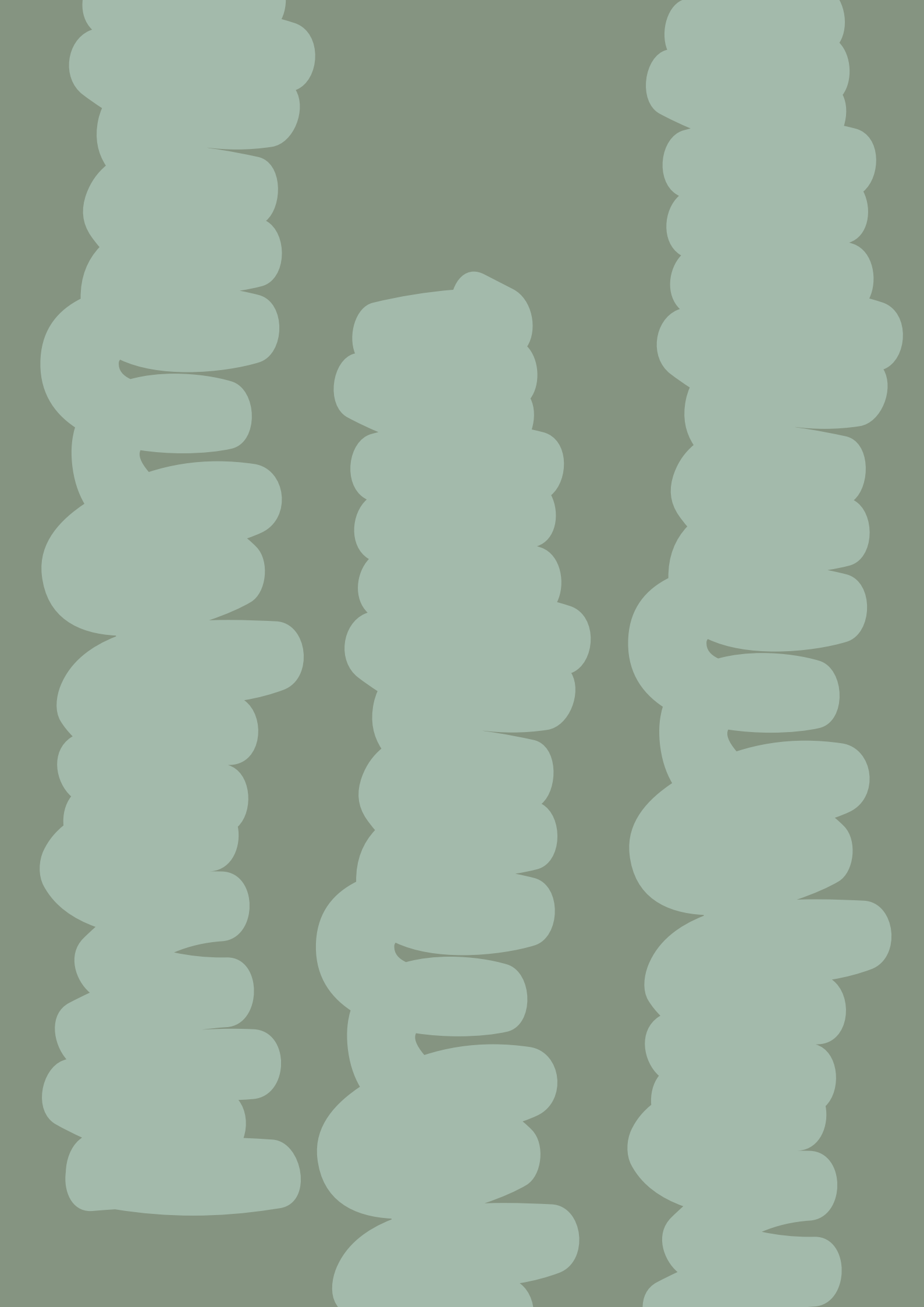




Indiako soroetatik gure armairu jasangarrietara

Ingurumen-aztarnaren
ebaluazioa bidezko
merkataritzako kotoi
organikoko kamisetetan



Indiako soroetatik gure armairu jasangarrietara

Egileak:

Sara Barandiaran-Oliveras

Jacid Montoya-Torres - Universidad Externado de Colombia (UEC)

Ortzi Akizu-Gardoki - Euskal Herriko Unibersitatea (EHU)

Nelson Vladimir Yepes-Gonzalez

Cristina Peña-Rodríguez - Euskal Herriko Unibersitatea (EHU)

Leonor García Dios - Oxfam Intermón

Ana Sanz Gaspar - Oxfam Intermón

ISBN: 978-84-09-81226-4

Vitoria-Gasteiz, 2025



Financiación:



Aurkibidea

1. Laburpen exekutiboa 6

2. Sarrera 8

2.1 Testuingurua 8

2.2 Kotoi organikoa eta bidezko merkataritzakoa (BM) 10

2.3 Aurreko ikerketen analisia 11

2.3.1 Klima-aldaketarako potentziala 11

2.3.2 Lurreko ekotoxikotasuna 12

2.3.3 Ur gezaren ekotoxikotasuna 15

2.3.4 Ur-aztarna edo ur-kontsumoa 16

3. Ikerketaren helburuak 17

3.1 Helburu orokorra 17

3.2 Aztergai diren produktuen deskribapena 17

3.2.1 Kotoi konbentzionalezko kamiseta 17

3.2.2 Kotoizko kamiseta organikoa eta bidezko merkataritzakoa (BM) 18

3.3 Ikerketa egiteko arrazoiak 19

3.4 Xede-publikoa 19

4. Ikerketaren irismena 20

4.1 Unitate funtzionala edo aitortua 20

4.2 Sistemaren mugak 20

4.3 Faseen estandarizazioa 22

4.4 Cut-off ebaketa irizpideak 22

4.5 Esleipen arauak 22

4.6 Datuen denbora-muga 23

4.7 Datuen informazioa eta kalitatea 23

4.8 Ingurumen-inpaktua kalkulatzeko metodologia 23

4.9 Ingurumen-inpaktuaren adierazleak 23

5. Bizi Zikloaren Inbentarioa (BZI)	25
5.1 1. fasea: laborantza	25
5.2 2. fasea: izpi-kentzea	27
5.3 3. fasea: irutea	28
5.4 4. fasea: ehuntzea	29
5.5 5. fasea: tindaketa	30
5.6 6. fasea: ebaketa eta jantzigintza	31
5.7 7. fasea: packaginga eta banaketa	32
6. Emaidzak: Bizi Zikloaren Inpaktuaren Ebaluazioa (BZIE)	33
6.1 Emaidza orokorrak	33
6.2 Klima-aldaketarako potentziala	35
6.3 Lurreko ekotoxikotasuna	37
6.4 Ur gezaren ekotoxikotasuna	39
6.5 Uraren erabilera	41
7. Ondorioak	43
7.1 Azterketa bibliografikoaren ondorioak	43
7.2 Aukeratutako kamisetaren azterketaren ondorioak	43
7.3 Kontsumo hautuei aplikatutako ondorioak	44
7.4 Aholkuak	45
8. Erreferentziak	48

1. LABURPEN EXEKUTIBOA

Gaur egungo eredu sozioekonomikoaren bultzadak **aurrekaririk gabeko garrantzia** eman dio modaren industriari, *fast fashiona* izanik eragile gakoa. Masako ekoizpen horrek neurritz kanpoko ingurumen inpaktua sortzen du, **munduko karbono isurien % 10en** arduradun.

Hala ere, ehungintzaren eraginak modu desberdinean banatzen: **Hegoalde globaleko** herrialdeak dira Iparralde globaleko herrialdeen ehun-gaien hornitzaileak. Herrialde pobretuek pairatzen dituzte proportzio handiago batean ehungintzaren ingurune-ondorioak; honela neurtuak: **lurreko eta ur gezaren ekotoxikotasuna, ur-baliabideen agortzea eta karbono dioxido isurketak**. Horregatik, gizarte zein ingurumen inpaktuak murrizteko eta Iparralde eta Hegoalde globalaren arteko oreka bilatzeko bide gisa aurkezten da ehun-ekoizpena **kotoi organikora eta bidezko merkataritzara** igarotzea.

Egun, arropa organikoen eta bidezko merkataritzakoen ingurune inpaktuen murrizketa aztertzen duten ikerketa zientifikoek **emaitza kontrajarriak erakusten dituzte**, desbiderapen tipikoak % 172ra iritsiz. **Zientzia mailan ez dago ehuneko zehatzik jakiteko ehun-gai organikoek zenbatean murrizten dituzten ekoizpen konbentzionalekiko ingurune inpaktuak.**

Marko horretan, ikerketa honek aztertuko du **M neurriko, 145 g kotoi organikoko eta bidezko merkataritzako kamiseta** baten bizitza zikloa, **Indian ekoitzia eta Espainian kontsumitua**, eta konparatuko da kotoi konbentzionaleko bere homologoarekin.

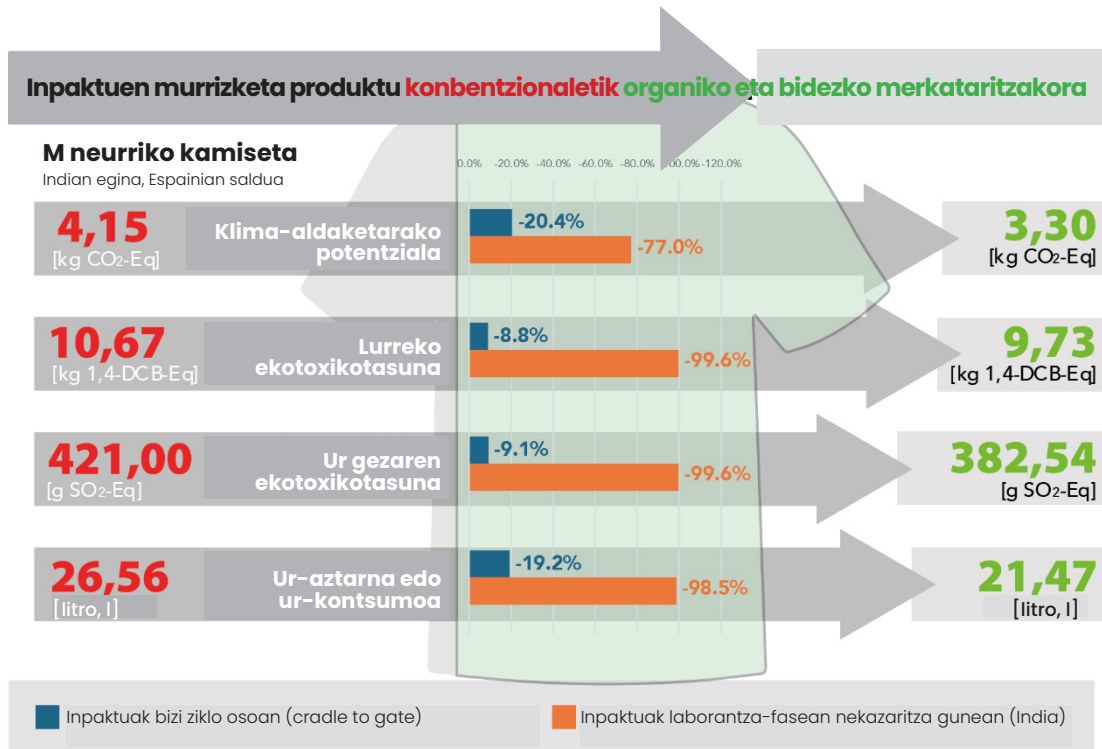
Ikerketak oinarri hartu ditu 4 ingurumen inpaktu kategoria 1) Klima-aldaketarako potentziala, 2) Lurreko ekotoxikotasuna, 3) Ur gezaren ekotoxikotasuna, 4) Ur-aztarna edo uraren erabilera) bizitza zikloaren zazpi faseetan zehar (1) Laborantza, 2) Izpi-kentzea, 3) Irutea, 4) Ehuntzea, 5) Tindaketa, 6) Ebaketa eta jantzigintza eta 7) Banaketa eta salmenta). Gainera, agertzen dira ReCiPe metodologiako inpaktuaren 18 kategorien batez bestekoak.

Kamiseta organikoen guztizko isuriak dira 3,30 kg CO₂-eq, konbentzionalak baino % 20,4 gutxiago. Murrizketa horiek batez ere laborantza-fasean gertatu ziren; -% 77,0ra iristen dira. Gauza bera gertatzen da lurreko ekotoxikotasunean, bizitza zikloan % 8,8an murrizten dira, laborantzan % 99,6 izanik. Ur gezaren ekotoxikotasunean inpaktuak murrizten dira % 9,1, eta laborantza-fasean % 99,6. Azkenik, uraren erabilera murrizten da % 19,2, laborantzan % 98,5era iritsiz. ReCiPe metodologiaren 18 kategoria kontuan hartuz, ikusten den batez besteko murrizketa -% 18,6koa da, kamiseta konbentzional batekin alderatuz.

Laburbilduz, ikerketak ondorioztatzen du jantzi organikoen kontsumoak **izugarri murrizten dituela Hegoalde globaleko laborantza-eremuetan sortutako inpaktuak** (% 77,0 eta % 99,6 arteko murrizketak). Aldi berean, bizitza zikloaren mundu inpaktuak % 8,8 eta % 20,4 artean daude eta horrek behar bikoitza azpimarratzen du:

1. Hegoalde globaleko inpaktuak arintzeko **produktu organikoak eta bidezko merkataritzakoak kontsumitzea**.
2. **Ehungintza produktuen kontsumoa modu esanguratsuan murriztea**, arazoa mundu mailan aurre egiteko eta arazo sistemiko hori konpontzeko organikora igarotzea ez baita nahikoa.

Laburpen exekutibo grafikoa:



2. SARRERA

2.1 TESTUINGURUA

Egungo eredu sozioekonomikoan, modaren industriak aurrekaririk gabeko garrantzia lortu du. Munduko eragile ekonomiko garrantzitsuenetako bat da; munduan enplegu gehien sortzen duen bigarren sektorea da, eta funtsezko oinarria da ekonomia nazional askorentzat (Atkar et al., 2021).

Bere hazkunde azkarrak lotura estua du moda azkarraren gorakadarekin (fast fashion), produkzio eta kontsumo eredu intentsibo bat, arropa kostu baxuan eta bizitza ziklo gero eta laburragoak dituena fabrikatzea dakarrena. Eredu horretan, Hegoalde globaleko herrialdeek hornitzen dituzte Ipar Globalekoak jantziekin, eta beren lurraldean jasaten dituzte ekoizpen horren ingurumen inpaktuak (Mishra, 2025).

Tradizionalki, India da munduan kotoi gehien landatzen duen herrialdea, eta zetaren eta artilearen ekoizpenean ere nabarmentzen da (Malagi and Chachadi, 2013); **munduko ehun-gaien hirugarren esportatzaile handiena da** (Karumari and Sailaja, 2024), eta **munduko hirugarren arropa ekoizle handiena**, Txina eta Estatu Batuak aurretik dituela (Atkar et al., 2021).

Sektoreak esportazioengatik irabazien % 13 inguru ematen dio herrialdeari, industria-ekoizpen osoaren % 10 hartzen du, eta barne-produktu gordinaren (BPG) % 2 sortzen du (Goyal et al., 2018). Indian, modu zuzenean, 15 milioi pertsonak bertan lan egiten dute, nekazaritza-sektorearen atzetik soilik (Karumari and Sailaja, 2024).

Kontsumoaren arabera, Europar Batasuna eta Estatu Batuak ehun-gaien inportatzaile handienak dira (Malagi, 2013). Biztanle bakoitzak, 2022an, 19 kg arropa eta zapata erosi zituen, horietatik 16 kg hondakin bihurtu ziren, eta guztira 6,94 milioi tona sortu ziren; % 85 zabortegietara zein erraustegietara joan zen (European Environment Agency, 2025).

Modaren industriaren handitasuna islatzen da horren kutsaduran. Ehungintzak **munduko isurien** % 8 eta 10 artean eragiten ditu, CO₂-eq 4,5 bilioi tona inguru (Niinimäki et al., 2020), **aire eta itsas garraioa baino are gehiago** (UNFCCC, 2018). Sektoreak azken urteetan izan duen hazkunde esponenzialaren joerari jarraitzen badio, 2050ean munduko emisioen % 50 sortzera irits daiteke (Ellen MacArthur Foundation, 2019).

Ehungintzak **79 km³ ur inguru kontsumitzen ditu urtean** (Niinimäki et al., 2020). Zehazki, kotoiaren laborantzak 70 km³ ur urdin (urezatzeko ura) behar ditu, planetan kontsumitzen diren 1080 km³en % 6,5 (Chukalla et al., 2025). Gainera, ongarriak eta pestizidak intentsiboki erabiltzea dakar, ekosistemen konposizioa eta biodibertsitatea aldatuz. Horregatik sektoreak munduko hondakin-ur industrialen % 20a sortzen, **92 Mm³ baino gehiago** (Bick et al., 2018). Kutsadura horrek modu neurrigabearen eragiten die komunitate zaurgarriari, beren ingurunearen degradazioa eta substantzia toxikoen eraginpean egotea pairatzen baitute. Horrek areagotzen ditu munduko desberdintasun sozialak, eta agerian uzten du sektorea estrukturaliki aldatzeko beharra.

