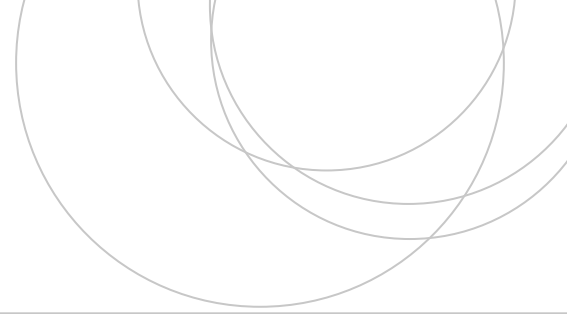




Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

ZIENTZIA  
ETA TEKNOLOGIA  
FAKULTATEA  
FACULTAD  
DE CIENCIA  
Y TECNOLOGÍA



Gradu Amaierako Lana  
Biologia Gradua

# LATXA ARDIEN USTIATEGIEN BEROTEGI-EFEKTUAREN GASEN BALANTZEA BIZI-ZIKLOAREN ANALISIAREN BIDEZ

Egilea:

Amaia Alberdi Elola

Zuzendaria:

Arantza Aldezabal Roteta

Zuzendarikidea:

Guillermo Pardo Nieva

© 2018, Amaia Alberdi Elola

Leioa, 2018ko Ekainaren 22a



## Aurkibidea

Laburpena .....	3
Abstract .....	3
1. Sarrera .....	4
1.1. Euskal Herriko latxa ardien artzaintza-sistema .....	4
1.2. Ustiategi-motak eta abereen maneia: intentsifikazioa vs. estentsifikazioa .....	5
1.3. Nekazal Politika Bateratua eta ekoizpen-sistemen bizi-zikloaren analisia .....	6
1.4. Helburuak .....	7
2. Material eta Metodoak .....	7
2.1. Datu-bilketa .....	7
2.2. Galdetegia .....	8
2.3. Bizi-zikloaren analisia (Life Cycle Assessment, LCA) .....	9
2.3.1. Karbono-aztarna .....	9
2.3.2. Lurzoruaren karbono bahitze-gaitasuna .....	11
2.4. Tratamendu estatistikoa .....	12
3. Emaitzak .....	12
4. Eztabaida .....	16
5. Ondorioak .....	19
6. Eskerronak .....	20
7. Erreferentzia Bibliografikoa .....	20
8. Eranskinak .....	24
8.1. Eranskina: Bizi-zikloen analisirako galdetegia .....	24
8.2. Eranskina: BEGen isurketa-iturria .....	28



## **Laburpena**

Azken urte hauetan giza populazioak gorantz egin du, eta ondorioz, gure dietaren parte diren abere-ekoizkinen eskaerak geroz eta altuagoak dira. Abeltzaintzari zor zaio berotegi-efektuaren gasen (BEG) %18a, eta abel-kopuruaren igoerak gas hauen isurketan badu zeresanik. Abere-ekoizkinen eskaera asetzeko asmoz, ekoizpen-intentsitatea emendatu da, abel-buruko ekoizpena geroz eta intentsiboagoa bilakatuz. Euskal Herrian, bertako arraza dugu Latxa ardia, gure lurraldeko klima eta orografiara erabat moldatua. Latxa ardiaren ekoizpen-eredu estentsiboa aldatu egin da antzinatek, landa-eremuak utzi eta larratze-sistemak ordezkatu direlarik. Honenbestez, ekoizpena handitu nahian, ekoizteko modua ere aldatu egin da. Lan honetan, ekoizpen eredu estentsiboko hamabi ustiategietako datuak erabili dira bizi-zikloaren analisiaz (*Life Cycle Assessment, LCA*) BEGen isurketen estimak egin ahal izateko. Are gehiago, ustiategi hauek ingurumenean izan dezaketen inpaktu negatiboa karbono-aztarna bidez adierazi da. Eredu estentsiboak ingurumenean duen eragin positiboari garrantzia eman nahian, larratzeak lurzoruko karbonoaren bahitze-gaitasunari nola eragin diezaioken erreparatu zaio, eta karbono-aztarna negatibotzat adierazi. Bukatzeko, karbono-aztarnaren balioak apaltzeko, kontuan hartu beharreko zenbait aipamen egin dira.

## **Gako-hitzak**

Berotegi-efektuaren gasak · Bizi-zikloaren analisia · Ekoizpen-eredua · Karbono-aztarna

## **Abstract**

The growth of population in the world has led to an increase in the demands of livestock production systems. Currently, global livestock management contributes to about 18% of global greenhouse gas (GHG) emissions. In order to satisfy these ever-growing demands of livestock products, the production patterns are changing, for instance, by intensifying production of dairy herds. Latxa is native breed sheep from The Basque Country, which enables this breed to be easily adapted to the local climate and orography. Farmers have been practicing traditional extensive grazing in the last years, however, intensive management practices are taken over from the traditional methods. In this study, Life Cycle Assessments (LCA) is used to determine the amount of GHG emissions out of twelve extensive farming systems from the mentioned region. Likewise, the carbon footprint of the production unit is quantified resulting in a negative environmental impact. For the purpose of highlighting the relevance of extensive grazing management practices, soil carbon sequestration is also included, proved by comprising a positive environmental impact. Subsequently, the study considers and proposes GHG emission mitigation strategies to endure this changing reality.

## **Keywords**

Greenhouse gas · Life Cycle Assessments · Poduction pattern · Carbon footprint

## 1. Sarrera

Abeltzaintzak ingurumenaren alderdi ezberdinetan eragiten du, hala nola, klima-aldaketan, larreetan, lurzoruan, uretan eta biodibertsitatean (Steinfeld *et al.*, 2006). Abeltzaintza eta ingurumenaren arteko harremana zuzena da, esaterako abereek larretan bazkatzen dutenean. Abereen bizi-baldintzak (klimatikoak, edafikoak eta biotikoak) erabakigarriak dira landareen existentzia edota potentzialari dagokionez. Honek, aldi berean, bazkaren kantitate, kalitate eta banaketa baldintzatuko ditu. Gainera, ingurumenarekiko eragin positiboaz, abeltzaintza-jarduerak mantenugaien ziklo eta biodibertsitatearen mantenuan izugarrizko garrantzia du (FAO, 2014).

Abeltzaintzak eragin negatiboa ere izan dezake ingurumenean, izan ere, abere-ustiategiak sistematzat hartuta, berotegi-efektuaren gasen (BEG) iturri garrantzitsu eta konplexuak dira. Zehazki, osotasunera ekoizten diren BEGen %18ak abeltzaintzan dute jatorria (Steinfeld *et al.*, 2006). Sistema hauek isurtzen dituzten gasak, batez ere, metanoa (CH<sub>4</sub>), oxido nitrosoa (N<sub>2</sub>O) eta karbono dioxidoa (CO<sub>2</sub>) direlarik. Honakoa dela-eta, kezkarria da abeltzaintzak klima-aldaketari egin diezaioken ekarpena (Gerber *et al.*, 2011).

Abeltzaintzak ekoitziriko BEGen %80a hausnarkarien eskutik sortzen da. Hausnarkari txikiei dagokionez, zehazki, CH<sub>4</sub>aren %12a isurtzen dute digestio eta simaurraren maneiua dela-eta. Simaurraren maneiuari zor zaio ere isurtzen den N<sub>2</sub>Oaren %19 (Batalla *et al.*, 2015)

Giza populazioak gora egin du azken urteotan, eta hala, asetzeko dauden abere-produktuen eskaerak ere gehiago dira. Ondorioz, ekoizteko modua aldatu egin da, eraginkortasuna eta ingurumenarekiko jasankortasuna muturreraino eramanez. Are gehiago, 2050. urterako, mundu mailako abereen ekoizpenak %80ko igoera pairatuko duela iragarri da (Thornton, 2010). Gainera, ekoizpenaren intentsitatea handitzearekin loturik, BEGen isurketa handiagoa izango da abeltzaintza-jarduera aldatzean (Zhuang *et al.*, 2017).

Aipaturikoa aintzakotzat hartuta, garrantzitsua da abeltzaintzan jatorria duten elikagaien ekoizpenari lotuta, zenbait alderdi kontuan hartzea. Horien artean, abere-ekoizkinak sortzeko prozedurak ingurumenean duten eragin negatiboa, klima-aldaketak duen eragina jatorrizko ekoizpen-ereduan eta geroz eta handiagoa den produktuen eskaera asetzea. Ondorioz, ekoizpenaren eta ingurumenarekiko jasankortasunaren arteko oreka bat bilatu beharra dago, abere-produktuen eskaria ase eta ingurumen-inpaktua minimoa izateko asmoz (Batalla, 2015).

### **1.1. Euskal Herriko latxa ardiaren artzaintza-sistema**

Mundu mailako artzaintzan 2.200 milioi ardi daude haragi- eta esne-ekoizpenerako. Europan, Espainia bigarrena da ardi populazio handienari dagokionez; are gehiago, baita bigarrena ere esne-ekoizpen altuenari dagokionez. Esnearen gehiengoa (%94,1) Espainiar estatuaren iparralde eta erdialdean ekoizten da, eta Euskal Herriak hemen badu zeresana (%4) (Pulina *et al.*, 2018).

Euskal Herriak aspaldidanik izan du abeltzaintzarekiko harremana, esaterako XVIII. mendearen bukaera eta XIX. mendearen hasieran, euskal gizarteak espezializazio handia

erakusten zuen jarduera honetan. Abeltzaintza, hain zuzen, estentsiboa eta produkzio txikikoa, ingurumenari hobekien egokitzen zitzaiona (Arizkun *et al.*, 2002). Historikoki, abeltzaintzan garrantzia handia izan dute abelgorriek, ardi- eta txerri-aziendak besteak beste. Mendeetan zehar eginiko lanaren ondorio, gainera, bertakoak ditugun arrazak iraun dute gaur eguneraino; izan ere, beharren, ingurumen-baldintzen eta euskal geografiara hobekien moldatuta daudenak baitira (Gómez, 2004).

