

URAREN ZIKLOA

KLIMA ZORATZEAREN BESTE GAKO HORI



LARRUN #292

KLIMAREN NARRATIBAN URAREN KUDEAKETA SARTU BEHARRAZ

EGILEA | **DANIEL HOFNUNG**

ITZULPENA | **PELLO ZUBIRIA KAMINO**

AZALA | **JOSEBA LARRATXE JOSEVISKY**



Larrun hilabetekariei ahotsa jartzen diegu. Gorka Peñagarikanok gidatuta, egileak lagunduta, podcastera eraman dugu gaia: argia.eus/multimedia/larrun

Urarena da Lurra planetak bizi dituen krisi nagusietakoa. Zehatzago esateko, ur gezaren krisia. Batean alarma pizten du lehorreak eta biharamu-nean uholdeak, eta bata bestearen gainean pilatuz doaz gizateriaren biziraupena arriskuan jartzen duten ondorioak. Landa eremuak gaur idortzen dira elikagaiak sortzeko ahalmena eta biodibertsitatea murriztuz eta berehala euriteek eragindako higadurak lurrazalaren geruza bizidunak arrastan daramatza itsasorantz. Hirietan –eta mundu osoa ari da bilakatzen hiri– atzo egarriz zeuden kaletarrak gaur kontrolik gabeko uholdeek asaldatzen dituzte.

Klimaren zoratzearen inguruan narratiba

nagusia zentratuta dagoen arren berotze globalean eta berotegi eragineko gasen kontrolatu behar eta ezinean, gero eta aditu gehiagok egiten diote arreta euri uraren kudeaketa okerrak klima hondatzearen argazki osoaren barruan daukan garrantziari. Uraren paradigma berri bat aldarrikatzen dute, azken hamarkadetan ezarritakoa ordezkatzeko: euriek ekarritako ura gure ondotik ahalik eta laster eta urrutien bidaltzeko ordezkian eusten saiatu, lurzoruan barnatzen lagundu, ur gez horrek lehorrean ematen duen denbora luzatzen ahalegindu... eta biziberritu lurzoruetako bizia, landareak, heskaiak, itsasoetatik lehorrerantz are euri gehiago erakar dezaten.

LARRUN HILABETEKARI MONOGRAFIKOA · ARGIAren 2.856 zenbakiarekin banatua.

JABEA: KOMUNIKAZIO BIZIAGOA S.A.L. **HELBIDEA:** ZIRKUITU IBILBIDEA, 15. PABILOIA 20160 LASARTE-ORIA **TELEFONOA:** (00 34) 943 37 15 45

POSTA ELEKTRONIKOA: LARRUN@ARGIA.EUS **INPRIMATEGIA:** ANTZA KOMUNIKAZIO GRAFIKOA **DISEINUA:** MAITANE GARTZIANDIA

2024ko urtarrilaren 28an

Paradigma berriaren aplikazioak egunero ari gara ikusten. Landa eremuan, lurra lantzeko ereduak eztabaidan daude eta aldaketa handiak daude martxan, goldatzerik gabeko lurgintza, lurzorua estalita atxikitzea, eta abar jada agroekologiako nekazari txikien artean soro zabalak lantzen dituzten industriaren artera hasi dira zabaltzen. Hirietan, berriz, zenbait planifikatzaile aspalditik ari da praktika berriak ezartzen: euri urak lekuan pilatzea, lurzorua ahalik gutxien inpermeabilizatzea, 'belaki-hiriak' (sponge city), ur gezaren birziklatzea, agintariak hasi dira aipatzen lurzoruen erabileran 'zero artifizializazioa' arau ezarri beharra...

Daniel Hofnung ingeniari frantsesak orriotan eskaintzen digu uraren zikloaren inguruan indarrean datozen gogoeta eta ikerlanen laburpen bat. Daniel Hofnung, ikasketa eta

lanbidez ingeniaria, gaur erretretan sartua, Ile de France (Paris Metropolitanoa) eskualdeko Coordination Eau IDF gizarte erakundearen lehendakaria da. ARGIAk 2023ko martxoan argitaratu zion *'Ibai hegalariek', munduko klimaren protagonista funtsezko horiek.*

Oraingoan LARRUNerako Hofnungi euskaratu diogun artikulua Attac mugimendu altermundialistaren webean argitaratu zuen 2022ko abenduan *Distinguer changement climatique et réchauffement climatique, Comment le cycle de l'eau et le cycle du carbone se complètent* (Aldaketa klimatikoa eta berotze klimatikoa bereizi. Nola elkar osatzen duten karbonoaren eta uraren zikloek) tituluarekin. Egileak bere artikulua eta hitzaldiak bibliografia aberatsez osatzen baititu, irakurleak LARRUNen Interneteko bertsioan topatuko ditu idatzian aipatutako iturriekiko loturak.