Moda azkarra komunitate desberdinek jarri dute zalantzan, zientziatik haratago. Asociación de Ambiente Europeo (AAE) gobernuz kanpoko erakundeak (GKE) SHEIN bezalako moda azkarreko markak kritikatzeko ditu. Emanuele Morelli autorearen iritziz, (Ristovska, 2025) «*arropa duintasuna baino merkeago, eta etika baino azkarrago bihurtzen denean, ez gara soilik arropa erosten ari, kolapsoan inbertitzen ari gara*». Aldi berean, Greenpeace erakundeak baieztatzen du moda azkarra ezin duela jasangarria izan (Leman, 2025), sortzen dituen hondakin guztiengatik, ingurumen baliabide asko kontsumitzeagatik eta eskulan merkearekiko duen mendekotasunagatik (1. Irudia).



1. irudia. Ehungintzaren ezaugarri nagusiak dira baliabide naturalen kontsumo handia (ezkerrean), eskulan merkea (erdian) eta hondakinen ekoizpen neurrigabea (eskuinean).



2.2 KOTOI ORGANIKOA ETA BIDEZKO MERKATARITZAKOA (BM)

Giza eskubideak eta ingurumena errespetatzen dituen ehungintza, **moda etiko eta jasangarri** gisa ere ezagutzen dena, jantziaren bizi zikloaren etapa guztietan eragin negatiboa minimizatzean oinarritzen da, lehengai ekoiztetik hondakin bihurtzeraino. Zehazki lantzen du:

Material jasangarriak: ehun organikoak (kotoia, lihoa, kalamua) edo birziklatuak (poliester birziklatua) lehenesten dira, material konbentzionalek baino ur eta produktu kimiko toxiko gutxiago erabiltzen baitituzte.

Kotoi organikoa eta konbentzionala hazteko metodoak oso desberdinak dira. Kotoi organikoa pestizidarik eta ongarri sintetikorik gabe landatzen da (Shahid et al., 2023). Askotariko teknikak erabiltzen dira, hala nola laboreak txandakatzea, izurriteen kontrol naturala eta simaurra bezalako ongarri naturalak erabiltzea (Niinimäki et al., 2020). Horrela, biodibertsitatearen alde egiten da, lurzoruaren osasuna hobetzen da eta nekazarien eta kontsumitzaileen osasunerako arriskuak murrizten dira.

Kotoi konbentzionala, aldiz, ongarri eta pestizida sintetikoen mende dago, lurzoruak, ura eta airea kutsatzen dituztenak, eta ekosistemen eta nekazari zein kontsumitzaileen osasunari eragiten diote. Ehungintzak lur goldagarri globalaren % 2,5 eta pestiziden % 16 erabiltzen ditu (Galloway, 2024).

Fabrikazio prozesuak: uraren, energiaren eta produktu kimikoen erabilera murrizten duten metodoak hartzen dira, baita emisio kutsatzaileak eta hondakinen sorrera murrizten dituztenak ere.

Lan baldintza justuak eta bidezko merkataritza (BM): soldata duinak, lanaldi seguruak eta errespetuzkoak bermatzen dira hornidura kateko langile guztientzat, bai eta soldatak eta lan baldintzak ere orokorrean.

Bizi-iraupena eta zirkulartasuna: arropa iraunkorrak diseinatzen dira, eta berrerabiltzea, konpontzea eta birziklatzea sustatzen da, bizitza baliagarria luzatzeko eta gehiegizko kontsumoa eta hondakinen sorrera murrizteko.

Gardentasuna: Markak ekoizpen prozesu osoaren berri ematen saiatzen dira, kontsumitzaileek erabaki informatuak har ditzaten.

Ziurtagiri batzuek moda jasangarriko alternatiba hori indartzen dute, zuntzen jatorri organikoa bermatzeaz gain, hornidura kate osoan ingurumen eta gizarte irizpideak ere bermatzen baitituzte:

GOTS (Global Organic Textile Standard): Ehun organikoetarako ziurtagiririk osatuena, hornidura kate osoan ingurumen eta gizarte irizpideak bermatzen dituena. Zuntz organikoak prozesatzeko estandarrik ezartzen ditu, hala nola pestizida eta ongarri ez-toxikoen erabilera, uraren erabilera arduratsua eta lan baldintza duinen errespetua (Plakantonaki et al., 2023).

Fairtrade International: Erabilitako kotoia Bidezko Merkataritzako (BM) estandarren arabera ekoitzi dela ziurtatzen du, ekoizleentzako gutxieneko prezioak eta lan baldintza duinak ziurtatuz (Fairtrade International, 2025). Flocert erakundeak ikuskatu du (FLOCERT, 2025).



2.3 AURREKO IKERKETEN ANALISIA

Ehun organikoen eta konbentzionalen ingurumen inpaktuaren analisi konparatiboan egungo egoera ezartzeko, 22 azterlanen berrikuspen bibliografikoa egin da.

Emaitzen konparagarritasuna ziurtatzen da, ondoren lan honetan erabiliko den estandarizazio-metodologia aplikatuz:

- 1. Faseen estandarizazioa:** Azterlan guztiak 7 ekoizpen faseen arabera finkatu eta taldekatzen dira.
- 2. Unitate Funtzionala (UF):** 145 g-ko ehunezko M neurriko kamiseta baten balioidea den unitate funtzionala estandarizatzen da. Masa hartzen da erreferentzia nagusitzat, bibliografia zientifikoko emaitzak kamiseta horren kasuari aplikatuz.

Azterketa bakoitza ikerketa honen kasuistikara egokitze ahalegina egin den arren, emaitzen aldakortasun handiak (1-4 taulak) — **desbiderapen tipikoaren balio altuek agerian utzi dute** — datuen azterketa xehatua egin beharra ekarri du, konparagarriak ez direnak azterlanean sartzea saihesteko. Jarraian, azterlan honetako lau adierazle garrantzitsuenetarako lortutako analisi bibliografikoaren emaitzak aurkeztuko ditugu.

2.3.1 KLIMA-ALDAKETARAKO POTENTZIALA

Kamiseta baten ekoizpenari lotutako klima aldaketarako potentziala aztertzeke, literaturatik ateratako kotoi organiko eta konbentzionalaren 20 kasu berrikusi ziren, 1. Taulan laburtuta. Hain alderagarriak ez diren balioak baztertu ondoren, **berotze globalaren murrizketa potentzialaren batez bestekoa % 36,2 txikiagoa** da eredu organikoan.

Kamiseta konbentzional bakoitzeko emisioen batez bestekoa 24,73 kgCO₂-eq da, eta ekoizpen organikoan, berriaz, 15,79 kgCO₂-eq. Nabarmentzekoa da banaketa eta salmenta-fasearen ekarpena, Carrilloren ikerketaren arabera (Carrillo Mihura, 2024), % 49 eta % 46 izango litzatekeena, hurrenez hurren, konbentzionalen eta organikoan. Horrek esan nahi du kamiseta baten bizi zikloaren emisioen ia erdiak banaketa eta salmenta-fasean sortzen direla. Hala ere, kotoi konbentzionalerako beste azterlan batzuk baino askoz handiagoa da (Cambaz and Rüzgar, 2017; Sandin et al., 2019; Schmutz et al., 2021; Zhang et al., 2015), eta, beraz, balio handitzat jotzen dira eta emisioen batez bestekoa handitu liteke, egungo arte-egoeraren emaitza aldatuz.

Klima-aldaketarako potentzialaren **murrizketa handienak** kotoi konbentzionalaren eta kotoi organikoaren arteko **fase hauetan antzeman dira, hurrenkera honetan:**

Irutea: Emisioak -% 69,5 murriztea, 0,95 kg-tik 0,29 kgCO₂-eq-ra. Irutearen barruan, kotoiaren zuritze kimikoa nabarmentzen da ingurumen inpaktu handiko prozesu gisa. Hala ere, zuritze-prozesua ehuntze-fasera kanporatuta ere, % 94rainoko murrizketak hauteman dira prozesu organikoetan, konbentzionaleraino alderatuta (Kazan et al., 2020).

Ebaketa eta jantzigintza: Batez beste -% 54,7 murrizten dira **isurketak**, 2,7 kg-tik 1,2 kg CO₂-eq-ra. Hala ere, salbuespen gisa, % 86 (Kazan et al., 2020) eta % 47 (Carrillo Mihura, 2024) arteko murrizketak ere antzeman dira laborantza organikoetan.

Laborantza: Ikerketetan adostasun txikiena duen fasea da. Aztertutako azterlanen batez bestekoak adierazten du labore organikoaren modalitateko inpaktuak % 34,9 murriztu direla. Hala ere, literaturak desberdintasun nabarmena erakusten du emaitzetan. Alde batetik, murrizketa esanguratsuak jaso dira, % 86 (Ecoquery, 2024), % 72 (Kazan et al., 2020) eta % 52ra (Carrillo Mihura, 2024) iristen direnak. Eta labore organikoetara igarotzeko gomendio esplizituak ere detektatu dira, inpaktuak murrizteko (Montoya Flores and Salhofer, 2025). Hala ere, beste ikerketa batzuek murrizketa horiek indargabetzen dituzte, askoz maila txikiagoetan kokatzen dituztelako, hala nola % 20 (Carbonfact, 2022) % 13 (Mehmeti et al., 2024) eta (Gonçalves et al., 2024), askotan, zikloaren fase zehatzetan oinarritzean. Eztabaida hori areagotu egiten da nekazaritza organikoaren produktibitate txikiagoak, paradoxikoki,

prozesuen guztizko emisioak areagotu ditzakeela iradokitzen duten argudioekin (Balmford et al., 2018).

Gainerako prozesuek ere murrizketa nabarmenak erakusten dituzte prozesu org 34; tindaketan -% 18; eta ehuntzean -% 16. Eta azterketak egiten dira tindaanikoetan. Eraginaren araberako ordenan: banaketan eta salmentan -% 39; izpi-kentzean -% keta ekologikoaren bertuteak kontrastatuz (Murugesh and Selvadass, 2013).

2.3.2 LURREKO EKOTOXIKOTASUNA

Ongarriek, mantenugaiak modu eraginkorrean ematen badituzte ere, ekosistema edafikoan inpaktua sortzen dute, eta inpaktu hori **ekotoxikotasun** adierazlearen bidez kuantifika daiteke. Nahiz eta mantenugaiak antzera funtzionatzen duten behin landareak xurgatuta, jatorria edozein dela ere, ezberdintasun nagusia **lurzoruarekin duten interakzioan** datza (Lowenfels, 2013). Ongarri naturalek eta organikoek lurzorua sare trofikoan elikatzen dute, eta horrek lurzorua egitura eratan eta mantentzen laguntzen du. Aitzitik, **sintetikoek** efektu toxikoak sortzen dituzte, zuzenekoak zein zeharkakoak, biota edafikoan. Ondorio horiek azpimarratzen dute beharrezkoa dela ongari eraginkortasun agronomikoa ez ezik haien **ekotoxikotasuna** ere ebaluatzea, hau da, helburu ez diren organismoen kalteak sortzeko potentziala, hala nola lurzorua mikrobio onuragarriak.

Testuinguru horretan, **kotoi organikoak**, intsumo sintetiko horiek saihesten dituzenez, jarduera hobea du, ingurumenean eragin negatiboak nabarmen murriztuz (Amicarelli et al., 2022).

Lurreko ekotoxikotasuna aztertzeko, literaturako 8 kasu aztertu ziren, 2. Taulan zehazten direnak. Emaitzak % 49,1eko murrizketa potentziala erakusten du kotoi organikoaren ekoizpena aukeratzean. Inpaktua murrizteko gaitasuna honela banatzen da:

Izpi-kentze eta ebaketa eta jantzigintza: organikoan % 86ko eta % 82ko murrizketak dituzte.

Laborantza: Iturri batzuetan % 96ra arteko murrizketak erakusten dituzten arren (Ecoquery, 2024), organikoan batez bestekoa -% 39koa da.

Banaketa eta salmenta: Oro har fase honetan murrizketarik ikusten ez den arren, erreferentzia berezi batek % 90eko murrizketa antzeman du (Carrillo Mihura, 2024), produktu organikoak egiten dituen kilometroak murriztean. Azterketa honetan ez da aukeratzat hartzen, bi kamisetak Indiatik baitatoz.



KLIMA-ALDAKETARAKO POTENTZIALA (KG CO₂-EQ / KAMISETA 145G)

Iturria	Kotoi mota	Laborantza	Izpi-kentzea	Irutea	Ehuntzea	Tindaketa	Ebaketa eta jantzigintza	Banaketa eta salmenta	Guztira
145 g-ko kamiseta ekoizteko beharrezko kotoia (g)		522	173,8	165,1	163,5	163,5	145	145	145
(Ecoquery, 2024)	Organikoa	0,38	1,04E-03	0,42	0,78	-	-	-	0,80
	Konbentzionala	2,61	1,04E-03	0,42	0,78	0,68	-	-	3,03
(Carrillo-Mihura, 2024)	Organikoa	-	0,26	-	5,79	-	2,30	7,35	0,26
	Konbentzionala	-	0,53	-	6,32	-	4,29	12,00	0,53
(Kazan et al., 2020)	Organikoa	-	0,89	0,16	1,64	-	0,15	-	1,05
	Konbentzionala	-	3,11	2,71	2,61	-	1,11	-	5,82
(Carbonfact, 2022)	Organikoa	3,62	0,32	-	-	-	-	-	3,94
	Konbentzionala	4,59	0,40	-	-	-	-	-	4,99
(Mehmeti et al., 2024)	Organikoa	1,19	-	-	-	-	-	-	-
	Konbentzionala	1,37	-	-	-	-	-	-	-
(Gonçalves et al., 2024)	Organikoa	-	1,19	-	-	-	-	-	-
	Konbentzionala	-	1,37	-	-	-	-	-	-
(Murugesh et al., 2013)	Organikoa	-	-	-	-	1,84	-	-	-
		-	-	-	-	2,51	-	-	-
		-	-	-	-	1,02	-	-	-
(Montoya et al., 2025)	Konbentzionala	2,08	0,31	0,26	0,73	-	0,14	0,24	2,65
(Zhang et al., 2015)	Konbentzionala	-	0,35	0,46	0,06	2,03	1,87	0,03	4,81
(Sandin et al., 2019)	Konbentzionala	-	0,29	0,65	0,04	1,24	0,40	0,12	0,94
(Rüzgar et al., 2017)	Konbentzionala	-	1,67	0,49	-	1,29	0,86	0,04	2,16
(Schmutz et al., 2021)	Konbentzionala	-	6,51	3,60	0,69	5,66	0,69	-	10,11
Kotoi organikoa	Batezbestekoa (kg 1,4 - DCB-Eq/kamiseta)	1,73	0,66	0,29	2,73	1,79	1,22	7,35	15,79
	Desbiderapen estandarra (%)	%97,5	%68,2	%64,2	%97,9	%41,6	%124,5	-	
	Inpaktuaren banaketa	%11,0	%4,2	%1,8	%17,3	%11,3	%7,7	%46,6	%100,0
Kotoi konbentzionala	Batezbestekoa (kg CO₂-eq/kamiseta)	%2,66	%1,00	%0,95	%3,24	%2,18	%2,70	%12,00	%24,73
	Desbiderapen estandarra (%)	%51,9	%100,0	%104,3	%65,3	%91,7	%83,2	-	%50,8
	Inpaktuaren banaketa	%10,8	%4,1	%3,8	%13,1	%8,8	%10,9	%48,5	%100,0
Organikoa vs. konbentzionala		%-34,9	%-33,9	%-69,5	%-15,5	%-18,0	%-54,7	%-38,7	%-36,2

1. taula. Lurreko ekotoxikotasuna (kg 1,4-DCB-eq) 145 gramoko kamiseta bat ekoizteko.

LURREKO EKOTOXIKOTASUNA (kg 1,4 - DCB-eq)

Iturria	Kotoi mota	Laborantza	Izpi -kentzea	Irutea	Ehuntzea	Tindaketa	Ebaketa eta jantzigintza	Banaketa eta salmenta	Guztira
145 g-ko kamiseta ekoizteko beharrezko kotoia (g)		522	173,8	165,1	163,5	163,5	145	145	145
(Ecoquery, 2024)	Organikoa	0,16	0,02	0,44	1,01	-	-	-	1,63
	Konbentzionala	3,71	0,02	0,44	1,01	1,17	-	-	6,35
(Carrillo-Mihura, 2024)	Organikoa	-	3.77E-05	-	3,31E-03	-	9,80E-04	2,94E-03	0,01
	Konbentzionala	-	0,10	-	3,40E-03	-	0,01	0,03	0,13
(Mehmeti et al., 2024)	Organikoa	2,11	-	-	-	-	-	-	-
	Konbentzionala	8,69E-04	-	-	-	-	-	-	-
(Gonçalves et al., 2024)	Organikoa	-	0,41	-	-	-	-	-	-
	Konbentzionala	-	2,86	-	-	-	-	-	-
Kotoi organikoa	Batezbestekoa (kg 1,4 - DCB-Eq/ kamiseta)	1,14	0,14	0,44	0,51	-	0,00	0,00	2,23
	Desbiderapen estandarra (%)	%121,2	%163,5	-	%140,5	-	-	-	
	Inpaktuaren banaketa	%50,9	%6,3	%19,9	%22,7	-	%0,0	%0,1	%100,0
Kotoi konbentzionala	Batezbestekoa (kg 1,4 - DCB-Eq/ kamiseta)	1,86	0,99	0,44	0,51	1,17	0,01	0,03	4,38
	Desbiderapen estandarra (%)	%141,4	%163,3	-	%140,5	-	-	-	
	Inpaktuaren banaketa	%42,4	%22,7	%10,1	%11,6	%26,6	%0,1	%0,6	%100,0
Organikoa vs. konbentzionala		%-38,8	%-85,9	%0,0	%0,0	-	%-81,7	%-88,5	%-49,1

2. taula. Lurreko ekotoxikotasuna (kg 1,4-DCB-eq) 145 gramoko kamiseta bat ekoizteko.

