gordailuetan gertatzen diren karbono-aldaketak batu ziren.

4.5.1.1. Biomasa: airekoa eta lurpekoa

Berdin mantentzen diren asentamenduetan gertatzen diren biomasa-aldaketak asentamenduetako zuhaitz, zuhaixka eta belar iraunkorrek (soropila eta lorategiko landareak, adibidez) osaturiko biomasan gertatzen diren aldaketen batura dira. Baina kalkulu-prozedurako 1. Mailan, karbono-hazkundeak eragindako biomasako karbono-izakinen aldaketak guztiz konpentsatzen dira bizirik nahiz hilda dagoen biomasaren (egur erregaia, adar hautsiak, eta abar) xurgapenek (uztak, inausketak, ebaketak, eta abarrek) eragindako izakin-murrizketak direla eta.

4.5.1.2. Hildako materia organikoa: hildako egurra eta orbela

Kalkulurako 1. Mailan, hildako egurraren eta orbelaren gordailuak guztiz orekatuta daude (hildako materia organikoaren sarrerak eta irteerak baliokideak dira) (IPCC, 2006).

4.5.1.3. Lurzoruko karbono organikoa

Kalkulurako 1. Mailan, lurzoruko karbono organikoaren sarrerak eta irteerak orekatuta daudela onartzen da, eta beraz, berdin mantentzen diren asentamenduetako karbono organikoaren izakinak ez dira aldatzen.

4.5.2. Asentamendu bihurtutako lurrak

Luraren aurreko erabilera-kategoriako karbono-izakinen kantitatea kontuan hartuta, asentamendu bihurtutako lurrek nahiko azkar galdu dezakete karbonoa lehen urtean zehar, gerora karbono-gordailuek pixka bat gora egiten dutelarik (asentamendu bihurtutako baso-lurretan, adibidez).

Horregatik, asentamendu bihurtzen den lurzorua bihurteta-egoeran mantendu behar da dagokion trantsizio-garaian (20 urte, EAeko inbentarioen kasuan).

4.5.2.1. Biomasa: airekoa eta lurpekoa

Biomasako karbono-izakinen aldaketa 5. ekuazioan eta 6. ekuazioan oinarritzen da (IPCC, 2006). Gainera, kalkulurako 1. Mailari jarraiki, bihurtetaren ondorengo lehen urtean zehar biomasa guztiz desagertu zela balioetsi zen ($B_{\text{DESPUESES}} = 0$). Inbentario-urtean zehar biomasa hazkundea erantsi (ΔC_g) eta galerak murriztu (ΔC_L) beharko lirатеke, baina asentamenduen biomasa-motari eta azalerari buruzko informaziorik eza dela-eta, bihurtetaren ondoren biomasan karbono-izakinen gehikuntzarik izan ez zela zenbatetsi zen -modu kontserbadorean-.

Bihurtetaren aurreko biomasa baso-lurrei, labore-lurrei eta belardi/larreei xedaturiko aurretiazko ataletan deskribatu den moduan kalkulatu zen, eta hezeguneen kasuan, horien biomasa belardi/larreei dagokiena zela balioetsi zen ($13,5 \text{ t DM ha}^{-1}$).

4.5.2.2. Hildako materia organikoa: hildako egurra eta orbela

Besterik adierazi ezean, kalkulurako 1. Mailan, hildako materia organikoan dagoen karbono guztia bihurtetan zehar galtzen dela ontzat hartzen da, eta ez da hurrengo karbono finkapena kontuan hartzen (IPCC, 2006).

Baso-lurrak asentamendu bihurtu aurretiko hildako materia organikoa baso-lurrei xedaturiko ataletan deskribatzen den moduan zenbatetsi zen. Gainerako kasuetan, hildako materia organikoa hutsaltzat jo zen.

4.5.2.3. Lurzoruko karbono organikoa

Lurrak asentamendu bihurtu izanaren ondorioz gertatu diren lurzoruko karbono organikoaren izakin-aldaketak kalkulatzeko, 7. ekuazioa eta 8. ekuazioa erabiltzen dira (IPCC, 2006). Bihurtetaren aurretiko izakinen kasuan ($\text{SOC}_{(0-T)}$), lurzoruko karbono organikoa baso-lur, labore-lur, belardi/larre eta hezeguneetara xedaturiko ataletan deskribatu den moduan kalkulatu zen. Bihurtetaren ondorengo izakinen kasuan (SOC_0), aldiz, eta kalkulurako 1. Mailaren arabera, zoladura, soropil, espezie zurrak eta abar bihurtutako asentamenduaren azalera zehaztu eta faktore egokiak erabili beharko lirатеke (F_{LU}, F_{MG}, F). Informazio-gabezia dela-eta, asentamendu bihurtutako azalera guztia zolatu egin zela balioetsi zen, eta horrenbestez, luraren aurreko erabilerari zegokion lurzoruko karbonoaren % 20 galdu zela kalkulatu zen lurra nahastu, harrotu edo birkokatu izanaren ondorioz (IPCC, 2006).

4.6. Bestelako lurrak

Zoru biluzia, arroak eta izotza dituzten eremuak edo IPCC Taldearen beste bost erabilera-kategoriei ez dagozkien eremuak «bestelako lur» gisa sailkatzen dira.

4.6.1. Berdin mantentzen diren bestelako lurrak

«Berdin mantentzen diren bestelako lurrak» azalera-zenbaketan txertatu ziren inbentarioan azalera osoa jasoa zegoela egiaztatu ahal izateko, baina horiek kudeatu gabe zeudenez, ez ziren horien BEG isurpenak/finkapenak kontabilizatu.

4.6.2. Bestelako lur bihurtutako lurrak

Oro har, «Bestelako lur bihurtutako lurrak» ez dira kategoria nagusien artean izaten. Dena den, hori horrela izatea gerta liteke, deforestazioen eta horiek eragindako degradazio latzen ondorioz.

4.6.2.1. Biomasa: airekoa eta lurpekoa

Bimasaren suntsiketak edo kentzeak eragindako karbono-isurpenak 5. ekuazioan eta 6. ekuazioan oinarrituta kalkulatu ziren; kalkuluaren 1. Mailaren kasuan, bihurtetaren aurretiko landaredia bertatik guztiz kentzen zela ($B_{\text{DESPUÉS}} = 0$) eta hurrengo urteetan biomasa biziaren galerak eta pilaketak zeroren baliokide zirela balioetsi zen (IPCC, 2006). Horrenbestez, biomasako karbono guztia bihurteta gertatu eta hurrengo urtean askatzen da atmosferara, lekuan bertan nahiz handik kanpo.

Bestelako lur bihurtutako baso-lurretan, bihurtetaren aurretiko baso-biomasa (B_{ANTESI}) arestian, baso-lurrei buruzko atalean, alegia, deskribatu den moduan balioetsi zen.

4.6.2.2. Hildako materia organikoa: hildako egurra eta orbela

IPCC Taldearen kalkulu-prozedurako 1. Mailari eta 2. Mailari jarraiki, bihurtetaren ondoren biomasan eta hildako materia organikoan karbonorik geratu ez zela balioetsi zen, hau da, biomasako karbono-izakin guztiak bihurteta-urtean isuri zirela.

Bestelako lur bihurtutako baso-lurretan, bihurtetaren aurretiko hildako materia organikoa arestian, baso-lurrei buruzko atalean, alegia, deskribatu den moduan balioetsi zen.

4.6.2.3. Lurzoruko karbono organikoa

Bestelako lur bihurtutako lurretan dauden karbono-izakinen aldaketak 7. ekuazioaren eta 8. ekuazioaren bidez kalkulatu ziren. Kalkulurako 1. Mailari jarraiki, bihurtetaren aurretik bertan zeuden lurzoruko karbono-izakinak ($SOC_{(0-T)}$) kalkulatzeko, erreferentziatzko lurzoruko karbono organikoaren izakinak hartu ziren kontuan (SOC_{REF}), baita sistema desberdinetarako izakinen aldaketa-faktoreak (F_{LU} , F_{MG} eta F_i ; hauen guztien balioa 1,00 da baso-lurren kasuan) eta 20 urteko trantsizio-aldia ere. 1. Mailan, trantsizio-aldiaren ostean «bestelako lurren» lurzoruko karbono-izakinak (SOC_0) zeroren baliokide direla onartzen da.

5. CO₂ EZ DIREN BEROTEGI-EFEKTUKO GASEN ISURPENAK LULUCF SEKTOREAN

Lurraren erabilerak eragindako CH₄ eta N₂O isurpenak zehazteko hezegune bihurtutako azalera eta erretako nahiz sututako azalera hartu ziren kontuan.

5.1. CH₄ isurpenak hezeguneetan

Lurra hezegune bihurtzean eragindako CO₂ isurpenez gain, hezeguneetan CH₄ isurpenak ere gertatzen dira. Urak hartutako lurretatik eratorritako CH₄ isurpenak balioesteko 1. Mailaren metodoak (10. ekuazioa) izotzik gabeko garaian gertatzen diren isurpenak bakarrik hartzen ditu kontuan (izotzak estalitako garaian gertatzen diren isurpenak nulutzat jotzen dira).

10. ekuazioa

$$\text{Emisiones de CH}_{4 \text{ ww inundación}} = P \cdot E (\text{CH}_{4})_{\text{dif}} \cdot A_{\text{inundación_superficie_total}} \cdot 10^{-6}$$

Bertan:

Emisiones de CH₄ WW inundación = Urak hartutako lurretatik eratorritako CH₄ isurpenak, guztira (Gg CH₄ urtea⁻¹).

P = Izotzik gabeko garaia (urteko egunak⁻¹) (EAEren kasuan, urteko 365 egunak).

E (CH₄)_{diff} = Difusio bidezko isurpenen eguneko batez bestekoa (kg CH₄ ha⁻¹ eguna⁻¹). EAEko guneepe eta hezean 0,150 kg CH₄ ha⁻¹ eguna⁻¹ isuri zirela zenbatetsi zen (IPCC Taldearen 2006ko 3A.2 Koadroa), hezegune-bihurketak eremu epel hezean bakarrik gertatu zirela ontzat hartuta (ez Arabako Errioxan).

A_{inundación_superficie_total} = Urak hartutako azalera osoa, urak hartutako lurra, lakuak eta ibaiak barne (ha). 10. ekuazioa erabil daiteke urak hartutako lurren eremu osotik eratorritako isurpenak kalkulatzeko, baina uholdeen eraginez «hezegune bihurtutako lurra» bakarrik kudeatu zirela suposatzen, eta ez hezegune guztiak, hedapen bidezko CO₂ isurpenen balioespenean egin zen bezala.

5.2. Baso-lurren eta belardi/larreen suteek eragindako CH₄ eta N₂O isurpenak

Suak eragindako isurpenen artean ditugu, CO₂az gain, erregaiaren errekuntza ez-osoan sortzen diren beste BEG batzuk edo horien aitzindariak (CO, CH₄, metanoa ez diren osagai organiko lurrunak, N₂O, NO_x eta abar).

Kudeatutako lurretan gertatu diren mota guztietako sute eta erreketen (sute kontrolatuak nahiz naturalak) BEG isurpenak balioetsi behar diren arren, informazio-gabezia dela-eta, EAEko suteek eragindako isurpenak bakarrik hartu ziren kontuan.

Suteek biomasari (airekoari bereziki) eta hildako materia organikoari (orbela eta hildako egurra) eragiten diete, baso-lurretan bereziki. Suak basoko zuhaitziaren zati bat hiltzeko moduko intentsitatea badu, kalkulurako 1. Mailaren bitartez, hildako biomasan dagoen karbono edukia berehala atmosferara askatzen dela suposatuta behar da; sinplifikazio horrek sutea izan den urteko benetako isurpenen gainestimazio bat eragin dezake. Bestalde, kalkulurako 1. Mailan, hildako materia organikoaren CO₂ isurpenak erretako basoetan zeroren baliokide direla onartzen da baso horiek ez direnean suaren eraginez hiltzen. EAEko inbentarioetan behar bezala hartu dira kontuan bi hipotesi horiek.

Suteen ondorioz sor daitekeen eta deskonposizioarekiko oso erresistentea den karbono-stockari (egur-ikatz) dagokionez, kalkulurako 1. Mailan ez da hura kontuan hartzen, honen ezagueran dau den mugak direla eta.

Hau guztia kontuan izanda, kalkuluaren 1. Mailarako suteek eragindako BEG isurpenak kalkulatu ziren, 11. ekuazioan oinarrituta:

11. ekuazioa

$$L_{\text{fuego}} = A \cdot M_b \cdot C_f \cdot G_{\text{ef}} \cdot 10^{-3}$$

Bertan:

L_{fuego} = Suak eragindako BEG isurien kantitatea, BEG bakoitzeko t-tan. EAEko inbentarioetan BEG gisa kontabilizatu ziren CO₂, CH₄ eta N₂O isuriak. Labore-lur eta belardi/larreetako biomasa-errekuntzak eragindako CO₂ isurpenak ez ziren kontabilizatu, IPCC Taldearen arabera, biomasa-mota horretan urteko CO₂ xurgapenak (hazkundearen bitartez) eta urteko CO₂ isurpenak (deskonposizio edo suteen eraginez) orekatuta baitaude.

A = Erretako azalera (ha).

M_b = Erretzeko eskuragarri dagoen erregai-masa (t ha⁻¹), biomasa, orbela eta hildako egurra barne hartuta. Nolanahi ere, eta arestian adierazi den moduan, kalkulurako 1. Mailan, orbelen eta hildako egurraren gordailuak zeroren baliokide direla onartzen da, lurraren erabileran aldaketaren bat izan den kasuetan salbu.

C_f = Errekuntza-faktorea, adimentsionala. Ez da bertan dagoen erregai guztia erretzen (erretako azalera dagoen erregai-dentsitatearen, sute-motaren eta abarren arabera da). Errekuntza-faktorea benetan erretzen den erregaiaren proportzio edo ehunekoaren neurri bat da.

G_{ef} = Isurpen-faktorea ($g\ kg^{-1}\ DM$ errea). Balio horiek IPCC Taldearen 2006ko 2.5 Koadrotik hartu ziren ($4,7$ eta $2,3\ g\ CH_4\ kg^{-1}$ eta $0,26$ eta $0,21\ g\ N_2O\ kg^{-1}$, hurrenez hurren, gune tropikaetik kanpo dauden baso-lurretan eta belardi/larreetan).

Baso-lurren kasuan, erretako (M_b) biomasa (airekoa eta lurpekoa) kalkulatu zen suak hartutako azalera oinarritzat hartuta, baso-lurrei buruzko atalean dagoeneko deskribatu den moduan; gainera, hura guztia erretzen zela hartu zen kontuan ($C_f = 1$). Erretako belardi/larreen kasuan, batik bat sastrakadiak eta zuhaixkak erretzen zirela balioetsi zen, eta horien $M_b * C_f$ produktua $26,7\ t\ DM\ ha^{-1}$ zen (IPCC, 2.4 Koadroa).

Baso-suteei dagokienez, honela jardun zen horien isurpenak bi aldiz ez kontabilizatzeko (batetik, suteek eragindako CO_2 galera gisa, baso-lurren kasuan deskribatutako «irabazi eta galeren» metodoan, eta bestetik, suteek eragindako beste BEG batzuen isurpen gisa):

- Lehenik eta behin, eta suteetan benetan erretako zatia ezagutzen ez genez, bertan zegoen biomasa guztia erretzen zela balioetsi zen (airekoa nahiz lurpekoa).
- Gero, suteak jasandako azalera zegoen baso-biomasa osoko karbono edukia zehaztu zen.
- Azkenik, IPCC Taldeak eskainitako (IPCC, 2006) CO eta CH_4 isurpen-faktoreekin biderkatu zen biomasa horretan finkatutako karbonoa; gainerako karbono guztia (% 89,6) CO_2 gisa isuri zela balioetsi zen. Horrela, biomasan zegoen karbonoaren % 100 isurtzen zen.

Baso-lurren erretako azalera-datuak Foru Aldundien, BI-1996 inbentarioaren eta MAGRAMAren aldetik lortu ziren (baso-lurrei buruzko atalean deskribatu den moduan). Belardi/larreen kasuan (sastakadiak eta larreak), erretako azalera Foru Aldundien 1990. urterako datuetatik eta MAGRAMAren gainerako urteetarako datuetatik eskuratu zen.

5.3. Lurrak labore-lur bihurtzeak eragindako N₂O isurpenak

Lurrak labore-lur bihurtzen direnean mineralizatu egiten da materia organikoa, eta horrenbestez, lurzoruko karbono organikoa (SOC) galtzen da CO₂ gisa; era berean, lurzoruko nitrogeno organikoa galtzen da N₂O isurien bidez. Bihurketa horiekin loturiko lurzoruko karbono organikoaren galera labore-lurren atalean deskribatu den moduan kalkulatu zen; bestalde, N₂O isurpenak kalkulatzeko (IPCC Taldearen 2006ko inbentarioaren 4. liburukiko 11. kapituluaren «F_{SOM}» gisa izendatutako terminoa), isuritako SOC tona bakoitzeko 0,067 t nitrogeno isuri zirela hartu zen kontuan, N₂O gisa. Izan ere, labore-lur bihurtutako belardi/larreetako edo baso-lurretako materia organikoaren C/N erlazioa 15 da IPCC Taldearen arabera. N isurpenak N₂O isurpen bihurtzeko, horiek 44/28 balioarekin biderkatu besterik ez dira egin behar, betiere horien masa atomikoak eta molekularrak kontuan hartuta.