UHOLDEAK Alemaniako Erfstadt-Blessem herrian 2021eko uztailen utzitako hondamendia.



KLIMAREN BEROTZETIK HARAGO:

Uraren zikloak eta karbonoarenak nola osatzen duten elkar

 DANIEL HOFNUNG

Klimaren arazoa gero eta kez-kagarriagoa ari da bihurtzen: uda gero eta beroagoak, lehortekak eskualde askotan, kalte materialak eta giza galerak eragiten dituzten fenomeno meteorologiko bortitzak... Arazoaz eman ohi den azalpen bakarra izaten da "klimaren berotzea".

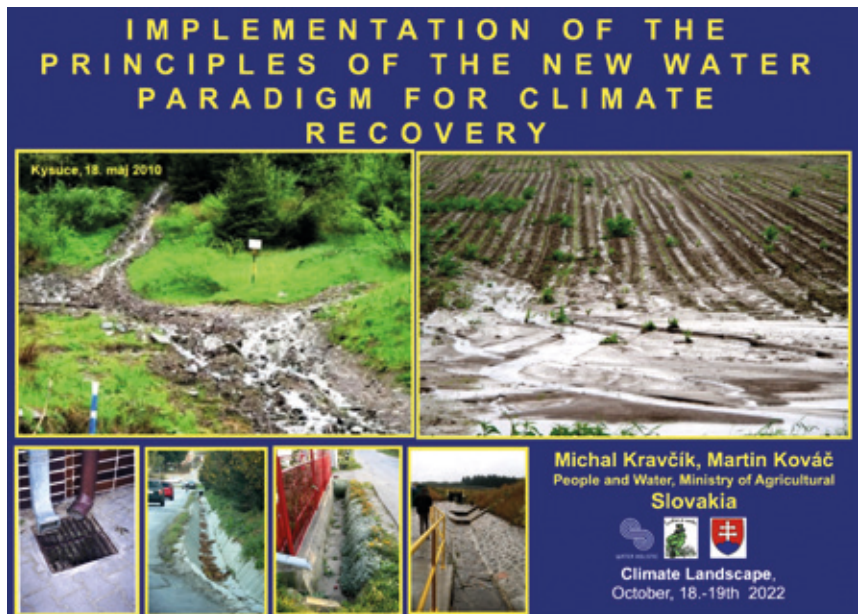
Azken 30 urteotan gai honetaz hainbat biltzar egin dira eta nazioarteko zenbait akordio ere bai. Nazio Batuen Erakundearen Klima Aldaketari buruzko esparru-hitzarmenak, 1992ko maiatzaren 9an New Yorken onartu zenak esaten duenez, "giza jarduerak nabarmen handitu ditu berotegi-efektuko gasen kontzentrazioak atmosferan", eta horrek "[planetaren] berezko berotegi-efektua indartzen du", ondorioz lurrazalaren eta atmosferaren "berotze are handiagoa" eraginez, "naturako ekosistemak bezala giza-terria kaltetu dezakeena". Hitzarmenak helburutzat dauka "atmosferan berotegi efektuko gasen kontzentrazioak egonkortzea, klimarentzako arriskutsuak lirartekeen interferentzia antropogenikoak eragozten dituen maila batean".

Horrela, bada, lehen biltzarretik ezarri da klima-aldaketa berote-

gi-efektuko gasek atmosferan izan duten gorakadaren ondorioa dela, eta klimari gizakiak eragindako nahasmendua parekatu da beroketa globalarekin.

Horren emaitzak izan dira Kyotoko Protokoloa (1997ko abenduaren 11koa) eta Aldeen Konferentziak (ingelesez Conferences of the Parties, COP). Azken konferentzia,

COP 28.a, Dubain egin da 2023ko abenduan. COP guztien helburua izan da berotegi-efektuko gasen emisioak egonkortu eta ondoren murriztea, "jatorri antropogenikoa duten asaldura klimatikoak" saihesteko. Parisko Konferentziak (2015ean burututako COP 21ak) onartu zuen berotegi-efektuko gasen emisioak arintzeko ahaleginak



URAREN ZIKLOAK kliman daukan garrantziaren ikerketa eta sozializazioan aitzindarietako izan da Michal Kravcik eslovakiarra. Irudian, bere hitzaldi baten aurkezpena.

egin arren, jada ezingo dela saihestu klima-aldaketaren zati bat, eta horregatik tenperaturaren igoera egonkortu eta arintzeko ahaleginak osatu behar direla klima-aldaketaren ondorioetara egokitzeko neurriekin.