2.3.3 UR GEZAREN EKOTOXIKOTASUNA

Kotoi konbentzionalaren ekoizpena ur gezaren ekotoxikotasun maila handiekin lotzen da, batez ere pestizida eta ongarrri kimikoen erabileraren ondorioz. **3. Taulan** aztertutako **8 kasuen** arabera, kotoi organikoak % 71,2ko murrizketa potentziala du adierazle horretan.

Ur gezaren ekotoxikotasuna murrizteko gaitasun handiagoa hasierako eta amaierako faseetan kontzentratzen da:

Laborantza eta izpi-kentzea: Fase hauek arintze gaitasun handia erakusten dute, -% 84,4 nekazaritzan eta -% 77,7 izpi-kentzean.

Ebaketa eta jantzigintza: Fase honek ere inpaktua murrizteko gaitasun nabarmena du, -%66,7rekin (Carrillo Mihura, 2024).

Iruteak eta ehuntzeak ez dute aldaketa handirik erakusten eredu konbentzionaletik organikora, berez prozesu industriala delako.

Tindaketa: funtsezko prozesu kimikoa izanik, azterketa espezifiko gehiago egiteko behar argia islatzen du (Kazan et al., 2020), oraindik gabeziak baitaude eskuragarri dauden ikerketen kopuruan.

UR GEZAREN EKOTOXIKOTASUNA (kg 1,4 - DCB-eq/ kamiseta 145g)

Iturria	Kotoi mota	Laborantza	Izpi-kentzea	Irutea	Ehuntzea	Tindaketa	Ebaketa eta jantzigintza	Banaketa eta salmenta	Guztira
145 g-ko kamiseta ekoizteko beharrezko kotoia (g)		522	173,8	165,1	163,5	163,5	145	145	145
(Ecoquery, 2024)	Organikoa	0,02	3,08E-05	0,02	0,04	-	-	-	0,08
	Konbentzionala	0,20	3,08E-05	0,02	0,04	0,06	-	-	0,32
(Carrillo-Mihura, 2024)	Organikoa	-	1,36E-04	-	0,01	-	0,00	0,01	0,02
	Konbentzionala	-	3,52E-04	-	0,01	-	0,01	0,02	0,04
(Mehmeti et al., 2024)	Organikoa	0,02	-	-	-	-	-	-	-
	Konbentzionala	0,02	-	-	-	-	-	-	-
(Gonçalves et al., 2024)	Organikoa	-	0,04	-	-	-	-	-	-
	Konbentzionala	-	0,19	-	-	-	-	-	-
Kotoi organikoa	Batezbestekoa (kg 1,4 - DCB-Eq/ kamiseta)	0,02	0,01	0,02	0,02	-	0,00	0,01	0,09
	Desbiderapen estandarra (%)	%14,8	%172,2	-	%76,0	-	-	-	-
	Inpaktuaren banaketa	%19,5	%15,8	%24,5	%25,7	-	%3,9	%10,6	%100,0
Kotoi konbentzionala	Batezbestekoa (kg 1,4 - DCB-Eq/ kamiseta)	0,11	0,06	0,02	0,02	0,06	0,01	0,02	0,32
	Desbiderapen estandarra (%)	%111,9	%172,7	-	%75,9	-	-	-	-
	Inpaktuaren banaketa	%36,1	%20,4	%7,1	%7,4	%19,8	%3,4	%5,9	%100,0
Organikoa vs. konbentzionala		%-84,4	%-77,7	%0,0	%0,0	-	%-66,7	%-48,6	%-71,2

3. taula. Ur gezaren ekotoxikotasuna (kg 1,4-DCB-eq) 145 gramoko kamiseta bat ekoizteko.

2.3.4 UR-AZTARNA EDO UR-KONTSUMOA

Uraren erabilerari dagokionez, kotoi organikoaren ezaugarri nagusia uraren erabilera txikiagoa izatea da, nahiz eta ziurtagiri organikoak hala eskatzen ez duen. Horren arrazoia da **ureztatze ez hain intentsiboa** eta lurrean ura atxikitzea hobetzen duten **ongarri organikoak** erabiltzea. Aldiz, kotoi konbentzionaleko laboreak oso **intentsiboak dira uraren erabileran**, eta horrek areagotu egin dezake ur-eskasia eskualde idorretan (Chen et al., 2006).

Garrantzitsua da adieraztea, euri handiko **eskualde tropikal** batzuetan, kotoia lehorrean landatzen dela normalean, eta euri urez soilik hornitzen dela, organikoa edo konbentzionala den alde batera utzita (FAO/UN, 2024). Hala ere, Indiaren kasua desberdina da, non kotoiaren laborearen % 33 ureztatzearen oso mendekoa den (Ministry of Textile India, 2023). **5. Taulan** aurkeztutako kasuek adierazten dute ur-kontsumoa % 82,7 murriztu daitekeela kotoiaren laborantza organikoaren bidez.

Laborantza: Ecoquery (2024) eta Mehmeti (2024) ikerketek modu independentean erakusten dituzte % 81,8ko murrizketa potentziala duten bi kasu, soilik laborantza organikoaren fasean.

Izpi-kentzea: Gonçalvesen (2024) eta Zhangen (2015) datuek ere uraren erabilera txikiagoa babesten dute, % 99,4ko murrizketarekin.

URAREN ERABILERA (m3)

Iturria	Kotoi mota	Laborantza	Izpi-kentzea	Irutea	Ehuntzea	Tindaketa	Ebaketa eta jantzigintza	Banaketa eta salmenta	Guztira
145 g-ko kamiseta ekoizteko beharrezko kotoia (g)		522	173,8	165,1	163,50	163,5	145	145	145
(Ecoquery, 2024)	Organikoa	2,11E-05	2,29E-06	2,23E-03	2,42E-03	-	-	-	5,67E-03
	Konbentzionala	4,01	2,29E-06	2,23E-03	2,42E-03	6,39E-03	-	-	4,02
(Mehmeti et al., 2024)	Organikoa	0,93	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-
	Konbentzionala	1,13	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-
(Gonçalves et al., 2024)	Organikoa	-	7,31E-03	-	-	-	-	-	-
	Konbentzionala	-	0,40	-	-	-	-	-	-
(Zhang et al., 2015)	Konbentzionala	-	1,35	8,60E-04	0,00	0,11	4,62E-03	0,00	1,47
Kotoi organikoa	Batezbestekoa (kg 1,4 - DCB-Eq/ kamiseta)	0,47	2,44E-03	2,23E-03	1,71E-03	-	0,00	0,00	0,47
	Desbiderapen estandarra (%)	%66,1	%0,4	-	%0,2	-	-	-	-
	Inpaktuaren banaketa	%98,7	%0,5	%0,5	%0,4	-	%0,0	%0,0	%100,0
Kotoi konbentzionala	Batezbestekoa (kg 1,4 - DCB-Eq/ kamiseta)	2,57	0,44	2,23E-03	0,00	0,06	0,00	0,00	2,74
	Desbiderapen estandarra (%)	%79,1	%146,0	-	%141,4	%126,0	%141,4	-	-
	Inpaktuaren banaketa	%93,7	%15,9	%0,1	%0,1	%2,1	%0,1	%0,0	%100,0
Organikoa vs. konbentzionala		%-81,8	%-99,4	%0,0	%0,0	-	-	-	%-82,7

4. taula. Ur-kontsumoa (m3) 145 gramoko kamiseta bat ekoizteko.

3. IKERKETAREN HELBURUAK

3.1 HELBURU OROKORRA

Ikerketak hiru helburu nagusi ditu:

Kotoi organiko eta bidezko merkataritzaz (BM) ekoiztako kamiseta batek ekoizpen-fase bakoitzean, zazpietan, dituen ingurumen-inkaktuak kuantifikatzea. Lehengai (kotoia) ereiten denetik ehun-jantzi gisa merkaturatzen den arte.

Kamiseta organikoaren eta bidezko merkataritzaren inpektua **kotoi konbentzionalarekin sortutako analogoarekin alderatzea.** Betiere eskala handiko ekoizpen gaitasunak eta Hegoalde globalaren jatorrizko lekutik bertatik egindako garraioa berdinduz.

Ehungintzako prozesu konbentzionalak eta organikoek ingurumen inpektuak murrizteko dituzten **gaitasunen ezagutza sortzea.** Ingurumen-aztarna handiena duten faseak identifikatuko dira, baita prozesu organikoak hartzeak inpektuak gehien murriztea dakarren faseak ere.

3.2 AZTERGAI DIREN PRODUKTUEN DESKRIBAPENA

3.2.1 KOTOI KONBENTZIONALEZKO KAMISETA

Erreferentziako **kamiseta** konbentzionalari dagokionez, **145 g-ko M** neurrikoa ezartzen da (erreferentzia organiko masan berdinduz), kotoiaren laborantza konbentzionala izanik, bai eta gainerako ekoizpen faseak ere.

Landaketa egiten da Indiako kotoi gehien ekoizten den eremuan, Gujarat estatuan. Hektarea bakoitzeko 1750 kg kotoi ekoizten dira, eta urtean 990 l/m² ureztatzen dira. Horrez gain, urtean 1100 l/m² euri egiten du (Ecoquery, 2024; FAO/UN, 2024). Salmenta Gasteizen egiten da.

7 ekoizpen faseetan Ecoinvent datu basean ezarritako prozesuak erabili dira erreferentzia gisa (Ecoquery, 2024). Kotoi organikoaren hazkuntzaren eta prozesatzearen bigarren mailako datuak erabili ditu, ikerketaren unitate funtzionalera egokituta. **Laborantzan**, ongarri ez-organikoen eta pestiziden proportzioak mantendu dira. **Izpi-kentze-fasean** makineria tradizionala mantendu da. **Irute-fasean**, egungo industria-prozesuak hartu dira kontuan, eta zuritze-fasea gehitu da (aurrez zehaztutako hidrogeno peroxidoaren, sodio hidroxidoaren eta gainerako konposatu kimikoen kantitateekin). **Ehuntze-fasean**, prozesu industrialak bigarren mailako datuekin mantendu dira. **Tindaketa-fasean**, kontuan hartu dira neutralizazioa, tindaketa, xaboitzea, beroan garbitzea, hidroerauzketa, lehortzea, egokitzea eta zerbitzu osagarriak. **Ebaketa eta jantzigintza-fasean**, Rajlakhmi Cotton Mills Ltd enpresak emandako lehen mailako datu industrial berberak erabili dira, baina enpresak elektrizitate berriztagarria sortzeko duen zatia jatorri nazionalako elektrizitate konbentzionalera aldatu da. Azkenik, **banaketa eta salmenta-fasean**, garraioak berdindu dira, eta produktu konbentzionalaren polimerozko packaginga sartu da, bai eta packagingaren garraioa ere.

3.2.2 KOTOIZKO KAMISETA ORGANIKOA ETA BIDEZKO MERKATARITZAKOA (BM)

Jantzi organikoaren eta bidezko merkataritzaren erreferentzia gisa Indiako Amahau Salvia Veraluna markako 145 g kotoizko M neurriko kamiseta ezarri da, Oxfam-Intermon GKEaren moda iraunkorreko linearen parte dena. Jantzi hori bidezko merkataritzako eta GOTS (Global Organic Textile Standard) estandarren arabera fabrikatu da.



2. irudia. Amahau Salvia Veraluna kamiseta organikoa (GOTS estandarraren araberako ekoizpena) eta Oxfam-Intermonek Espainiako merkatuan komertzializatutako bidezko merkataritzakoa. Kotoia Chetna Organic Farmer Association-ek ekoitzi du eta Rajlakshmi Cotton Mills Ltd-ek egin du Indian. Kamiseta M neurrikoa da, 145 gramokoa eta zelulosazko packaging biodegradagarria du.

Kamisetaren **kotoiaren laborantza** Indiako Chetna Organic Farmer Association elkarrekin egiten du, Odisha estatuan. Soroetan, batez beste, 1500 kg kotoi ekoitzi dira hektarea eta urte bakoitzeko. Laborantza konbentzionaletik desberdintzen da jatorri organikoko haziak dituelako, gehigarri ez-organikorik ez duelako, konpost organikoa eta tokiko ekoizpeneko pestizida organikoak erabiltzen dituelako.

Nabarmendu behar da, laborantza ekologikokoa eta bidezko merkataritzakoa izateaz gain, ureztatzerik gabe egiten dela. Urteko euri-ur kopurua 1100 l/m² dela kalkulatu da (Indian Meteorological Department, 2024).

Jantzi organikoak bere iraunkortasuna eta erantzukizun soziala bermatzen duten funtsezko bi ziurtagiri ditu: Fairtrade International eta GOTS (Global Organic Textile Standard).

Izpi-kentze-fasean, prozesu organikoa konbentzionalarekin aldera daiteke, baina industrializazio-maila txikiagoarekin. Horrek esan nahi du diesel erregaiaren kontsumoa % 20 txikiagoa dela.

Irute-, ehuntze- eta tindaketa-faseetan, produktu kimiko ez-organikoen erabilera ezabatzen da. Zuritzaile kimikorik edo tindu sintetikorik ez dagoela azpimarratzen da.

Ebaketa eta jantzigintza-fasean, Rajlakshmi Cotton Mills Ltd-ek emandako lehen mailako datu industrialak erabiltzen dira. Etapa honetan, enpresak elektrizitate fotovoltaikoko 12,00 Wh sortzen ditu egindako kamiseta bakoitzeko. Ekarpen hori guztizko kontsumo elektrikoaren % 5 da (246,18 Wh), eta, horrela, sare nazionaleko energia elektrikoaren kontsumo baliokidea saihesten da.

Packaging eta Banaketa-fasean, Odishatik (India) Gasteizera arteko lehorreko eta itsasoko distantziak hartu dira kontuan. Amaierako kamiseta Medicusmundi Arabak merkaturatu du. Saltzeko erabiltzen den packaginga guztiz biodegradagarria den zelulosazkoa da.

3.3 IKERKETA EGITEKO ARRAZOIAK

Ikerketa hori egiteko bi arrazoi nagusi daude. Alde batetik, testuinguru zientifikoan ez dago sendotasunik prozesu organikoetako eta bidezko merkataritzako ehungintzak duen ingurumen-jarduera hobetzeari buruz. Eta, bestalde, ekarpena egitea:

Ingurune zientifikoari; produktu organikoen hobekuntzak baloratu ahal izateko.

Arduradun politikoei; ehun-kontsumo jasangarrirako araudi berriak ezar ditzaten.

Jantzien amaierako kontsumitzaileei; jantzi bat edo bestea aukeratuz saihesten diren ingurumen-inpaktuak ulertzeko aukera emanez. Horren bidez, erabiltzailearengan ere erantzukizuna sustatuz.

Eta, azkenik, ehungintza industriari eta kate komertzializatzaileei; ekoizpen kate beretik inpaktuak leheneratu ahal izateko.

Azken batean, azterlanak ehungintza-industria jasangarriago, etikoago eta gardenago baterantz aurrera egitea ahalbidetuko duen informazioa sortu nahi du, prozesu bakoitzaren **trazabilitatea eta gardentasuna** handitzeko beharrari buruzko **kontzientziarioa** sustatuz.

3.4 XEDE-PUBLIKOA

Xede-publikoa lau sektoretan banatzen da:

Unibertsitate ingurunea. Metodologia zientifiko batekin egindako emaitzen argitalpenaren bidez, produktu organikoen inpaktuen definizioan desbiderapen tipikoa murrizteko bidean aurrera egin nahi da.

Policy Makers. Lege nazionalen aplikazioa historikoki beharrezkoa izan da osasunerako eta ingurumenerako kaltegarriak diren substantzia batzuen erabilera ezabatu ahal izateko. Azterlan honek erreferentziazko dokumentu bat izan nahi du, eragile politikoei ingurumen inpaktu txikiko ehungintzako produktu organikoetarako trantsizioa baloratu ahal izateko eta murrizketa horiekin aurrera egiten jarraitzeko.

Ehun-gaien kontsumitzaileak. Azken batean, kontsumitzaileek dute erabakitze ahalmena, eta horiek produktu bat aukera dezakete, haren ezaugarri estetikoak baloratzeaz gain, ingurumen-jarduera erosketa irizpidean txertatuz.

Ehungintzako eta merkaturatzeko agenteak. Ehungintzak soziala eta jasangarria izan behar du ingurumenaren aldetik. Ikerketa berriek prozesu kutsatzaileenak identifikatzen eta inpaktu txikiko industria baterantz igarotzen lagun dezakete.