Geureak ditugun ardi-arrazen artean, Latxa ardia eta Karrantzako ardia dira aipagarri. Karrantzako ardia desagertzeko arriskuan dago, izan ere, animalia honen erabilera geroz eta murriztagoa baita. Latxa ardi-arrazari dagokionez, Euskal Herri osoan zabaltzen da bere hedadura (Díez, 2013). Bertako nortasun-ikur bilakatu da Latxa ardia, animalia honen esne gordinarekin eginiko gazta ezaguna dela-eta. Produktu bikainak ekoizteaz gain, ordea, tamaina txikiko arraza bizkor hau euskal lurraldearen orografia malkartsu eta klimara erabat egokitua dago (Abilleira, 2011).

Aipa bezala, artzaintzak Euskal Herrian izan duen garrantzia izugarrikoa da aspaldidanik. Tradizionalki gainera, hiru artzaintza mota bereizi izan direla esan daiteke: transhumantzia luzekoa, transhumantzia ertainekoa eta artzaintza konbinatua. Transhumantzia luzeko artzaintza Pirinioetako bailaretan egiten da, non, artaldeak 140 km inguruko ibilbidea egiten duen goi mendiko bailaretatik bailara epelagoetara, eta alderantziz urtaroen arabera (Altuna *et al.*, 1999).

Transhumantzia ertainekoa, batez ere Bizkaian, Araba iparraldean, Gipuzkoan, Nafarroa hezean, Zuberoan, Lapurdin eta Nafarroa Behean da ohiko. Artzaintza mota honetan, artaldea mendiko larretatik bailaretara mugitzen delarik negua igarotzera. Artzaintza konbinatuan, azkenik, artaldea bailaran mantentzen da mendira igo gabe. Artaldea larre komunaletan edota baserri inguruko larre ezberdinetan mantentzen da; honakoa, Nafarroa hezean eta ardi latxaren banaketa osoan nagusituz (Altuna *et al.*, 1999).

Azken hamarkadetan, ordea, artzaintza jardueraren atzeraka behatu da; honakoa nahiko ez eta, eredu tradizionala jarraituz dihardutenak ere geroz eta gutxiago dira. Gainera, lehen-sektoreak izugarriko bazterketa pairatzen du, sektorearen biziberritzearen beharra eta landa-eremuen arreta eza begi-bistakoak izanik (Batalla, 2015). Aldaketak, batez ere, larreen erabilera mota eta ekoizpenaren intentsitateak pairatu dituelarik (Riedel *et al.*, 2007). Honakoak kezka sortu du, izan ere, hausnarkari txiki hauengandik gurean horren produktu estimatuak lortzeaz gain, larreen mantenu eta ekosistema zerbitzuetan duten esku hartzea kolokan dago. Baita landa-eremuaren bizimoduari loturiko duten harreman estua eta ondare kulturala ere (Batalla, 2015).

### ***1.2.Ustiategi-motak eta abereen maneiuua: intentsifikazioa vs. estentsifikazioa***

Hainbat irizpide kontuan hartuz gero, ustiategien intentsifikazio-maila neurtu daiteke; besteak beste ustiategiaren baliabideen izaera eta erabilera, animalien elikadura, eta animalien ugalketa-faseen antolamenduaren arabera (Ruiz *et al.*, 2017).

Irizpide hauek tarteko, ustiategi-mota ezberdinak bereizi daitezke: larratzean oinarritzen dena, konbinatua eta larratze gabea edo industrialia (Ripoll-Bosch *et al.*, 2013). Larratzean

oinarritzen den ustiatégian, ekoizpena intentsitatez baxua edota tradizionala da. Izan ere, ardiko erditze bakarria baitago urtean. Gainera, edoskitze-garaian izan ezik, artaldeak aske larratzen du bailara edota mendiko larreetan. Neguan, larreen baliabideak urriak direnean, bazka osagarriak erabiliz elikatzen delarik artaldea (Ripoll-Bosch *et al.*, 2013; Ruiz *et al.*, 2017).

Ustiatégi konbinatu edota mistoan, ekoizpena intentsuagoa da, non, bi urtetan ardi bakoitzak hiru erditze pairatuko dituen. Gainontzean, edoskitze-garaian eta gauean artaldea larreetatik at mantenduko da. Eredu honetan, zerealak ekoizteko larreak daude, zeinetan, artaldea ez den bertan sartuko. Zereal hauek eta/edo pentsu osagarriak erabiliko dira neguan animalien bazka gisara (Ripoll-Bosch *et al.*, 2013; Ruiz *et al.*, 2017).

Larratze gabea edo industrialaren ustiatégi-motan, ekoizpenaren maneia guztiz intentsua da: hiru urtetan, bost erditze ardiko. Larreak zerealaren ekoizpenerako erabiltzen dira batez ere, artaldeak ez du kanpoan larratzen. Animalien elikadura pentsu eta bazka osagarrietan oinarritzen delarik (Ripoll-Bosch *et al.*, 2013; Ruiz *et al.*, 2017).

Ustiatégi mota ezberdinak aztertu ostean, esan daiteke, artzaintza estentsiboa, intentsiboaren kontrara, ustiatégiaren baliabide naturalak erabiltzen dituen kudeaketa ereduari deritzola. Ustiatégitik at ekoitzi diren elikagaien erabilera baxua duelarik. Orokorrean, lurraldera moldaturiko animalia arrazekin lan egin, ustiatégiaren erabilgarritasun espazial eta tenporalak aintzakotzat hartu, eta ingurumenarekiko arduratsua den eredu izanik (Ruiz *et al.*, 2017).

### ***1.3. Nekazal Politika Bateratua eta ekoizpen-sistemen bizi-zikloaren analisisa***

Nekazal Politika Bateratua (NPB) hobekuntza-prozesuak, ingurumenarekiko ekoizpen-sistema jasagarriak eta klima-aldaketaren eragina arintzea dira intereseko lehentasunak. Gainera, abeltzaintzak ingurumenarekiko duen jokabidea optimizatzea, ustiatégi txiki eta ertainen arteko lehiakortasuna hobetzeko giltza izan daiteke. Are gehiago, ekoizpen-prozesuan zeharreko ingurumen-inpaktu baxua aitortu eta baloratzeak, balio gehigarri bat eman diezaioke ekoizteko eredu jasagarri bati (Vagnoni *et al.*, 2013).

Ondorioz, interesekoa da ekoizpen-modua aldatzeak BEG isurketen intentsitateari nola eragin diezaiokeen aztertzea. Honez gain, izugarri garrantzitsua da abere-ekoizpenaren hainbat alderdi aintzakotzat hartzea, hau da, ez soilik produkzio-ekonomia alderdia, baita ingurumenarekiko jasankortasunean eragin dezaketen ezaugarriak ere (Del Prado *et al.*, 2011).

Horretarako, egokiena litzateke ustiatégi ezberdinen BEG isurketak estimatzea; eta are gehiago, ardi-esnearen karbono aztarna kalkulatzeko. Karbono-aztarna, CO<sub>2</sub>aren baliokide den isurketa osoa da ekoizpen unitateko; esaterako esneko proteina eta gantz litroko (Batalla *et al.*, 2015). Hau da, ustiatégian bertan eta ustiatégitik at, ekoizpenari loturiko jardura orok, kanporatzen duten metano (CH<sub>4</sub>), oxido nitroso (N<sub>2</sub>O) eta karbono dioxido (CO<sub>2</sub>) gasen kalkulua (Marino *et al.*, 2016).

Ustiatégi bakoitzerako karbono-aztarna, Bizi-zikloaren analisi (*Life Cycle Assessment*, LCA) bidez jakin daiteke. Mundu mailan ezagun bilakatu den analisisa da, abeltzaintza-



sistemen ingurumen-inpaktua ebaluatzeko onartuenetakoa (O'Brien, 2012). LCAk, larre-ustiategiko material gordinetik hasi, eta azken ekoizkin eta hondakinen arteko prozesu guztiak barne hartzen ditu. Hala, banaka-banaka, prozesu guzti hauek duten ingurumen-inpaktua ebaluatzen du (ISO, 2006).

BEGak ez ezik, lurzoruak duen karbono bahitze-gaitasuna estimatu eta karbono-aztarna negatibo modura adierazi daiteke LCA erabiliz. Karbono bahitze-gaitasuna, lurzoru batek bere baitan karbonoa metatzeko duen gaitasunari egiten dio erreferentzia, honako gasa ez delarik atmosferara isurtzen. Abereen larratze jarduerak lurzoruaren karbono bahitze-gaitasunean eragin diezaiokete zuzenki.

Latxa ardi-arrazarekin lan egiten duten ustiategi ezberdinetan LCA analisiak egitea interesekoa litzateke beraz. Badira lehenago lanak (Batalla, 2015), latxa ardia eta LCA analisiak erabili dituztenak, eta kontuan hartzeko ondorioak plazaratu dituztenak ere. Batez ere, ikuspuntu ekonomiko, sozial eta ingurumenari loturiko ondorioak besteak beste.

#### ***1.4. Helburuak***

Lan honen helburuak hiru izan ziren:

1. Euskal Herriko hamabi ustiategi estentsiboen karbono-aztarna LCA bidez estimatu eta ustiategien arteko balioak alderatzea.
2. BEGen emisioetan eragin handiena zuten isurketa-iturriak identifikatu eta gasen isurketak apaltzeko neurriak proposatzea.
3. Ustiategi estentsiboen kasuan, abere-ekoizkinak ez ezik, larratzeak eragindako lurzoruaren karbono bahitze-gaitasuna, ekosistema-zerbitzu modura kontuan hartu eta karbono-aztarna negatibo bezala adieraztea.

## **2. Material eta Metodoak**

Ingurumen-inpaktua ebaluatu ahal izateko, LCA bidez esne-ekoizpenaren karbono-aztarna kalkulatu zen. Analisi honetarako beharrezkoa izan zen ustiategiak identifikatzea, abereen maneiuaren nolakotasuna aztertzea eta urtebeteko epean gauzaturiko hainbat jardueren datuak lortzea.