6. LULUCF SEKTOREAN KONTABILIZATU EZ DIREN BEG ISURIAK

LULUCF sektorerako egiten diren BEG inbentarioetan balioetsi beharreko isurpen guztien artean, EAEko 1990 eta 2008. urteetako inbentarioetan ez ziren honako hauek kontabilizatu:

- “Baso-lurrei” eta “bestelako lurrei” dagozkien erabilera-kategorietan nitrogenodun ongarriak aplikatuzetik eratorritako N_2O isurpen zuzenak. Izan ere, nitrogeno-ekarpen horiek ez ziren garrantzitsutzat jo, ongarritutako baso-azalaren ehuneko txikia eta aplikatutako dosi baxuak zirela eta.
- Produktu kareztatuak aplikatuzetik eratorritako CO_2 isurpenak. Lurzoruaren azidotasuna murrizteko erabiltzen den kareztadurak CO_2 isurpenak eragin ditzake kareztadura hori kare forman egiten bada ($CaCO_3$ edo $CaMg(CO_3)_2$, adibidez), kareak disolbatu eta bikarbonatoa askatzen baita (HCO_3^-); eta azken hau CO_2 eta ur bihurtzen da. EAEko lurzoru gehienek azidotasun handia badute ere, isurpen horiek ez ziren aintzat hartu honako bi arrazoi hauek direla eta: erabilitako karezko medeagarri karbonatatuaren kantitateei buruzko informazioarik eza eta horien erabilerak 1990 eta 2008. urteen artean aldaketa garrantzitsurik izan ez duenaren ustea.

II. ERANSKINA
BASO-BIOMASAK FINKATUTAKO KARBONOA BALIOESTEKO
BI METODOLOGIEN KONPARAZIOA

1990 eta 2008. urteetako BEG inbentarioen ziurgabetasuna balioesteko —bereziki EAEko baso-biomasari dagokionez— berriz zenbatetsi zen basoen hazkundeak eragindako CO₂ xurgapena, izakinen arteko aldean oinarritutako metodoa erabiliz. Gogoratu dezagun IPCC Taldeak (2006) CO₂ xurgapenak zehazteko bi metodo baliagarri proposatzen dituela: batetik, «irabazien eta galeren metodoa», eta bestetik, «izakinen arteko aldean oinarritutako metodoa» (ikus I. Eranskina).

1. BASO-BIOMASAN FINKATUTAKO KARBONOA BALIOESTEKO IZAKINEN ARTEKO ALDEAN OINARRITUTAKO METODOA

EAEko 1990 eta 2008. urteetako BEG inbentarioetan «irabazi eta galeren metodoa» erabili zen baso-biomasako karbono-isurpenak eta -xurgapenak balioesteko. Bestalde, eranskin honetan «izakinen arteko aldean oinarritutako metodoa» aplikatzen da; honen bidez, baso-biomasan dauden karbono-izakinen arteko aldea kuantifikatzen da bi momentu desberdinetan.

1990. urteko inbentarioaren kasuan, karbono-stocken arteko aldea zehazteko 1972 eta 1996. urteak erabili ziren; 2008ko inbentariorako, aldiz, estrapolazioa egiteko 1996 eta 2005. urteak alderatu ziren. 3 urte horiek (1972, 1996, 2005) erreferentzia gisa erabili ziren, horien guztien baso-inbentarioak baitaude (BI-1972, BI-1996, BI-2005). Halaber, 2010. urteko baso-inbentarioa dugu, 2015. urtera aldera egitea espero den inbentarioaren aurrerapen gisa, baina oso berria denez, ez da izakinen arteko aldean oinarritutako metodoa aplikatzeko erabili.

Baso-inbentarioetako (BI-1972, BI-1996, BI-2005) azalera-unitate bakoitzeko zurgai-izakinak (m³ ha⁻¹) MAGRAMaren web orrialdetik eskuratu ziren. Kalkuluak egiteko erabili ziren baso-azalera BEG inbentarioetan irabazi eta galeren metodorako erabili ziren berberak dira (hau da, teledetekzio eta baso-inbentarioetako informazioaren eta datu estatistikoaren arteko konbinazio bat). Izakinen arteko aldean oinarritutako metodoaren 2. ekuazioa aplikatuz (I. Eranskina), 1990 eta 2008. urteetako zurgai-izakinen urteko gehikuntza lortu zen (13. taula).

13. taula. Baso-biomasan finkatutako karbonoaren balioespena, karbono-izakinaren arteko aldean oinarritutako metodoa erabiliz: abiapuntuako informazioa. Baso-inbentarioetatik eskuratutako baso-azalera (ha) eta egur-bolumena, azalarekin (m³ BA/ha) (Iturria: MAGRAMA. http://www.magrama.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/tablas_resumen_IFN3.aspx).

	Egur-bolumena (m ³ BA/ha)					Baso-lurrak (ha)				Egur-bolumena (m ³ BA)				Baso-biomasazurgaiaren gehikuntza (m ³ BA/urtea)			
	BI-1972	1996	2005	BI-1996	Interpolazioa eta estrapolazioa	BI-2005	1972	1990	2008	1972	1990	2008	1972	1990	2008	1990	2008
Urtea	1972	1996	2005	BI-1996	Interpolazioa eta estrapolazioa	BI-2005	1972	1990	2008	1972	1990	2008	1972	1990	2008	1990	2008
Araba	77,01	83,46	108,44	81,8	116,8	116,8	98.302	126.880	133.020	7.570.237	10.384.811	15.532.302	156.365	156.365	285.972	285.972	285.972
Bizkai	95,27	127,08	144,47	119,1	150,3	150,3	126.721	125.475	129.507	12.072.710	14.947.523	19.460.585	159.712	159.712	250.726	250.726	250.726
Gipuzkoa	70,40	130,68	164,26	115,6	175,5	175,5	115.327	116.200	119.489	8.119.021	13.433.882	20.964.743	295.270	295.270	418.381	418.381	418.381
EAE	81,00	112,12	137,79	104,3	146,3	146,3	340.350	368.555	382.016	27.761.967	38.766.216	55.957.631	611.347	611.347	955.079	955.079	955.079

14. taula. Baso-biomasan finkatutako karbonoaren balioespena, karbono-izakinaren arteko aldean oinarritutako metodoa erabiliz: baso-biomasazurgaiaren gehikuntza finkatutako karbonoaren gehikuntza bihurtzea.

	Baso-biomasazurgaiaren gehikuntza (m ³ BA/urtea)			⁽¹⁾ Hedapen-faktorea (aireko t/temborren t)			⁽²⁾ Dentsitatea (t ML/m ²)			⁽³⁾ C edukia (t C/ML)			⁽⁴⁾ Sustraiak/Airekoa (t/ML)			Baso-biomasaren gehikuntza (t C/urtea)	
	1990	2008	2008	1990	2008	2008	1990	2008	1990	2008	1990	2008	1990	2008	1990	2008	
Urtea	1990	2008	2008	1990	2008	2008	1990	2008	1990	2008	1990	2008	1990	2008	1990	2008	
Araba	156.365	285.972	285.972	1,45	1,46	0,54	0,53	0,54	0,49	0,49	0,27	0,27	74.912	138.822	138.822	138.822	
Bizkai	159.712	250.726	250.726	1,28	1,32	0,43	0,46	0,46	0,50	0,50	0,26	0,26	55.740	94.962	94.962	94.962	
Gipuzkoa	295.270	418.381	418.381	1,33	1,37	0,45	0,48	0,48	0,50	0,50	0,25	0,25	109.687	169.409	169.409	169.409	
EAE	611.347	955.079	955.079										240.340	403.192	403.192	403.192	

(1), (2), (3) eta (4) balioak 15. taulatik lortu dira.

ML: Materia lehorra

15. taula. Baso-biomasan finkatutako karbonoaren balioespina, karbono-izakinen arteko aldean oinarritutako metodoa erabiliz: baso-biomasaz zurgaiaren gehikuntza finkatutako karbonoaren gehikuntza bihurtzeko faktoreen lorpena.

LH	EAEko BEG inbertarizotasun erabilitako balioak										Especie-multzak hartzen duen azalera (%)				Especie-multzak hartzen duen							
	Especie-multzak		Hedapen-faktorea		Dentsitatea		C edukiak		Sustraiak/lainkoak		BI-1986 eta BI-1996		BI-2005		Hedapen-faktorea		Especie-dentsitatea		C edukiak		Sustraiak/lainkoak	
	(t)	(t C/ha)	(t C/ha)	(t C/ha)	(t C/ha)	(t C/ha)	(t C/ha)	(t C/ha)	(t C/ha)	(t C/ha)	(t C/ha)	(t C/ha)	(t C/ha)	(t C/ha)	(t C/ha)	(t C/ha)	(t C/ha)	(t C/ha)	(t C/ha)	(t C/ha)	(t C/ha)	(t C/ha)
Araba	<i>Pinus nigra</i>	1,50	0,40	0,40	0,51	0,25	0,25	3,5	4,2	0,05	0,06	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
	<i>Pinus radiata</i>	1,20	0,38	0,38	0,51	0,25	0,25	11,5	8,7	0,14	0,10	0,04	0,03	0,06	0,04	0,03	0,06	0,04	0,03	0,04	0,03	0,02
	<i>Pinus sylvestris</i>	1,40	0,42	0,42	0,51	0,27	0,27	11,9	12,1	0,17	0,17	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,03	0,03
	<i>Pinus halepensis</i>	1,40	0,40	0,40	0,51	0,30	0,30	0,2	0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Quercus ilex</i>	1,60	0,58	0,58	0,48	0,37	0,37	21,8	23,5	0,35	0,38	0,13	0,14	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,08	0,09
	<i>Fagus sylvatica</i>	1,40	0,58	0,58	0,48	0,18	0,18	22,7	23,9	0,32	0,33	0,13	0,14	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,04	0,04
	<i>Quercus robur</i>	1,50	0,58	0,58	0,48	0,28	0,28	10,8	7,7	0,16	0,11	0,06	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02
Bizkaia	<i>Eucalyptus spp.</i>	1,40	0,58	0,58	0,48	0,28	0,28	0,0	0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Quercus faginea</i>	1,50	0,58	0,58	0,48	0,28	0,28	17,7	19,6	0,27	0,29	0,10	0,11	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,05	0,05
	Haztapaia									1,45	1,46	0,53	0,54	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,27	0,27
	<i>Pinus nigra</i>	1,50	0,40	0,40	0,51	0,25	0,25	4,4	5,5	0,07	0,08	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
	<i>Pinus radiata</i>	1,20	0,38	0,38	0,51	0,25	0,25	70,9	56,7	0,85	0,68	0,27	0,22	0,36	0,29	0,18	0,14	0,14	0,14	0,14	0,00	0,00
	<i>Pinus sylvestris</i>	1,40	0,42	0,42	0,51	0,27	0,27	0,5	0,4	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Pinus halepensis</i>	1,40	0,40	0,40	0,51	0,30	0,30	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gipuzkoa	<i>Quercus ilex</i>	1,60	0,58	0,58	0,48	0,37	0,37	4,7	4,4	0,07	0,07	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	<i>Fagus sylvatica</i>	1,40	0,58	0,58	0,48	0,18	0,18	2,8	4,0	0,04	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	<i>Quercus robur</i>	1,50	0,58	0,58	0,48	0,28	0,28	11,4	18,8	0,17	0,28	0,07	0,11	0,05	0,09	0,03	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,05
	<i>Eucalyptus spp.</i>	1,40	0,58	0,58	0,48	0,28	0,28	5,0	9,7	0,07	0,4	0,03	0,06	0,02	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05	0,01	0,01	0,03
	<i>Quercus faginea</i>	1,50	0,58	0,58	0,48	0,28	0,28	0,3	0,4	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Haztapaia									1,28	1,32	0,43	0,46	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,26	0,26
	<i>Pinus nigra</i>	1,50	0,40	0,40	0,51	0,25	0,25	13,8	15,2	0,21	0,23	0,06	0,06	0,05	0,07	0,06	0,03	0,06	0,03	0,06	0,03	0,04
Euzkadi	<i>Pinus radiata</i>	1,20	0,38	0,38	0,51	0,25	0,25	53,1	38,4	0,64	0,46	0,20	0,15	0,27	0,20	0,13	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00	0,00
	<i>Pinus sylvestris</i>	1,40	0,42	0,42	0,51	0,27	0,27	0,2	0,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Pinus halepensis</i>	1,40	0,40	0,40	0,51	0,30	0,30	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Quercus ilex</i>	1,60	0,58	0,58	0,48	0,37	0,37	1,7	2,1	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	<i>Fagus sylvatica</i>	1,40	0,58	0,58	0,48	0,18	0,18	14,4	15,0	0,20	0,21	0,08	0,09	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,03	0,03
	<i>Quercus robur</i>	1,50	0,58	0,58	0,48	0,28	0,28	16,7	28,8	0,25	0,43	0,10	0,17	0,08	0,14	0,08	0,14	0,08	0,14	0,05	0,06	0,06
	<i>Eucalyptus spp.</i>	1,40	0,58	0,58	0,48	0,28	0,28	0,1	0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Haztapaia									1,33	1,37	0,45	0,48	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,25	0,25	

ML: Materia lehorra

Zurgai-izakinen urteko gehikuntza (m^3 urtea⁻¹) karbono-tonatan (t C urtea⁻¹) bihurtzeko helburuarekin, eta 2. kapituluko BEG inbentarioetako baso-lurren kasuan erabilitako metodologiaren logika berari jarraiki (IPCC, 2006), izakinak (m^3 urtea⁻¹) hedapen-faktoreekin (m^3 m⁻³), egurraren dentsitatearekin (t m⁻³) eta karbono-edukiarekin (t C/t ML) biderkatu ziren; gero, lurpeko biomasaren karbonoa batu zen sustraietako biomasa/aireko biomasa erlazioaren bitartez (ikus 14. taula).

Azkenik, eta lurralde historiko bakoitzeko eta inbentario-urte bakoitzeko hedapen-faktore, dentsitate eta abar egokiak erabili ahal izateko, baso-inbentarioetako baso-espezieek hartutako azalera atera ziren (BI-1972, BI-1986, BI-1996, BI-2005), horiek irabazi eta galeren metodora bezala multzokatu ziren, eta erabilitako parametro bakoitzeko balioak haztatu edo ponderatu ziren (hedapen-faktoreak, dentsitateak, karbono-edukia, eta abar) espezie-multzoen banaketa kontuan hartuta, horrela, horiek lurralde eta urtearen arabera egokitzeko (ikus 15. taula). BI-2005 inbentarioari dagozkion datuak erabili ziren 2008. urteko inbentariarako.

2. EMAITZAK: LULUCF SEKTOREKO BEG INBENTARIOAK, BASO-BIOMASAKO IZAKINEN ARTEKO ALDEAN OINARRITUTAKO METODOA APLIKATUZ

1990 eta 2008ko BEG inbentarioen barnean, izakinen arteko aldean oinarritutako metodoaren bitartez lortutako baso-biomasako karbono-xurgapenaren emaitzak ordezkatzean, honako hau ikusi zen:

- 2008. urteko CO₂ finkapenak, irabazi eta galeren metodoarekin bezala, 1990. urtekoak baino handiagoak izan ziren, % 6,4 handiagoak bakarrik izan arren (16. taula); gogoratu dezagun, irabazien eta galeren metodoa erabili zenean, horiek % 13,2 handiagoak izan zirela.
- Baso-biomasako CO₂ finkapenak irabazi eta galeren metodoaren bidez lortutakoak baino askoz txikiagoak izan ziren (EAEn, guztira, % 55,1 txikiagoak). Horrenbestez, LULUCF sektore osoan BEG xurgapenak ziren nagusi (isurpenen aldean), magnitude-ordena askoz txikiagoa zen baina (EAEn, guztira, % 42,2 txikiagoak) (16. taula).
- Baso-biomasak LULUCF sektoreko xurganei egindako ekarpena murriztean, gainerako karbono-gordailuek garrantzia handiagoa hartu zuten, lurzoruko karbono organikoak bereziki (17. taula); horrela, CO₂ finkapenen % 42 eta % 12 inguru lurzoruetan gertatu zen 1990 eta 2008. urteetan, hurrenez hurren (baso-biomasan irabazi eta galeren metodoa erabiltzean lurzoruetan finkatzen zen % 25arekin eta % 7arekin alderatuta).

16. taula. 1990 eta 2008ko inbentarioetako BEG isurpenen (-) eta xurgapenen (+) emaitzak (CO₂ balioakide bihurtuta), erabilera-kategorien eta lurralde historikoaren arabera, betiere baso-biomasako izakinen arteko aldean oinarritutako metodoa aplikatuta.