COP 27aren bezperan, agintari askok onartu zuten ezingo zela lortu berotzea 1,5^o-tan mugatzeko helburua eta, aldi berean, uko egin zieten beraiek ordura arte erabakitako helburu gero eta gehiagori.

COP konferentziaz konferentzia, mundu mailan emisioak murrizteko ezarri diren helburu orokorrak ez dira bete. Gure klima kondentatuta ote dago kontrolatzen zaila den berotze batera?

Aldez aurretik, honako beste galdera hau mahairatu beharra dago: "klima-perturbazio antropogenikoa" aipatzen denean, hau soilik berotze globalari ote dago lotuta ala bestelako arrazoiak ere badaude? Honek bigarren galdera batera garamatza: gaur bizi dugun klima aldaketaren esplikazio bakarra karbonoaren zikloan ote datza, ez ote dauka uraren zikloak zerikusirik?

Uraren zikloak kliman daukan garrantzia 2008an planteatu zuen Eslovakia eta Txekiako hidrologo talde batek, tartean zirela Michal Kravčík eta Jan Pokorný ingurumen-ikertzaileak. Talde honek argitaratu zuen *Water for the Recovery of the Climate, A New Water Paradigm* (Ura, klima berreskuratzeke: uraren paradigma berri bat). Ikerlanean nabarmendu zuten batetik landareek ebapotranspirazioaren bidez atmosfera hozten jotzen duten papera; eta bestetik, aurre egin behar zaiola euri-uraren lurrazaleko jariatzeari [euria lurzoruan barnatzearen ordez azkarregi lurrazaletik ihes egitea, espainolez "escorrentía" eta frantsesez "ruissellement"], euriak eroritako lekuan bertan barnatu behar zuela lurzoruan.



ANASTASSIA MAKARIEVA

VIKTOR GORXKOV ETA ANASTASSIA MAKARIEVA ikerlariak "Ponpa biotikoa" kontzeptua formulatu zuten San Petersburgoko Fisika Nuklearreko Institutuan.



KLIMAREN ZORATZEAREN NARRATIBA NAGUSIA ZENTRATUTA DAGOEN ARREN BEROTZE GLOBALEAN, GERO ETA ADITU GEHIAGOK EGITEN DIOTE ARRETA EURI URAREN KUDEAKETA OKERRAK ARGAZKI OSOAN DAUKAN GARRANTZIARI

2010ean Danubio arroan gertatutako uholde katastrofikoei erantzun nahian, kontzeptu hori arrakastaz aplikatu zuen Eslovakiako Errepublikak 2010-2011n ezarritik *Paisaiak biziberritzeko eta ibai-arroen kudeaketa integraturako* programa. Programa honi esker 7.700 lanpostu sortu zituzten (6 hilabeterakoak gehienak) eta dozena-

ka mila egitura txiki eraiki zituzten ur-jariatze handienak jasaten dituzten bailaretan, euri-uren isuriak motel arazi eta lurzoruan infiltratzeko. Erreketan presa txikiak eraiki zituzten zuhaitz enbor eta adarrekin, ez estankoak, urtegi txikiak ere bai lurra pilatuz, ur-erretanak... Eraitza ikusi zen 2011ko euri-jasa handietan, ez baitzen uholderik ikusi egitura horiek eraiki eta landaredia sustatua zuten lekuetan.

Askoz lehenago, 1992an, Reginald eta Nicholas Newellek aipatu zituzten lehenbizikoz "aireko lurrun- ibaiak": Amazonian aietik lurrunetan ia Amazonas ibaiak daraman bezainbeste ur, segunduko 165 milioi litro garraiatzen dutenak. 1994an Massachusettsko Institutu Teknologikoko Yong Zhu eta Reginald E. Newell-ek argitaratu zuten *Atmospheric rivers and bombs* (Ibai atmosferikoak eta bonbak), non azaltzen zuten fenomeno klimatiko bortitzetan ur-lurrunezko fluxu atmosferiko oso trinkoek jotzen duten papera. Fluxu horiek beren jatorria daukate itsasotik

datorren aire hezean. AEBetako Ozeano eta Atmosferaren Administrazio Nazionalaren (NOA) Boulder laborategiak neurketak egin zituen Coloradon lurrazaletik kilometro batera eta haietan ikusi zen lurrun-ibai hezeak segundoko 50 milioi litro ur garraiatzen zuela airetik, hots, ura 50 km/h-ko abiaduran daraman 100 metroko diametroko hodi batek adina.