4. IKERKETAREN IRISMENA

4.1 UNITATE FUNTZIONALA EDO AITORTUA

Unitate funtzionala kotoizko kamiseta bat da, M neurrikoa, 145,0 gramokoa, Indian ekoitzia eta Gasteizen Medicusmundi Arabak merkaturatua. Masaren eta jatorriaren ezaugarri berberak erabili dira produktu konbentzionalerako eta organikorako. Produktu konbentzionala Gujarat-en ekoitzi da, eta, hala ere, garraio distantziak organikoarekin bateratu dira (jatorria Odisha izanik), faktore horrengatik emaitzan aldeak sor ez daitezten.

Era berean, bi kamiseten masen bateratze bat egin da, 5. Taulan erakusten den bezala. Prozesu bakoitzaren berezko errendimenduen eta kotoiaren eraldaketei lotutako galeren ondorioz, masen errendimendua homogeneizatu da. Prozesu bakoitzaren errendimendua identifikatzeko, lehen mailako datuak (Chetna Organic Farmer Association) eta bibliografikoak erabili dira (Ecoquery, 2024).

Prozesua	Masa galtzea (%)	Irteera fluxu nagusia (g)
1 Laborantza	-	521,5
2. Izpi-kentzea	-66,7	173,8
3. Irutea	-5,0	165,1
4. Ehuntzea	-1,0	163,5
5. Tindaketa	-	163,5
6. Ebaketa eta jantzigintza	-11,3	145,0
7. Banaketa eta salmenta	-	145,0

5. taula. Masa galtzea kotoizko kamiseta bat ekoizteko prozesuaren etapen artean.

Horrela, 145,0 g-ko kamiseta bat ekoizteko 521,5 g kotoi bildu behar direla erabaki da, horiek bihurtu 173,8 g kotoi-zuntz, 165,1 g hari eta 163,5 g oihal. la.

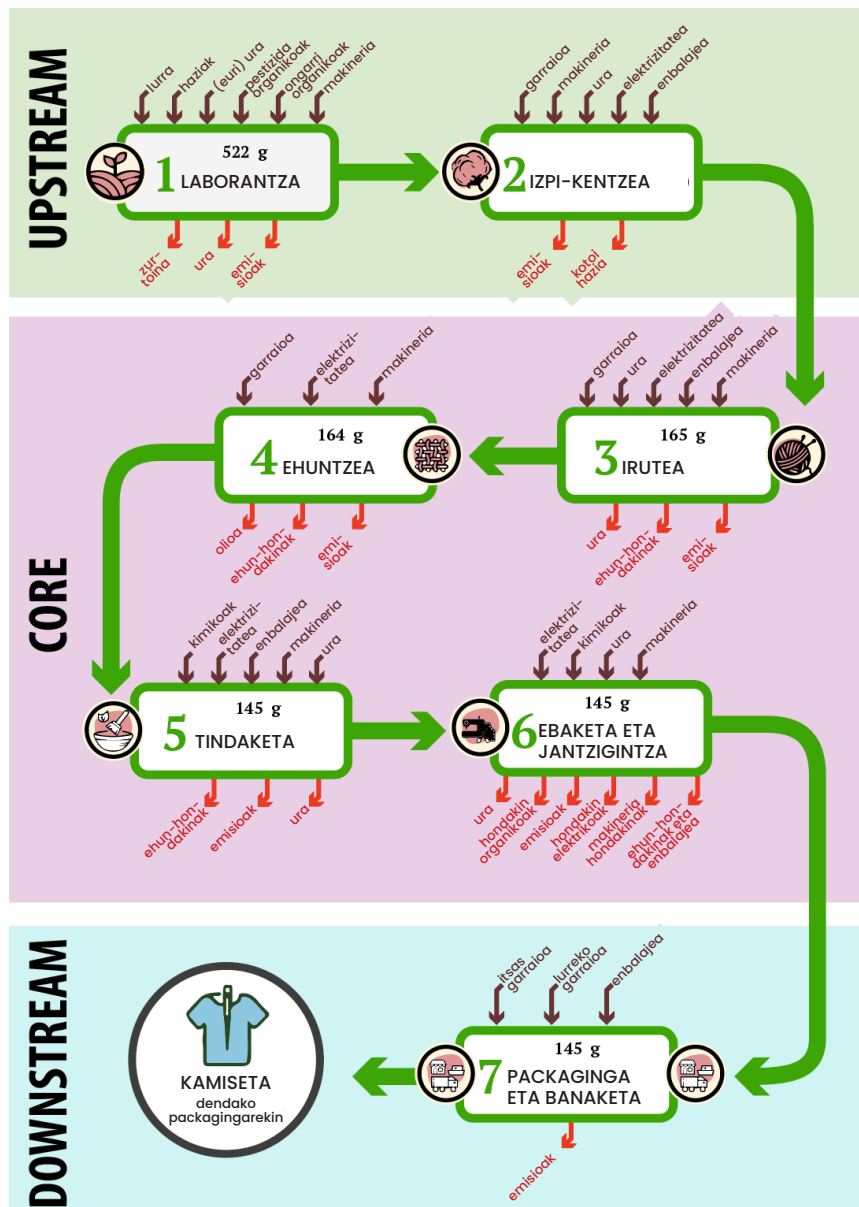
4.2 SISTEMAREN MUGAK

Bi kamiseten bizi zikloaren analisia (KBZ) «Sehaskatik Atera» (Cradle to Gate) lanean egin da. Aukera metodologiko hori nahita egiten da; izan ere, «Sehaskatik hilobira» (Cradle to Grave) ikuspegia aukeratu duten beste azterlan batzuek ehunen ingurumen inpaktuak desitxuratzen dituzte, CO₂-eq emisioen % 60 baino gehiago produktuaren erabilera eta bizi amaierako faseei egozten baitiete (Carrillo Mihura, 2024).

Azterlan honen helburua ekoizpenari soilik lotutako inpaktuak alderatzea da. Kamiseten erabilera eta balio-bizitzaren amaierako faseak ez daude zuzenean lotuta fabrikazio modalitatearekin, eta, beraz, baztertzea erabaki zen.

Hala ere, azterlan honen helburua da ekoizpen konbentzionalaren inpaktuak ekoizpen organikoarekin eta bidezko merkataritzarekin alderatzea, eta bi kamiseten erabilerak eta bizi amaierak ez dute zerikusirik haien fabrikazioa bata edo bestea izatearekin. Horregatik, azterlan honen bizi zikloaren analisia kotoiaren hazkuntzarekin hasten da, eta kamiseta azken helmugan saltzeko eskaintzen denean amaitzen da.

3. Irudian, kotoi organikoko kamisetarako sistemaren mugak eta fluxu-diagrama erakusten dira. Kamiseta organikoaren datuak bakarrik erakusten dira, lehen mailako datuekin egin baita. Kotoizko kamiseta konbentzionala sistema-muga berdinekin aztertu da, emaitza konparagarriak lortzeko helburuarekin.



3. irudia: Sistemaren mugen eta horren 3 etapen (UPSTREAM, CORE, DOWNSTREAM kotoi organikorako) fluxu-diagrama.

4.3 FASEEN ESTANDARIZAZIOA

Kotoiaren zazpi ekoizpen-faseak estandarizatu egin dira, amaierako saltokietan jantzia salgai jarri aurretik. Análisi-erreferentzia gisa Product Category Rules (PCR) araua erabili da: Apparel, except fur and leather apparel de Environdec (UN CPC 282). PCRari jarraitzeak koherentzia metodologikoa bermatzen laguntzen du, datuak biltzeari, inpaktu kategoriak hautatzeari eta emaitzak interpretatzeari dagokienez.

1. Fasea: Laborantza. Prozesua kotoiaren laborantzarekin hasten da, non haziak erabiltzen diren (konbentzionalak edo organikoak) eta, konbentzionalaren kasuan, ongarri eta pestizida sintetikoak, edo, organikoaren kasuan, in situ prestatutako intsumoak, hala nola konposta eta pestizidak. Azterlan honetan, labore konbentzionalak ureztatzeko ura kontsumitzen du, aldiz, aztertutako organikoan eta bidezko merkataritzakoan, euri-ura baino ez da kontsumitzen. Aztertutako bi ereduak ereiteko eta uzta biltzeko eskulana eta makineria erabiltzen dituzte, baina organikoak industrializazio tasa txikiagoa du.

2. Fasea: Izpi-kentzea. Izpi-kentzean lortutako kotoia hazietatik eta beste landare-hondakin batzuetatik bereizten da, zuntza sortzeko. Prozesu horrek energia kontsumitzen du eta landare- zein ur-hondakinak sortzen ditu. Izpi-kentzearen eraginkortasuna funtsezkoa da hondakinak minimizatzeko eta kotoi prozesatuaren kalitatea optimizatzeko.

3. Fasea: Irutea. Batez ere energia elektrikoa behar duten prozesu mekanikoen bidez prozesatutako kotoia hari bihurtzen da Hondakinak sortzen dira, hala nola haritxoak eta makinen emisioak. Fase hori optimizatzeak ingurumen inpaktua murriztu dezake, energia berriztagarriaren erabilera eta hondakinen kudeaketa eraginkorra bezalako estrategien bidez. Azterlan honetan, irute-prozesuaren barruan zuriketa sartu da, eta hori kimikoa edo organikoa izango da, azken produktuaren arabera.

4. Fasea: Ehuntzea. Kotoizko hariak oihal bihurtzen dira ehuntze prozesuen bidez. Prozesu horrek energia kontsumitzen du eta ehun-hondakinak sortzen ditu, esaterako, soberan dauden oihal-zatiak. Erabilitako teknologiaren arabera, kontsumo elektrikoa eta hondakinak nabarmen alda daitezke.

5. Fasea: Tindaketa. Tindatzeko prozesuak ur, koloratzaile eta beste produktu kimiko eta organiko batzuen kantitate handiak eskatzen ditu. Kamiseta organikoan, tindaketa prozesua ingurumen estandar zorrotzei jarraituz egiten da, produktu toxikoen erabilera murriztuz eta ur-kontsumoa optimizatuz.

6. Fasea: Ebaketa eta jantzigintza. Tindatutako oihala moztu eta jantziak egiten dira. Etapa honetan eskulana eta josteko makinak sartzen dira, oihal-ebakinak bezalako ehun-hondakinak sortuz.

7. Fasea: Packaginga eta Banaketa. Amaitutako jantzia garraiatu eta merkaturatzeko banatzen da. Etapa honetan, garraioari eta enbalajeen erabilerari lotutako emisioak egiten dira.

4.4 CUT-OFF EBAKETA IRIZPIDEAK

«Apparel, except fur and leather apparel de Environdec (UN CPC 282)» PCRa errespetatu da, eta sartuko dira produktu sistamarantz eta sistematik egindako oinarrizko fluxuen datuak, baldin eta adierazitako ingurumen inpaktuen % 99ra arte gutxienero ekarpena ere egiten duten.

4.5 ESLEIPEN ARAUAK

Inpaktuen arduren esleipena egin da, eta ekoizlea da sistemak sortutako inpaktuen % 100en erantzule. Ez da inpaktuen esleipen kontsekuentzialik egiten, hau da, ez dira kuantifikatzen produktuak modu batera edo bestera ekoizteagatik isuri ez diren inpaktuak, baizik eta inpaktu zuzena kuantifikatzen da soilik.

4.6 DATUEN DENBORA-MUGA

Lehen mailako datuak 2023koak dira, Chetna Organic Farmer Associationek eta Rajlakshmi Cotton Mills Ltdek emandakoak. Ecoinvent datu basearen bigarren mailako datuak aurreko urteetakoak dira, baina 2024ko azaroan merkaturatutako Ecoinvent 3.11 bertsiorako estandarizatu dira.

4.7 DATUEN INFORMAZIOA ETA KALITATEA

Kamiseta konbentzionalaren inbentario materiala osatzeko erabilitako datuak datu basearen bigarren mailako datuak dira (Ecoquery, 2024), betiere zehaztutako kamisetaren masaren unitate funtzionaletara egokituta; baita garraio distantzietara ere.

Kotoi organikoko eta bidezko merkataritzako 1. eta 2. faseetarako erabilitako datuak Chetna Organic Farmer Associationek eman ditu, Oxfam-Intermon GGKEaren bidez. Kotoi organikoaren 6. eta 7. faseetakoak Rajlakshmi Cotton Mills Ltdek bildu ditu eta Oxfam-Intermonek eman ditu azterketarako. Azkenik, 3, 4 eta 5. faseak aztertutako bibliografiaren bigarren mailako datuen bidez modelatu dira, GOTS ziurtagiria duen kotoi organikoaren hornidurakatean atzemandako trazabilitaterik eza dela eta; izan ere, hori sarrera-masen ziurtagirien bidez egiten da.

4.8 INGURUMEN-INPAKTUA KALKULATZEKO METODOLOGIA

El estudio se ha realizado mediante un Análisis de Ciclo de Vida (ACV) siguiendo los requisitos de la norma ISO 14040 y ISO 14044. Se han analizado las fases de producción desde la cuna hasta la puerta. Se ha utilizado la herramienta de software OpenLCA y la base de datos Ecoinvent versión 3.11, comercializada en noviembre del año 2024. La metodología seleccionada para realizar el análisis es ReCiPe 2016 v1.03. Se ha elegido por su precisión, como en otros estudios de LCA; hoy en día el uso de ReCiPe duplica el número de estudios realizados con CML o ILCD (Rybczewska-Błażejowska and Jezierski, 2024). Se ha utilizado la visualización de categorías de impactos Midpoint Hierárquico (H) para poder visualizar los indicadores de compuestos químicos concretos estandarizados.

4.9 INGURUMEN-INPAKTUAREN ADIERAZLEAK

ReCiPe 2016 v1.03 Midpoint (H) metodologiarekin aurkeztutako 18 inpaktu kategoriak kalkulatu diren arren, ingurumen-aztarnen azterketan gehien erabiltzen diren 4 kategoriak hautatu dira.

1. Klima-aldaketareko potentziala (Global Warming Potencial, GWP)
2. Lurreko ekotoxikotasuna (Potencial of Terrestrial Ecotoxicity, PTE)
3. Ur gezaren ekotoxikotasuna (Fresh Water Ecotoxicity, FWE)
4. Ur-aztarna edo uraren erabilera (WF, Water Footprint)

Lehenik eta behin, GWP kategoria hautatu da, aztarnak neurtzeko erreferente nagusia delako. Bigarrenik, ekotoxikotasunaren bi kategoriak, lurrekoak zein ur gezarenak, erabakigarriak baitira lurzorura eta uretara isurtzen diren kutsatzaileen inpaktua kuantifikatzeko. Azkenik, ur-aztarna aukeratu da, izan ere, testuinguruan aipatu den bezala, kotoiaren laborantzak mundu mailan ureztatzeko erabilitako uraren % 6,5 kontsumitzen du.



5. BIZI ZIKLOAREN INBENTARIOA (BZI)

Jarraian, lehen mailako datu iturrien konbinazio bat erabiliz egindako inbentarioa erakusten da, kotoi organikoko eta bidezko merkataritzaren ziurtagiria duen kamisetaren ibaian gora prozesukoa. Kotoi konbentzionalaren inbentarioa ez da erakusten, bigarren mailako datuak baitira, ikerketak berak markatutako unitate funtzionaltara egokitutakoak.

5.1 1. FASEA: LABORANTZA

6. Taulak 521,5 g kotoi organiko biltzeko behar diren fluxuak zehazten ditu. Labore hau Madingpadar-en egiten da, Odishan, non Chetna Organic Farmer Associationek 1500 kg/ha-ko errendimendua ematen duen. Kokapenak klima hezea duenez, laboreak ez du ureztatu beharrik. Beraz, Bizi Zikloaren Analisisian (BZA) naturaren oinarritzko fluxuak kuantifikatzeko ur-fluxuak hartu dira, 1.100 l/m² urtean (Indian Meteorological Department, 2024).



I. FASEA: LABORANTZA ORGANIKOA

SARRERA FLUXUAK				
Fluxua	Unitatea	Kantitatea	Iturria	Iruzkina
Laborantzarako kotoi organikoko hazia	g	0,521	Lehen mailakoa	EZ-GMO ziurtagiria
Kompost (Organikoa)	kg	3,476	Lehen mailakoa	Nekazariak prestatuak (10 t/ha)
Diesela, nekazaritzako makineriaren konbustiorako	Wh	0,869	Lehen mailakoa	Laborantza mekaniko partziala (%5) (0.01 MWh/l)
Top Ten hosto-estraktua	ml	173,8	Lehen mailakoa	Pestizida naturala
Jiyamruth eta Beej Amruth (ongarri organikoa)	ml	347,6	Lehen mailakoa	Simaurra eta behi-gernua, jaggerya, txitxirio-irina eta lurra
Neem-estraktua (NSKE 5%)	ml	7,476	Lehen mailakoa	Biointsektizida (20 kg/ha)
Diesel bidezko traktore eta traile- rrean karga-garraioa, nekazaritzan	kg*km	1,564	Lehen mailakoa	3 km-ko traktore erabilera
Lurraren erabilera	ha*a	3,48E-04	3,48E-04	Urteko laborantza (1500 kg/ha)
Euri-ura	l	3.824,00	3.824,00	Euri-ura (1100 l/m ²)

IRTEERA FLUXUAK				
Fluxua	Unitatea	Kantitatea	Iturria	Iruzkina
Kotoi bildua	g	521,471	Lehen mailakoa	
Kotoi-zurtoina (hondakina)	g	417,177	Lehen mailakoa	
Amonioa	g	2,376	Bigarren mailakoa	Ecoinvent
Dinitrogeno monoxidoa	g	0,526	Bigarren mailakoa	Ecoinvent
Nitratoa	g	91,848	Bigarren mailakoa	Ecoinvent
Nitrogeno oxidoak	g	0,962	Bigarren mailakoa	Ecoinvent
Fosfatoa	g	0,287	Bigarren mailakoa	Ecoinvent
Fosforoa	g	3,078	Bigarren mailakoa	Ecoinvent
Euri-ura	l	-	Estimazioa	

6. taula. 145 gramoko kamisetarako kotoi organikoaren laborantzaren bizi zikloaren inbentarioa.