### ***2.1. Datu-bilketa***

Lan honetan erabili ziren datuak artzain ezberdinei eginiko galdetegitik lortu ziren, horretarako, ardi-ustiategietan hitzarturiko bisita eta elkarrizketak eginez. Horrez gain, galdetegitik at, kontuan hartu ziren ere beste proiektu batzuetako datuak (batez ere, mendi eta bailara mailako ekoizpenari zegozkienak).

Zehazki, hamabi ustiategietako datuekin egin zen lan. Euskal Herrian, Iberiar Penintsularen iparraldean, kokatzen direlarik guztiak. Lau probintzia ezberdinetan burutu zen hamabi ustiategien datu-bilketa: zortzi Gipuzkoan (Urola Erdia, Debarrena eta Debagoiena

eskualdeetan), bi Nafarroan (Sakana eskualdean), bat Araban (Aiaraldea eskualdean) eta beste bat Bizkaian (Lea-Artibai eskualdean).

Lau probintzia izan arren, osotasunean, eremu honen klima berdina da: klima epel ozeanikoa. Tenperaturei dagokienez, leunak dira, neguak ez dira hotzegiak (4-8°C), ez eta udak beroegiak ere (24-28°C). Prezipitazioak urte guztian zehar erregularrak eta ugariak dira (1.200-2.000 mm), beraz, ez dago urtaro lehorrik (Climate-Data, 2018).

Lan honetan parte hartu zuten ustiategiak (1. taula), batez ere abereen maneiuari dagokiola, transhumantzia ertainekoak eta artzaintza konbinatukoak izan ziren. Ustiategi-motari zegokionez, estentsiboaren barnean leudeke denak, larratzean oinarriturikoan eta mistoaren artean.

**1. taula.** Hamabi ustiategien ezaugarri orokorrak: abel-kopurua, larratze-denbora urteko hilabete-kopuruan adierazita, ardi-erditze-kopurua urtean, urteko esne litroen ekoizpena eta elikaduraren oinarria. Elikadurari dagokionez, hiru mota bereizi ziren oinarriaren arabera: larratzean (1), bazka osagarrietan (2) eta pentsuan (3).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Abel-kopurua	207	1442	37	1184	103	506	80	31	258	369	24	138
Larratze-denbora (Hil/Urte)	10	10	11	8	12	11	10	12	12	9	12	10
Erditze-kopurua/Urte	1	1,4	1,2	1,3	1,2	1,7	1,5	1,6	1	2	1,5	2,5
Esne-ekoizpena (L/Urte)	23.000	27.000	1.150	86.000	1.350	56.000	12.960	4.700	4.200	58.230	4.050	24.075
Elikaduraren oinarria	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2	1, 2

## 2.2. Galdetegia

Karbono (C) eta Nitrogeno (N) balantzeak, eta BEGen isurketa simulatzen duen modelo bat (Del Prado *et al.*, 2013a) zuen oinarri galdetegiak. Eredu honek barne hartzen ditu, ustiategian eta ustiategitik kanpo, dauden C eta N sartu-irtenak. Honenbestez, balantze honen berri jakiteko, ereduak aintzakotzat hartzen dituen datuak izan ziren galdegai (8.1. eranskina).

Galdera-sorta, lau multzo nagusitan bereizi zitekeen. Lehen multzoan zeuden ardi-ustiategiaren urteroko sarreraren inguruko datuak: artaldearen osaera eta abereen batez besteko pisua, ekoizpena, ugalketa eta maneiuaren datuak, eta abere-ekoizkinen ingurukoak. Bigarren galderen multzoan, esleipen ekonomikoa zehaztea eskatu zen; horretarako, produktuen salmentaz lorturiko irabaziak osotasunean hartuta, ekoizkinaren (esne/gazta eta haragi) araberrako portzentajeak zein ziren galdeginez.

Abereen elikaduran oinarritzen zen hirugarren galdera multzoa. Elikagaiaren izaera, ekoizpen propioa eta kanpokoa bereiziz, eta ongarrrien erabileraren inguruan galdetu zelarrik. Laugarren eta azken multzoan, kontsumoen eta hondakinen kudeaketaren xehetasunak eskatu ziren.

Amaitzeko, datu-pertsonalen babeserako neurri guztiak hartu nahi izan ziren, eta horretarako, araudia errespetatuz, konfidentzialtasun-egiaztagiri bat idatzi zen. Agirian, lan honen laburpentxo txiki bat ezarri zen, baita honakoa egitearen helburu zehatzak ere. Jarraian, artzainak bere ustiategiaren datuak erabiltzeko baimena ematen zuela adierazten zen eta ikasleak, berriz, datuen erabileran anonimotasun osoa gordeko zela. Dokumentuaren amaian, lan honetan esku hartu zuten zuzendari, ikasle eta artzainaren datu-pertsonalak idatzi ziren, bakoitzaren sinaduraz lagundurik.

### **2.3. Bizi-zikloaren analisia (Life Cycle Assessment, LCA)**

Ingurumen-inpaktua ebaluatzeko metodologia da bizi-zikloaren analisia, zeinak, larre-ustiategiko material gordinetik hasi, eta azken ekoizkin eta hondakinen arteko prozesu guztiak barne hartzen dituen (ISO, 2006). LCA bidez ustiategi bakoitzerako esnearen karbono-aztarna eta lurzoruak bahitzen duen karbonoa estima daiteke.

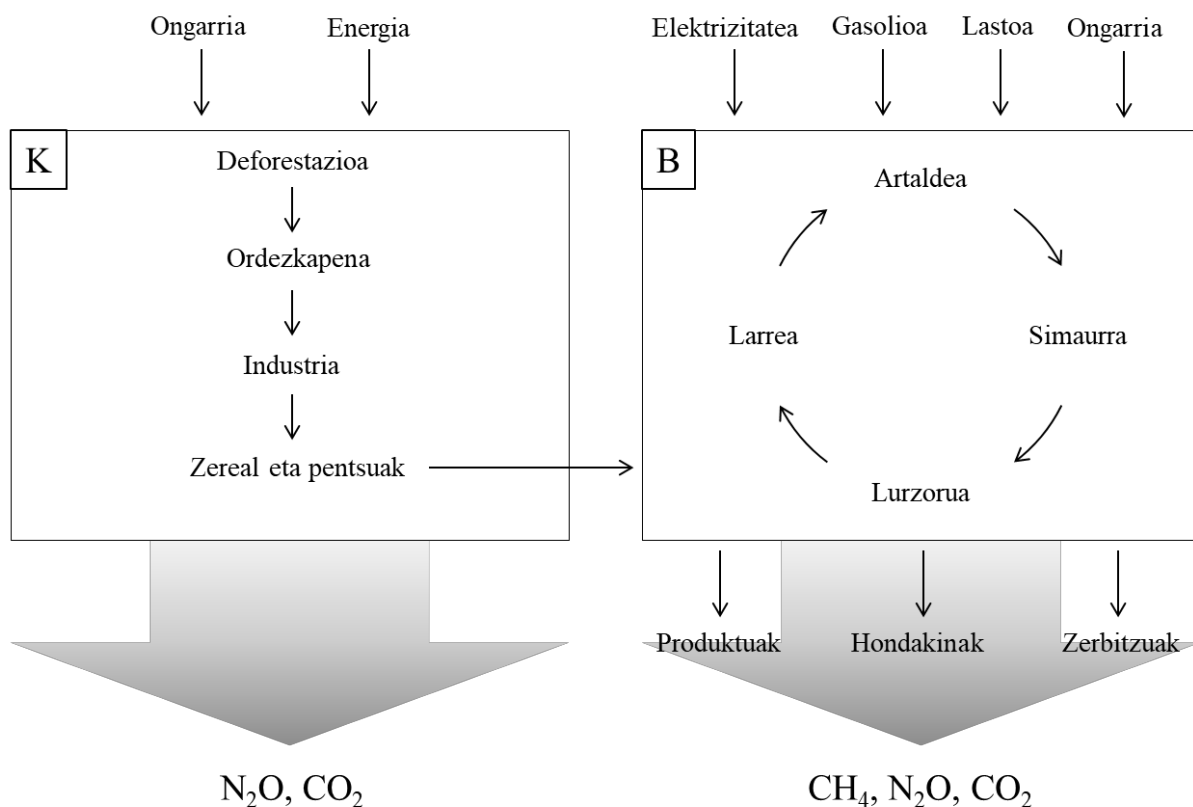
Lan honetarako BC<sup>3</sup>ko taldekideen laguntza jaso zen LCA egin ahal izateko. Honela, analisi mota honetan kontuan hartzen ziren aldagaiak eta prozesuak aditzera emanaz (1. irudia).

#### **2.3.1. Karbono-aztarna**

LCA bidez urtebeteko denbora tartean isurtzen ziren CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O eta CO<sub>2</sub> kilogramoak estimatu zituzten LCAaren SimaPro 8.5.2 Softwarean IPCC 2013 metodologia (Myhre *et al.*, 2013) erabiliz. Nahiz eta metodologiak esne-ekoizpenerako prozesu anitz barne hartu, karbono-aztarna kalkulatzeko, BEG bakoitzaren iturrietan oinarritu ziren soilik.

Ustiategitik kanpo ekoitzi eta ostean ustiategian bertan kontsumitzen dira bazka osagarri eta pentsuak. Produktu hauen ekoizpenerako, maiz, laborantza-lur zabalak dira beharrezko. Honenbestez, bazka osagarri eta pentsuen industriak baso primarioen mozketara bideratzen du, hala, labore ezberdinen hazkuntzako lur-eremuak libre utziz (Steinfeld *et al.*, 2006). Ekoizpen-prozesu honetan, energia mota anitz eta nitrogenotan aberatsak diren ongarriak erabiltzen dira. Ondorioz, bazka osagarri eta pentsuak ekoizteaz gain, azpiproduktu gisara isurtzen dira CO<sub>2</sub> eta N<sub>2</sub>Oa. Industria-prozesu, produktuen garraio eta baso-soiltzearekin uztartuta dago CO<sub>2</sub>aren isurketa; aldiz, ongarrien erabilerari zor zaio N<sub>2</sub>Oaren isurketa, baita honen baliokide diren amoniakoa (NH<sub>3</sub>) eta nitratoari (NO<sub>3</sub>) ere.