Lurraren erabilera-kategoriak	CO ₂ balioakideak (Gg CO ₂ -eq urte ⁻¹)		Urteko zenbateko osoaren %		Lurralde historikoko zenbateko osoaren %		
	1990	2008	1990	2008	1990	2008	
ARABA	Baso-lurrak	492	539	30,1	31,7	101,2	81,2
	Labore-lurrak	0	31	0,0	1,8	0,0	4,6
	Belardilurreak	-1	115	-0,1	6,7	-0,2	17,3
	Hezeguneak	-3	0	-0,2	0,0	-0,7	0,0
	Asentamenduak	-1	-20	-0,1	-1,2	-0,3	-3,0
	Bestelako lurrak	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
GUZTIRA	477	665	29,8	39,0	100,0	100,0	
BIZKAIA	Baso-lurrak	197	364	12,3	21,3	38,7	95,3
	Labore-lurrak	0	14	0,0	0,8	0,0	3,7
	Belardilurreak	318	45	19,9	2,6	62,5	11,8
	Hezeguneak	-1	0	0,0	0,0	-0,1	0,0
	Asentamenduak	-5	-41	-0,3	-2,4	-1,0	-10,6
	Bestelako lurrak	0	0	0,0	0,0	0,0	-0,1
GUZTIRA	509	382	31,8	22,4	100,0	100,0	
GIPUZKOA	Baso-lurrak	389	634	24,3	37,2	63,3	96,5
	Labore-lurrak	0	4	0,0	0,2	0,0	0,6
	Belardilurreak	228	33	14,3	2,0	37,1	5,1
	Hezeguneak	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Asentamenduak	-2	-13	-0,1	-0,8	-0,4	-2,0
	Bestelako lurrak	0	-1	0,0	0,0	0,0	-0,1
GUZTIRA	615	657	38,4	38,6	100,0	100,0	
EAE	Baso-lurrak	1.088	1.537	66,7	90,2	66,7	90,2
	Labore-lurrak	0	49	0,0	2,9	0,0	2,9
	Belardilurreak	545	193	34,1	11,3	34,1	11,3
	Hezeguneak	-4	0	-0,3	0,0	-0,3	0,0
	Asentamenduak	-9	-74	-0,6	-4,3	-0,6	-4,3
	Bestelako lurrak	0	-1	0,0	-0,1	0,0	-0,1
GUZTIRA	1.601	1.704	100,0	100,0	100,0	100,0	

17. taula. Karbonoaren balantzean inplikaturako gordailu bakoitzeko (biomasa, hildako materia organikoa eta lurzoruko karbono organikoa) karbonoaren ehunekoa, EAEn, 1990 eta 2008. urteetan, betiere baso-biomasako izakinen arteko aldean oinarritutako metodoa aplikatuta.

	1990				2008				
	Biomasa	Hildako materia organikoa	Lurzoruko karbono organikoa	C Balantzea	Biomasa	Hildako materia organikoa	Lurzoruko karbono organikoa	C Balantzea	
EAE	Baso-lurrak	80	6	14	100	96	3	1	100
	FF	100	0	0	100	100	0	0	100
	CF	23	20	57	100	39	1	60	100
	GF	54	46	0	100	62	38	0	100
	OF	-	-	-	-	40	25	34	100
	Labore-lurrak	-	-	-	-	71	-1	31	100
	CC	-	-	-	-	69	0	31	100
	FC	-	-	-	-	46	17	37	100
	Belardi/iarreak	3	-1	98	100	-10	-4	114	100
	GG	-	-	-	-	0	0	100	100
	FG	70	30	0	100	71	29	0	100
	CG	4	0	96	100	2	0	98	100
	Hezeguneak	100	0	0	100	-	-	-	-
	WW	-	-	-	-	-	-	-	-
	CW	100	0	0	100	-	-	-	-
	Asentamenduak	39	0	61	100	32	2	66	100
	SS	-	-	-	-	-	-	-	-
	FS	-	-	-	-	58	19	23	100
	CS	39	0	61	100	31	0	69	100
	GS	-	-	-	-	29	0	71	100
	WS	-	-	-	-	29	0	71	100
	Bestelako lurrak	-	-	-	-	58	19	22	100
	OO	-	-	-	-	-	-	-	-
	FO	-	-	-	-	58	19	22	100
	GUZTIRA	54	4	42	100	86	2	12	100

Kuantifikazio-metodo desberdinak erabilia (irabazien eta galeren metodoa, eta izakinen arteko aldean oinarritutako metodoa) lortu diren baso-biomasako CO₂ finkapenen arteko desberdintasunak honako arrazoi honetan oinarritzen dira nagusiki: EAEn aurreikusitako hazkunde-tasen arabera kalkulaturako karbonoaren xurgapen-abiadura askoz handiagoa da (18. taula) baso-inbentarioetatik abiatuta balioetsitako biomasa-hazkunde orokorren arabera kalkulaturakoa baino (19. taula).

Izan ere, azken horiek gehiago gerturaten dira basoetako lurzoruek karbonoa finkatzeko edo bahitzeko duten batez besteko abiadurara, baso-biomasak duenera baino. Zentzu horretan, eta baso-lurren erabilera hobetu ostean -baso-birsorkuntzaren, ongarriketaren, espezie-aukeraketaren eta baso-degradazioaren murrizketaren gisako jardueren bitartez-, baso-lurzoruko horietan karbono bahitzeko batez besteko abiadura 0,53 t C ha⁻¹ urtea⁻¹ ingurukoa dela balioesten da (FAO,

2001). Bestalde, basoen kudeaketa hobetzeko helburuarekin EAEn landutako beste dokumentu batzuetan $1.058.199 \text{ t C urtea}^{-1}$ inguruko aireko baso-biomasaren gehikuntzak aipatzen dira EAeko 396.701 hektareako baso-azaleraren kasuan; horrenbestez, finkapena $2,67 \text{ t C ha}^{-1}$ (Basalde, 2009) ingurukoa izango litzateke; azken hau, izakinen arteko aldean oinarritutako metodoan erabilitako baso-biomasaren gehikuntzak baino handiagoa, eta irabazi eta galeren metodoan erabilitako hazkunde-tasen oso antzekoa da.

18. taula. Urtean zehar baso-biomasaren finkatzen den karbonoaren balioespena, EAeko hazkunde-tasen arabera. BEG inbentarioetako baso-lurren irabazi eta galeren metodoan erabilitako balioak.

Especie-multzoa	Biomasaaren urteko hazkundera (t ML/ha eta urtea)			Biomasaaren urteko hazkundera (t C/ha eta urtea)		
	Airekoa	Lurpekoa	Guztira	Airekoa	Lurpekoa	Guztira
<i>Pinus nigra</i>	5,24	1,31	6,55	2,67	0,67	3,34
<i>Pinus radiata</i>	5,39	1,35	6,74	2,75	0,69	3,44
<i>Pinus sylvestris</i>	3,86	1,04	4,90	1,97	0,53	2,50
<i>Pinus halepensis</i>	4,02	1,21	5,22	2,05	0,62	2,66
<i>Quercus ilex</i>	3,01	1,12	4,13	1,44	0,54	1,98
<i>Fagus sylvatica</i>	3,12	0,56	3,68	1,50	0,27	1,77
<i>Eucalyptus spp.</i>	13,77	3,83	17,60	6,61	1,84	8,45
<i>Quercus faginea</i>	2,57	0,72	3,29	1,23	0,35	1,58
<i>Quercus robur</i>	4,73	1,32	6,06	2,27	0,63	2,91

ML: materia lehorra.

Kalkulua egiteko $0,51$ eta $0,48 \text{ t C/t ML}$ balioak erabili ziren koniferoen eta hostozabalen kasuan, hurrenez hurren.

19. taula. Urtean zehar baso-biomasaren finkatzen den karbonoaren balioespena, karbono-izakinen arteko aldean oinarritutako metodoa erabiliz, betiere baso-inbentarioetatik lortutako bolumen zurgaila –azala barne dela- oinarritzat hartuta (m³ BA/ha) (Iturria: MAGRAMA).

Urtea	Zurgaien bolumena (m ³ BA/ha)					Baso-biomasaren hazkundea (t C/ha eta urtea)	
	BI-1972	BI-1996	BI-2005	Interpolazioa eta estrapolazioa		1990	2008
	1972	1996	2005	1990	2008		
Araba	77,01	83,46	108,44	81,8	116,8	0,13	1,35
Bizkaia	95,27	127,08	144,47	119,1	150,3	0,46	0,73
Gipuzkoa	70,40	130,68	164,26	115,6	175,5	0,93	1,51

Kalkuluan 14. taulako (1), (2), (3) eta (4) balioak erabili ziren.

III. ERANSKINA
ENBOR-HAZKUNDEAREN TASAK
KARBONO-XURGAPEN BIHURTZEA

EAEko balioetsitako enbor-hazkundearen tasak ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{urtea}^{-1}$) karbono-xurgapen ($\text{t C ha}^{-1} \text{urtea}^{-1}$) bihurtzeko orduan, enborren hazkunde-tasak ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{urtea}^{-1}$) hedapen-faktoreekin ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$), egurraren dentsitatearekin (t m^{-3}) eta karbono-edukiarekin (t C/t ML) biderkatu ziren, betiere I. Eranskineko BEG inbentarioetako baso-lurren kasuan erabilitako metodologiaren logika berari jarraiki (IPCC, 2006); azkenik, lurpeko biomasaren karbonoa gehitu zitzaion sutraien biomasa/aireko biomasa erlazioaren bitartez.

Informazio hori guztia (hedadura-faktoreak, egurraren dentsitatea, karbono-edukia, lurpeko biomasaren eta aireko biomasaren arteko erlazioa) 20. taulan laburbiltzen da, I. Eranskinean ere jaso arren.

20. taula. Enborren hazkunde-tasak finkatutako karbonoaren gehikuntza bihurtzeko erabilitako datuak.

Espezie- multzoa	EAEko BEG inbentarioetan erabilitako balioak			
	Hedapen- faktorea (aireko t/enbor t)	Dentsitatea (t ML/m ³)	C edukia (t C/t ML)	Sustraiak/airekoa (t/t)
<i>Pinus nigra</i>	1,50	0,40	0,51	0,25
<i>Pinus radiata</i>	1,20	0,38	0,51	0,25
<i>Pinus sylvestris</i>	1,40	0,42	0,51	0,27
<i>Pinus halepensis</i>	1,40	0,40	0,51	0,30
<i>Quercus ilex</i>	1,60	0,58	0,48	0,37
<i>Fagus sylvatica</i>	1,40	0,58	0,48	0,18
<i>Quercus robur</i>	1,50	0,58	0,48	0,28
<i>Eucalyptus spp.</i>	1,40	0,58	0,48	0,28
<i>Quercus faginea</i>	1,50	0,58	0,48	0,28

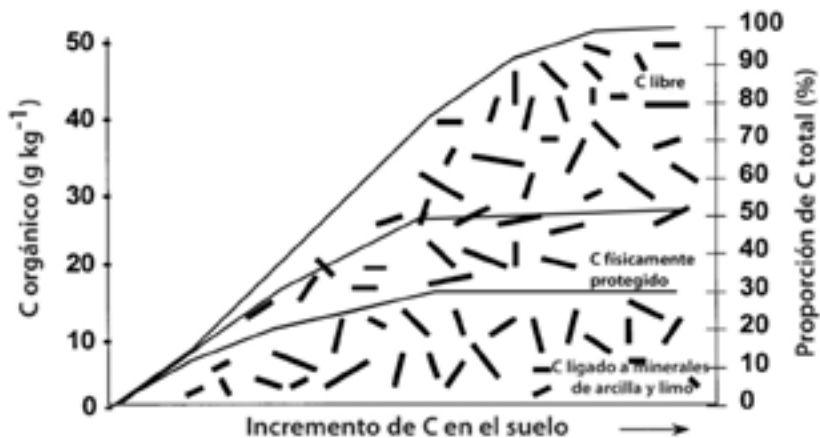
IV. ERANSKINA
LURZORUKO KARBONO ORGANIKOA

Eranskin honetan, EAeko lurzoruek karbonoa finkatzeko duten ahalmenari buruzko 4. kapituluan erabili diren bi metodologiei buruzko xedapenak deskribatzen dira. Honako hauek dira bi metodologia horiek: isurialde atlantikoko baso-lurzoruetan erabilitako dinamika-ereduak eta lurzoruko laginen analisiak.

1. EAE-KO BASO-LURZORUEK KARBONO ORGANIKOA FINKATZEKO DUTEN POTENTZIALA: DINAMIKA-EREDUAK

1.1. Lurzoruko materia organikoaren dinamika-ereduen oinarriak

Lurzoruko materia organikoaren dinamika-eredu gehienek gai organikoak dituzten multzo heterogeneo gisa islatzen dute lurzoruko materia organikoa; horiek deskonposizio-abiadura intrinsekoaren arabera desberdintzen diren hiru gordailu dituzte (4. irudia). Gainera, eredu horiek deskonposizioaren kontrolean eragiten duten faktoreak hartzen dituzte kontuan (tenperatura, hezetasuna, ezaugarri fisiko eta kimikoak, eta abar). Horietako batzuek orekan dagoen lurzoruko karbono-stockaren eta karbono-ekarpenen arteko linealtasuna adierazten dute, karbono-ekarpenen bat dagoen bitartean stocka mugarik gabe handitu daitekeela islatuz. Nolanahi ere, orekan dauden lurzoru batzuek gehikuntza nulua edo ia nulua dute karbono-ekarpenak izan arren; horrenbestez, lurzoruek karbonoaren nolabaiteko ajetasun-muga dutela ondorioztatu daiteke, hau da, karbonoa orekatzeko ahalmen mugatua dutela (Stewart *et al.*, 2007; Six *et al.*, 2002).



4. irudia. Lurzoruko materia organikoaren edukiaren kontzeptuzko ereduak eta gordailu desberdinen euhnekoa, baso-lur epelen kasuan. Carter (2002) eta John *et al.* (2005) autoreen lanetik egokitua.

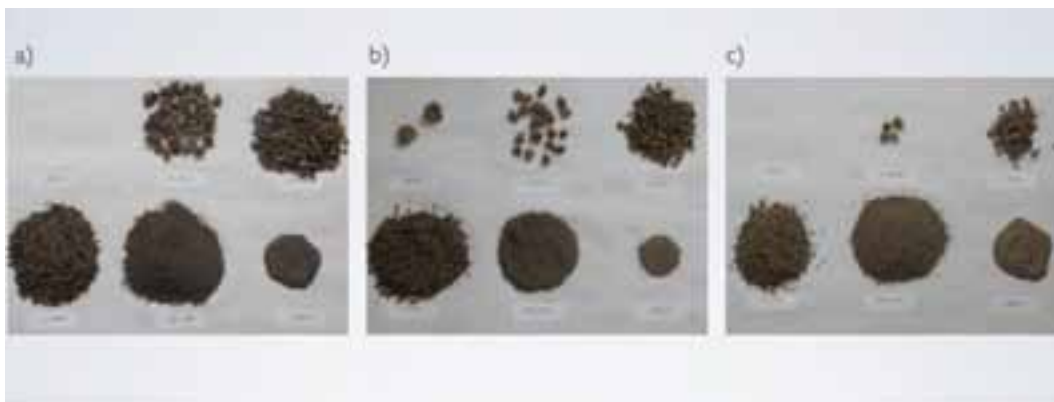
Lurzoruko karbonoaren asetahun-muga lurzoruak karbonoa egonkortzeko duen gehienezko ahalmena da. Karbonoz asetzeko gaitasuna duten 3 gordailuk eragiten dute lurzoruko karbonoa egonkortzeko ahalmen hori. Honako hauek dira 3 gordailu horiek (4. irudia):

a) Babestu gabeko lurzoruko materia organikoa edo materia organiko askea (pool aktiboa).

Babestu gabeko lurzoruko materia organikoaren zatiki honek modu errazenean mineralizatu daitekeen gordailua irudikatzen du. Hau da, mota horretako material gehienak nahiko denbora-tarte motzean metabolizatu daitezke: hilabete eta urte gutxi batzuen artean. Gordailu aktibo hau da mantenugaien iturri garrantzitsuena, mikroorganismoek erraz erabil dezaketena, eta bertan jasotzen da mineralizatu daitekeen nitrogeno gehiena. Trinkotasunari, laborantza-erraztasunari eta ura atxikitzeko ahalmenari dagozkion ondorio onuragarri gehien arduradun nagusia da (Carter, 2002), baita mesofaunaren dibertsitatea mantentzeaz arduratzen dena ere (Hirsch *et al.*, 2009). Pool aktiboa azkar areagotu daiteke landare eta animalien hondakin freskoak gehituta, baina azkar galtzen da gehikuntza horiek murrizten direnean edo kudeaketa intentsiboagoa egiten denean (Cambardella and Elliot, 1992; Imaz *et al.*, 2010; Gartzia-Bengoetxea *et al.*, 2009a). Gordailu honek ez du ia inoiz labore-lur edo belardi/larreetako materia organiko guztiaren % 10 edo 20 baino gehiago hartzen. Halere, baso-lurretan lurzoruko materia organikoaren % 50 arte har dezake, orbelaren kalitateari eta lurzoru horien jarduera mikrobiarrari esker batik bat. Baso epeletan ohikoak izaten diren lurzoru azidoetako jarduera mikrobiar baxuak eta orbelaren bioerabilgarritasun txikiak —beste sistema batzuetako hondakin organikoekin alderatuta— materia organiko askearen pilaketa errazten dute (John *et al.*, 2005).

b) Fisikoki babestua dagoen lurzoruko materia organikoa.