5.2 2. FASEA: IZPI-KENTZEA

7. Taulak bigarren faseari, **kotoiaren izpi-kentzeari**, lotutako fluxuak aurkezten ditu. Informazio hori Chetna Organic Farmer Association erakundeak eman zuen, eta laborantza-soroen eskualde berean, **100 km-ra**, kokatutako izpi-kentze-fabrika bati dagokio.

2. FASEA: KOTOI ORGANIKOAREN IZPI-KENTZEA

SARRERA FLUXUAK			
Fluxua	Unitatea	Kantitatea	Iturria
Diesela, nekazaritzako makinerian erabilia (0,01 MWh/l)	Wh	85,50	Lehen mailakoa
Elektrizitatea, tentsio ertaina, Indiako Mix-a	Wh	0,24	Lehen mailakoa
Enbalajea, dentsitate baxuko polietilenoa	g	2,00	Lehen mailakoa
Edateko ura	g	22,81	Lehen mailakoa
Diesel bidezko trailerrean karga-garraioa, nekazaritzan (100 km)	kg*km	52,15	Lehen mailakoa

IRTEERA FLUXUA			
Fluxua	Unitatea	Kantitatea	Iturria
Kotoi organikoa, izpiak kenduta	g	173,82	Lehen mailakoa
Kotoi hazia (hondakina)	g	347,65	Lehen mailakoa

7. taula. 145 g-ko kamisetarako kotoi organikoaren izpi-kentzearen bizi-zikloaren inbentarioa.



5.3 3. FASEA: IRUTEA

8. taulan agertzen da irute-faserako, hain zuzen ere kotoi-zuntza hari bihurtzen duenerako, sortutako inbentarioa, eta bigarren mailako datuekin modelatu dena.

3. FASEA: KOTOI ORGANIKOAREN IRUTEA

SARRERA FLUXUAK			
Fluxua	Unitatea	Kantitatea	Iturria
Diesela, elektrizitate-diesel bidezko sorgailuan erabilia	Wh	10,25	Lehen mailakoa
Tentsio baxuko elektrizitatea	Wh	273,15	Lehen mailakoa
Lixiba organikoa	g	165,13	Lehen mailakoa
Olio lubrifikatzailea	g	0,017	Bigarren mailakoa
Enbalajea, dentsitate baxuko polietilenoa	g	0,105	Lehen mailakoa
7,5-16 tona metrikoko, diesel, EURO 5 kamioian garraiatzea (400 km)	kg*km	70,40	Lehen mailakoa
Lurreko putzuko ura	l	2,80	Lehen mailakoa

IRTEERA FLUXUAK			
Fluxua	Unitatea	Kantitatea	Iturria
Kotoizko haria	g	165,00	Bigarren mailakoa
Hondar olio minerala	g	0,020	Bigarren mailakoa
Irute- eta ehun-hondakinak	g	8,26	Bigarren mailakoa
Hondakin-ura	l	2,24	Bigarren mailakoa
Ura	l	0,56	Bigarren mailakoa

8. taula. 145 g-ko kamisetarako kotoi organikoaren irutearen bizi zikloaren inbentarioa.

5.4 4. FASEA: EHUNTZEA

Haria ehun edo oihal bihurtzeko prozesua ehuntze-fasean gertatzen da, eta inbentarioa 9. taulan ikus daiteke. Aurreko fasea bezala, bigarren mailako datuekin modelatu da, ehunaren trazabilitate falta dela eta.

4. FASEA: KOTOI ORGANIKOAREN EHUNTZEA

SARRERA FLUXUAK			
Fluxua	Unitatea	Kantitatea	Iturria
Diesela, elektrizitate-diesel bidezko sorgailuan erabilia	Wh	8,44	Bigarren mailakoa
Tentsio baxuko elektrizitatea, Indian	Wh	271,24	Bigarren mailakoa
Olio lubrifikatzailea	g	0,08	Bigarren mailakoa
7,5-16 tona metrikoko, diesel, EURO 5 kamioian garraiatzea (400 km)	kg*km	68,20	Bigarren mailakoa

IRTEERA FLUXUAK			
Fluxua	Unitatea	Kantitatea	Iturria
Kotoizko puntu ehuna	g	164,48	Bigarren mailakoa
Hondar olio minerala	g	0,08	Bigarren mailakoa
Ehun-hondakina	g	1,63	Bigarren mailakoa

9. taula. 145 g-ko kamisetarako kotoi organikoaren ehuntzearen bizi-zikloaren inbentarioa.

5.5 5. FASEA: TINDAKETA

Tindaketa organikoari dagokionez, literaturatik lortutako informazioa Ecoinvent datu-basearekin konbinatuz modelizatu da, 10. taulan erakusten den bezala.

5. FASEA: KOTOI ORGANIKOAREN TINDAKETA

SARRERA FLUXUAK			
Fluxua	Unitatea	Kantitatea	Iturria
Azido azetiko	g	0,70	Bigarren mailakoa (ecoinvent + Muruges et al., 2013)
Kimiko organikoa	g	8,23	Bigarren mailakoa (ecoinvent + Muruges et al., 2013)
Aire konprimatua	l	98,09	Bigarren mailakoa (ecoinvent + Muruges et al., 2013)
Diesela, elektrizitate-diesel bidezko sorgailuan erabilia	Wh	397,77	Bigarren mailakoa (ecoinvent + Muruges et al., 2013)
Tentsio baxuko elektrizitatea	Wh	92,82	Bigarren mailakoa (ecoinvent + Muruges et al., 2013)
Beroa	MJ	1,390	Bigarren mailakoa (ecoinvent + Muruges et al., 2013)
Hidrogeno peroxidoa (soluzioa 50%)	g	3,270	Bigarren mailakoa (ecoinvent “tinduaren prestaketa”)
Polietilenoazko filma	g	0,105	Bigarren mailakoa (ecoinvent)
Polipropilenoa, granuluak	g	0,409	Bigarren mailakoa (ecoinvent)
Xaboia	g	2,289	Bigarren mailakoa (ecoinvent + Muruges et al., 2013)
Sodio karbonatoa	g	5,722	Bigarren mailakoa (ecoinvent + Muruges et al., 2013)
Sodio hidroxidoa (soluzioa 50%)	g	29,427	Bigarren mailakoa (ecoinvent “tinduaren prestaketa”)
Sodio sulfatoa, anhidrita	g	34,331	Bigarren mailakoa (ecoinvent + Muruges et al., 2013)
Edateko ura	l	17,002	Bigarren mailakoa (ecoinvent + Muruges et al., 2013)

IRTEERA FLUXUAK			
Fluxua	Unitatea	Kantitatea	Iturria
Sortaka tindatutako kotoi-zuntza	g	163,48	Bigarren mailakoa (ecoinvent + Muruges et al., 2013)
Ehun ekoizpeneko hondakin-ura	l	13,602	Bigarren mailakoa (ecoinvent + Muruges et al., 2013)
Ura	l	3,400	Bigarren mailakoa (ecoinvent + Muruges et al., 2013)

10. taula. 145g-ko kamisetarako kotoi organikoaren tindaketaren bizi-zikloaren inbentarioa.

5.6 6. FASEA: EBAKETA ETA JANTZIGINTZA

11. taula ebaketa eta jantzigintza-fasearen inbentarioari dagokio. Kalkutako Rajlakshmi Cotton Mills enpresaren lehen mailako informazio-iturriekin egin da, eta bertan Veraluna kamisetak egiten dira.

6. FASEA: EBAKETA ETA JANTZIGINTZA

SARRERA FLUXUAK			
Fluxua	Unitatea	Kantitatea	Iturria
Azido azetikoa	g	0,73	Bigarren mailakoa (ecoinvent)
Kimiko, organikoa	kg	0,00	Bigarren mailakoa (ecoinvent)
Sorgailuetako elektrizitatea	Wh	36,71	Lehen mailakoa (Rajlakshmi)
Erositako elektrizitatea, India	Wh	234,18	Lehen mailakoa (Rajlakshmi)
Elektrizitatea fotoboltaikoa	Wh	12,00	Lehen mailakoa (Rajlakshmi)
Galdararako gasa	MJ	0,009	Lehen mailakoa (Rajlakshmi)
Ura	l	735,00	Lehen mailakoa (Rajlakshmi)
Karga-garraioa kamioian (27 km)	kg*km	3,99	Lehen mailakoa (Rajlakshmi)

IRTEERA FLUXUAK			
Fluxua	Unitatea	Kantitatea	Iturria
Bidezko merkataritzako kamiseta organiko manufakturatua	g	145,00	Lehen mailakoa (Rajlakshmi)
Paketatze paper hondakinak	g	1,08	Bigarren mailakoa (Rajlakshmi)
Kantinako hondakin organikoak	g	2,26	Lehen mailakoa (Rajlakshmi)
Bestelako hondakinak	g	8,83	Lehen mailakoa (Rajlakshmi)
Uraren aurretratamenduko lohiak	ml	0,93	Lehen mailakoa (Rajlakshmi)
R134a hozgarria	kg	1,59E-07	Bigarren mailakoa (estimazioa)
R23 hozgarria	kg	6,83E-07	Lehen mailakoa (Rajlakshmi)
Hondakin elektronikoak	kg	6,82E-05	Lehen mailakoa (Rajlakshmi)
Erabilitako koipe eta olioak	kg	3,03E-05	Lehen mailakoa (Rajlakshmi)
Kartoizko paketatzea	g	1,01	Lehen mailakoa (Rajlakshmi)
Polietilenoa	kg	1,41E-04	Lehen mailakoa (Rajlakshmi)
Ehun-hondakinak	g	1,85E+01	Lehen mailakoa (Rajlakshmi)
Hondakin-ur industrialak	l	371,00	Bigarren mailakoa (ecoinvent)
Etxeko hondakin-urak	l	364,00	Lehen mailakoa (Rajlakshmi)

11. taula. 145 g-ko kamisetarako kotoi organikoaren ebaketa eta jantzigintzaren bizi-zikloaren inbentarioa.

5.7 7. FASEA: PACKAGINGA ETA BANAKETA

Aztertutako azken etapa kamiseten banaketari eta salmentari buruzkoa da. 12. Taulak azken prozesu horren balioak erakusten ditu, kamiseta Gasteizera iritsi eta salgai jartzerako horiek. Packaging biodegradagarria jantzigintzako enpresa berean egiten da, Kalkutako Rajlakshmi Cotton Mills enpresan.

7. FASEA: PACKAGINGA ETA BANAKETA

SARRERA FLUXUAK			
Fluxua	Unitatea	Kantitatea	Iturria
Paperezko enbalajea (Veraluna)	g	11,10	Lehen mailakoa (Oxfam Intermón)
Lurreko garraioa (India)	kg*km	260,84	Lehen mailakoa (Calcutta → Chennai)
Lurreko garraioa (España)	kg*km	94,91	Lehen mailakoa (BCN → Bilbao)
Itsas garraioa	kg*km	2.980,89	Lehen mailakoa (Chennai → BCN)

IRTEERA FLUXUAK			
Fluxua	Unitatea	Kantitatea	Iturria
Kamiseta dendan	g	145	Lehen mailakoa (Oxfam Intermón)

12. taula. 145 g-ko kamisetarako kotoi organikoaren banaketa eta salmentaren bizi-zikloaren inbentarioa.

6. EMAITZAK: BIZI ZIKLOAREN INPAKTUAREN EBALUAZIOA (BZIE)

6.1 EMAITZA OROKORRAK

Oro har, 18 inpaktu-kategorietan murrizketa orokorra dago jantzi organikoak eta bidezko merkataritzakoak sortzen dituzten eraginetan. Batez besteko murrizketa % 18,6koa da. Batez ere ozono-geruzaren agortze-kategorietan (% 57,5eko jaitsiera), ondoren itsas eutrofizazioan (% 49,5eko murrizketa) eta Lurraren azidotzean (% 45,5).

INPAKTU KATEGORIA		145 G-KO M KAMISETA		Murrizketa potentziala	
Izena	Unitatea	Konbentzionala	Organikoa eta BM		
1	Lurraren azidotzea	kg SO2-Eq	2,88E-02	1,57E-02	%-45,5
2	Klima-aldaketarako potentziala	kg CO2-Eq	4,151	3,303	%-20,4
3	Ur gezaren ekotoxikotasuna	kg 1,4-DCB-Eq	0,421	0,383	%-9,1
4	Itsasoko ekotoxikotasuna	kg 1,4-DCB-Eq	0,566	0,515	%-9,1
5	Lurreko ekotoxikotasuna	kg 1,4-DCB-Eq	10,674	9,735	%-8,8
6	Energia baliabideak: berriztaezinak, fosilak	kg oil-Eq	0,911	0,810	%-11,1
7	Eutrofizazioa: ur geza	kg P-Eq	4,12E-03	5,71E-03	%38,6
8	Eutrofizazioa: itsasokoa	kg N-Eq	2,41E-02	1,22E-02	%-49,5
9	Giza toxikotasuna: kartzinogenikoa	kg 1,4-DCB-Eq	0,871	0,760	%-12,7
10	Giza toxikotasuna: ez kartzinogenikoa	kg 1,4-DCB-Eq	43,383	41,230	%-5,0
11	Erradiazio ionizatzailea	kBq Co-60-Eq	8,84E-02	6,69E-02	%-24,3
12	Lurraren erabilera	m2*a crop-Eq	3,611	3,602	%-0,2
13	Baliabide materialak: metalak/mineralak	kg Cu-Eq	6,91E-02	5,02E-02	%-27,3
14	Ozono geruza agortzea	kg CFC-11-Eq	1,99E-05	8,47E-06	%-57,5
15	Partikulen eraketa	kg PM2.5-Eq	1,03E-02	7,21E-03	%-29,8
16	Oxidatzaile fotokimikoen eraketa: giza osasuna	kg NOx-Eq	1,53E-02	1,19E-02	%-22,1
17	Oxidatzaile fotokimikoen eraketa: lurreko ekosistemak	kg NOx-Eq	1,55E-02	1,22E-02	%-21,8
18	Uraren erabilera	m3	2,66E-02	2,15E-02	%-19,2
				Batezbestekoa	%-18,6

13. taula. Aztertutako kamisetarako 18 kategorien emaitzak, dela bertsio konbentzionalan, dela bertsio organiko eta Bidezko Merkataritzakoan.

Azterlan honetan kontuan hartu diren eraginik esanguratsuenei dagokienez, honako hauek dira: klima-aldaketarako potentziala (-% 20,4 produktu organiko eta BMkoan), ur-aztarna edo uraren erabilera (-% 19,2 produktu organiko eta BMkoan), ur gezaren ekotoxikotasuna (-% 9,1 produktu organiko eta BMkoan) eta lurreko ekotoxikotasuna (-% 8,8 produktu organiko eta BMkoan). Lau kategoria horietan fasez fase aztertu dira gertatzen diren murrizketak.

6.2 KLIMA-ALDAKETARAKO POTENTZIALA

14. taulan eta 4. irudian karbono dioxidoaren emisio baliokideen balioak agertzen dira (kgCO₂-eq); kotoi organiko eta bidezko merkataritzako kamisetak eragindako murrizketa nabarmentzen da. Ekoizpen konbentzionalak sortzen du 4,15 kgCO₂-eq, organikoak, aldiz, 3,30 kgCO₂-eq, hau da, % 20,4 gutxiago.