Ustiategiaren barnean, jada, prozesu asko eta asko kontuan hartzen dira. Artaldea eta lurzorua arteko harreman ziklikoaz gain, sistemara barneratzen dira, besteak beste elektrizitatearen, gasolioaren, ongarrien eta lastoaren erabilera, eta bazka osagarri eta pentsuaren kontsumoa. Aldi berean, sistematik ateratzen dira hiru adar nagusi: produktu, hondakin eta zerbitzuak. Produktuen artean, esne eta gazta, haragia eta artilea dira aipagarri. Hondakintzat hartzen dira simaurra eta esne-gatzura; eta zerbitzu gisara azkenik, artaldeak burutu ditzakeen garbitze-lanak eta biodibertsitatearen mantenua.



**1. irudia.** Ustiategi kanpoan (K) eta barruan (B) LCAk barne hartzen dituen prozesu guztiak, zeinetan, BEGk ( $CH_4$ ,  $N_2O$  eta  $CO_2$ ) isurtzen diren.

Ustiategian bertan isurtzen den BEGen gehiengoa  $CH_4$  da, hausnarkarien digestioaren, mendi eta bailarako larretan metatzen diren gorotz eta simaurraren maneiuaren ondorio dena (O'Brien *et al.*, 2012). Garrantzia handia dauka hausnarketa bidez kanporatzen den  $CH_4$ ak, izan ere, sektore osoak isurtzen duen BEGen %47a eta  $CH_4$  osoaren %90a baino gehiago baita (Opio *et al.*, 2013).

Nitrogeno atmosferikoa ( $N_2$ ) espezie leguminosoek finkatzen dute eta lurzoruko N landareek xurgatua da.  $N_2O$ a, simaurraren metaketan, mendi eta bailaretan metaturiko gorotzetan, ongarri ezorganikoetan eta lurzoruan gertaturiko nitrifikazio eta desnitrifikazio prozesuetan sortzen da. Gainera, zeharka ere ekoitzi daitezke  $N_2O$ a,  $NH_3$ a lurruntzean eta  $NO_3$ a lixibatzean (Del Prado *et al.*, 2013b).

$CO_2$ ari dagokionez, elkartrukea C finkatzen duten sistemen eta, arnasketa eta energiaren erabilera zuzenarekin dago lotua (Del Prado *et al.*, 2013b). Honakoa tarteko eta lurzoruko karbono-balantzea orekan dagoela onartuz,  $CO_2$ aren isurketa, gasolio eta elektrizitatearen erabilerari zor zaio (O'Brien *et al.*, 2012).

Bai  $CH_4$  eta bai  $N_2O$  isurketak, batez ere hausnarkarien digestio, simaurraren maneiu eta larreetako gorotzekin erlazioaturikoak, Nazioarteko Klima-aldaketaren Adituen Taldeak (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC) zehazturiko metodologia (IPCC, 2006) jarraituta estimatu ziren. Gainontzean, bazka osagarri eta pentsuen ekoizpenak, ongarri

ezberdinen eta gasolioaren erabilerak sor zitzakeen BEGen estima datu-base bat erabiliz burutu zen. Azken hau, zehazki, *Agri-footprint 4.0*, *Ecoinvent V3* (Durlinger *et al.*, 2017; Wernet *et al.*, 2016) izan zen.

Azkenik, hiru BEGen isurketa-balioak CO<sub>2</sub> baliokideetara eraldatu ziren. Horretarako kontuan hartu zen gas bakoitzaren berotegi-efektu potentziala (*Global Warming Potencial*, GWP), hots, erreferentziazko gas batekin alderatuz, BEGk beroa euren baitan mantentzeko gaitasunaren araberrako unitate erlatiboa (Myhre *et al.*, 2013). Izan ere, CO<sub>2</sub>a oinarriztat harturik, 100 urteko denbora-tartearen ostean, gainontzeko gasentzat biderkagai zehatz batzuk onartzen dira (2. taula).

**2. taula.** BEGen laburpen-taula, bertan adierazten dira izena, formula, berotegi-potentziala eta gas bakoitzaren isurketa-iturriak.

BEG	Formula	Berotegi-potentziala	Isurketa-iturria
Karbono dioxidoa	CO <sub>2</sub>	1	Erregaiak eta lurzorua-erlaldaketa
Metanoa	CH <sub>4</sub>	28	Digestioa eta simaurraren maneia
Oxido nitrosoa	N <sub>2</sub> O	265	Ongarriak eta simaurraren maneia

Karbono-aztarna, definizioz, ekoizpen-unitateko CO<sub>2</sub> baliokide osoen isurketa izanik, lan honetan karbono-aztarnaren balioak esneko gantz eta proteina litroko (*1 L of fat and protein corrected milk*, FPCM) unitatetan aurkeztu dira: CO<sub>2</sub> baliokide Kg/ FPCM. Horretarako, esnea, eduki gordinera orekatu zen (Pulina *et al.*, 2005); hau da, %25 esne gordina, %8,5 gantz eta %3,5 proteina edukira doitu zelarik jarraian adierazten den formularen bidez:

$$FPCM = RM \cdot (0,25 + 0,085 \cdot FC + 0,035 \cdot PC)$$

non, esne gordina (*Raw Milk*, RW), gantz-edukia (*Fat Content*, FC) eta proteina-edukia (*Protein Content*, PC) elkarren artean erlazionatzen ziren.

### 2.3.2. Lurzoruaren karbono bahitze-gaitasuna

Lurzoruaren karbono-metaketek aldaketak pairatu ditzakete, ustiatzean bertan maneiuari zor zaizkion zenbait faktore tarteko, lurzoruak metakin gisara duen karbonoa bahitzeko gaitasun handiagoa edo gutxiagoa izango du. Faktore hauek, batez ere, bazka gisara erabilitako labore-motak eta simaurraren maneia baldintzatuko dute (Batalla *et al.*, 2015).

Lan honetarako, lurzorura isurtzen zen karbono osoaren %10, ehun urteko denbora tartean lurzoruan bahituta geldituko dela onartu zen (Petersen *et al.*, 2013).

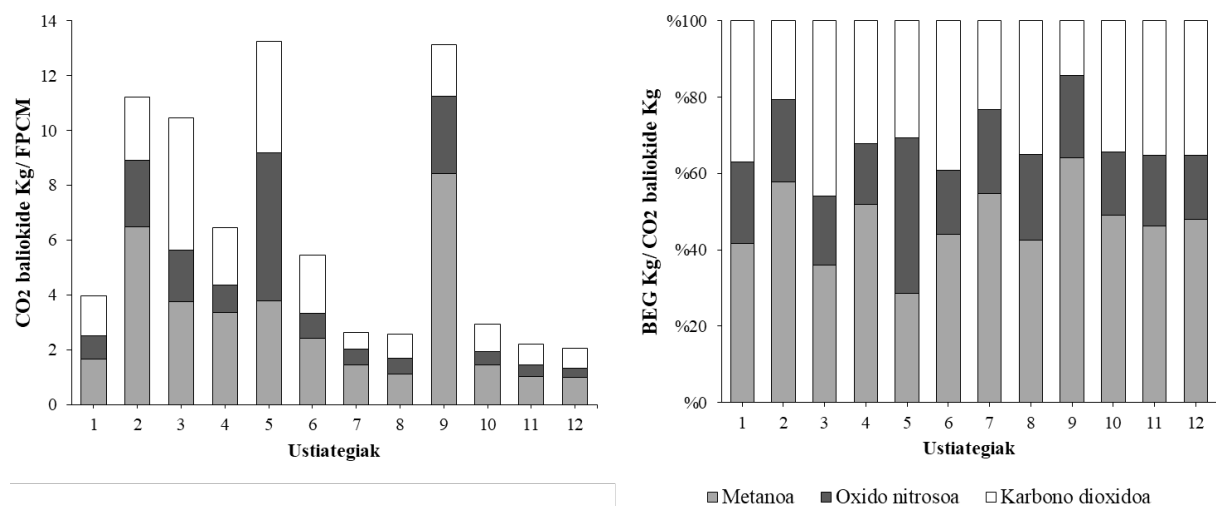
## 2.4. Tratamendu estatistikoa

Karbono-aztarnan eragina izan zezaketen artaldearen bi ezaugarri-gako aztertu ziren eredu linear orokortuen bidez (GLM analisiak, Poisson banaketa-funtzioa erabiliz): ardiko erditze-kopurua eta ardiko esne-ekoizpena.

Horrez gain, ustiategien karbono-aztarna eta lurzoruaren karbonoaren bahitze-gaitasunaren arteko erlazioa esangarria ote zen testatzeko, erregresio-analisiak erabili ziren; honakoa ere R Software askeaz baliatuz.

## 3. Emaitzak

LCAz ardi-ustiategi bakoitzerako karbono-aztarna estimatu zen (2. irudia), gainera, aztarna honetan BEG bakoitzak zuen esku-hartzea adierazi zen bai CO<sub>2</sub> baliokide kilogramotan eta bai ehunekotan ere. Honela, ustiategien karbono-aztarnaren balioa ezagutu, balioen arteko alderaketa egin eta BEGek zuten parte-hartze portzentajearen aldaerak ikusi zitezkeen.



**2. irudia.** Hamabi ustiategietarako karbono-aztarnaren balioa eta honen konposizioa BEGei dagokionez. Ezkerreko grafikoan, BEGak adierazi dira CO<sub>2</sub> baliokide Kg/ FPCM unitatean; eskuineko grafikoan, aldiz, karbono-aztarnan BEGek duten ehunekoa ageri da.

Karbono-aztarnaren balioei zegokienez, aldaerak ikusi zitezkeen ustiategien artean. Bi multzo argi bereizi zitezkeen, batetik, lehen multzoan, karbono-aztarnaren balioak 2-6,5 CO<sub>2</sub> baliokide Kg/ FPCM artean zituzten ustiategiak (1, 4, 6, 7, 8, 10, 11, eta 12); bestetik, bigarren multzoan 10-14 CO<sub>2</sub> baliokide Kg/ FPCM bitarteko balioak zituzten ustiategiak (2, 3, 5 eta 9).