Materia organiko askea deskonposatu eta lurzoruko osagai mineralekin nahastu ahala, hura babestuta geratzen da, oklusio bidez, sortu berri diren agregatuen barnean (edo egiturazko unitateetan) (Tisdall and Oades, 1982). Lurzoru epel gehienetan, agregatuen sorkuntza-dinamikaren eraginez lurzoruko materia organikoaren babes-maila handiagoa da hura okluituta dagoen agregatu-mota txikiagoa izan ahala, eta beraz, babes-maila handiagoa da mikroagregatuen (50-250 μm) barnean okluitutako materia organikoaren kasuan, makroagregatuen (>250 μm) barnean okluitutako materia organikoaren kasuan baino; halere, azken horren babes-maila handiagoa da mikroagregatuetatik kanpo kokatzen direnena baino (Carter, 1996; Christensen, 1996). Karbonoa egonkortzeko eta gordetzeko eginkizun hori bereziki garrantzitsua da erabilera-sistema intentsiboak (laborantza, lurpea lantzeko makina, eta abar) erabiltzen diren lurzoruetan, horiek agregatuetan okluitutako lurzoruko materia organikoa mikroorganismoen eraginpean jartzen baitute; eta horrela, mikroorganismoek metabolizatu baitezakete (Six *et al.*, 2004; Gartzia-Bengoetxea *et al.*, 2009c) (5. irudia). Fisikoki babestuta edo agregatuta geratu den lurzoruko materia organikoak aire- eta ur-infiltrazioa eta lurzoruaren egonkortasuna erregulatzen ditu, eta beraz, iragazkortasun- eta higadura-prozesuekin loturiko adierazle gisa erabil daiteke (Feller and Beare, 1997).



5. irudia. Bigarren errotazioko pinudietako lurzoruen lehen 5 cm-etako agregatuen banaketa: a) Tantai-egoeran dagoen pinudia, mekanizatu gabea; b) Haga-basoaren egoeran dagoen pinudia (makineria pisutsuarekin egindako landaketa); c) Birpopulaketa-egoeran dagoen pinudia (makineria pisutsuarekin egindako landaketa).

c) Buztin- eta limo-mineralekin loturik dagoen lurzoruko materia organikoa (edo gaitasun lehenetsia).

Gordailu hau lurzoruko humusaren ezaugarri koloidalekin loturik dago eta trukaketa-gaitasun kationikoaren (CIC) zati handienaren arduradun da; horrez gain, zuzenean eragiten du ura atxikitzeke ahalmenean. Gainera, lurzoru mineraletako molekula organikoen adsortzioak azalera hidrofoboaren sorrera sustatzen du, lurzoruko materia organiko hori mikroorganismoentzat eskuraezin utziz (Ludwig *et al.*, 2008).

Buztin- eta limo-mineralek konplexu organo-mineral oso egonkorak osatzeko gaitasuna dute (100 urte baino gehiago irauten dute lurzoruan) materia organikoko talde anioniko eta/edo kationikoen eta jatorrizko arrokatik eratorritako konposatu mineralen arteko konplexuen sorrerari esker. Horrenbestez, lurzoruaren zati mineralean karbonoa egonkortzeko ahalmen hori lurzoru horretan dagoen buztin- eta limo-kantitateak zehazten du; era berean, hura jatorrizko litologiaren arabera da hein handi batean, EAEkoak bezalako lurzoru gazteen kasuan.

Zatik mineral horrekin loturiko karbono-kantitatea oso modu motelean handitzen edo txikitzen da, hura baita zatikirik babestua. Dena den, eta lurzoruaren erabilera-praktikekiko sentikortasun txiki duen zatikia izan arren, modu intentsiboan erabilitako lurzoruetan karbono asko galdu daiteke, eta lurzoru horiek lurzoruaren gaitasun lehenetsia baino karbono kantitate txikiagoak izan ditzakete. Buztin- eta limo-mineralekin loturik dagoen materia organikoak lurzoru gehienetako materia organikoaren % 30 inguru osatzen du (4. irudia).

1.2. Baso-lurzoruetan karbonoa pilatzeko gaitasun lehenetsia eta karbonoa bahitzeko potentziala zehazteko metodologia

Lurzoru gehienetan karbonoa pilatzeko gaitasun lehenetsia lurzoruko materia organikoaren % 30ekoa dela, gaitasun lehenetsia buztin- eta limo-edukiaren arabera dela, eta buztin- eta limo-kantitatea hein handi batean litologiaren arabera dela kontuan hartuta -lurzoru gazteetan batik bat, EAEko lurzoruen kasuan bezala-, EAEko mapa litologikoa aztertzeari ekin zitzaion.

EAEko mapa litologikoa Energiaren Euskal Erakundeak (EEE) 1999an egindako 1:25000 eskalako mapa geologikoaren laburpen bat da; bertan, klase geologikoak multzokatzen ziren, horien ezaugarri fisiko eta kimikoetan oinarrituta (Eusko Jaurlaritza, 2011). Multzokatzeko hori egin arren, mapa litologikoan 200 multzo agertzen dira. Informazio-kantitate hori guztia dela-eta, mapa hori ez da oso tresna erabilgarria kudeaketa-proposamenak egiteko.

Horregatik, mapa litologikoko informazioa laburbildu zen multzoak algoritmo matematiko bidez elkartuz, betiere lurzoruko laginen analitikak oinarritzat hartuta eta mapa erabilgarri bat eskuratzeko helburuarekin, kudeaketa-proposamenen oinarri gisa. Horrela, 10 multzo homogeen (*cluster*) egin ziren testura eta pH-a kontuan hartuta, *k-means* algoritmoa erabilita; horretarako, baso-lurren 1.180 lagin aztertu ziren (0-25 cm) NEIKER-Tecnaliaren laborategietan, 2005 eta 2010. urteen arteko PEFC baso-ziurtagiriaren kudeaketa-planetarako.

Horiek Arabako isurialde kantauriarrean eta Bizkaian kokaturiko unada georreferentziatuen laginak ziren. Halere, aztertutako gunek behar bezala ordezkatzeko zituen EAEko eremu atlantikoko baso-masak, Gipuzkoa barne, 4 baso-espezie ordezkatzeko baitzituen (*Pinus radiata*, *Eucalyptus* sp., *Pseudotsuga menziesii* eta *Fagus sylvatica*), isurialde atlantikoko baso-azaleraren % 61 inguru hartzen dutenak (radiata pinuak, eukaliptoak, Douglas izeiak eta pagoak isurialde atlantikoko baso-azaleraren % 48, % 5, % 1 eta % 7 hartzen dute, hurrenez hurren). Espezie horien irudikapenak EAEko eremu atlantikoko baso-paisaiaren nahiko irudi erreala ahalbidetuko liguke.

10 multzo litologiko homogeen edo *cluster* horietan behar bezala sailkatu ziren laginen % 91. Dena den, eremu batzuk «ezezagun» gisa sailkatu ziren, horiek sailkatzeko nahikoa informazio analitiko ez zegoelako. Mapa litologikoa laburbildu ostean, *cluster* bakoitzari bertan nagusitzen zen eta bertako testuraren eta pH-aren ezaugarriak hobekien ordezkatzeko dituen litologiaren izena eman zitzaion.

Cluster horietako bakoitzarentzat buztin eta limoen batez besteko edukia zehaztu zen, baita pH-aren batez besteko balioa ere, egindako analitika-balioen batez besteko aritmetikoa erabiliz. Horrela, *cluster* bakoitzaren kasuan zatiki mineralaren karbonoa egonkortzeko ahalmena kalkulatu ahal izan zen (gaitasun lehenetsia), Six *et al.* (2002) autoreek garatutako eredu baten bitartez.

Gero, lurzoruen karbonoa egonkortzeko gehienezko ahalmena zehazteko helburuarekin, bahitzeko potentzialaren ehunekoa kalkulatu zen, lurzoruaren gaitasun lehenetsiak -buztin- eta limo-edukien araberakoak, alegia- bahitzeko potentzialaren % 30 inguru osatzen duela kontuan hartuta, betiere lurzoruko materia organikoaren dinamika-ereduak kontuan hartuta.

1.3. EAEko isurialde atlantikoko baso-lurzoruetako karbono-izakinak zehazteko metodologia

Baso-lurretan karbonoa pilatzeko gaitasun lehenetsia balioesteko erabili ziren 1.180 lagin horiek berriz erabili ziren egur ekoizpena xedaturiko EAEko isurialde atlantikoko (Bizkaia eta Araba kantauriarra) 3 baso-espezie hauek hazten diren lurzoruetako karbono organikoa zehazteko: *Eucalyptus globulus* Labill., *Pinus radiata* D. Don eta *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco. EAEko baso-sektorearen egoera ekonomikoa eta baso-masen osasun-egoera dela-eta, Bizkaian *Eucalyptus nitens* espeziearen landaketak areagotzen ari dira lehengo *Pinus radiata* unadetan. Horregatik, espezie hori aurkitu zen lursailak pinuari zegozkiola erabaki zen.

Bestalde, BASONET Sareko beste 48 lurzoru-lagin erabili ziren *Fagus sylvatica* espeziea kokatzen zen lursailletako lurzoruak bereizteko.

Pinu, eukalipto eta Douglas izeiaren masak birpopulatuak, mendi basatiak, haga-basoak edo tantaiak ziren bereizi zen, Cantero *et al.* (1995) autoreen arabera. Pago-masa guztiak, ordea, elkarrekin hartu ziren, masa-egoeraren arabera bereizketarik egin gabe.

Hektarea bakoitzeko karbono-izakinak kalkulatzeko, aztertutako 1.228 laginetako karbono organiko osoaren kontzentrazioa biderkatu zen haren dentsitate aparentearekin eta lagindutako sakontasunarekin (25 cm).

Lurzoruaren dentsitate aparentea balioesteko, BASONET Sarearen 300 lagin aztertu ostean, NEIKER-Tecnalia taldeak baso-lurzoruentzat garatutako honako pedotransferentzia-ekuazio hauek erabili ziren:

- % 45eko buztin-edukia (USDA sailkapena) edo txikiagoa duten lurzoruetan:

$$D_{\text{aparente}} = -0,2135 * \ln(MO) + 1,3185$$

- % 45 baino buztin-eduki (USDA sailkapena) handiagoa duten lurzoruetan:

$$D_{\text{aparente}} = -0,1741 * \ln(MO) + 1,247$$

- Testura ezezaguneko lurzoruetan:

$$D_{\text{aparente}} = -0,2066 * \ln(MO) + 1,3062$$

Bertan,

D_{aparente} : Dentsitate aparentea, g cm^{-3} edo Mg m^{-3} .

MO: Materia organikoaren ehunekoa.

Aztertutako laginetako karbono-stocka zehaztu eta laginok zein baso masa-egoerari zegozkion saikatu ostean, 2005eko Basoen Inbentario Nazionala erabili zen (BI-2005) materia organikoaren balioak azterketa-eremu osoan zehar geografikoki banatu ahal izateko.

2. EAE-KO LURZORUETAN KARBONO ORGANIKOA FINKATZEKO AHALMENAREKIKO HURBILKETA: LURZORUEN ANALISIA

2.1. EAEko baso-lurretako eta basokoak ez diren lurretako karbono-izakinak

EAEko lurzoruen karbono-izakinak -baso-lurretan nahiz basokoak ez diren lurretan- kalkulatzeko, 1995 eta 2006. urteen aldera aztertutako 8.800 bat lurzoru-laginetako materia organikoaren analisiak erabili ziren. Laginketa-puntu horietako lurzoruaren lehen 30 cm-etako karbono organikoaren kantitateak Informazio Geografikoko Sistema bidez interpolatu ziren karbonoaren mapa bat lortu ahal izateko.

Atal honetan, lurzoruaren analisi horietatik abiatuta karbono-izakinei buruzko informazioa lortzeko kontuan hartu diren hainbat alderdi metodologiko deskribatzen dira.

2.1.1. Informazio-iturriak, esparru geografikoa eta lurzoruaren erabilera

Azterketan EAEko lurralde osoko lurzoruen 8.801 datu bildu ziren. Batetik, koordenatu geografikoen bidez (UTM) kokatu ahal izan ziren 7.211 datu bildu ziren (922 datu 1995. urte ingurukoak eta 6.289 datu 2006. urte inguruak). Bestalde, 1995. urte inguruko beste 1.590 datu inguru bildu ziren (guztira, 2.512 datu) UTM bidez kokatu ahal izan ez zirenak —horiek udalerrira kokatu ahal izan ziren.

Datu horiek guztiak IPCC Taldeak proposatutakoen antzeko lur-erabilerekin lotzen saiatu ginen (ikus 2. kapitulua), eta beraz, azkenean honako lurzoru-erabilera hauek lortu ziren:

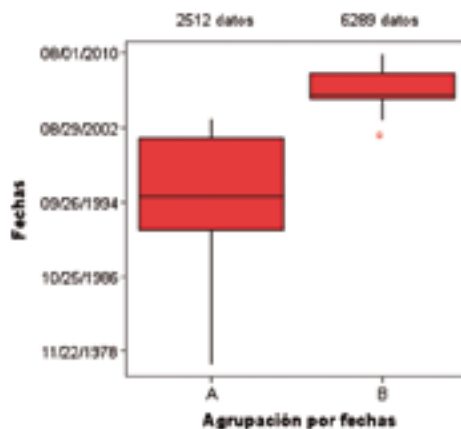
- FC: Espezie koniferoak dituzten baso-lurrak.
- F: Espezie hostozabalak dituzten baso-lurrak.
- M-P: Sastrakadiak, alturako larreak eta belazeak.
- G: Zelaiak, belardiak eta larreak, oro har, baina M-P lurrak kontuan hartu gabe.
- C: labore-lurrak, labore estentsiboak eta baratzeak barne hartuz, eta fruta-arbolak eta mahastiak kanpo utziz.
- frut: Mahastiak ez diren fruta-arbolak dituzten lurrak.
- V: Mahastiak dituzten lurrak.

2.1.2. Laginketa-datak

Iturri desberdinetako lurzoruen analisiari buruzko 8.801 datu bildu eta horiek dataren arabera multzokatzean, bi urteren inguruan zeudela ondorioztatu zen: 1995 eta 2006 (6. irudia).

1995. urtearen inguruan (1977-1995) multzokatutako datuen erdiak 1995eko maiatza baino lehenagoak ziren (mediana: 1995eko maiatza), eta beste erdiak, aldiz, ondorengoak (1995-2003). Datu guztien % 50 1991 eta 2001. urte artekoak ziren.

2006. urtearen inguruan multzokatutako datuei dagokienez, erdiak 2001-2006 urteen artekoak ziren, eta beste erdiak, aldiz, 2006-2010 artekoak (mediana: 2006ko martxoa); datuen erdiak 2005 eta 2008. urteen artekoak ziren.



6. irudia. Lurzoruko karbono-analisen datuak bi urte hauen inguruan multzokatuta: 1995 eta 2006. *Boxplot*ean honako datu hauek ageri dira: lagin-kopurua (goran); 50. pertzentila (laukizuzenaren erdiko lerroa); 25 eta 75. pertzentilak (laukizuzenaren mugak); gehienekoa eta gutxienekoa, *outlier*-ak kanpo utziz (laukizuzenaren zutabeak); laukizuzenaren luzera baino 1,5 eta 3 aldiz handiagoak diren balioak edo *outlier*-ak (zirkuluak); eta laukizuzenaren luzera baino 3 aldiz handiagoak diren muturreko balioak (ez dago horrelakorik).

2.1.3. Materia organikoa zehazteko metodoa

Bildutako datuen jatorri-aniztasuna dena dela, lurzoruetako karbono organikoaren zehaztapen guztiak bide heze bidezko digestioan oinarritu ziren, medio azidoan dikromato potasiko gehiegizkoa eta beroa erabiliz. Dikromatoaren gehiegizko ekarpen hori Mohr gatzarekin baloratu zen. Erredox balorazio bat izanik, metodoak karbono-baliokideak zehazten ditu eta, materia organikoaren oxidazio-egoera 0 dela kontuan hartuta, karbono-baliokideak karbono-gramotara pasatzen dira. Gainera, karbono-edukiaren amaierako emaitza materia organikoaren eduki bihurtzen da, materia organikoaren % 58 karbonoz osaturik dagoela kontuan hartuta.