2007an San Petersburgoko Unibertsitateko Anastassia Makarievak eta Viktor Gorxkovek kontzeptu berri bat formulatu zuten: punpa biotikoa. Horrekin azaldu dutenez, oihan handien gainean sortutako ur-lurrunezko zutabeen gaineko aldean kondentsazio bat gertatzen da eta honek eragindako depresioak erakartzen du kontinente barrurantz itsasoko aire hezea, horrela hezetasun handiagoa gehituz aireko lurrun-ibaiei. [Aireko lurrun-ibaiok zenbaiteak 'ibai hegalar' ere deitzen die].

Beranduago, Antonio Donato Nobrek teoria hori Amazoniari aplikatu eta azaldu du nola gaur egun deforestazioa ari den agorrazten lurrunezko aireko ibaiok, kalteak eraginez Hego Amerikan Ozeano Atlantiko aldeko isurialdearen klima osoan.

Urteotan asko ugaritu da gaiari buruzko bibliografia eta 2012an argitaratu zen bost kontinenteetako bi dozenatik gora ikertzailek egindako ikerlan berri bat erakutsi zuena basoen ebapotranspirazioak klima hozten laguntzen duela.

Eta azkenean, 2021eko uztailan, ikerlan-corpus zabal batean oinarrituta Nazio Batuen Ingurumen Programak (NBIP) argitaratu du *Landareekin, lurzoruekin eta urarekin lan egin klima hozteko eta Lurreko paisaiak berriz hidratatzeko*. Bertan esaten denez, "lurraren gainean erortzen den eurien %40 eta %60 artekoa dator lurreko ebapotranspirazioak sortutako he-



NOBREN ARTXIBOA

ANTONIO DONATO NOBREK azaldu du nola gaur egun deforestazioa ari den agorrazten Amazonian lurrunezko aireko ibaiok, kalteak eraginez Hego Amerikan Ozeano Atlantiko aldeko isurialdearen klima osoan.



NAZIOARTEKO BILTZARRETAN AIPATZEN DEN "KLIMAREN PERTURBAZIO ANTROPOGENIKOA" SOILIK BEROTZE GLOBALARI OTE DAGO LOTUTA, KARBONOAREN ZIKLOARI, ALA URAREN ZIKLOAK ERE BADAUKA ZERIKUSIA?

zetasunetik", "baso edo belardiak laborantza-lur bihurtzeak murrizten du lurreko ebapotranspirazioa" eta "basoen suntsitzeak eragin dezake zenbait lekutan eurien gutxitzea eta urtaro lehorrak luzatzea". Funtsean uraren zikloan oinarrituta NBIPk ateratzen dituen ondorioek klimaren aldaketaren ikuspegi berri bat ematen dute: "Basoen eten-

gabeko suntsitzeak, lurzoruen hondatzeak eta, ondorioz, lurzoruek ura pilatzeko eta natur guneek ura atxikitzeke ahalmena galtzeak, horiek guztiak nahasmendua eragiten dute ur-fluxuetan, bai lurretik atmosferaranzkoetan eta bai atmosferan zeharrekoetan. Nahasmendu horrek prezipitazioetan eragindako aldaketaren ondorioz munduko leku askotan gerta daiteke euriteak gutxitzea, lehorreak ugaritzea eta tenperatura berotzea, baita klima-aldaketa larriagotzea ere".

Beraz, landareek –eta batez ere zuhaitzek– funtsezko zeregina dute, eta ez bakarrik karbonoa biltegitratzeari dagokionez. Funtsezkoa da atmosferaren hezetasun zikloak leheneratzea eta hori landaredia egoteari lotuta dago. Beharrezkoa da deforestazioa gelditzea, baso-berritzea ugaritzea eta gure nekazaritza-praktikak aldatzea agrofloresteria garatuz.

Klima-aldaketaren kausak era batera edo bestera ikusita, ondorioak ere desberdin ikusten dira. Hemen laburbilduko ditugu bi planteamenduak.



KLIMAREN ALDAKETA SOILIK KARBONOAREN ZIKLOAN OINARRITUTA

Ikuspegi honen arabera, berotegi-efektuko gasen emisioak murriztea da klimaren beroketaren konponbidea.