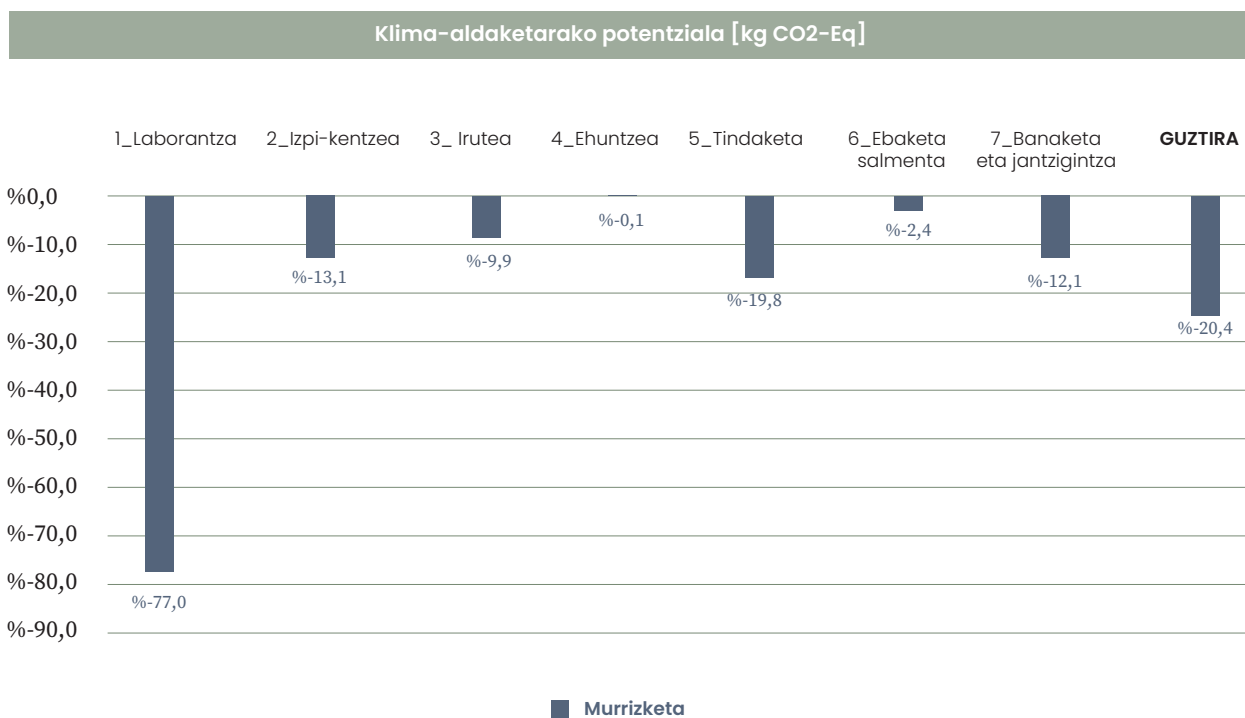
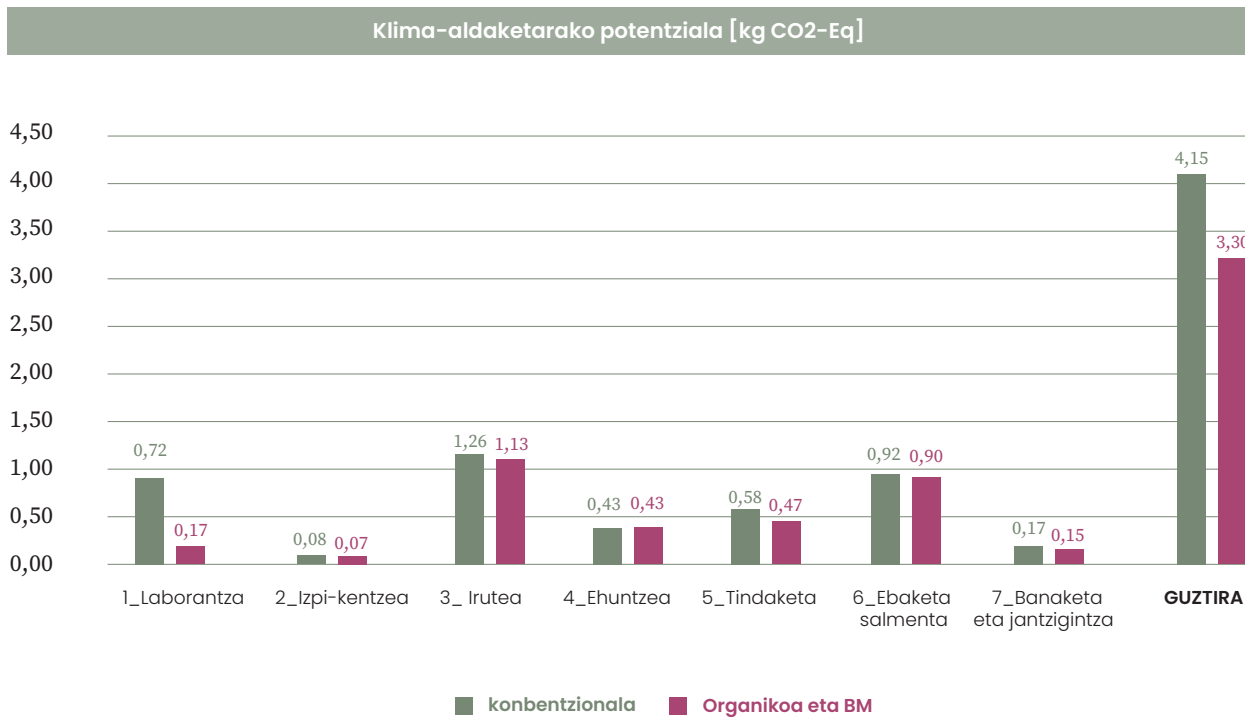
Inpaktu-ordenaren arabera, murrizketarik esanguratsuen **laborantza**-fasean ikusten da: kotoi organikoaren **ingurumen-inpaktua** % 77,0 txikiagoa da. Batez ere produktu kimiko sintetikoaren erabilera minimizatzeagatik (ongarriak eta pestizidak). Gainera, organikoaren berezko ezaugarria ez den arren, azterlan honen kasuan, laborantza organikoan ere makinen erabilera murriztu da, eta horrek emisioak murrizten laguntzen du. Horrek esan nahi du nekazaritzaren eragina % 17,35etik % 5,01era jaisten dela.

Klima-aldaketarako potentziala [kg CO ₂ -Eq]					
	Konbentzionala		Organikoa eta BM		Murrizketa
1_Laborantza	0,72	%17,35	0,17	%5,01	%-77,0
2_Izpi-kentzea	0,08	%1,94	0,07	%2,12	%-13,1
3_Irutea	1,26	%30,28	1,13	%34,28	%-9,9
4_Ehuntzea	0,43	%10,28	0,43	%12,91	%-0,1
5_Tindaketa	0,58	%13,99	0,47	%14,10	%-19,8
6_Ebaketa eta jantzigintza	0,92	%22,14	0,90	%27,14	%-2,4
7_Banaketa eta salmenta	0,17	%4,02	0,15	%4,44	%-12,1
GUZTIRA	4,15	%100,00	3,30	%100,00	%-20,4

14. taula. Klima aldaketarako potentzialaren konparazioa kotoi organikoko vs. konbentzionalerako kamisetaren bizi zikloaren fasearen arabera (kgCO₂-eq 145 g-ko unitateko)

Bigarrenik, **tindaketa-fasean** -% 19,8ko murrizketa ikusten da, ingurumen inpaktu txikiko tindu naturalen erabilaren ondorioz. Eta, hirugarrenik, izpi-kentzean % 13,1eko murrizketa ikusten da. Aipagarria da, halaber, banaketa eta salmenta-fasean, packaginga material sintetiko eta jatorri fosilekotik berriztagarrira aldatzea bezalako ekintza erraz batekin, % 12,1eko murrizketa lortu dela, eta murrizketa handiena izan duen 4. fasea izan dela.

Ebaketa eta jantzigintza-faseak murrizketa jasan du, kontsumitutako elektrizitatearen sorkuntzan energia berriztagarriak hartu direlako.



4. irudia. Kotoi organikoko eta bidezko merkataritzako kamiseta eta bere analogo konbentzionalaren klima-aldaketarako potentzialaren konparazioa bizi zikloaren fasearen arabera (kgCO₂-eq 145 g-ko unitateko)

6.3 LURREKO EKOTOXIKOTASUNA

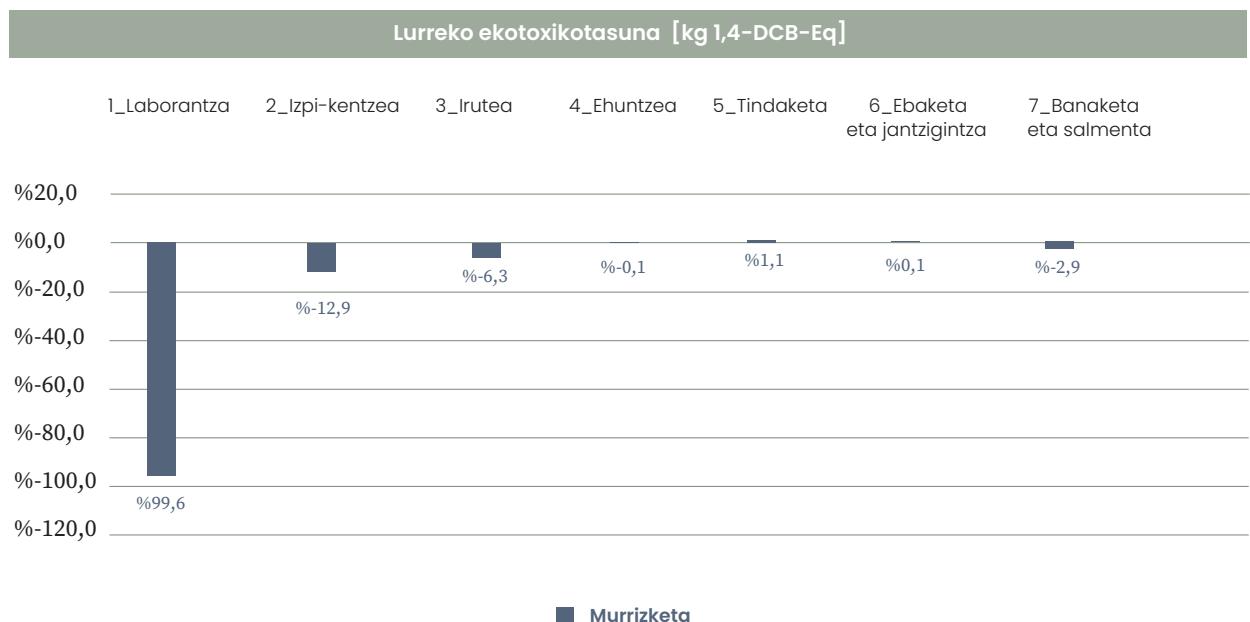
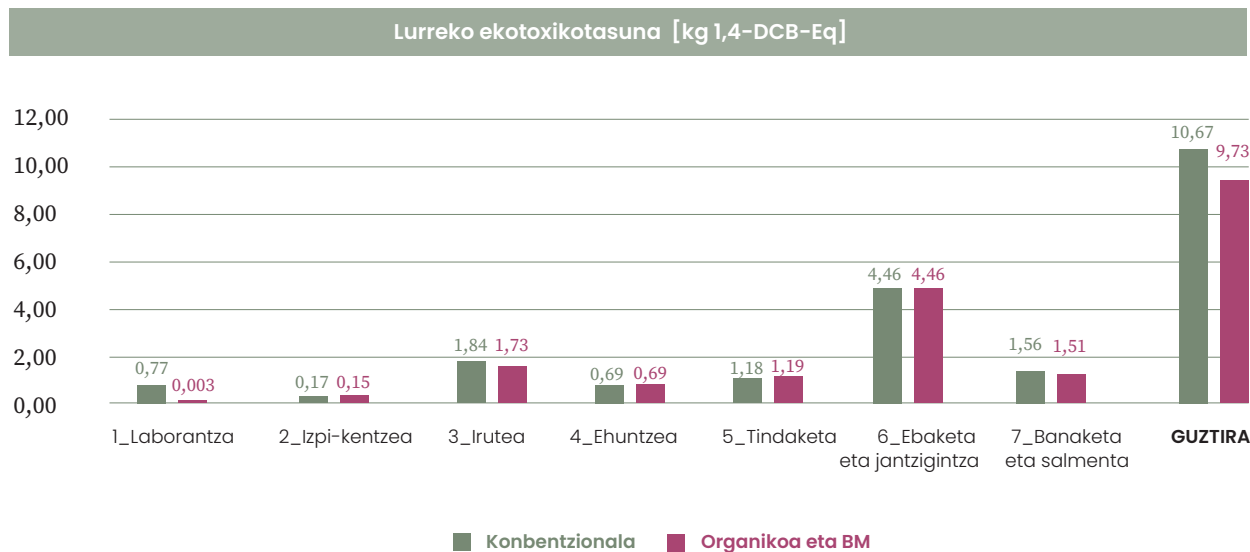
Kamiseta organikoak % 8,8ko murrizketa erakutsi du kamiseta organiko eta BMkoetan. 15. Taulan eta 5. Iru-dian ikus daitekeenez, bertsio konbentzionala 10,67 kg 1,4-DCB-eq da, eta kotoi organikoarena, berriz, 9,7 kg 1,4-DCB-eq.

Lurreko ekotoxikotasuna [kg 1,4-DCB-Eq]					
	Konbentzionala		Organikoa eta BM		Murrizketa
1_Laborantza	0,77	%7,24	0,003	%0,03	%-99,6
2_Izpi-kentzea	0,17	%1,60	0,15	%1,52	%-12,9
3_ Irutea	1,84	%17,25	1,73	%17,72	%-6,3
4_Ehuntzea	0,69	%6,49	0,69	%7,10	%-0,1
5_Tindaketa	1,18	%11,04	1,19	%12,24	%1,1
6_Ebaketa eta jantzigintza	4,46	%41,77	4,46	%45,83	%0,1
7_Banaketa eta salmenta	1,56	%14,61	1,51	%15,55	%-2,9
GUZTIRA	10,67	%100,00	9,73	%100,00	%-8,80

15. taula. Lurreko ekotoxikotasunaren konparazioa kotoi organikoko vs. konbentzionaleko kamisetaren bizi zikloaren fasearen arabera (kgCO₂-eq 145 g-ko unitateko)

Bi eredu en arteko alderik handiena, berriz ere, laborantza-fasean dago; izan ere, kamiseta organikoak % 99,6ko murrizketa du konbentzionalarekin alderatuta. Bertsioan konbentzionaletan, etapa hori guztizkoaren % 7,2 da, eta organikoan, berriz, % 0,03.

Aipatu behar da, era berean, izpi-kentzeatze-fasean % 12,9 murriztu dela, erregai fosilen mendekotasun txikiagoa duten prozesuak direla eta. Hala ere, Ebaketa eta jantzigintza-, Irute- eta Banaketa eta salmenta- faseek eragin handia dute prozesu organikoetan, guztizkoaren % 45,83, % 17,72 eta % 15,55 hartzen baitute.



5. irudia. Lurreko ekotoxikotasunaren konparazioa kotoi organikoko vs. konbentzionaletako kamisetaren bizi zikloaren fasearen arabera (kgCO2-eq 145 g-ko unitateko)

6.4 UR GEZAREN EKOTOXIKOTASUNA

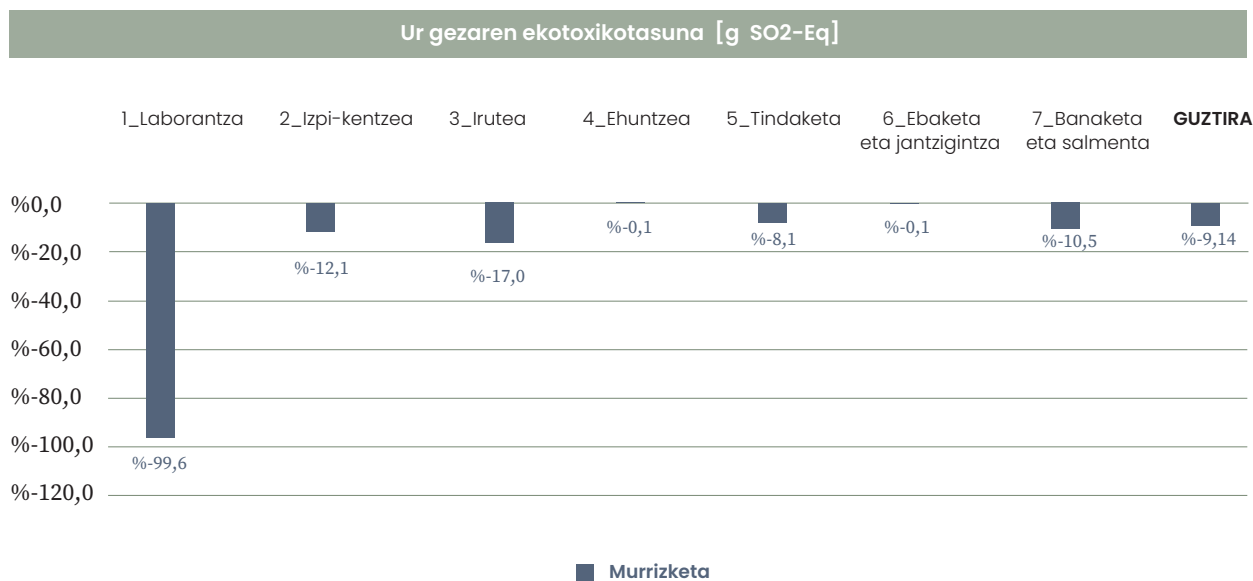
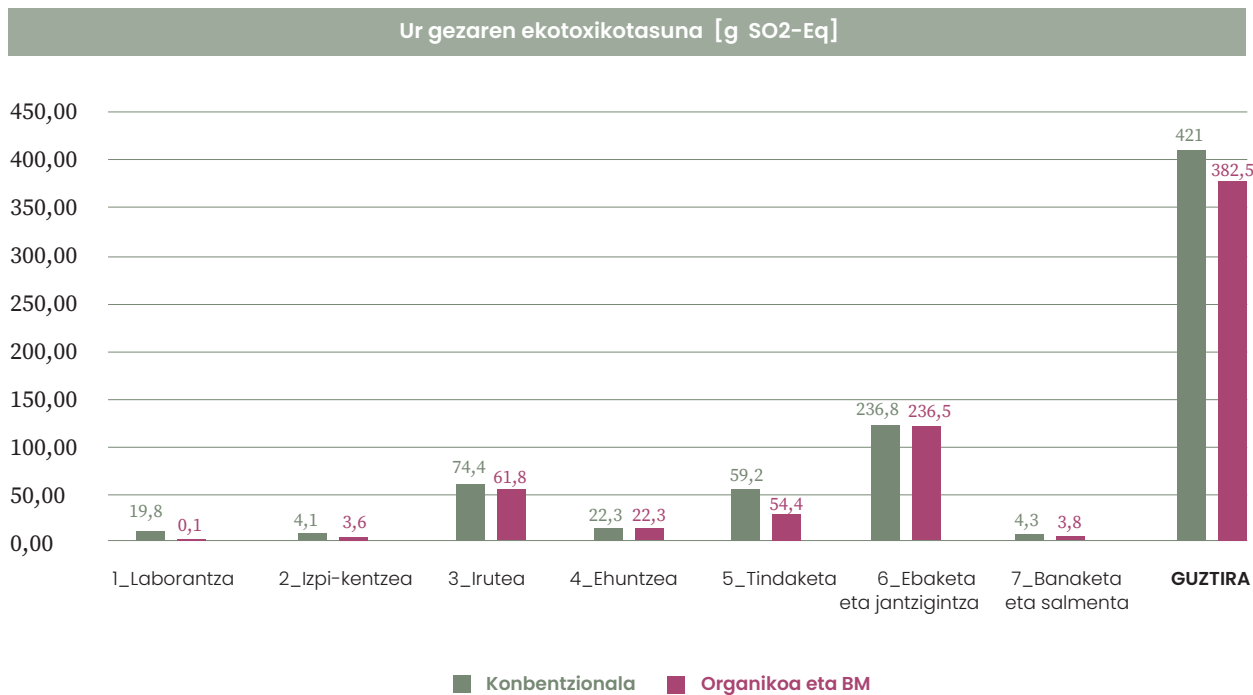
Ur gezaren ekotoxikotasunari buruzko 16. Taularen eta 6. Irudiaren arabera, kotoi organikoko kamisetak 382,5 g 1,4-DCB baliokide eragiten ditu guztira, eta kamiseta konbentzionalak, berriz, 421,0 kg 1,4-DCB-eq. Horrek esan nahi du % 9,1eko murrizketa dagoela eredu organikoaren alde.