Metodo honen bitartez, karbono organikoa ez da guztiz oxidatzen; askotan, dikromatoz oxidatzen ez den karbono-frakzioa forma karbonizatuei dagokie.

2.1.4. Dentsitate aparentea: karbonoaren ehunekoak azalera-unitateko kantitate bihurtzea

Lurzoru-laginetako karbono-ehunekoak azalera-unitateko karbono-kantitate bihurtzeko (Mg ha^{-1}), lurzoruaren dentsitate aparentea erabili zen:

$$C (\text{Mg ha}^{-1}) = C (\%) * D (\text{Mg m}^{-3}) * \text{sakonera (m)} * 100$$

Bertan,

C (Mg ha^{-1}): Azalera-unitate bakoitzeko karbono kantitatea (Mg ha^{-1}).

C (%): Lurzoru-lagineko karbono edukia (%).

D (Mg m^{-3}): Lurzoruaren dentsitate aparentea (Mg m^{-3}).

Sakonera (m): Laginketaren sakonera, metroan.

Dentsitate aparentearen eta testuraren datua ez genuen beti izan eskuragarri, eta beraz, NEIKER-Tecnalian garatutako pedotransferentzia-funtzioak erabili ziren lurzoruaren dentsitate aparentea balioesteko, betiere lurzoruko materia organikoaren edukia oinarritzat hartuta (ikus Eranskin honetako aurreko atala).

2.1.5. Karbonoaren banaketa 30 cm-ko sakonera arteko lurzoru-profilean

Karbono-kantitatea lurzoruaren lehen 30 cm-etan zehaztea erabaki zen, IPCC Taldearen arabera (IPCC, 2006), hura baita giza jarduerak gehien eragin dezakeen sakonera.

Dena den, kasu batzuetan ez genuen zehazki lurzoruaren lehen 30 cm-etako karbono-edukiari buruzko datua izan. Lehen 30 cm horiek baino harago zihoazen horizonteak analizatu ziren kasuetan, horien karbono-kantitateak haztatu edo ponderatu ziren lehen 30 cm-etako kantitatea bakarrik lortzeko.

30 cm-tik beherako sakonera analizatu zen kasuetan, karbonoaren 30 cm-etara arteko banaketa balioetsi zen, betiere eskuragarri genituen EAeko lurzoru-profilei jarraiki. Profil horien azterketatik abiatuta, honako hurbilketa hauek erabili ziren:

Lehen 10 zentimetroak bakarrik genituenean:

$$C_{0-30\text{cm}} = C_{0-10\text{cm}} * 1.7$$

Lehen 15 zentimetroak bakarrik genituenean:

$$C_{0-30\text{cm}} = C_{0-15\text{cm}} * 1.3$$

Lehen 25 zentimetroak bakarrik genituenean:

$$C_{0-30\text{cm}} = C_{0-25\text{cm}} * 1.06$$

Bertan,

$C_{0-30\text{cm}}$: Lurzoru-profileko lehen 30 cm-etako karbono kantitatea (Mg ha^{-1})

$C_{0-10\text{cm}}$: Lurzoru-profileko lehen 10 cm-etako karbono kantitatea (Mg ha^{-1})

$C_{0-15\text{cm}}$: Lurzoru-profileko lehen 15 cm-etako karbono kantitatea (Mg ha^{-1})

$C_{0-25\text{cm}}$: Lurzoru-profileko lehen 25 cm-etako karbono kantitatea (Mg ha^{-1})

Dentsitate aparentea eta laginketaren sakonera gogoan hartu arren, beste ezaugarri batzuk ez dira kontuan hartu, hala nola, lurrusteleko karbono-izakinak edo elementu lodien (harri koskorrak) bolumena.

2.1.6. Lurzoruko karbonoaren interpolazio espaziala

Lurzoruaren lehen 30 cm-etako azalera-unitate bakoitzeko karbono-kantitatea lortzeko (Mg C ha^{-1}) beharrezko bihurketa guztiak egin ostean, laginketa-puntuak geografikoki kokatu ziren Informazio Geografikoko Sistema baten bidez. Erabilitako Informazio Geografikoko Sistema ArcMap 10.0 (©Esri) izan zen; hark hainbat metodo ditu datuen interpolazioa egin ahal izateko, haren kokapen espazialaren arabera.

Erabilitako interpolazio-metodoa «IDW» («Inverse Distance Weighted») izan zen, «Kriging» metodoarekin batera, bariazio espaziala aztertzeko gehien erabiltzen den metodoetako bat. Lehenengoa metodo deterministiko bat da, eta bigarrena, aldiz, probabilitate-metodo bat (interpolatzaile geostatistikoa).

IDW metodoak distantzietan oinarritutako algoritmo simple bat erabiltzen du, puntu geografiko jakin baterako iragarpenak datuen konbinazio lineal bat direla balioetsiz eta garrantzia gehiago emanez puntu geografiko horretatik gertu dauden balioei (Johnston *et al.*, 2001).

Kravchenkok (2003) IDW metodoa gomendatzen du datu-base txikietarako, hau da, bariogramaren parametroak ezagutzen ez direnean, baita laginketaren distantzia oso handia denean edo laginketa-distantzia korrelazio espazialaren maila baino handiagoa denean ere. Horrekin lotuta, oso garrantzitsua da bariantza aleatorioak, bariazio-egiturak eta laginketaren intentsitateak balioespenen zehaztasunean eragiten dutela aipatzea (Lozano *et al.* 2004).

Laginketa-puntu asko zeuden lur-erabileretarako (koniferoak, hostozabalak, belardi/larreak, mediterranean isurialdeko labore/baratze/fruta-arbola taldea eta mediterranean isurialdeko mahastiak), interpolazioa bana egin zen erabilera bakoitzarentzat. Laginketa-datu gutxiago zegoen lur-erabileretan, lurraren-erabilera jakin horretako batez besteko kontzentrazioa erabili zen (isurialde atlantikoko mahastiak, labore-lurrak, baratzak eta furta-arbolak) edo antzeko erabilera-lurretako datu guztiekin batera egin zen interpolazioa (sastrakadien kasuan, koniferoen, hostozabalen eta sastrakadien laginketa-datuekin batera egin zen interpolazioa).

Azkenik, lurraren erabilera guztietan erdietsitako karbono edukiak gainjarri egin ziren, lurzoruko karbonoaren mapa bakar bat egiteko.

V. ERANSKINA
BASO-LURRETAN, BELARDI/LARREETAN
ETA LABORE-LURRETAN HARTU BEHARREKO
KLIMA-ALDAKETAREN AURKAKO NEURRIAK

1. BASO-LURRETAN HARTU BEHARREKO NEURRIAK

Baso-lurretan karbono gehiago bahitzeko har daitezkeen basogintza-aukeren edo -neurrien artean, honako hauek ditugu¹:

• **Basotzea/baso-berritzea**: Lur abandonatuen, marjinetuen, degradatuen edo degradazio-arriskuan dauden lurren basotzea/baso-berritzea, basoen azalera handitzeko helburuarekin, betiere nekazaritzaren eta abeltzaintzaren gisako beste erabilera batzuei kalterik egin gabe. EAEn oso mugatuak dira lurrak basotzeko/baso-berritzeko aukerak, isurialde kantauriarrean batez ere, gaur egungo baso-azalera kontuan hartzeko modukoa baita dagoeneko, ekoizpen primarioko sektoreen gizarte eta ekonomia arloko eskakizunak direla eta. Dena den, Garapen Iraunkorraren Euskal Ingurumen Estrategiaren (2002-2020) konpromisoen artean, horietako baten helburua 2012. urterako baso autoktonoaren azalera % 10 handitzea eta 2020. urterako % 20 handitzea da, betiere 2001. urteko azalerari dagokionez.

Oro har, baso-, belardi/larre-, eta nekazaritza-aprobetxamenduen mosaiko bat erraztu beharko litzateke, betiere klima, malda, higadura-arriskua, lurzoru-mota, ur-gordailu handiak babesteko premia, eta abar kontuan hartuta.

Printzipioz, basoetako **birlandaketek/birsorkuntzek** basotzeek/baso-berritzeek baino karbono organikoa bahitzeko potentzial txikiagoa dute. Nolanahi ere, eta azken horien kasuan bezala, hor dago karbono organikoa baso-biomasan pilatzeko potentziala. Zuhaitzik gabeko mendietan **baso-birpopulaketak** egin behar direnean, birpopulaketa horiek mendi-lurzoruaren produktibitatea larre gisa erabiltzeko baxuegia denean edo xede horretarako erabiltzeko malda handiegia dagoen lekuetan (% 30 baino malda handiagoa) egitea gomendatzen da.

Espezie-hautaketa: Gaur egungo nahiz etorkizuneko² baldintza edafoklimatikoetan (klima-aldaketak eragindakoak) garapen egokia izango duten baso-jatorrien eta -espezieen hautaketa, nahi diren egur-kalitatearen eta -produktibitatearen ezaugarriak kontuan hartuta, betiere beste funtzio batzuk arriskuan jarri gabe, biodibertsitatearen mantentzea, esate baterako. Dibertsitate biologikoak lotura zuzena du hura osatzen duen landaredi- eta fauna-motarekin eta horien ezaugarriekin, baita hainbat alderdik osaturiko (besteak beste, espezie-barietateak) eremu bakoitzeko funtsezko eginkizunarekin ere.

¹ "Neiker-Ihobe, 2004. *Estudio sobre la potencialidad de los suelos y la biomasa de zonas agrícolas, pascícolas y forestales de la CAPV como sumideros de carbono*" izeneko barne txostenean oinarritutako neurriak.

² Gaur egun EAEn ditugun hainbat baso-espezieren etorkizuneko banaketa potentzialean klima-aldaketak izango duen eragina kontsultatu dezakegu, nitxo ekologikoen simulazio-ereduen bitartez gauzatzen ari diren modelizazioen bitartez, K-egokitzen proiektuaren esparruan (<http://www.neiker.net/k-egokitzen/inicio.html>).

Espezie-aukeraketak ez du basoko dibertsitate genetikoa bermatzen duten baliabide genetikoaren kontserbazioa arriskuan jarri behar. Hau da, aukeratutako baso-material ugalkorren erabilera behar bezala uztartu behar da birpopulaketetan erabilitako baso-espezieen kategoria baimendu guztietarako katalogatutako oinarrizko materialaren kontserbazioarekin.

Sortzen duten humus-kantitatearen arabera ere hautatu daitezke baso-espezieak. Izan ere, nekazaritza- eta basogintza-sistemetan lurzoruko karbono organikoaren stocka areagotzeko neurri gisa proposatu izan da zurezko ehun ez-degradagarriak eta C:N erlazio eta lignina-eduki altuko orbela gehitzea (Paustian *et al.*, 1997)³.

- **Bakanketak:** Basogintzarako tratamendu egokiak eta garaiz aplikatu behar dira masak osasuntsu eta indartsu hazi daitezen, betiere bakanketa-hondakinen zati bat lurzorian utziz edo txertatuz, karbonoaren zikloa behar bezala mantendu dadin.

- **Uzta jasotzea eta lursaila prestatzea:** Lursailaren baldintzetara egokitutako makineriaren erabilera egokia egitea, lurzoru-galerak (higadura), desegituraketak eta trinkotzeak murrizteko, eta horizonte humiferoen lodiera handitzeko. Bestalde, zuhaitz osoaren uzta saihestu eta uzta-hondakinen zati bat lurzorian utzi edo txertatu beharko litzateke, karbonoaren zikloa modu egokian mantentzeko⁴.

- **Ongarritzea⁵** : Ongarrien aplikazioa, biomasaren indarra eta karbonoa bahitzeko ahalmena areagotzeko, eta kalitate oneko karbono-iturri exogenoen aplikazioa, aireko nahiz lurpeko karbono-izakinak areagotzeko.

³ Landare-hondakinen deskonposatzeko erraztasuna aldatu egiten da horien ezaugarri fisiko eta kimiko desberdinak direla eta. Eukaliptoaren orbela, adibidez, errazago deskonposatzen da; baina lurzoruan karbonoa bahitzeko horren onuragarri ez den ezaugarri hori (beste baso-espezie batzuekin alderatuta) eukaliptoaren biomasako karbono kantitate handi baten bahiketak konpentsatu dezake, haren hazkunde azkarra dela eta. Azterlan askotan adierazten den moduan, N₂ finkatzen duten espezieek (haltza, akazia, *Robinia pseudoacacia*, eta abar) espezie ez finkatzaileek baino % 20-50 karbono organiko gehiago pilatzen dute lurzorian (Bernhard-Reversat, 1987; 1993; Boring *et al.*, 1988; Resh *et al.*, 2002). Halere, karbono finkapenaren gehikuntza horrek nitrogeno oxidoen isurpenek izan dezaketen gehikuntza konpentsatzen duela adierazten duen daturik ez dagoenez, aukera hori sakon ikertu beharko litzateke munta handiko erabakiak hartu aurretik, espezie horietako batzuen izaera inbaditzailea gogoan izateaz gain.

⁴ Oro har, ez da gomendagarria lurzoruaren gainaldeko geruzak eguzkiaren eraginpean denbora gehiegi jartzen edo aieratzen duten laborantza intentsiboko teknikak erabiltzea, horrela, materia organikoaren mineralizazioa eta oxidazioa saihesteko. Nolanahi ere, lurzoru finetan, kontaktu litiko baten presentzia izaten da, askotan, sustrai-hazkundera mugatzen duena; kasu horietan, sustraiak ustiatu beharreko bolumena handitzea ahalbidetuko duen laborantzak lurzoruaren lodiera eraginkor handiagoa dakar, eta horrenbestez, baita hustutegiaren sakonera handiagoa ere. Lurzorian ondorio negatiborik gertatzen ez bada, zuhaitz-masen indar begetatiboa eta bizitasuna areagotzeko duten eta lurzoruaren birsorkuntza eragingo duten basogintzako jarduera guztiek karbono finkapenaren gehikuntza eragingo dute aldi berean.

⁵ Zentzu horretan, Euskadiko Basogintza Elkartearen Konfederakundeak eta NEIKER-Tecnaliak "Bizkaiko eta Arabako radiata pinuaren landaketen ongarritze-premiak eta diagnostiko nutritiboa" izeneko ikerketa-proiektua garatu zuten (1999-2001), EAEn. Lan horretatik "Estado nutritivo y recomendaciones de fertilización para el pino radiata" artikulua idatzi zen (Euskadi Basogintza aldizkariko 61. zenbakia, 2001eko ekaina).

• **Basogintzaren aldaketa:** Txandak luzatzea eta, aldizka, naturarekiko gertuago dagoen basogintza aplikatzea, basoen funtzio eta prozesu naturalak kopiatzen saiatuz.

Basogintza intentsiboa⁶ egokiagoa da gunearen hazkunde-potentzial osoa lortzeko eta lurzoru degradatuak birgaitzeko; hori dela-eta, hark asko lagundu dezake jasangarritasun globalean, baliabide asko eskatzen dituen mundu honetan. Nolanahi ere, mota horretako basogintzak lurzoruko karbono-izakinak murrizten ditu (Nambiar, 1996). Aprobetxamendu intentsiboak mantenugaien pixkanakako txirotzea eragin dezake lurzoruan, eta horrek ez lioke berehalako ekoizpenari bakarrik eragingo, baita baso-ekosistemako osagaiei ere (Basalde, 2009). Hori dela-eta, baso-ekosistemetan ahalik eta karbono gehien bahitzea ahalbidetuko duen kudeaketa bat bilatu behar da, betiere baso-biomasaren hazkundearen (kudeaketa intentsiboagoa) eta lurzoruko karbono pilaketaren (kudeaketa ez horren intentsiboa) arteko oreka mantenduz.

EAEko baso-azalera gehiena jabetza pribatukoa dela kontuan hartuta, mendien plangintza eta antolamendua behar bezala gailendu behar dira espazio natural edo erdinaturelek osatzen duten azaleraren eta modu intentsiboagoan kudeatutako eremuen arteko oreka bilatzeko. Honako hauek dira, hain zuzen, kudeaketa naturalagoa eskatzen duten basoko guneak: horien funtzionaltasuna (egur ekoizpena xedaturikoak baino gehiago, babesera xedaturiko basoak) edo ezaugarri ekologiko partikularrak (dibertsitate altua, urrakortasun berezia, adierazgarritasuna, espezie endemiko, arraro, babestu edo mehatxatuen presentzia, erreserba genetikoak, eta abar) direla-eta, habitat berezi gisa hartzen diren eta horien kontserbazioa eragiten duten guneak, hori zehazten duen araudi zehatz bat izan ala ez. Oro har, baso-kudeaketarako planek guztiz bateragarriak izan behar dute kontserbazio-planekin (espezie mehatxatuak, espazio natural babestuak, eta abar).