Bi multzo argi hauen arrazoia zehaztu nahian, eta karbono-aztarnak esne-ekoizpenarekin zuen harremana aintzakotzat hartuta, isurtzen diren CO<sub>2</sub> baliokidearen kilogramoen eta

artaldearen ezaugarri-gako biren artean erlaziorik ba ote zen behatu zen (3. taula); hots, ardiko ugalkortasuna eta ardiko esne-ekoizpena, eta karbono-aztarnaren arteko harremana.

**3. taula.** GLM analisi bidez lortutako balioak, karbono-aztarnan ugalkortasunak eta esne-ekoizpenak duten eragina adieraziz.  $P < 0,05$  balioak izango dira adierazgarriak (\* ikurraz nabarmenduak).

Aldagaia	Faktorea	$\beta$	Errore std.	P
CO <sub>2</sub> baliokide	Ugalkortasuna	-3,137	2,714	0,248
	Esne-ekoizpena	-0,005	0,002	0,040*

Ardiko ugalkortasunak ez, baina ardiko esne-ekoizpenak karbono-aztarnarekin erlazioa erakusten zuen, zehazki erlazio negatiboa. Hau da, ardiko esne-ekoizpena handitu ahala, ustiategiak isurtzen zituen CO<sub>2</sub> baliokide kilogramoak apalagoak ziren FPCMko.

BEGak karbono-aztarnan zuten esku-hartzeak, karbono-aztarnaren balioak ez bezala, joera orokor bat erakusten zutela ikusi zitekeen (2. irudia). Batez ere karbono-aztarnaren balioak 2-6,5 CO<sub>2</sub> baliokide Kg/ FPCM artean zituzten ustiategiaren artean, BEGen %40ak CH<sub>4</sub>an zuen jatorria.

Lehen multzo honetan, CO<sub>2</sub> gasaren isurketei zegokionez, CH<sub>4</sub>aren ostean, karbono-aztarnan parte-hartze handiena zuen BEGa izan zen. Karbono-aztarnaren osaketan, ustiategiaren gehiengoan %30-40 arteko balioak ziren CO<sub>2</sub>arenak. Karbono-aztarnaren osaketan, ehunekorik baxuena N<sub>2</sub>Oak zuen. Zehazki, %20-10 tartean zebilen BEG honen balioa ia aipaturiko ustiategi guztietan.

Karbono-aztarnaren balioak 10-14 CO<sub>2</sub> baliokide Kg/ FPCM artean zituzten ustiategi multzoaren kasuan, BEGk karbono-aztarnan zuten ekarpenari zegokionez, ez zen aipaturiko patroik orokorrik betetzen. Ehuneko-balio arruntetatik at, karbono-aztarnan CH<sub>4</sub>aren ekarpena %54 eta %61 zen ustiategiak (2 eta 9) zeuden batetik, CO<sub>2</sub>aren esku-hartzea %46koa zen ustiategia (3) bestetik, eta azkenik, karbono-aztarna osoan %40a N<sub>2</sub>Oa zuenik ere bazen (5).

Gehiago sakondu nahian, BEGk karbono-aztarnan zuten ekarpenaz gain, gasen isurketa-iturri nagusiak zein ziren zehaztu eta aztarnan zuten esku-hartzea behatu zen (8.2. eranskina).

Karbono-aztarna osoaren zenbateko handiena hausnarkarien digestioaren ondorioz ekoiztiriko CH<sub>4</sub> isurketari zor zitzaion ustiategi guztietan, aztarnaren %61-%25 bitarteko balioak har zitzaizkela.

Digestioarekin loturiko CH<sub>4</sub>ren ostean, karbono-aztarnan ehuneko-balio altuena artaldearen elikadurarekin uztartua zegoena zen; zehazki, ustiategitik at ekoiztiriko bazka osagarri eta pentsuei zegokion. Bazen pentsurik erabiltzen ez zuen ustiategirik (5,8). Horiek, bazka osagarritz soilik elikatzen zuten artaldea neguan, karbono-aztarnaren %48 eta %37 zor zitzaizkela.

Isurketa-iturri ezberdinetan bereizi arren, pentsuaren ekoizpenak sortzen zituen BEGk ere bazuten zeresana. Pentsuari loturiko gas-isurketak hiru adarretan ezberdindu ziren: pentsua N<sub>2</sub>Oa, pentsua CO<sub>2</sub>a eta lurzoruaren eraldaketaz sorturiko CO<sub>2</sub>a. Adar hauek bakoitza bere aldetik aztertzerako orduan, karbono-aztarna osoari egin diezaioketen ekarpena ez zen batera aztertzean bezain bestekoa.

Ongarrien erabilera zela-eta, pentsua N<sub>2</sub>Oaren ehunekoa %7-1 bitartekoa zen. Pentsua CO<sub>2</sub>, ekoizpen industrialari loturikoa, %12-2 artean zebilen. Laborantza-lurren beharrak bultzaturik, lurzoruaren eraldaketari zor ziztaion CO<sub>2</sub> isurketa, berriz, karbono-aztarnaren %16-%1a. Aipa bezala, hiru adar hauek bateratzean, eta pentsuak karbono-aztarnan zuen ekarpen osoa estimatzerako orduan, ehunekoen tartea %35-5 bitartekoa zen.

Gasen isurketa-iturri ezberdinekin jarraituz, artaldeak larre ezberdinetan, bertan gorotzak metatzean, egin zezakeen ekarpena aipagarria zen. Ustiategi guztiek ez (3, 5, 8, 10 eta 11) zituzten mendi-larreak eta sega-larreak erabiltzen. Ondorioz, kasu hauetan sega-larretan biltzen zen BEGn isurketan, karbono-aztarnaren %15-5 tarteko balioak hartuz. Mendi-larreak ustiatzen zituztenekin (1, 2, 4, 6, 7, 9 eta 12) alderatuz, nahiz eta altitudearen arabera larre ezberdinak erabili, osotasunean, larretan jatorria duten BEGn isurketak %16-9a ziren karbono-aztarnan.

Artaldeak zuzenean meta ditzake gorotzak larratzen ari den bitartean, baina ongari organiko modura ere erabili daiteke gorotzez osaturiko simaurra ere. Larreak ongarrizko simaurraren metaketa eta ondorengo maneiuak, handia ez bazen ere, bazuen tokirik karbono-aztarnan. Ustiategi guztietako balioak behatzean, simaurrari zegozkien isurketak (bai N<sub>2</sub>Oa eta bai CO<sub>2</sub>a) karbono-aztarna osoaren %11-4a ziren.

Energia ezberdinek karbono-aztarnan zuten ekarpena behatzean, gasolioa eta elektrizitatearen kontsumoak, eta honen ondorioz BEGn isurketak, alde handia zuten ustiategi batetik bestera. Esaterako, gasolioan jatorria zuten BEGn isurketek karbono-aztarna osoan ehuneko altuak erakusten zituzten; besteak beste zenbait ustiategietan (5, 6 eta 11) %13, %25 eta %28ko ehuneko-balioak. Kontrara, ustiategi batzuetan (1, 8, 9 eta 10) gasolioak karbono-aztarnaren osaketan har zezakeen tokia murriztagoa zen: %3, %0 eta %4. Elektrizitatearen kasuan, antzeko zerbait gertatzen zen. Ustiategi pare batean (3 eta 12) elektrizitateak zuen ekarpena %17 eta %20koa zen bitartean, beste batzuetan (4, 5, 6, 7, 8, 9 eta 11) karbono-aztarnan zuen esku-hartzea nulua zen.

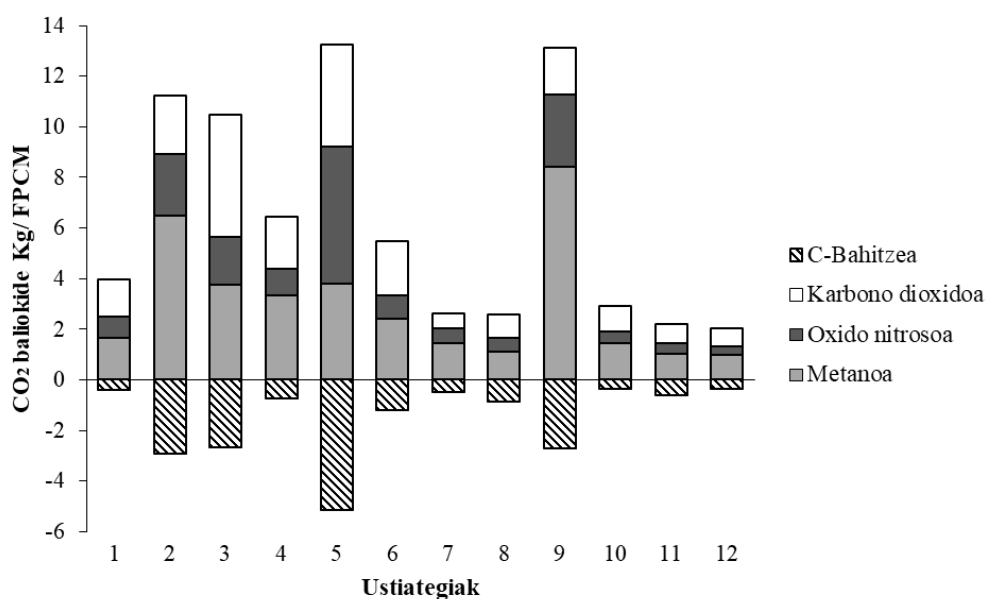
BEGn isurketa-iturrien ekarpena gorabeheratsua izanik, karbono-aztarna balio baxuenak zituzten ustiategiak hautatu ziren euren isurketa-iturrien ekarpen-ehunekoaren batezbestekoa egin, balio honetatik aldentzen ziren ustiategiak identifikatu eta honen zergatia arrazoitzeko (4. taula). Ariketa hau, 2-6,5 CO<sub>2</sub> baliokide Kg/ FPCM bitarteko karbono-aztarna zuten ustiategiekin soilik egin zen, izan ere, ustiategiaren esne-ekoizpen potentzial osoaz dihardutenak izanik, guztiz konparagarriak ziren euren artean.