Ur gezaren ekotoxikotasuna [g S=2-Eq]					
	Konbentzionala		Organikoa eta BM		Murrizketa
1_Laborantza	19,78	%4,70	0,07	%0,02	%-99,6
2_Izpi-kentzea	4,15	%0,98	3,65	%0,95	%-12,1
3_Irutea	74,42	%17,68	61,76	%16,14	%-17,0
4_Ehuntzea	22,34	%5,31	22,32	%5,84	%-0,1
5_Tindaketa	59,21	%14,06	54,39	%14,22	%-8,1
6_Ebaketa eta jantzigintza	236,83	%56,26	236,52	%61,83	%-0,1
7_Banaketa eta salmenta	4,27	%1,01	3,82	%1,00	%-10,5
GUZTIRA	421,00	%100,00	382,54	%100,00	%-9,14

16. taula. Ur gezaren ekotoxikotasunaren konparazioa kotoi organikoko vs. konbentzionalako kamisetaren bizi zikloaren fasearen arabera (kgCO₂-eq 145 g-ko unitateko).

Alderik nabarmenena laborantza-fasean dago berriz ere, fase horretan organikoaren inpaktua % 99,6 txikiagoa baita. Bertsio konbentzionalean, laborantza guztizkoaren % 4,7 da, eta organikoan, berriz, ia ez du ekarpenik egiten.

Bi eruedetako etapa garrantzitsuenak jantzigintza, irutea eta tindaketa dira. Kamiseta organikoan, jantzigintzak % 61,83 ematen du, eta iruteak eta tindaketak, berriz, % 16,14 eta % 14,22, hurrenez hurren.



6. irudia. Ur gezaren ekotoxikotasunaren konparazioa kotoi organikoko vs. konbentzionalako kamisetaren bizi zikloaren fasearen arabera (kgCO₂-eq 145 g-ko unitateko).

6.5 URAREN ERABILERA

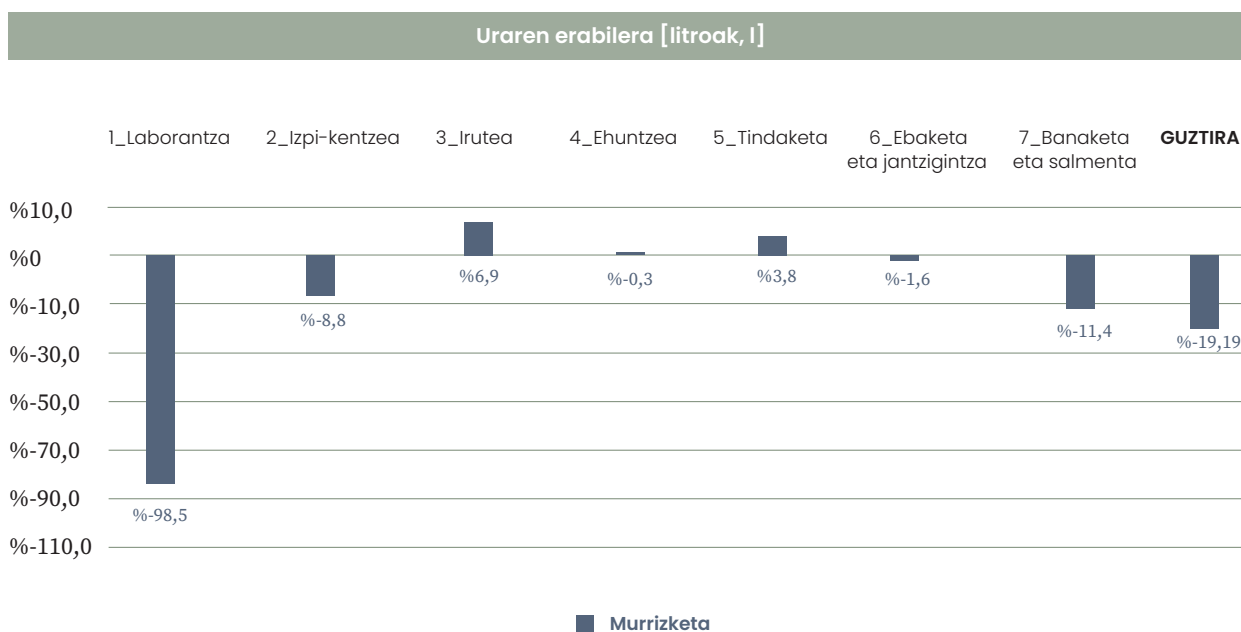
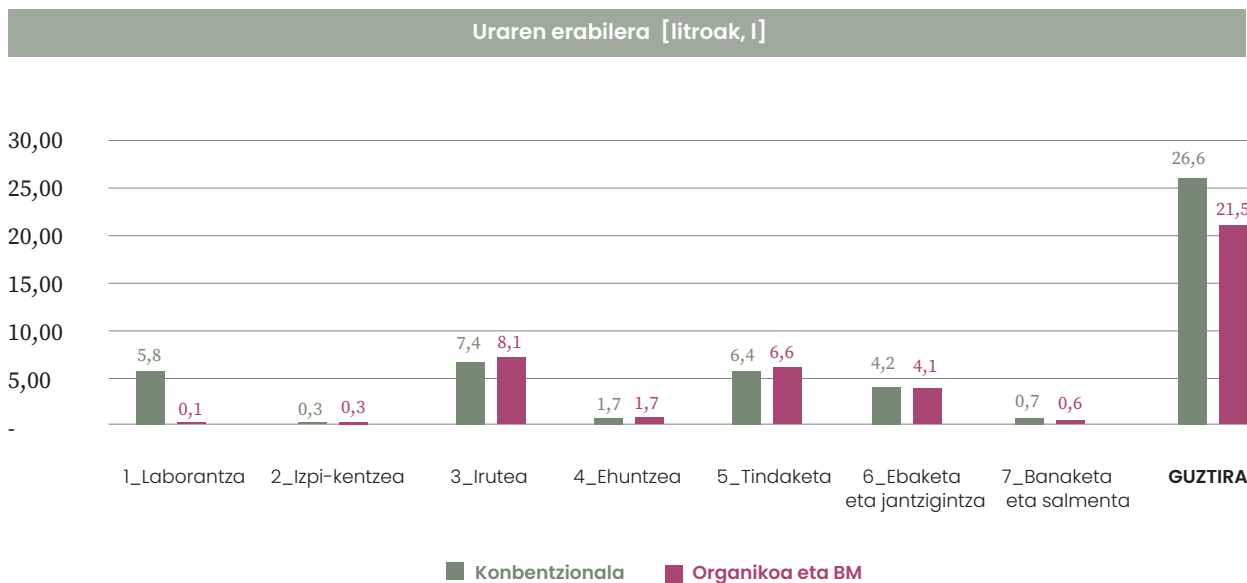
17. Taularen eta 7. Irudiaren arabera, ekoizpen **organikoaren ura aurrezteko ahalmena % 19,19koa da**. Murritzketarik handiena **laborantzan** gertatzen da, kontsumoaren % 98,5 aurrezten baita. Aipatu behar da ureztatzeko urik ez erabiltzea ez dagoela zuzenean ziurtagiri organikoaren mende. Hala ere, ikusten da aukeratutako ekoizpen organikoaren kateak ureztapenik gabeko ekoizpena erabaki duela. Erabaki hori laborantza organikoan egingarria da, laboreetako uraren xurgapen handiagoa baitago, ongarririk eta produktu organikoekin izurriak kontrolatzeak uraren xurgapen naturala eta, oro har, uraren ziklo naturala errazten baitute (Sharma et al., 2025).

Ur-aztarna edo uraren erabilera [litroak, l]					
	Konbentzionala		Organikoa eta BM		Murrizketa
1_Laborantza	5,78	%21,75	0,09	%0,41	%-98,5
2_Izpi-kentzea	0,28	%1,07	0,26	%1,21	%-8,8
3_Irutea	7,61	%28,63	8,13	%37,85	%6,9
4_Ehuntzea	1,68	%6,34	1,68	%7,82	%-0,3
5_Tindaketa	6,40	%24,09	6,64	%30,93	%3,8
6_Ebaketa eta jantzigintza	4,16	%15,64	4,09	%19,05	%-1,6
7_Banaketa eta salmenta	0,66	%2,48	0,58	%2,72	%-11,4
GUZTIRA	26,56	%100,00	21,47	%100,00	%-19,19

17. taula. Uraren erabileraren konparazioa kotoi organikoko vs. konbentzionaleko kamisetaren bizi zikloaren fasearen arabera (kgCO₂-eq 145 g-ko unitateko).

Hurrengo fase aipagarriena **banaketa eta salmenta** da, % 11,4 ur gutxiago kontsumitzen baitu organikoan.

Ekoizpen organikoaren testuinguruan, irute- eta tindaketa-faseak ur-kontsumo handiagoa izateagatik nabarmentzen dira. Zuritzaileak eta tindu organiko eta ez-sintetikoak erabiltzearen ondorioz gertatzen da hori, zuritze-ko gaitasun txikiagoa baitute, eta, beraz, bolumen handiagoa behar da nahi den mailara iristeko. Prozesu horren aldeko argudiorik garrantzitsuena da erabilitako urak ez duela substantzia kaltegarriarik, uraren ziklo naturala ez apurtzeko, baina kontsumo globala handia da oraindik ere.



7. irudia. Uraren erabilerearen konparazioa kotoi organikoko vs. konbentzionalako kamisetaren bizi zikloaren fasearen arabera (kgCO₂-eq 145 g-ko unitateko).

7. ONDORIOAK

7.1 AZTERKETA BIBLIOGRAFIKOAREN ONDORIOAK

Egindako azterketa bibliografikoak agerian utzi du literatura zientifikoan **adostasun** falta nabarmena dagoela ehunezko jantzien ingurumen-inpaktuei dagokienez.

- Klima-aldaketaren potentzialean kotoi organikoaren eta konbentzionalaren jantzien arteko konparazioetan % 124,5erainoko desbideratze tipikoak identifikatu dira. **Batez beste, kamiseta organikoek % 36 CO₂-eq emisio gutxiago isurtzen dutela ezartzen da.** % 70erainoko murrizketak irute-fasean eta % 50erainoko murrizketak ebaketa eta jantzigintza-faseko emisioetan egon dira, baina aldaketa handiak zalantzan jartzen ditu emaitzak.
- Aldakortasuna are handiagoa da beste inpaktu kategoriatan batzuetan, non kotoi organikoaren eta konbentzionalaren arteko emaitza konparatiboak aldatzen diren % 163n (Lurreko ekotoxikotasuna), % 172n (Ur gezaren ekotoxikotasuna) eta % 146n (Ur-kontsumoa) aldatzen diren. Hortaz, zifretan adostasun falta nabarmena da.

7.2 AUKERATUTAKO KAMISETAREN AZTERKETAREN ONDORIOAK

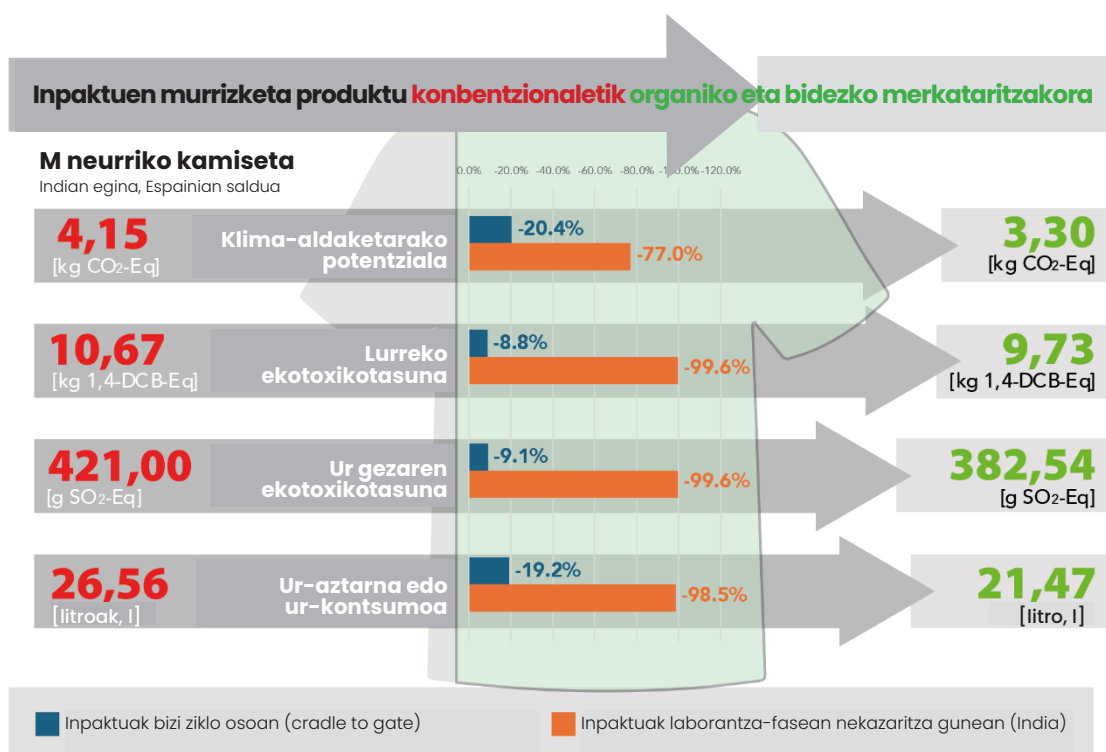
Ehungintza organikoaren eta bidezko merkataritzakoaren ekoizpenak konbentzionalak baino eragin nabarmen txikiagoak ditu.

- Jantzi organikoaren Berotze Globaleko gasen Emisioak % 20,4 txikiagoak dira (3,30 kg CO₂-eq, 4,15 kg CO₂-eq zifraren aldean).
- Lurreko ekotoxikotasuna % 8,8 murriztu da, eta ur gezaren ekotoxikotasuna % 9,1.
- Ur-kontsumoa % 19,2 murrizten da produktu konbentzionalarekin alderatuta.

Faseka, **laborantza nabarmentzen da inpaktuak murrizteko duen gaitasunagatik**, eta % 77,0ko murrizketa balioak lortu ditu BEG emisioetarako, eta % 99,6koa ur gezaren eta lurreko ekotoxikotasunean, eta % 98,5ekoa uraren erabileran, organikoaren kasuan. Balio horiek batez ere intsumo kimikoak kentzeari esker lortzen dira. Hala ere, labore organikoetan gertatzen diren alboko erabakiek, hala nola makineria gutxiago erabiltzeak edo ureztapena ez erabiltzeak, oso eragin positiboa dute inpaktuen murrizketan.

Beste fase batzuetan, hala nola **izpi-kentzean eta ehuntzean, antzeko portaerak ikusi dira bi kamisetetan**, oso industrialak direlako. Hala ere, ikusten da energia iturri berriztagarrien edo logistika eraginkorren erabilerak % 3 eta % 7,7 artean murriztu dituela inpaktuak fasearen arabera.