• **Basoei eragindako kalteak:** Basoen kudeaketan ekosistema kaltetu eta degradatu dezaketen arriskuak murriztuko dituzten neurriak txertatzea. Arrazoi abiotikoek (suteak, ekaitzak, haizea, elurra, lehorreak, lur-mugimenduak eta elur-jausiak), biotikoek (izurriak, gaixotasunak, espezie zinegetikoak eta ganadu estentsiboa) eta giza jatorriko arrazoiek (baso-jardueretan eta aprobetxamenduan sortutako kalteak, abeltzaintza estentsiboaren eta zinegetikoaren garapena, eta turismo intentsiboak eta aisialdi-jarduerak eragindako kalteak, basokoak ez diren hondakinen kudeaketa barne) eragindako baso-biomasaren eta lurzoruaren degradazioa murrizteko neurriak izango lirakeke. Neurri horien artean, basoko biomasaren erresistentzia eta bizitasuna areagotzeko prozesu naturalen eta egituren erabilera egokia ditugu, baita kudeaketa-praktika egokien aplikazioa eta baso-lanen exekuzio egokia eta, oro har, mendian garatutako jarduera guztien exekuzio egokia ere.

⁶ Honako hauek dira basogintza intentsiboaren eta naturarekiko gertuago dagoen basogintzaren arteko desberdintasun nagusiak: i) lehenengoan baso-soilketak gauzatzen dira eta bigarrenean, aldiz, uzta partzialak; ii) batean lursaila prestatu eta landaketak egiten dira, eta bestean, ordea, basoa modu naturalean birsortzen da; iii) basogintza intentsiboan ongariak eta herbizidak aplikatzen dira; iv) batean espezie exotiko/genetikoki hobetuak monolabore bezala hazten dira, eta bestean espezie natiboen unada mistoak topatu daitezke (Martínez de Arano *et al.*, 2007).

Kasu batzuetan, karbono bahiketaren eta horrek eragiten duen arriskuaren arteko oreka bilatu behar da. Hildako egurra basoetan mantentzea, adibidez, karbono bahiketa areagotzen edo biodibersitatea handitzen lagundu dezakeen elementu bat da. Halere, haren gehiegizko presentziak suteak edo izurriak eragin ditzake, edo adarrak edo zuhaitzak erortzea eragin dezake jende asko dabilen mendietan; faktore horiek egur horren erauzketa puntuala eragin dezakete. Hori dela-eta, zuzentarau eta aurrerapen zientifikoen arabera hildako egurraren kantitateak, dimentsioak eta banaketa sustatu beharko lirake, mendiaren sute, izurri edo erabilerek hala justifikatzen duten kasuetan salbu. Izan ere, eta hildako egurrari dagokionez, EAEn baso naturaletan edo erdinaturaletan hildako egurra areagotzea gomendatzen da baso-ekosistemaren funtzionamendu egokia ahalbidetzeko, betiere horrek arrisku fitosanitarioak edo suteak eragiten ez baditu (Basalde, 2009).

- **Higadura:** Gizakiaren erabilera-jarduerek, higadura handia eragiteaz gain, lurzoruko karbono galera eragin dezaketenean, dagozkion prebentziozko neurriak hartu beharko dira; oraindik ere higadura gertatzen bada, dagozkion neurri zuzentzaileak hartu beharko dira, behar bezala dokumentatuak daudenak, betiere epe ertainera eta luzera eragin ditzaketen ondorioak kontuan hartuta (Basalde, 2009).

- **Ziklo hidrologikoaren kontrola:** Baso-kudeaketak uren kalitatean eragiten dituen efektu kaltegarriei aurre hartu behar zaie, horrela, ziklo hidrologikoaren erregulazioan, ibilguen egonkortasunean, ur-bazterren babesean eta abar lagunduz.

- **Basoetan sartzeko bideak:** Behar-beharrezkoa da sarbideak mantentzea eta egokitzea, baita bi-deen dentsitate egokia bilatzea ere, horiek baso-lanak egitea eta mendia babestea errazten baitute; dena den, lurzoruko karbono galera ere eragiten dute, horiek eraikitzen direnean.

- **Bizi-ziklo luzeko produktuak («egurretik bildutako edo lortutako produktuak») edo beste produktu kutsakorragoen ordezkioak sortzera xedaturiko baso-kudeaketa:** Kudeaketa-mota horrek baso-masetan karbonoa finkatzeko ahalmena areagotuko luke (Basalde, 2009). Kalitate oneko egurra lortzeko (dentsitatea, zuntzaren zuzentasuna, ezaugarri fisiko eta mekanikoak, lantzenbora, korapilorik eza, zerratu daitezkeen neurriak, eta abar, bitzta luzeko egurrezko produktu gisa erabili ahal izateko) baso-espezie egokiak (haritza, gerezi ondo, lizarra, gaztain ondo, in-txaurrondo, eta abar) aukeratu behar dira.

- **Egurraren erabilera sustatzea, material (eraikuntzarako, higigarrietarako, eta abar) eta energia-iturri (erregai fosilak) kutsakorragoen aurrean:** Zentzu horretan, Garapen Iraunkorraren Euskal Ingurumen Estrategian (2002-2020) egurraren erabilera iraunkorak sustatzea (horien artean, eraikin publikoen eraikuntzarako erabilera) eta baso-kudeaketa jasangarriaren ziurtagiria duten egur-erabilera horien sustapen-kanpainak garatzea proposatzen da.

- **Karbono finkatzeko ahalmena jasotzen duten EAerako egokiak diren baso-praktikei buruzko ezagueren hedapena eta jakinarazpena:** Baso-sistemetan karbono kantitate handi goa bahitzea ahalbidetuko luketen neurrien artean, baso-erabilera egokiei buruzko gidaliburuen edo giden lanketa sar daiteke, Baso Sektoreko Praktika Egokien Gida eta Egurraren Bihurketa, esate baterako (2007).

• **Kapitalizazioa:** Basoek sortzen dituzten ondasun eta zerbitzu guztien balorazioan edo kapitalizazioan aurrera egitea, karbono-bahiketa zerbitzu horietako baten gisa hartuz (uholdeen prebentzioa, uraren kalitatea, biodibertsitatearen kontserbazioa eta abarrekin batera), dirua behar baia gizartearen bizi-kalitatea hobetzen duten zerbitzu horiek ekoizteak sortzen dituen gastuak ordaintzeko.

Basoko ondasunen eta zerbitzuen ekoizleak bere ahaleginen eta inbertsioen emaitzak ikusi behar ditu. Gaur egun, jabe pribatuek egindako baso-inbertsioek diru-laguntzen ehuneko desberdinak dituzte, lan-motaren arabera. Foru Aldundi bakoitzak finkatzen ditu ehuneko horiek eta jasotzeko bete behar diren baldintzak, dagozkien Laguntza Planen Araudien bitartez (Basalde, 2009). Lurralde historiko bakoitzeko araudi horiek basoek eskainitako zerbitzu horietako baten gisa hartu eta baloratu (ekonomikoki) beharko lukete karbono bahiketa.

2. BELARDI/LARREETAN HARTU BEHARREKO NEURRIAK

Belardi/larre belarkaren ekosisteman dagoen karbono organiko osoaren edukia (lurzorua eta biomasa kontuan hartuta) baso-ekosistema batean baino txikiagoa da, lurzoruko karbono organikoaren edukia handiagoa izan daitekeen arren (Tate *et al.*, 2000), honako arrazoi hauek direla eta: (i) bertan dauden espezie belarkaren sustraitxo-dentsitate altua, horien detrituek lurzoruko karbono organikoaren pilaketa errazten baitute degradatzen ez diren osagaiak izateagatik (lignina eta polifenolak, adibidez); (ii) rizodeposizio bidez osagai organikoen kantitate handia askatzen dutelako, polisakaridoak adibidez, horiek lurzoruko agregatuen egonkortasuna errazten baitute, eta beraz, materia organikoaren zati bat deskonposizioarekiko babestuta geratzen da (Balesdent *et al.*, 2000); (iii) lurzoruko mikroporoen ekoizpen altua, horrek profileko uraren atxikipena errazteaz gain, materia organikoaren deskonposizioa moteltzen baitu.

Belardi/larreetan karbono finkapena areagotzeko neurrien artean, honako hauek adierazi ditzakegu⁷:

- **Ahalik eta biomasa belarkara gehien sustatzea erabilera egokia eginez:** Belardi/larreen kudeaketa hobetzea gomendatzen da (kalitate oneko ongarri organikoen ekarpena, belardiak altxatu gabeko berrereintza, eta abar), faktore klimatikoak, topografikoak, edafikoak eta hidrologikoak erabilera horretarako onuragarriak direnean.

Belardi/larreen erabilerekin lotuta, belardietako espezie belarkaren aukeraketa eta ongarriketa bereziki garrantzitsuak dira. Belardien hazkunderako faktore mugatzaile nagusietako bat nutrizio-urritasuna dugu, lurzoru azidoetako fosforoaren kasuan batik bat. Aukera ekologiko eta jasangarri bat nitrogenoa finkatzen duten espezieak txertatzea da, ongarriketa fosfatatu batekin batera. Horrela areagotu egiten da lekadunen hazkundera, eta horrenbestez, baita nitrogeno finkapena ere. Txertatu beharreko espezieen kalitatea aldatzearekin batera ekoizpena ere handitu egiten da (Lal, 2001). Horrela, belardietako karbono organikoaren stock handienak gramineo eta leguminosoen nahasketari esker lortzen dira (INRA, 2002); EAEko belardien kasuan, hori *Lolium multiflorum*, *Lolium repens* eta *Trifolium repens* espezieak ereinda lortzen da, 3 edo 4 urte igaro ostean, horiek espezie belarkara natural bihurtzen baitira.

Ongarriak aplikatuz gero, ongarritze handiagoak belardien ekoizpena areagotzen du, baina mineralizazioa eta materia organikoaren degradazioa ere bizkortu egiten dira (Sagar *et al.*, 1997; 1999). Horrenbestez, lurzoruetan karbono pilaketa optimizatzeak prozesu horien arteko konpromiso bat izan behar du, eta hori nahiko aberatsak diren belardi/larreetan bakarrik lortzen da. Soussana *et al.* autoreen arabera (2004), Frantzia 0,2 eta 0,5 t C ha⁻¹ urtea⁻¹ arteko gehikuntzak lor daitezke larreak eta belardiak kudeatzeko neurri jakin batzuen bitartez: (i) oso ongarrituta dauden belardi/

⁷ "Neiker-Ihobe, 2004. Estudio sobre la potencialidad de los suelos y la biomasa de zonas agrícolas, pascícolas y forestales de la CAPV como sumideros de carbono" izeneko barne txostenean oinarritutako neurriak.

larreetan ongarritze nitrogenatua murriztea; (ii) urteko belardien iraupena luzatzea; (iii) urteko belardiak gramineo eta leguminosoen arteko nahasketak dituzten zenbait urtetarako belardi edo larre iraunkor bihurtzea; (iv) mantengai gutxi dituzten belardi/larre iraunkorrak neurritz intentsifikatzea.

Bestalde, ongarriketa nitrogenatuarekin eta leguminosoen presentziarekin N_2O ekoizpena bizkortzen dela gogorarazi behar da, eta beraz, BEG balantzeak egiteko orduan gas horren isurpenak hartu behar dira kontuan.

Simaurren eta minden aplikazioak lurzoruko karbono organikoa mantentzen laguntzen du, eta aldi berean, mantengaien ekarpen garrantzitsua egiten du; horrela, behar bezala konpentsatzen dira mozketak edo larratzeen bidez belardietan gauzatzen diren esportazioak. Era berean, beste azpiproduktu organiko exogeno batzuk aplikatu daitezke, konposta, adibidez. Azpiproduktu organiko horiek gehiago eragiten dute lurzoruko karbono organikoaren izakinetan, horietan dagoen materia organikoa alde aurretik egonkortsu bada (konpostaje-prozesuen bitartez, esate baterako). Edozein azpiproduktu organiko aplikatzen bada, hark kalterik eragingo ez duela bermatu behar da, horrela, haren osagaiak dagozkien lurrazaleko ziklo biogeokimikoetan modu osasuntsuan eta egokian (ingurumenari dagokionez) integratu daitezken.

• **Zuhaitz- edo zuhaixka-espezieak tartekatzea:** Bide eta mugen ertzak aprobetxatuz, oso kome-nigarria da espezie hostogalkor autoktonoetako zuhaitz-zerrendak edo -ilarak tartekatzea, horrela, laborantzara xedaturiko azalera zabalen monotonia eta ahulezia saihesteko. Zuhaitz-zerrenda es-tuek karbonoaren bahiketa gehigarria eragiten dute, baina hura oso aldakorra izan daiteke zerren-daren ezaugarrien arabera (luzera, altuera, eta abar)⁸.

• **Lurzoruko karbono organikoa murriztu dezaketen faktoreak saihestea, erreketak, adibidez:** EAEko belardi/larre belarkaretako materia organikoa txirotu izanaren faktore arduradunen artean, honako hauek ditugu: (i) ezaugarri topografikoak —malda handiak isurialde kantauiarreko mendietan, hau da, EAEko belardi/larre belarkara gehienak dauden eremuan—, horiek higadura-prozesuak errazten baitituzte; (ii) belardi/larreen ustiaketa intentsiboa; (iii) gehiegizko larratzea, horrek landare-estalkia murriztu eta higadura-arriskuak areagotzen baititu; (iv) espezie zurkarak kontrolatzeko erabiltzen den erreketen praktika, karbono organikoaren galera eragiten baitu, CO_2 gisa; (v) 50eko hamarkadatik aurrera ongarrri kimikoen eta mekanizazioaren erabilera finkatu izana, antzina gauzatzen zen elkortzea alde batera utziz (iratzea eta otea ganaduaren ohe gisa erabiltzen ziren, eta horiek animalien deiekzioekin nahastu ostean, belardiak eta larreak ongarritzeko erabil-tzen ziren).

⁸ INRAk (2002) $0,1 \text{ t C ha}^{-1} \text{ urtea}^{-1}$ inguruko karbono pilaketa-fluxuak balioesten ditu zerrendaren 100 metro lineal bakoitzeko (ha bakoitzeko), eta Lal *et al.* (1998) autoreek, ordea, $0,5 \text{ t C ha}^{-1} \text{ urtea}^{-1}$. Zerrenden ezarpena birplanteatzen ari da, horiek duten ingurumen arloko interesa dela-eta, honako alderdi hauei dagokienez: (i) higaduraren aurkako borroka (sestra-kurbekiko paraleloak diren zerrendek materia organikoaren esportazio handiagoak saihesten dituzte, higatutako lurra atxikitzean); (ii) biodibertsitatearekiko ondorio positiboak eta fauna osagarriaren garapena, babes integratuan; (iii) larratzen ari den ganaduaren babesa, paisaia-interesa eta abar. Nolanahi ere, ezarpen- eta mantentze-kostuek haren ezarpena mugatzen dute.

Erreketen praktika larre belarkaretako espezie zurkarak kontrolatzeko erabiltzen da. Hori dela-eta, karbono organikoa galtzen da CO₂ gisa; bestalde, erreketaren bidez ikatza sortzen da, lurzoruan dagoen karbono osoaren ehuneko garrantzitsua izan daitekeen eta oso mantso degradatzen den karbono mota.

• **Lurzoruko karbono organikoa murriztu dezaketen faktoreak saihestea, gehiegizko larratzea eta higadura, adibidez:** Lurzoruetako karbono stocken ikuspuntutik, larratze-sistemen nolabaiteko estentsifikazioa proposatzen da (INRA, 2002; Soussana *et al.*, 2004). Horrela belarraren ehunekoa handituko litzateke animalien dietan, eta aldi berean, bazka-laboreak dituzten lurzoruak urteko belardi bihurtuko lirateke, eta urteko belardiak, aldiz, zenbait urtetarako belardi/larre edo belardi/larre iraunkor. Estentsifikazio horrek CH₄ (animalia-karga txikiagoa delako) eta N₂O isuriak (nitrogeno ekarpen txikiagoen eraginez) murriztuko lituzke azalera-unitate bakoitzeko; baina azken kasu horretan, leguminosoen aldetik gauzatzen den N₂ finkapen sinbiotikoarekin loturiko N₂O isurpenaren koefiziente bat hartu beharko litzateke kontuan⁹.

Bestalde, abere-dentsitate txikiekin kudeatzen diren larre produktiboen landare-dibertsitate handia dutela azpimarratu behar da (Baritz, 1989; van Wieren, 1995). Horrela, gune epeletako larreetan, artzaintza estentsiboak bateragarri egiten ditu helburu ekonomikoak eta kontserbazionistak, betiere zuhaixka-espezieen (belar-geruzaren eta haren dibertsitatearen galera) eta abereentzat gozoakez ohi diren kanpoko espezieen inbasioa kontrolatzen bada. Batzuetan, larre belarkaren baliabideak eta estratuak hobeto aprobetxatzeko, larratze mistoan oinarritutako ustiaketa egiten da, lurralde berean bizi diren belarjale desberdinen presentzia kontuan hartuta. Horrela, behi-azienda eta ardi-azienda nahastuta, lehenengoak kalitate oneko gramineo altuen lehen aprobetxamendua egiten du, kimuak eta altuera txikiko hostoak ardientzat utziz; gainera, azken horiek garbiketa-funtzio handia gauzatzen dute sastraketako kimuak bazkatzean. Larratze-mota hori larre heterogeneoen aprobetxamendurako larratzerik eraginkorrena dela uste da (Nolan and Conelly, 1988), abere-ekoizpena dibertsifikatzeaz gain, hobeto kontrolatzen baititu nahi ez diren espezieak (Osoro *et al.*, 2000; Viterbi *et al.*, 2002).