**4. taula.** BEGen isurketa-iturri ezberdinen ekarpena (%) karbono-aztarna osoan, karbono-aztarna apalen multzoko ustiategi guztien batezbestekoak (BB) eta honekin alderatuz, isurketa-iturrien ekarpen-ehuneko ezberdinenak erakusten zituzten ustiategiak (1, 6, 7 eta 8) bereiziz.

%	BB	1	6	7	8
Hausnarkarien digestioa CH <sub>4</sub>	41	38	36	51	40
Simaorra CH <sub>4</sub>	5	2	6	3	2
Simaorra N <sub>2</sub> O	3	2	2	3	3
Sega-larrea	8	5	7	11	15
Mendi-larrea	2	3	3	4	0
Lurzoru-eraldaketa CO <sub>2</sub>	7	16	6	1	0
Pentsua CO <sub>2</sub>	6	12	5	5	0
Pentsua N <sub>2</sub> O	3	7	2	2	0
Bazka osagarriak	11	4	6	8	37
Gasolioa	10	3	25	9	0
Lastoa	2	5	1	3	3
Elektrizitatea	2	3	0	0	0
Bestelakoak	0	1	0	1	0

Ustiategi bakoitzaren ingurumen-inpaktua ebaluatu nahian, BEGn isurketak soilik kontuan hartu ziren; hots, artaldeak ingurumenean zuen inpaktu negatiboa. Egokiagoa litzateke ordea, eragin negatibotik at, ekarpen positiboa ere aintzakotzat hartzea. Honenbestez, larratzeak larreetan izan zezakeen karbonoaren bahitze-gaitasuna estimatu zen; honakoa, karbono-aztarnaren balio negatiboetan adieraziz (3. irudia).



**3. irudia.** Hamabi ardi-ustiategien karbono-aztarna (CO<sub>2</sub> baliokide Kg/ FPCM), positibo (BEG) zein negatiboa (C-Bahitzea).

Ardi-ustiategiek ingurumenean izan zezaketen eragin positiboa behatzerako unean, FPCM unitateko BEGen isurketa-kilogramo altuenak erakusten zituzten ustiategiek (2, 3, 5 eta 9) zuten karbono-aztarna balio negatibo altuena ere. Ondorioz, lurzoruko karbono bahitze-gaitasuna kontuan hartzean, karbono-aztarna osoaren murrizketa nabarmena pairatzen zuten; zehazki, %26, %39 eta %20ko murrizketa ekoizpen-unitateko CO<sub>2</sub> baliokide kilogramoetan.

Karbono-aztarna balio apalagoak erakusten zituzten ustiategietan (1, 4, 6, 7, 8, 10, 11 eta 12), lurzoruko karbono bahitze-gaitasuna kontuan hartzean, CO<sub>2</sub> baliokide Kg/ FPCM isurketa negatiboen ekarpenak ez zuen aipaturiko bezain besteko beharpenik eragiten. Kasu honetan, karbono-aztarnak pairatzen zuen murrizketa %33-9 bitartekoa zen.

Estatistikoki, ustiategien karbono-aztarna eta lurzoruko bahitze-gaitasunaren arteko harremana esangarria zen ( $p = 4,22 \cdot 10^{-5}$ ), are gehiago, erlazio positiboa zuten. Hau da, karbono-aztarna zenbat eta handiagoa izan, lurzoruaren karbono bahitze-gaitasuna ere altua izango da.

#### 4. Eztabaida

Hamabi ustiategietako datuak LCAn biltzean, karbono-aztarnaren estimazioak gorabeheratsuak izan ziren (2. irudia). Izan ere, esne-litroko isurtzen ziren karbono baliokide kilogramoak 2,05tik hasi eta 13,27ko balioak erakusten zituzten. Beraz, nahiz eta ustiategi guztiak mota eta abereen maneiuari zegokienez antzekoak izan, karbono-aztarnaren balioen artean aniztasuna zegoen. Hamabi ustiategietan esne-litroko isurtzen zen CO<sub>2</sub> baliokide kilogramoen aldeak, ardiko esne-ekoizpen handiago batean karbono-aztarna apaltzen zela aditzera eman zuen (3. taula; Batalla *et al.*, 2015).

Ustiategien urteko esne-ekoizpen eta abel-kopurua alderatzean (1. taula), artaldearen tamaina berdintsua zuten ustiategiek, esne-ekoizkinaren litro kopuruan izugarriko aldea erakusten zuten. Esaterako, ustiategiak abel-kopuruaren arabera binaka hartu (2 eta 4, 3 eta 8, 5 eta 12, eta 9 eta 1) eta urteko esne litroak alderatzean, 3, 4, 5 edota 18 aldiz gehiago ekoizten zuenik bazen artalde tamaina berdinez. Are gehiago, esne-ekoizpen potentzial osoaz baliatu ez, eta karbono-aztarna balio altuenak erakusten zituzten ustiategiak (2, 3, 5 eta 9) bat zetozen.

Esne-ekoizpen potentzial osoaz baliatzen ez ziren ustiategien kasuan, besteetan gertatzen ez zen zerbait aditzera eman zen. Abel-kopuru eta ugalkortasun-ehunekoaz, urteko esne-ekoizpena estimatzean, esperotako esne-litroen kopurua askoz ere gehiago zen behatutakoa baino. Orain arte, analisi hauek egiterako orduan ez da kontuan hartu, artaldearen ugalkortasun ehunekotik at, jezten diren animalia-kopurua; honenbestez, datu honen faltan, artaldeko erditze guztietan ardiak jezten zirela onartu zen. Jezten diren animalia-kopurua datu-gakoa litzateke esne-ekoizpen baxuko edota esne-ekoizpena eskaintzen duten zerbitzu

bakarra ez den ustiategien kasuan karbono-aztarnaren estima ekoizpen-unitateari hobekien doitzeko.

Latxa ardiaren ustiategietan bizi-zikloaren analisi bidez BEGn balantzea egin eta karbono-aztarna estimatu zuen lan bakanen bat bazen (Batalla *et al.*, 2015), lan honetan ez bezala ustiategi intentsibo eta estentsiboak biltzen zituena. Bertan, karbono-aztarnaren balioak 2,87-3,19 CO<sub>2</sub> baliokide Kg/ FPCM artean zeuden ustiategi intentsiboetan, eta aldiz, 2,76-5,17 CO<sub>2</sub> baliokide Kg/ FPCM bitarte ustiategi estentsiboetan. Azken datu hori bat etorri lan honetan aztertu ziren lehen multzoko ustiategiekin.

Artzaintza estentsiboak izan zezakeen ingurumen-inpaktua ebaluatu nahian, lan honetan esne-ekoizpen unitateko BEGen isurketari erreparatzean (2. taula), agerian gelditu zen ekoizpen balio altuenak zituzten ustiategiek zituztela karbono-aztarna apalenak. Estentsiboa den artzaintza, definizioz, ekoizpen-intentsitate baxukoa eta tradizionala izanik (Ripoll-Bosch *et al.*, 2013; Ruiz *et al.*, 2017), produkzio unitateko ingurumen-inpaktua beti izango da altuagoa ekoizpen-intentsitate altuko ustiategiak baino.

Aitzitik, LCA bidez karbono-aztarna estimatzerako orduan, ustiategi osoaren CO<sub>2</sub> baliokide kilogramoak bi adar nagusitan bereizi ziren: esne/gazta-ekoizpena eta haragi-ekoizpena. Hots, ekoizpen-mota hauetan parte hartzen zuten prozesuak bildu eta CO<sub>2</sub> baliokide kilogramoak estimatu ziren. Baina, ez zen kontuan hartu artzaintza estentsiboak, industrialak ez bezala, ekoizpenean zehar eskaintzen dituen ekosistema-zerbitzuak; hau da, CO<sub>2</sub> baliokide kilogramoen hirugarren adarra litzatekeena (Ripoll-Bosch *et al.*, 2013).

Ustiategiek abere-ekoizkinetatik at eskainiriko ekosistema-zerbitzuak (besteak beste landa-eremuaren kontserbazioa, biodibertsitatearen mantenua eta suteekiko prebentzioa) azpiproduktu gisara kontsideratuz gero, ingurumen-inpaktu negatibo eta positiboen arteko balantzea beharrezkoa litzateke. Are gehiago, honakoa aintzakotzat hartu zuten lanetan (Ripoll-Bosch *et al.*, 2013), ustiategi estentsiboen karbono-aztarnaren balioak erdiraino murriztu eta ustiategi intentsiboen karbono-aztarnaren balioak baino apalagoak zirela behatu zuten.

Lan honetan ardi-ustiategi estentsibo batek barne hartu zitzakeen ekosistema-zerbitzu guztiak bildu ez, baina ardi larratzeak lurzoruko karbono bahitze-gaitasunean nola eragin zezakeen behatu zen (3. irudia); eta honenbestez, karbono-aztarna osoaren balioak jasan zezakeen aldaketa ere. Lurzoruko karbono bahitze-gaitasunak eraginda, ustiategi guztien karbono-aztarnaren balioak 1,58-10,38 CO<sub>2</sub> baliokide Kg/ FPCM artekoak ziren. Ondorioz, lurzoruko karbono bahitze-gaitasuna handitzeak ardi-ustiategi batean ingurumen-inpaktua murrizteko modu egokia kontsidera daiteke (Batalla *et al.*, 2015).

Lurzoruak izan dezakeen karbonoaren bahitze-gaitasuna, artaldea larratzen ari den bitartean metatzen dituen gorotzek, larreko landare-hondakinek eta simaurraren maneiuk baldintzatzen dute. Are gehiago, zenbait lanetan ikusi ahal izan zen (Soussana *et al.*, 2015) nabarmenki eragin zezakeela karbono-edukian lurzoruaren maneiu egoki batek. Hala nola, ongarrri primarioen maneiuk, larratze-presioak eta animalien bazkarako bertako laboreen erabilerak lurzoruko karbono-maila %74ean emendatu zezakeen.