Osagai kimiko zein industrialak dituzten faseek, hala nola **iruteak eta tindaketak, eragin txikiagoa izan dute kasu organikoan**. Hala islatzen du tindaketan CO₂ kg gutxiago izateak, tindu organikoari esker (% 19,8), edo iruteko ur gezaren ekotoxikotasunari esker (% 17,0), hain toxikoak ez diren zuritzaileak erabiltzeagatik.



8. irudia. Konbentzionalarekin alderatuta, kotoi organikoko eta BMko kamisetaren ingurumen inpaktuen murrizketaren laburpena

Ebaketa eta jantzigintza-fasea bere inpaktu elektrikoagatik zein uragatik nabarmendu da, eta hobetu eta optimizatu beharreko fasea da. Lortu diren murrizketa bakarrak energia berriztagarriak sartzeari esker izan dira.

Amaitzeko, enbalaje konbentzionalen aplikatutako LDPEa baino nabarmen hobea izan da produktu organikoaren paper birziklatuaren enbalajea, eta % 12,1eraino murriztu du inpaktua.

7.3 KONTSUMO HAUTUEI APLIKATUTAKO ONDORIOAK

Azken kontsumitzaileek arroparekin lotutako inpaktu globalak % 8 eta 20 murriztu ditzakete (inpaktu-kategoriaren arabera) arropa organikoa eta bidezko merkataritza erostean. Murrizketa horren % 77 eta % 98 artean Indian gertatzen da; hau da, produktu organikoak eta bidezko merkataritzakoak erostea da, batez ere, gure kontsumoak Hegoalde globalean dituen inpaktuak murrizteko alternatiba bat. Hau da, produktu organikoak eta bidezko merkataritzakoak erostea klima-aldaketaren alternatiba globala da, eta gure kontsumoak Hegoalde globalean dituen inpaktuak murrizteko alternatiba.

Azterlan honekin ikusten da produktu organikoek, Hegoalde globalean inpaktuak murrizteko beharrezkoak izan arren, klima-aldaketaren inpaktu globalak murrizteko gaitasun mugatua dutela. 18 inpaktu kategorietan batez beste % 18,6ko murrizketa oso mugatua da klima-aldaketaren eredu degeneratiboak edo biodibertsitate galerak leheneratu ahal izateko. Horregatik, ikusi da, kontsumo organikora eta bidezko merkataritzakora igarotzeaz gain, ehungintzako produktuen kontsumoaren murrizketak eskutik joan beharko lukeela.

Era berean, azterlan honek erakusten du hobetzeko marjina bat dagoela ziurtagiri organikoetan eta bidezko merkataritzakoetan irute-, ehunzte- eta tindaketa-faseen modelizazioan. Gainera, fase horiek altuak dira, erregai fosiletan oinarritutako industrializazioa handia baita. Azterketa honetan, kalkuluaren arazo teknikoa bigarren mailako datuak erabiliz konpondu bada ere, optimizagarria izaten jarraitzen du.

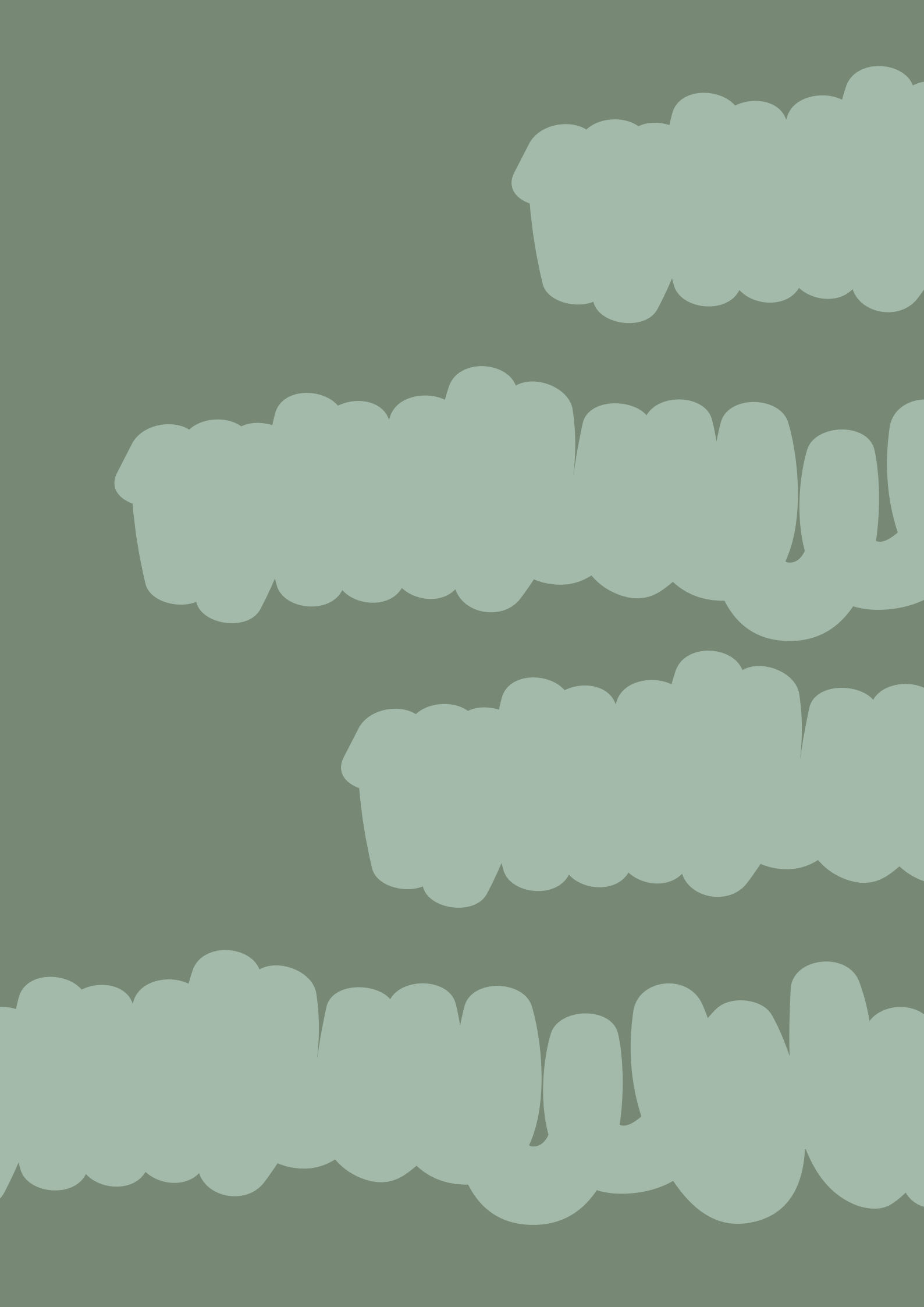
7.4 AHOLKUAK

Kontsumitzaileei: jatorri organikoko eta bidezko merkataritzako produktu ziurtatuak erostea gomendatzen zaie, lehenik eta behin, inpaktu globalak murrizteko, baina, batez ere, Hegoalde globalak gaur egun jasaten dituen inpaktuak murrizteko, Iparralde globalaren kontsumo-jarrereri dagokienez. Gainera, jantzien kontsumoa murriztea gomendatzen da, ehu

Policy makers edo erakundeei: ziurtagiri organikoak eta bidezko merkataritzakoak eskatzeko neurriak hartzea gomendatzen da, berotegi-gasen, lurreko ekotoxikotasunaren, ur gezaren eta ur-aztarnaren ondorioak arindu ahal izateko jatorrizko herrialdeetan, herrialde erosle gisa hartzen den erantzukizuna dela eta.

Ehungintza eta merkaturatze industriara: industria organiko eta bidezko merkataritzako baterantz joatea, ingurumenaren eta pertsonen epe luzeko ongizatea errazteko. Gainera, ezinbestekoa da ehungintzaren hornidura kate osoan trazabilitatea sustatzen jarraitzea. Azterlan hau egin bitartean, oztopo nabarmenak aurkitu ditugu ekoi-zpenaren tarteko faseetan informazio zehatza lortzeko, eta horrek ez du ahalbidetzen puntu kritikoak zehaztasunez identifikatzea, ehungintzaren ingurumen inpaktuak modu eraginkorrean murrizteko.







8. ERREFERENTZIAK

Amicarelli, V., Bux, C., Spinelli, M.P., Lagioia, G., 2022. Life cycle assessment to tackle the take-make-waste paradigm in the textiles production. *Waste Management* 151, 10–27. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.07.032>

Atkar, A., Pabba, M., Chandra Sekhar, S., Sridhar, S., 2021. Current limitations and challenges in the global textile sector, in: *Fundamentals of Natural Fibres and Textiles*. Woodhead Publishing, pp. 741–764. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821483-1.00004-8>

Balmford, A., Amano, T., Bartlett, H., Chadwick, D., Collins, A., Edwards, D., Field, R., Garnsworthy, P., Green, R., Smith, P., Waters, H., Whitmore, A., Broom, D.M., Chara, J., Finch, T., Garnett, E., Gathorne-Hardy, A., Hernandez-Medrano, J., Herrero, M., Hua, F., Latawiec, A., Misselbrook, T., Phalan, B., Simmons, B.I., Takahashi, T., Vause, J., zu Ermgassen, E., Eisner, R., 2018. The environmental costs and benefits of high-yield farming. *Nat Sustain* 1, 477–485. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0138-5>

Bick, R., Halsey, E., Ekenga, C.C., 2018. The global environmental injustice of fast fashion. *Environmental Health* 17, 92. <https://doi.org/10.1186/s12940-018-0433-7>

Cambaz, N., Rüzgar, A., 2017. Life Cycle Assessment of a Cotton T-Shirt.

Carbonfact, 2022. Fabric [WWW Document]. URL <https://www.carbonfact.com/carbon-footprint/fabric> (accessed 11.12.25).

Carrillo Mihura, M., 2024. Análisis del Impacto Ambiental de la Fabricación de Prendas de Algodón en España.

Chukalla, A.D., Mekonnen, M.M., Gunathilake, D., Wolkeba, F.T., Gunasekara, B., Vanham, D., 2025. Global spatially explicit crop water consumption shows an overall increase of 9% for 46 agricultural crops from 2010 to 2020. *Nat Food* 6, 983–994. <https://doi.org/10.1038/s43016-025-01231-x>

Ecoquery, 2024. market for seed-cotton, organic - Global - seed-cotton, organic | ecoQuery [WWW Document]. URL <https://ecoquery.ecoinvent.org/3.11/cutoff/dataset/20625/documentation> (accessed 11.12.25).

Ellen MacArthur Foundation, 2019. Fashion and the circular economy [WWW Document]. URL <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/fashion-and-the-circular-economy-deep-dive> (accessed 11.12.25).

European Environment Agency, 2025. Consumption of clothing, footwear, other textiles in the EU reaches new record high [WWW Document]. URL <https://www.eea.europa.eu/en/newsroom/news/consumption-of-clothing-footwear-other-textiles-in-the-eu-reaches-new-record-high> (accessed 11.12.25).

Fairtrade International, 2025. What is Fairtrade International [WWW Document]. URL <https://www.fairtrade.net/en.html> (accessed 11.10.25).

FAO/UN, 2024. Prácticas sostenibles para el manejo del algodón de la agricultura familiar en el Ecuador. FAO; ABC/MRE; <https://doi.org/10.4060/cc9597es>

FLOCERT, 2025. FLOCERT – fairness in global trade | flocert.net [WWW Document]. FLOCERT. URL <https://www.flocert.net/> (accessed 11.10.25).

Galloway, K., 2024. The environmental impact of cotton production. International Science Council. URL <https://council.science/blog/the-environmental-impact-of-cotton-production/> (accessed 11.10.25).

Gonçalves, A., Baêta, M., Nagy, M., Silva, C., 2024. Looking for Environmental Scoring: A Case Study of a Portuguese Cotton White T-Shirt Made with Recycled Fiber. *Sustainability* 16, 5896. <https://doi.org/10.3390/su16145896>

Goyal, J., Singh, R., Kaur, H., Singh, K., 2018. Intra-industry efficiency analysis of Indian textile industry: a meta-frontier DEA approach. *International Journal of Law and Management* 60, 1448–1469. <https://doi.org/10.1108/IJLMA-05-2017-0108>

Indian Meteorological Department, 2024. Rainfall Statistics of India.

Karumari, R., Sailaja, P., 2024. A Study on the Import and Export of Textile and Apparel Goods Industries in India. *ComFin Research* 12, 225–229. <https://doi.org/10.34293/commerce.v12iS1-Feb.7586>

Kazan, H., Akgul, D., Kerc, A., 2020. Life cycle assessment of cotton woven shirts and alternative manufacturing techniques. *Clean Techn Environ Policy* 22, 849–864. <https://doi.org/10.1007/s10098-020-01826-x>

Leman, M., 2025. 4 reasons why fast fashion will never be green. Greenpeace International. URL <https://www.greenpeace.org/international/story/73504/4-reasons-why-fast-fashion-will-never-be-green/> (accessed 11.10.25).

Lowenfels, J., 2013. Teaming with Nutrients: The Organic Gardeners Guide to Optimising Plant Nutrition.

Malagi, A., Chachadi, A.H., 2013. Innovative Hr Practices to Improve Socio-Economic Conditions of Women Workers in Garment Industry - An Empirical Study. *IOSR Journal of Business and Management* 9, 16–21. <https://doi.org/10.9790/487X-0961621>

Malagi, D.A., 2013. Innovative Hr Practices to Improve Socio-Economic Conditions of Women Workers in Garment Industry - An Empirical Study. *IOSR Journal of Business and Management*. <https://doi.org/10.9790/487X-0961621>

Mehmeti, A., Abdelhafez, A.A.M., Ellssel, P., Todorovic, M., Calabrese, G., 2024. Performance and Sustainability of Organic and Conventional Cotton Farming Systems in Egypt: An Environmental and Energy Assessment. *Sustainability* 16, 6637. <https://doi.org/10.3390/su16156637>

Ministry of Textile India, 2023. Annexure-VII-Cotton Sector.

Mishra, V., 2025. Fast fashion fuelling global waste crisis, UN chief warns | UN News [WWW Document]. URL <https://news.un.org/en/story/2025/03/1161636> (accessed 11.10.25).

Montoya Flores, M.L., Salhofer, S., 2025. Environmental assessment of cotton textile production in Peru: A case study for a cotton T-shirt. *Science of The Total Environment* 970, 179031. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179031>

Murugesh, K.B., Selvadass, M., 2013. Life cycle assessment for the dyeing and finishing process of organic cotton knitted fabrics. *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management* 8.

Niinimäki, K., Peters, G., Dahlbo, H., Perry, P., Rissanen, T., Gwilt, A., 2020. The environmental price of fast fashion. *Nat Rev Earth Environ* 1, 189–200. <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0039-9>

Plakantonaki, S., Kiskira, K., Zacharopoulos, N., Chronis, I., Coelho, F., Toghiani, A., Kalkanis, K., Priniotakis, G., 2023. A Review of Sustainability Standards and Ecolabeling in the Textile Industry. *Sustainability* 15, 11589. <https://doi.org/10.3390/su151511589>

Ristovska, I., 2025. Fast Fashion: Emanuele Morelli's Visual Provocation. *Envi.info*. URL <https://www.envi.info/2025/05/09/fast-fashion-emanuele-morelli-visual-provocation/> (accessed 11.12.25).

Rybaczewska-Błażejowska, M., Jezierski, D., 2024. Comparison of ReCiPe 2016, ILCD 2011, CML-IA baseline and IMPACT 2002+ LCIA methods: a case study based on the electricity consumption mix in Europe. *Int J Life Cycle Assess* 29, 1799–1817. <https://doi.org/10.1007/s11367-024-02326-6>

Sandin, G., Roos, S., Spak, B., Zamani, B., Peters, G., 2019. Environmental assessment of Swedish clothing consumption – six garments, sustainable futures. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30502.27205>

Schmutz, M., Hischer, R., Som, C., 2021. Factors Allowing Users to Influence the Environmental Performance of Their T-Shirt. *Sustainability* 13, 2498. <https://doi.org/10.3390/su13052498>

Shahid, M., Farooq, M.O., Razaq, M., Adnan, M., Zahid, S., Hussain, A., Shah, F.M., 2023. Organic fertility management in cotton *Gossypium hirsutum* L. fosters arthropod biodiversity and complements pest suppression. *Journal of Applied Entomology* 147, 1001–1013. <https://doi.org/10.1111/jen.13196>

Sharma, S., Yost, M.A., Reeve, J.R., 2025. Roles of Organic Agriculture for Water Optimization in Arid and Semi-Arid Regions. *Sustainability* 17, 5452. <https://doi.org/10.3390/su17125452>

UNFCCC, 2018. UN Helps Fashion Industry Shift to Low Carbon | UNFCCC [WWW Document]. URL <https://unfccc.int/news/un-helps-fashion-industry-shift-to-low-carbon> (accessed 11.12.25).

Zhang, Y., Liu, X., Xiao, R., Yuan, Z., 2015. Life cycle assessment of cotton T-shirts in China. *Int J Life Cycle Assess* 20, 994–1004. <https://doi.org/10.1007/s11367-015-0889-4>