Dena den, oso garrantzitsua da ustiapena orekatua izatea eta gehiegizko larratzerik ez gertatzea, horrela areagotu egingo bailirateke higadurak eragindako arriskuak; halaber, ustiategiak ez du abere-dentsitate txikiegia izan behar, horrela zuhaixka-kopurua handituko bailitzateke, biomasa

⁹ Nitrogenoaren finkapen biologikoa N₂O iturri zuzen gisa kendu egin da, finkapen-prozesuak eragindako isurpen garrantzitsuen inguruko frogarik eza dela eta (Rochette eta Janzen, 2005). Autore horiek ondorioztatu zuten moduan, labore eta bazka leguminosoen hazkondeak eragindako N₂O isurpenak labore-/bazka-hondakinen aireko nahiz lurpeko nitrogeno-sarreraren arabera bakarrik balioetsi daitezke (beraz, leguminosoen hondakinen nitrogenoa laboreak berritzen direnean bakarrik kontabilizatzen da). Aitzitik, erabilera-aldaketek edo lurren kudeaketak eragindako lurzoruko materia organikoaren mineralizazio bidezko nitrogeno isurpena N₂O iturri osagarri gisa gaineratzen da orain. Arestian deskribatutako IPCC Taldearen 1996ko Irizpideetako metodologian hainbat egokitzapen garrantzitsu egin dira.

areagotzean sute-arriskua handituz. Era berean, oso garrantzitsua da higadura txikiagotuko duten (<10 t lurzoru ha⁻¹ urtea⁻¹) eta ur-lasterretara isuritako kutsatzaileak txikiagotuko dituzten (nitratoa, adibidez) belardi/larre belarkaren kudeaketa-praktika batzuk gauzatzea, betiere Eusko Jaurlaritzaren edangarritasun-helburuetara egokituz, eta Natura Sarean jasotako araudira doitu (habitat horien Kudeaketa Planaren arabera).

Portuko larreen gaiari dagokionez, eremu bakoitzeko abere dentsitate edo karga egokiari buruzko azterlanak egin beharko lirateke, baita behar bezala kontrolatutako larratzea eskainiko lukeen itxitura-azpiegitura bat ere. Larre horiek Natura Gune Babestuetan txertatuta daude eta oso eginkizun garrantzitsua betetzen dute gizarteari fauna eta flora basatia mantentzeko zerbitzu eta ondasun garrantzitsuak hornitzeko orduan, baita inguruko herrietako biztanleen aisialdi-jarduerak hornitzeko orduan ere. Horiek aisialdirako, kontserbaziorako eta ekoizpenerako dituzten eskaerak argi eta garbi islatzen dute kudeaketa jasangarria egin ahal izateko erreminten aplikazioa eta garapena zailtzen duten erabileren problematika.

• **Erabilera-aldaketa, lurraldearen antolamendua:** Labore-lurrak belardi/larre belarkara bihurtu ondorengo karbono organikoaren pilaketa aurkako prozesuan gertatzen den karbono organikoaren galera baino askoz motelagoa da (Soussana *et al.*, 2004). Landutako labore-lurrak belardi/larre iraunkor bihurtu osteko lurzoruetako karbono organikoaren gehikuntza $0,49 \pm 0,26$ t C ha⁻¹ urtea⁻¹ ingurukoa da 20 urteko epean (INRA, 2002). IPCC Taldeak (2000) antzeko balio bat adierazten du ($0,5$ t C ha⁻¹ urtea⁻¹, $0,3-0,8$ t C ha⁻¹ urtea⁻¹ tartearekin), azken kasu horretan denbora-epea 50 urtekoa izan arren.

Zuhaitzik gabeko mendiak larre belarkara bihurtzea gomendatzen da lurzoruaren emankortasuna xede horietara bideratzeko modukoa denean, eta lursailaren malda % 30 baino txikiagoa denean. Gaur egun antzuak diren lursailak modu horretara aprobeztatzeak azidaren kudeaketa estentsiboagoa eragin dezake, eskulan eta zaintza handiagoak eskatu arren. Lurzoruko karbono organikoaren ikuspuntutik, bihurtzea horrek ez ditu zertan lurzoruko karbono organikoaren izakinak handitu behar.

3. LABORE-LURRETAN HARTU BEHARREKO NEURRIAK

EAEEn, labore estentsibo eta mahasti gehienak Arabako lurralde historikoan daude. Labore estentsiboak lursailen gaitasunak zehaztutako errotazio batzuen arabera dira. Honako hauek dira, hain zuzen, ohikoena diren errotazioak: (i) zereala zerealaren ostean (garia – garagarra – oloa); (ii) zerealak beste labore batekin batera (garia, garagarra –1 edo 2 urtez– eta zereala ez den beste labore bat); (iii) zereala, ureztatutako labore batekin batera (garia, garagarra, eta patata, erremolatxa, leka edo artoaren gisako ureztapen estentsiboko beste labore bat). Labore-alor horien kudeaketak labore-lurrek CO₂ hustutegi gisa jarduteko moduan bideratu behar du. Horretarako behar-beharrezkoa da karbonoaren gehikuntza eta kontserbazioa erraztuko duten nekazaritza-teknikak sustatzea, betiere horiek laboreen premiekin, baldintza edafoklimatikoekin, eta gizarte eta ekonomia arloko eragileekin bat badatoz. Lurzoruetako karbono organikoaren pilaketa errazten duten nekazaritza-kudeaketako praktika horiek (i) lurzoruko materia organikoaren sarrera areagotzen dute, eta/edo (ii) lurzoruko materia organikoaren degradazio-abiadura murrizten dute.

Jarraian, nekazaritza-lurretan karbono organikoaren pilaketa erraztu dezaketen labore-lurren hainbat kudeaketa-praktika deskribatzen dira¹⁰:

- **Laborantza eta higadura:** Laborantzaren helburu nagusia lurzorua aireztatzea eta belar gaiztoak kontrolatzea da. Dena den, laborantzaren eraginez lurzoruen kalitatea hondatzen duten zenbait prozesu gertatzen dira. Horrela, lurzoruaren aireztapena areagotzearekin eta agregatuen disrupzioarekin materia organiko asko galtzen dira, honako arrazoi hauek direla eta: (i) deskonposizio mikrobiarra, horien erasopean geratuz; eta (ii) tenperaturaren gorabehera handiagoek eragindako materia organikoaren oxidazio kimikoa eta argiaren eraginpean jarritako azalera areagotzean eragindako oxidazio fotokimikoa. Bestalde, lurzoruaren egitura pixkanaka galtzean eta lurzorua babesten duen landare-estalkia ezabatzean, higadura bidezko materia organikoaren galera garrantzitsua gertatzen da; galera hori lurzoruko materia organikoaren galera osoaren % 40-50 izan daiteke.

Higatutako sedimentuak materia organikoz aberastuta daude, (i) gainazalean dagoen materia organikoaren eta lurzoruko zatiki mineralaren arteko esku-hartze txikiak, eta (ii) materia organikoaren dentsitatea txikiak (0,1-0,5 g cm⁻³, zatiki mineralaren balioekin alderatuta: 2,6-2,7 g cm⁻³) haren mugikortasun handiagoa ahalbidetzen baitute, lurzoruko zatiki mineralarekin alderatuta. Higadura-prozesuen bidez garraiatutako materia organikoaren zati bat garraioan zehar mineralizatu daiteke, fisikoki babestuta ez dagoenean bereziki.

Kontserbazio-laborantza («*conservation tillage*») laborantza-jarduketan murrizketan oinarritzen den praktika bat da; haren bidez, lurzorian geratzen den laboreen hondakin-kantitatea areago-

¹⁰ «Neiker-Ihobe, 2004. Estudio sobre la potencialidad de los suelos y la biomasa de zonas agrícolas, pascícolas y forestales de la CAPV como sumideros de carbono» izeneko barne txostenean oinarritutako neurriak.

tzen da, lurzoru-egiturak aldaketa gutxiago jasaten ditu eta haren hezetasuna hobeto mantentzen da. Gainera, praktika honen bidez higadura murriztea lortzen da, oro har. Horrenbestez, kontserbazio-laborantzak lurzoruko materia organikoa pilatzen laguntzen du. Kontserbazio-laborantzak gutxieneko laborantza («*reduced tillage*») eta laborantzarik eza («*no till*») hartzen ditu barne. Gutxieneko laborantzan, labore-hondakinek lurzoru osoaren % 30 estali behar dute gutxienez, eta laborantzarik ezan, ordea, laboreak zuzenean ereiten dira aurreko labore-hondakinen gainean¹¹.

Energia ere aurrezten da kontserbazio-laborantzarekin, makineria gutxiago erabiltzen baita¹². Gainera, lurzoruaren funtzionamendu biologikoa errazten da, lurzoruko mikroflora eta fauna handitzen baitira. Bestalde, baditu zenbait ondorio negatibo ere: (i) belar txarren ugaritzea (horregatik, nekazariak laborantza tartekatzen dute, batzuetan, zuzeneko ereintzarekin); (ii) herbizida gehiagoren erabilera, arrazoi bera dela-eta; (iii) lurzoruaren trinkotzea gertatzeko aukera gehiago (batik bat lurzoru buztintsuetan); (iv) ekipamendu espezifikoen kostua; (v) bihurketaren hasieran laborea ondo ez sustraitzeko arrisku handiagoa; (vi) nekazariak lurzorian hobekuntzak nabarmentzen dituen arte igaro behar den denbora; (vii) aldaketarekiko kultura-erresistentzia. Gainera, azterlan batzuek N₂O isurpenen gehikuntza gertatzen dela adierazten dute.

• **Beraien konposizioan degradatzen ez diren osagaien frakzioa handia duten hondakinak dauzkaten laboreen erabilera:** Landare-hondakinen deskonposatzeko erraztasuna asko aldatzen da horien ezaugarri fisiko eta kimikoen eraginez, eta beraz, labore jakin bat edo bestea aukeratzeak deskonposizioaren kontrol potentziala adierazten du. Ohiko laboreen kasuan, aldiz, aukera hori ez da, seguru asko, egokiena izango, horiek ez baitira elkarrengandik gehiegi bereizten deskonposatzen ez diren (edo nekez deskonposatzen diren) gaien edukiari dagokionez. Horrela, urteko labore-eta bazka-hondakin gehienek % 5 eta 15 arteko lignina-edukiak izaten dituzte (Theander eta Åman, 1984).

Nekazaritza-lurretan karbono organikoaren pilaketa errazteko teknikez gain, **materia organikoaren degradazio-abiadura murrizteko teknikak** daude, hala nola:

¹¹ AEB-etako nekazaritza-lurzoruei buruz egindako azterlan baten arabera (Eve *et al.*, 2002), ohiko laborantza-sistema bat laborantzarik gabeko lur bihurtzeak eragiten dituen lurzoruko karbono organikoaren gehikuntzek 0,04 eta 1,05 t C ha⁻¹ urtea⁻¹ arteko balioak dituzte; ohikotik gutxieneko laborantzara bihurtutako lurzoruari eta gutxieneko laborantzatik laborantzarik gabeko bihurtutako lurzoruari dagozkien balioak aurrekoen % 50ekoak dira. Kimble *et al.* (2002) autoreen arabera, ohiko laborantzatik kontserbazio-laborantzara bihurtutako lurzoruetako karbono organikoaren 0,3 eta 0,5 t C ha⁻¹ urtea⁻¹ arteko gehikuntzak errealistagoak dira. INRAren arabera (2002), labore-lur frantzesetan laborantza alde batera uztean 0,20 eta 0,13 t C ha⁻¹ urtea⁻¹ inguruko karbono organikoaren gehikuntza gertatzen da; Baritz *et al.* (2004) autoreek, ordea, 0,39 t C ha⁻¹ urtea⁻¹ balioa proposatzen dute Lurzoruen Estrategia Tematikoa.

¹² Laborantzarik ezarekin 29 kg C ha⁻¹ urtea⁻¹ erregai kontsumitzen direla balioesten da (makineriaren erabilera-rako eta herbizidak ekoizteko), gutxieneko laborantzaren eta ohiko laborantzaren kasuan kontsumo horrek 45 eta 53 kg C ha⁻¹ urtea⁻¹ inguruko balioak dituen bitartean, hurrenez hurren (Kern and Johnson, 1993).

• **Laboreen biomasa, laborantza-sistema intentsiboen desintentsifikazio-mailari dagokionez:**

Laboreen biomasa areagotzeak lurzoruko materia organikoaren sarrerak handitu ditzake. Hori honako bide hauen bidez lortu daiteke: (i) barietate berriak landatuta; (ii) mantenugaiak modu egokian kudeatuta, nitrogenoa batik bat¹³; (iii) laboreak errotazio bidez tartekatuta; eta (iv) uraren kudeaketa zuzena eginda. Bestalde, klima-aldaketak eragindako atmosferako CO₂ kontzentrazioaren gehikuntzak laboreentzat antzeko ongarritze-efektua izan dezake (Bazzaz and Sombroek, 1996). Produktibitatea areagotzeak labore-hondakinen areagotzean izan dezakeen eraginaren maila (i) landare-hondakinen kudeaketa-praktiken eta (ii) labore horren baitako karbonoa banatzeko patroia-aren araberakoa da. Sustrai-sistema sakoneko espezieen erabilerak karbono organikoaren pilaketa erraztu dezake sakontasun horretan.

Bestalde, ongarritzeak eta ureztatzeak, uzten biomasa areagotzeaz gain, hondakinen degradazio-abiaduran ere eragiten dute (Andr n *et al.*, 1993), eta beraz, laboreen biomasa areagotzeko kudeaketa agronomikoaren eta lurzoruko materia organikoaren edukiaren arteko erlazioa nahiko konplexua da (Paustian *et al.*, 1997). Oro har, ongarritze nitrogenatuak lurzoruko karbono organikoaren stockak areagotzen ditu, eta gehikuntza hori ongarriri nitrogenatuaren fabrikazioan, garraioan eta aplikazioan kontsumitutako karbonoa baino handiagoa da¹⁴, lurzorura nitrogeno ekarpenak egiteak N₂O isurpenak areagotzea errazten badu ere¹⁵.

Lurzoruko karbono organikoaren izakinak handitzeko praktika gomendagarrien artean, INRAren txostenak (2002) ez ditu barne hartzen produkzio primarioa areagotzen duten praktikak (ongarritzea edo ureztatzea areagotzea), dagoeneko oso intentsiboak diren sistema horietan lor daitezkeen irabazi makalak eta estrategia horrek berotegi-efektuko gasen balantzean (N₂O isuriak, adibidez) eta ingurumenean (nitrato lixibiazioa) eragingo lituzkeen bigarren mailako ondorioak direla eta. Hobekuntza genetikoak ere ez da aintzat hartu, haren helburu nagusia uztatutako zatiaren ekoizpena areagotzea baita, baina ez lurzorura bihurtutako labore-zatiarena. Bestalde, INRAren txostenean (2002) laborantza-sistema intentsiboen nolabaiteko desintentsifikazioa proposatzen da, ongarritze nitrogenatuak (N₂O isuriak murriztuz) eta energia-kontsumoa murriztuz. Smith *et al.* (1997)

¹³ 1 t C finkatzeko 70 eta 100 kg nitrogeno artean behar direla balioesten da (FAO, 2001).

¹⁴ Ongarri gisa erabilitako 1 kg N-rako 0,86 kg C behar dira, energia gisa, ongarriri fabrikatu, garraiatu eta aplikatzeko (IPCC, 1996a).

¹⁵ "EF1" emisio-faktorearen balioa % 1,25etik % 1era aldatu da IPCC Taldearen 1996ko Irizpideekin alderatuta, datu esperimental berrien analisia dela eta (Bouwman *et al.*, 2002a,b; Stehfest eta Bouwman, 2006; Novoa eta Tejeda, 2006). Ongarriek eta simaurrak eragindako isurpenen batez besteko balio berria % 0,9 ingurukoa da; dena den, eta balio horrekin loturiko ziurgabetasuna eta inbentarioaren kalkuluan nitrogeno-agregatuari egindako beste ekarpen batzuen txertaketa dela-eta (labore-hondakinak eta lurzoruko materia organikoaren mineralizazioa, adibidez), % 1eko balio biribildua egokitatzeko jo daiteke.

autoreek ere nekazaritzako azalera europarra modu ez horren intentsiboan erabiltzea proposatzen dute (labore-sistematik labore-belardiak tartekatzea pasatuz, 6 urtetan zehar azken horrek 2 urte hartuz); horrela, lurzoruetako karbono stockak areagotzea lortuko litzateke, EBko nekazaritzako soberakinen arazoari aurre egiteaz gain. European hainbat esperimentu egin dira errotazioetan zenbait urtetarako belardiak txertatuz, eta horien arabera, lurzoruko karbono organikoaren edukiak % 25era arte handitu dira (van Dick, 1982; Nilsson, 1986). Zentzu horretan, Garapen Iraunkorraren Euskal Ingurumen Estrategiak (2002-2020) nekazaritzako lurzoruaren % 15eko aprobetxamendu estentsiboa lortzea proposatzen du 2012. urterako, eta % 25ekoa 2020. urterako.