Lan honetan lurzoruaren karbono bahitze-gaitasuna CO<sub>2</sub> Kg/ FPCM balio negatiboetan adieraztean, ustiategien aldea nabarmena zen; batez ere, 2, 3, 5 eta 9 ustiategietan. Baina honakoa, karbono-aztarnaren alde handiaren arrazoi berdinetatik gertatzen zen; hau da, esne-ekoizpena bideratzen ez ziren animalien kopurua ari ziren kontuan hartzen.

Ardi-ustiategiek ingurumenean izan zezaketen eragin positiboa aintzakotzat hartu ez ezik, interesgarria izan zen eragin negatiboa sortzen zuten BEGen isurketa-iturriei erreparatzea eta ustiategien arteko alderaketak eginez, isurketak murrizteko neurriak proposatzea. Horretarako, hobetze-bidean, karbono-aztarna balio apalenak zituzten ustiategiak hautatu ziren, ekoizpen potentzial osoaz baliatzen baitziren (4. taula).

Hausnarkarien digestioan jatorria duen CH<sub>4</sub> gasaren isurketak karbono-aztarnan ekarpen-ehuneko altuena (%41) zuen zortzi ustiategien batezbestekoan, baina nabarmen altuagoa 7. ustiategian (%51). CH<sub>4</sub>aren isurketen estimazioa egiterako orduan, artaldearen tamaina eta osaketa, esne-ekoizpena, larratzea eta bizirauteko beharrezko dituzten energiaren zenbatekoa kontuan hartu ziren (IPCC, 2006). Hausnarkarien digestioari zor zaion CH<sub>4</sub>a, hein handi batean animalien elikadura-motaren arabera da, hots, bazka-kalitate altuko dieta baten CH<sub>4</sub> gasaren isurketak nabarmen apalagoak dira (kontsumitutako energiaren %5,5-6,5), kalitate txiroagoa den dieta bat baino (kontsumitutako energiaren %15-18). Bazka baten kalitatea digeritze-gaitasunarekin uztarturik dago, kalitate altuko bazka izango da zuntz kantitate murrizta eta mantenu-gaietan aberatsa dena (Carmona *et al.*, 2005).

Lan honetan, ordea, ez zen kontuan hartu ardi-ustiategien bazkaren kalitatea hausnarkarien digestioak sorturiko CH<sub>4</sub>aren isurketak estimatzeko. Hau da, abereen bazkaren digerigarritasuna %75ekoa zela onartu zen ustiategi guztietarako. Aitzitik, aintzakotzat hartu beharko litzateke artaldearen elikadura-mota eta honen digerigarritasuna, hausnarkarien digestio bidez ekoizturiko CH<sub>4</sub> gasaren isurketa kantitatean baldintzatzaile baitira (Carmona *et al.*, 2005).

Honenbestez, LCAz CH<sub>4</sub> isurketak estimatzean, bazka-kalitateari ez, baina bazkatzat erabiltzean materia lehor kantitateari erreparatu zitzaion. Honakoa, artaldearen tamaina eta osaketarekiko guztiz proportzionala litzatekeena. Ondorioz, materia lehor kantitateari zegokion CH<sub>4</sub> gasaren isurketak alderatzean, esne-ekoizpen berdinerako erabiltzen zen bazka kantitatean ezberdintasunak ikusi zitezkeen. 7. ustiategiari zegokionez, bazka-kantitate handiago bat erabiltzen zuen gainerako ustiategiekin alderatuta. Ondorioz, garrantzitsua litzateke bazka-kantitatea artaldearen beharrei doitzea, hau da, beharrezkoa dena baino bazka gehiago ez ematea.

CO<sub>2</sub> gasak karbono-aztarnan duen ekarpena, CH<sub>4</sub>aren ostean, handiena da BEGen artean (2. irudia). Gas honen isurketa-iturrien ekarpen-ehunekoa zertxobait altuagoa da 1. eta 6. ustiategien kasuan (%36 eta %39), karbono-aztarna apaleneko ustiategien batezbestekoarekin alderatzean. Gainontzekoen batezbestekotik aldentzearen arrazoiak, hein handi batean, pentsuen erabilera eta gasolio-kontsumoari zor zitzaion (4. taula).

Neguan, garai desfaboragarrian, artaldea pentsu eta bazka osagarri elikatzen da ustiategian. Pentsuen ekoizpen industrialak BEGn isurketan badu zeresanik, 1. ustiategian

zehazki, bazka-mota hauek ekoizterako orduan eragiten den lurzoruaren aldaketari karbono-aztarna osoaren %16a zor zitzaion. Baso primarioen mozketak eta ordezkapena, batez ere, soia ekoizpenerako burutzen da Brasil eta Argentinan. Soia laborantzari zor zaion lurzoru-eraldaketa CO<sub>2</sub> galera handiak dakartza, lurzoruko karbonoaren %25-30 bitarteko galerak zehazki (Opio *et al.*, 2013).

Beraz, erabiltzen diren pentsuen osagaien arabera, karbono-aztarnan lurzoru-eraldaketa izan dezakeen ekarpen-ehuneko nabarmen apaldu daiteke soia bezalako osagaiak ordezkatzeko. Are gehiago, lurzoru-eraldaketa ez ezik, bertan ekoiztiriko produktuen erabilerak garraioan jatorria duen ingurumen-inpaktu den gasolioaren erabilera murriztea ekarriko lukeelarik. Esaterako, estatu-mailan ekoizten diren arto eta garagarra pentsuen osagai modura erabiltzerakoan, garraio eta lurzoru-eraldaketa zor zaion CO<sub>2</sub> isurketa nabarmen murriztuko litzateke (Ripoll-Bosch *et al.*, 2013). Baina, soia proteina-edukian altua den elikagaia izanik, honelako ezaugarriak dituzten baba eta baba txikia bezalako lekalez ordezteko egokiagoa litzateke bazka beraren proteina-edukia mantentze aldera.

Karbono-aztarnaren balio apalenak zituzten ustiatzeetan, N<sub>2</sub>Oa karbono-aztarnan ekarpen-ehuneko baxuenarekin agertu arren ia ustiatze guztietan (2. irudia), BEGen %22a zen 5. ustiatzean. Are gehiago, N<sub>2</sub>Oaren isurketa-iturriari erreparatzean (4. taula), bazka osagarriek zegoen %37a. Ustiatze honetan ez zen pentsurik erabiltzen eta artaldea bazka osagarrien bidez elikatzen zen larreetatik at zegoenean. Bazka osagarrien erabilerak zuzenki eragin dezake hausnarkariaren digestioaren eraginez CH<sub>4</sub>aren isurketan, baina ez zuzenki bada ere, baita N<sub>2</sub>O eta CO<sub>2</sub> isurketetan. Izan ere, ohikoa da bazka osagarri gisa gramineoak erabiltzea, esaterako festuka eta alpapa, eta hauen ekoizpenerako gehiegizko ongarrien erabilerak badu eraginik N<sub>2</sub>Oaren isurketan (Del Prado *et al.*, 2013b). Beraz egokiagoa litzateke, bazka osagarriak ustiatzean bertan ekoiztirikoak izatea; hau da, larrez larreko mugimenduak gauzatzean, larratu gabeko larreaz baliatu eta bazka osagarri propioak bertatik ekoiztea.

## 5. Ondorioak

Latxa ardi-ustiatze estentsiboen ingurumen-inpaktu ebaluatzerako orduan, artzaintza-jarduerak ingurumenean izan dezakeen eragin positibo eta negatiboen arteko oreka kontuan hartu beharrezkoa zen. Izan ere, eragin negatiboa soilik aintzakotzat hartuz gero eta gainera, ekoizpen-unitateko, ustiatze estentsiboek intentsiboek baino ingurumen-inpaktu kaxkarrago bat erakutsiko dute. Beraz, beharrezkoa zen inpaktu berrin arteko oreka eta ekoizpena soilik bideraturiko animalia-kopurua zehaztea, batez ere ustiatze estentsiboen kasurako, orduan izango baitziren intentsifikazio-maila ezberdineko ustiatzeak konparagarri ingurumen-inpaktuari dagokionez.

Ingurumen-inpaktu negatiboen eragile eta isurketa-iturriak identifikatzean, abereen elikadura-motak zuen zeresanik handiena. BEGak ziren CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> eta N<sub>2</sub>Oak animalien dietarekin harreman zuzena izateaz gainera, hiru gasen isurketak murriztea posible zen zenbait ezaugarri kontuan hartzean. Hau da, ustiatzeetik at ekoizten ziren bazka ezberdinen

osagaiei erreparatzean, lurzoru-erlaldaketa eta gehiegizko ongarrien erabilera apalena jasan zuten elikagaiak hautatzea litzateke egokiena. Honez gain, artaldeari egokien doitzen zitzaion bazka-kantitatea eta honen digerigarritasuna ere aintzakotzat hartu beharreko neurriak lirateke ingurumen-inpaktu negatiboa minimoa izateko.

## 6. Eskerronak

Lehendabizi, eskerrik asko Arantza, Guillermo, Agus eta Aitorri, lan honetan izugarri laguntzeaz gain, abeltzaintza eta ingurumen-inpaktuaren inguruko jakin-mina piztu eta asko ikasi dudalako. Bigarrenik, eskerrak, zuzenki ez bada ere, lan hau gauzatzea posible egin duten Ainhoa eta Nerea, Izaro eta Garbiñe, Uxue, Imanol, Aiora eta Ainhoari.

Hirugarrenik, etxeko eta lagunei, nekerik handienak ere arintzeko edozer egiteko gai direnei. Laugarren eta azkenik, lan honetan parte hartu duten artzainei, geureak ditugun kalitatezko produktu eta horrenbeste maite dugun Euskal Herriko paisaiaren zaintzaile isilei, euren datuak erabili eta eskuzabaltasunez etxeko atek irekitzearren.