• **Lurzorura uzta-hondakinak gehitzea eta horiek kudeatzea (FCR¹⁶ - «crop residue»):** Orokorrean, erlazio lineal bat egoten da lurzoruko lehen zentimetroetako materia organiko kantitatearen eta uztaren ondoren geratzen den laborearen hondakin-kantitatearen artean (Lal and Kimble, 1997). Laborantza bidez gainaldeko lurzoru-horizontearekin nahasten diren hondakinak lurzoruaren gainazalean mantentzen direnak baino azkarrago deskonposatzen dira, laborantzaren bidez agregatuak hondatzeaz gain, temperatura igo eta lurzoruaren hezetasuna murriztu egiten baita. Dena den, hondakinak nahiko sakon txertatzen badira (30-50 cm, adibidez) —«vertical mulching» deiturikoa—, karbono bahiketa errazten da, sakonera horretan hondakinek ez baitute klimaren eragina horrenbeste jasaten (Lal and Kimble, 1997). Jakina, lurzoruko materia organikoaren pilaketan eta deskonposizioan eragiten duten labore-hondakinen artean hainbat desberdintasun kualitatibo daude. Era berean, uztaren ondoren geratzen den hondakin-kantitatearekin loturiko desberdintasun kuantitatiboak daude. Zerealen uztondoek, adibidez, karbono ekarpen handiagoak eragiten dituzte (0,15 t C ha⁻¹ urtea⁻¹ 7 t lasto bakoitzeko) patataren edo erremolaxaren hondakinek baino (CO₂ isurpen garbia eragiten duten laboreak) (INRA, 2002). EAEn, 6 eta 8 t ha⁻¹ arteko lasto-ekoizpenak balioesten dira. Bestalde, lastoa energia-helburuetarako erabiliz gero, 2,25 t C ha⁻¹ urtea⁻¹ balioko erregai fosilen isurpenak aurreztuko lirateke; dena den, aukera horrek ondorio kaltegarriak eragingo litzake lurzoruetan, denbora igaro ahala karbono organikoaren edukiak txirotu egingo bailirateke (INRA, 2002). Azkenik, nekazariak in situ egindako uztondoak erretzeek, oro har, lurzoruko karbono organikoaren galera eragiten dutela esan behar da, karbono forma egonkorragoak sortu arren, ikatza, adibidez.

¹⁶ FCR = Laboreen hondakinetan (airekoak nahiz lurpekoak) dagoen urteko nitrogeno kantitatea, nitrogeno finkatzen duten laboreak eta bazka/belardien berrikuntza barne, horiek lurzorura bueltatzen baitira (kg N urtea⁻¹). Hortaz, FCR balioa balioesteko ekuazioa aldatu egin da 1996ko IPCC Taldearen Irizpideetan agertzen zirenekin alderatuta; izan ere, horrela lurpeko nitrogenoak nekazaritzako hondakinen guztizko nitrogenoan egiten duen ekarpena kontuan hartzen da, aurretiaz FCR balioa kalkulatzeko kendu zena. Hori dela-eta, nekazaritzako hondakinek duten nitrogenoaren ekarpen-kantitatearen balioespen zehatzagoa irudikatzen du orain FCR balioak; beraz, bazkarako erabiltzen diren leguminosoen (alpapa, adibidez) hazkuntetik sortutako hondakinen nitrogenoari egindako ekarpena ebaluatu daiteke, horietan aireko ia materia lehor guztia uztatzen baita, eta beraz, ez da hondakin gehiegirik geratzen, sustrai-sistema salbu. EF1 emisio-faktorea % 1 da (1 kg N-N₂O isurtzen da 100 kg N-ko ekarpen bakoitzeko) ongarri mineral, ongarri organiko eta nekazaritzako hondakinen nitrogeno ekarpenetarako, eta baita lurzoru mineraletako N mineralizaturako ere, lurzoruko karbono-galera dela eta.

• **«Mulch», labore estalgarrien erabilera (“cover crops”) eta landareak dituzten lugorriak:** Lurzorua higadurarengandik babesten duten, ura atxikitzeko ahalmena areagotzen duten eta lurzorura landare-hondakinen ekarpenak egiten dituzten nekazaritza-kudeaketako praktikak dira. Gainera, lurzoruaren tenperatura murrizten dute, eta beraz, baita materia organikoaren mineralizazio-abiadura ere. Guztiz eraginkorrak izateko, praktika horiek kontserbazio-laborantzarekin batera gauzatu behar dira. *Mulch* praktikaren bidez lurzoruan gertatzen den karbono organikoaren gehikuntza aldatu egiten da eremu klimatikoaren eta lurzorura gehitutako hondakinen kantitatearen nahiz kalitatearen arabera¹⁷.

• **Landare belarkaren presentzia fruta-arbolen eta mahastien ileren artean (landare-estalkiak):** Fruituen ekoizpen integratuan hedatua dagoen praktika honek karbonoaren 0,4 t C ha⁻¹ urtea⁻¹ inguruko gehikuntza gehigarri bat eragingo luke, ohiko laborantzaz landutako lurzoru bat belardi/larre iraunkor bihurtzean gertatzen den gehikuntzaren parekoa (INRA, 2002). Praktika hori gomendatzen da defizit hidrikorik ez badago, herbiziden erabilera murrizteaz gain, lurzoria higadura eta trinkotzetik babesten baitu; gainera, oso ondorio positiboak eragiten ditu biodibertsitatean, gaixotasun eta izurriei dagokienez ondorio negatiboak ere izan ditzakeen arren. Landare-estalkiak plubiometria altuko eremuetan erabili izan dira tradizioz. Hori da, esaterako, Gipuzkoa eta Bizkaiko txakolin eta fruta-arbolen ustiapenen kasua. Eremu lehorretan, horiek ureztapena bermatu daitekeen gunetan ezarri daitezke (Santesteban and Royo, 2004). Arabako Errioxako mahasti-lurzoruen kasuan, landaredi belarkarak ardoaren kalitatean eragin ditzakeen ondorioak aztertu beharko lirateke¹⁸.

• **Kalitatezko materia organiko exogenoaren gehikuntza, betiere gizakiaren edo animalien osasunean nahiz ingurumenean arriskurik eragiten ez badu:** Simaurraren erabilera oso metodo eraginkorra da nekazaritza-lurretako karbono organikoaren mailak areagotzeko (Jenkinson and Rayner, 1977). Hondakin horiek degradatzen ez diren materialen ehuneko handia dute, osagai erabilterrezenak digestio-prozesuan erabili baitira dagoeneko. Halere, simaurra aplikatuta lurzoruan irabazten den karbono guztiak ez du karbonoaren bahiketa garbia adierazten, dagozkion sega-belardien balantzea negatiboa baita. Gainera, gaur egun mota horretako hondakinak botatzen

¹⁷ Lal (1997) autorearen arabera, hainbat dozena t ha⁻¹ urtea⁻¹ behar dira (materia organikoarenak) lurzorura 0,1 t C ha⁻¹ urtea⁻¹ inguruko ekarpena egiteko. Bestalde, labore estalgarriek antzeko ondorioak eragiten dituzte eta eraginkorragoak ere izan daitezke, gainazalean nahiz sakontasunean (sustraietan) gertatzen baita materia organikoaren ekarpena. Gainera, eta hainbat azterlanek adierazten duten moduan, belar txarren kontrola eraginkorragoa da, seguru asko, gainazalena labore estalgarri hila duten laborantza-sistemetan, ondorio aleopatikoak direla eta (Al-Khatib and Boydston, 1999). INRAren azterlanak (2002) balioesten duen moduan, labore-arteko epea nahiko luzean, labore estalgarria ezarri, lurzoruan 0,15 t C ha⁻¹ urtea⁻¹ inguruko karbono gehikuntzak gertatzen dira. Horiek gaur egungo laborantza-sistemetara txertatzeak ez lioke zailtasun handiegirik eragin behar nekazariari, betiere nitrogenoa, lurzoruko ur-erreserbak eta lan-egutegia behar bezala kudeatzen badira; dena den, mineralizazioan eta nitrogenoaren kudeaketan nahiz gaixotasun eta izurrietan epe luzera eragin ditzakeen ondorioak modu zehatzean ezagutzea falta da oraindik (INRA, 2002). Eremu lehor eta erdi-lehorretan, praktika horien erabilera oso gomendagarria da biluzik dagoen lugorria ezabatu edo hobetzeko, biluzik dagoen lugorriarekin $-0,6 \pm 0,2$ t C ha⁻¹ urtea⁻¹ inguruko karbono galerak gertatzen baitira (INRA, 2002).

¹⁸ Kontsultatu K-Egokitzen proiektuaren esparruan lortutako emaitzak (<http://www.neiker.net/k-egokitzen/inicio.html>).

ari dira EAEko baratzeetan eta berotegietan; bestalde, belardietan minda botatzen da, eta beraz, horrek ez du karbono bahiketaren mekanismo berririk eragiten. Araztegiko lohiak edo bestelako hiri-hondakin organikoak lurzoruetako karbono bahiketa areagotzeko praktika gisa erabiltzeak ez ditu simaurraren erabilerak bezain emaitza eraginkorrak ematen, horiek konpostatuak daudenean salbu¹⁹. Lurzoruen Estrategia Tematikoaren arabera (Baritz *et al.*, 2004), hondakin organikoak (exogenoak) aplikatzea gomendatzen da, betiere ingurumen-legediak uren eta lurzoruen kalitatea babesteko zehazten dituen mugak kontuan hartuta. Gainera, mota horretako hondakinak argi eta garbi bereiztea gomendatzen da, horien kalitatean oinarrituta.

• **Labore energetikoen erabilera, horiek elikadurara xedaturiko laboreekin bateragarriak diren ala ez ebaluatu ostean:** Energia lortzeko laboreak ereitea CO₂ isurpenen arazoari irtenbide iraunkorra ematen dion konponbide bat da, lurzoruko karbono organikoaren pilaketa xede duten estrategien kasuan ez bezala. Praktika hori hazkunde azkarreko landareen laborantzan oinarritzen da, eta energia eskuratzea edo beste erregai batzuk lortzeko lehengai gisa erabiltzea da horien helburu bakarra. Labore horien garapenean, dagokion eraldatze-industria garatu behar da aldi berean. Biomazaren ekoizpenera xedaturiko energia-laboreen artean honako hauek bereizi ohi dira: (i) biomasa lignozelulosikoa ekoizten duten laboreak, galdaretan zuzenean erreta, beroa ekoizteko egokiak; eta (ii) hazi oleaginosoen laboreak, automobilgintzaren sektorean erabiltzeko egokiak diren landare-olioak lortzera xedatuak (bioerregaiak). Lehenengo horien artean espezie zurkaren laboreak ditugu, makalen edo eukaliptoen laboreak, adibidez, errotazio-txanda motzetan eta dentsitate handiko landaketa-markoetan landatzen direnak; horiez gain, espezie belarkaren laboreak ditugu, karduarenak, esaterako (*Cynara cardunculus*). Hazi oleaginosoen laborantzari dagokionez, koltza, soja eta ekiloreen laborantza ditugu, funtsean. 3,2 eta 3,7 t C ha⁻¹ urtea⁻¹ arteko karbonoaren bahiketa-fluxu garbiak balioesten dira, betiere biomasa horren errekuntzak erregai fosilen erabilerarekin gertatzen diren CO₂ isurpenen % 65-75era arte konpentsatzen duela kontuan hartuta (<http://www.epa.gov/sequestration/rates.html>).

Labore energetikoen ezarpena kontuan hartu beharreko aukera bat izan daiteke gune degradatuak berreskuratzeko. Berreskuratze-prozesuetan dauden Galiziako lignito-meategien zabortegietan egindako entseguek adierazi duten moduan, lehen urteetan ere finkapen-tasa handia lor daiteke espezieak ekoizpen-maila handikoak direnean eta horiek oso modu dentsoan landatzen direnean²⁰. Bestalde, eta mota horretako laboreak funtsean erregai fosilak ordezkatzeko erabiltzen diren arren, ondorio positiboak eragiten dituzte lurzoruko materia organikoan. Mota horretako laboreen erabi-

¹⁹ Lurzorura gehitutako materia organikoak konpostatuta daudenean, bahiketa-ahalmena nahiko altua izan daiteke (0,2 eta 0,5 t C artean 20 t konpost bakoitzeko, hektareako) (FAO, 2001). Baritz *et al.* (2004) autoreek proposatzen duten karbono bahiketarako fluxuek 0,38 t C ha⁻¹ urtea⁻¹ balioa dute konpostaren eta simaurraren kasuan, eta 0,26 t C ha⁻¹ urtea⁻¹ araztegiko lohien kasuan.

Ierarekin karbonoaren $0,62 \text{ t C ha}^{-1} \text{ urtea}^{-1}$ inguruko bahiketa-potentziala zenbatesten da (Smith *et al.*, 2000).

Azkenik, elikadura-laboreen ekoizpenerako egokiak diren eremu emankorretan labore energetikoen landaketak egiten badira, erabilera-aldaketa horrek eragin ditzakeen gizarte eta ekonomia arloko ondorioak hartu behar dira kontuan. Gainera, EAEn labore-lurretara xedaturiko azalera oso murriztua da, eta beraz, are gehiago handituko litzateke labore energetikoen eta elikadura-laboreen arteko lehia.

²⁰ $0,5 \times 0,5 \text{ m}$ -ko landaketa-markoak dituzten *Eucalyptus globulus* espeziearen landaketetan, esaterako, 40 t C ha^{-1} inguruko pilaketa-fluxuak lortu dira landaketa egin eta 30 hilabetera (Gil Bueno *et al.*, 2000; Macías *et al.*, 2001).

4. BESTELAKO LUR-ERABILERETAN APLIKATU DAITEZKEEN NEURRIAK

Badira baso-lur, belardi/larre edo labore-lurrei xedaturik ez dauden beste neurri batzuk ere, jarraian adierazten direnak, adibidez²¹:

- **Izaera organikoko lurzoruen lodiera areagotzeko politikak eta babes-arauak garatzea:** Karbono organikoa atxikitzeko ahalmen handia duten lurzoruei dagokienez (zohikaztegiak, padurak, lurzoru hidromorfoak, material bolkanikoen gainean garatutako lurzoruak), oso garrantzitsua da babes-arauak eta kudeaketa-politikak garatzea; izan ere, lurzoruak mantentzeaz gain, horiek lurzoruen lodiera eta pilatutako karbono edukia areagotzea erraztuko lukete (lurzorua higaduraren aurka babestuz eta lurzoruen sorrera bizkortuko duten neurriak hartuz, adibidez, lodiera txikiko lurzoruak, eremu degradatuak edo eremu kutsatuak nagusitzen diren guneeetan bereziki).

- **Lortu daitezkeen karbono-finkapenen kuantifikazioan aurrera egitea ahalbidetuko duten azterlanak gauzatzea, giza kudeaketako praktika desberdinak aplikatuz:** Azterlan horiek baso-biomasaren eta, bereziki, lurzoruen kasuan gauzatu behar dira, lurzoruetako materia organikoaren funtzionamenduan eta giza erabilerako sistemek materia organikoaren kantitatean nahiz kalitatean eragiten dituzten ondorioetan sakonduz; izan ere, klima-eskualde berean karbonoa bahitzeko ahalmen oso desberdinak dituzten lurzoruak egon daitezke, prozesu edafikoen, osagai egonkortzaile zehatzen presentziaren edo gabeziaren, giza eraginaren, higaduraren eta beste faktore batzuen arabera. Kasu gehienetan, lurzoruetako karbono organikoaren edukiek —baita erabilera-baldintza egokietan ere— ez dituzte beren baldintza naturalean izaten duten karbono organikoaren gainetiko mailak berreskuratuko. Halere, badira hainbat salbuespen; izan ere, gizakiak lurzoru naturaletan zeuden karbono organikoaren mailak baino maila altuagoak dituzten lurzoruak ekoitzi ahal izan ditu, klima-baldintza berberetan (*Plaggen soils* Europako iparraldeko eta erdialdeko kostaremuetan, edo *Terra Preta-do-Indio* Brasilen) (Sombroek *et al.*, 1993). Hemen, EAEn, antzeko zerbait gertatzen da berotegietako lurzoruetan, horietan materia organikoaren pilaketa garrantzitsuak lortu baitira simaurra behin eta berriz gehitu ostean.

²¹ “Neiker-Ihobe, 2004. Estudio sobre la potencialidad de los suelos y la biomasa de zonas agrícolas, pascícolas y forestales de la CAPV como sumideros de carbono” izeneko barne txostenean oinarritutako neurriak.