## 7. Erreferentzia Bibliografikoa

- Abilleira, E. 2011. Nolako bazka, halako esnea eta gazta. *Elhuyar Aldizkaria* 277: 56-59.
- Altuna, J., Arrinola, A., Barandiaran, J., Garmendia, J., Laborde, M. & Leizaola, F. 1999. *Etnografía del Pueblo Vasco*. Lasarte-Oria, Basque Country: Etor-Ostoa.
- Arizkun, A., Barrutia, X., Borja, A., Etxebarria, G., Franko, H., Garcia, ... Zurbano, M. 2002. *Euskal Herriko Ekonomia. Eraldaketa Sozioekonomikoak Europako Batasuneako Integrazio-prozesuan*. Bilbo, Basque Country: Zabaltzen.
- Batalla, I. 2015. *Opportunities and challenges of sheep milk systems towards sustainability*. Tesi Doktorala, Euskal Herriko Unibertsitatea, Leioa.
- Batalla, I., Trydeman Knudsen, M., Mogensen, L., del Hierro, Ó., Pinto, M. & Hermansen, J. E. 2015. Carbon footprint of milk from sheep farming systems in Northern Spain including soil carbon sequestration in grasslands. *Journal of Cleaner Production* 104: 121-129.
- Carmona, J. C., Bolívar, D. M & Giraldo, L. A. 2005. El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 18(1): 49-63.
- Climate-Data: <https://en.climate-data.org/region/279/> [2018-5-31]
- Del Prado, A., Misselbrook, T., Chaswick, D., Hopkins, A., Dewhurst, R. J., Davison, P., ... Scholefield, D. 2011. SIMS<sub>DAIRY</sub>: A modelling framework to identify sustainable dairy

- farms in the UK. Framework description and test for organic systems and N fertiliser optimisation. *Science of the Total Environment* 409:3993-4009.
- Del Prado, A., Mas, K., Pardo, G. & Gallejones, P. 2013a. Modelling the interactions between C and N farm balances and GHG emissions from confinement dairy farms in northern Spain. *Science of the Total Environment* 465: 156-165.
- Del Prado, A., Crosson, P., Olesen, J.E. & Rotz, C.A. 2013b. Whole-farm models to quantify greenhouse gas emissions and their potential use for linking climate change mitigation and adaptation in temperate grassland ruminant-based farming systems. *Animal* 7(2): 373-385.
- Díez, B. 2013. *Desarrollo de un modelo de simulación y optimización adaptado al ovino lechero*. Tesi Doctorala, Universidad de Zaragoza, Zaragoza.
- Durlinger, B., Koukouna, E., Broekema, R., Paassen, M. & Scholten, J. 2017. *Agri-footprint 4.0*. Gouda, Netherlands: Blonk Agri-footprint BV.
- FAO. 2014. *Greenhouse gas emissions and fossil energy demand from small ruminant supply chains*. Rome, Italy: FAO.
- Gerber, P., Vellinga, T., Opio, C. & Steinfeld, H. 2011. Productivity gains and greenhouse gas emission intensity in dairy systems. *Livestock Science* 139: 100-108.
- Gómez, M. 2004. Euskal Abereak: Usos de las razas vascas. *Naturzale* 18: 23-35.
- IPCC. 2006. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Hayama, Japan: IGES.
- ISO. 2006. *ISO 14040: Environmental Management – Life Cycle Assessment*. Geneva, Switzerland: ISO.
- Marino, R., Atzori, A.S., D’Andrea, M., Iovane, G., Trabalza-Marinucci, M. & Rinaldi, L. 2016. Climate change: Production performance, health issues, greenhouse gas emission and mitigation strategies in sheep and goat farming. *Small Ruminant Research* 135: 50-59.
- Myhre, G., Shindell, D., Bréon, F. M., Collins, W., Fuglestvedt, J., Huang, J., ... Zhang, H. 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. New York, USA: Cambridge University Press.
- O’Brien, D., Shalloo, L., Patton, J., Buckley, F., Grainger, C. & Wallace, M. 2012. A life cycle assessment of seasonal grass-based and confinement dairy farms. *Agricultural Systems* 107: 33-46.
- Opio, C., Gerber, P., Mottet, A., Falcucci, A., Tempio, G., MacLeod, M., Vellinga, T., Henderson, B. & Steinfeld, H. 2013. *Greenhouse Gas Emissions from Ruminant Supply*

- Chains - A Global Life Cycle Assessment*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Petersen, B. M., Knudsen, M. T., Hermansen, J. E. & Halberg, N. 2013. An approach to include soil carbon changes in life cycle assessments. *Journal of Cleaner Production* 52(0): 217-224.
- Pulina, G., Macciotta, N. & Nudda, A. 2005. Milk composition and feeding in the Italian dairy sheep. *Journal of Animal Science* 4(1): 5-14.
- Pulina, G., Milán, M. J., Lavin, M. P., Theodoridis, A., Morin, E., Capote, J., ... Caja, G. 2018. Current production trends, farm structures and economics of the dairy sheep and goat sectors. *Journal of Dairy Science* 101(8): 1-15.
- Riedel, J. L., Casasús, I. & Bernués, A. 2007. Sheep farming intensification and utilization of natural resources in a Mediterranean pastoral agro-ecosystem. *Livestock Science* 111(1-2): 153-163.
- Ripoll-Bosch, R., de Boer, I.J.M., Bernués, A. & Vellinga, T.V. 2013. Accounting for multi-functionality of sheep farming in the carbon footprint of lamb: A comparison of three contrasting Mediterranean systems. *Agricultural Systems* 116: 60-68.
- Ruiz, J., Herrera, P. M., Barba, R. & Busqué, J. 2017. *Situación de la ganadería extensiva en España (I): Definición y caracterización de la extensividad en las explotaciones ganaderas en España*. Madrid, Spain: Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.
- Soussana, J. F., Tallec, T. & Blanfort, V. 2010. Mitigation the greenhouse gas balance of ruminant production systems through carbon sequestration in grasslands. *Animal* 4(3): 334-350.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., & de Haan, C. 2006. *Livestock's long shadow. Environmental issues and options*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Thornton, P. K. 2010. Livestock production: recent trends, future prospects. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365(1554): 2853-2867.
- Vagnoni, E., Franca, A., Breedveld, L., Porqueddu, C. & Duce, P. 2013. *Environmental performances of three Sardinian dairy sheep production systems at different levels of intensity*. Turin, Italy: Department of Agricultural, Forest and Food Sciences Univesrity of Turin.
- Wernet, G., Bauer, C., Steubing, B., Reinhard, J., Moreno-Ruiz, E. & Weidema, B. 2016. The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. *The Internacional Journal of Life Cycle Assessment* 21(9): 1218-1230.



Zhuang, M., Zeren, G. & Li, W. 2017. Greenhouse gas emission of pastoralism is lower than combined extensive/intensive livestock husbandry: A case study on the Qinghai-Tibet Plateau of China. *Journal of Cleaner Production* 147: 514-522.

## 8. Eranskinak

### 8.1. Eranskina: Bizi-zikloen analisirako galdetegia

#### 8.1.1. Ardi-ustiategien urteroko sarreren datuak

Artaldea (Urteko laburpena)

Animalia mota	Animalia kopurua
Ardi helduak (>1 urte)	
Ardi gazteak (<1 urte)	
Arrak	
Erositako edo saldutako animaliak	

Batez besteko pisu biziaren hurbilketa

Animalia mota	Pisu bizia (Kg/Buru)
Ardi helduak	
Ar helduak	
Arkumeak	
Salmentarako bildotsak	

Ekoizpena, ugalketa eta maneiaren datuak

Ordezkatzea (%)	Ordezkatzeko ardi gazteen kop. / Ardi helduen kop.	
Ugalkortasuna (%)	(Erditze kop. + Abortu kop.) / Ardi helduen kop.	
Abortuen tasa (%)	Abortu kop. / Erditze kop.	
Emankortasuna (%)	Arkume kop. (hil ala bizi) / Erditze kop.	
Hilkortasuna erditzean (%)	Arkume hilak / Erditze kop.	
Hilkortasun perinatala (0-5 egun, %)	Arkume hilak / Erditze kop.	
Edoskitze-iraupena	Egun kop. / Edoskitzea	
Esne-ekoizpena (L)	Batez besteko ekoizpena / Edoskitzea	

Garai lehorraren iraupena (Egun)	Edoskitze amaiera eta hurrengoaren hasieraren artekoa	
Larratze hilabete kop. / Urtea		
Larratze garaia	Hilabete tarteak adierazi	

#### Abere-ekoizkinak

<b>Ekoizkina</b>	
Esne-ekoizpen osoa (L/Urte)	
Gantza (%)	
Proteina (%)	
Zelulen zenbaketa	
Gazta (Kg/Urte)	
Bildotsak (Buru kop./Urte)	
Bildots hilen pisua (Kg)	

#### 8.1.2. Esleipen ekonomikoa

% Esne/gazta salmenten irabaziak	
% Haragi salmentaren irabaziak	

#### 8.1.3. Abereen elikadura

##### Ekoizpen propioan oinarritutako elikadura

Larrearen azalera (Ha)	
Mota, % larratzerako, % mozketa, mendietara igo bai/ez	
Laborantzen azalera (Ha)	

Zein, urteko ekoizpena (T/Urte)	
---------------------------------	--

Ongarrien erabilera

Ongarri mota	T/Urte	Laborantza mota

Kanpoko elikagaiak (fardo eta kontzentratuen erosketak)

Fardoak	T ML/Urte	% ML

Kontzentratu mota	T ML/Urte	Osagaien zerrenda*


\*Osagaiak zerrendatu lehentasun eta osakeraren arabera: % proteina gordina, % zuntz gordina, % gantz gordina, % errauts. Pentsu bakoitzaren etiketan ageri da informazioa.

#### 8.1.4. Kontsumoak eta hondakinen kudeaketa

##### Kontsumoak

<b>Kontsumo mota</b>	
Elektrizitatea (kWh/Urte)	
Gasolioa (L/Urte)	
Lastoa (Kg/Urte)	

##### Hondakinen kudeaketa

Simaurrekoizpena (T/Urte)	
Simaurren kudeaketa	
*Esne-gazura (L/Urte)	
*Esne-gazuraren osiera (% Proteina, % Solidoak, %Gantza)	
*Esne-gazuraren kudeaketa	

\*Gazta-ekoizpenaren kasurako.

## 8.2.Eranskina: BGen isurketa-iturria