Kyotoko Itunak ezarritako ikuspegiaren arabera, klimaren beroketan basoek daukaten eragina aztertzen da soilik horiek karbonoaren zikloan daukaten paperetik: zenbat karbono dagoen metatuta zuhaitzetan eta lurzoruetan fotosintesiaren ondorioz. Klimaren berotzeak ozeanoen gaineko lurrunketa areagotuko luke eta, ondorioz, planetan hezetasuna handituko batz bestea, nahiz eta asko aldatuko litzatekeen eskualde batetik bestera: lurralde subtropikal eta mediterraneoetan

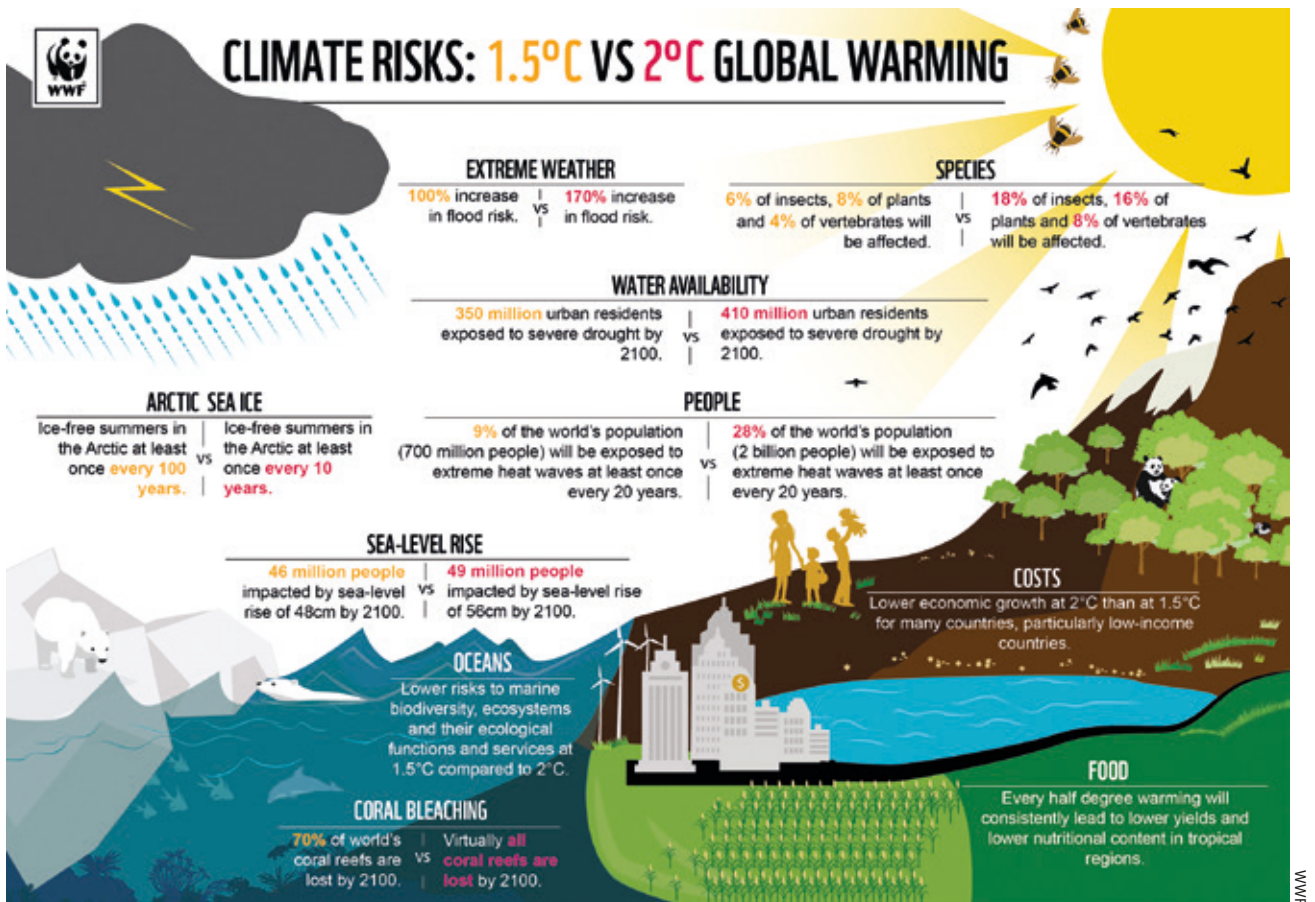
prezipitazioak urritu egingo lirajteke eta, aldiz, latitude ertain eta altuetan euri gehiago egingo luke.

Jean Jouzel klimatologo eta GIE-Ceko kideak azaldua duenez *Climats passés, climats futurs* (Iraganeko klimak, etorkizuneko klimak) liburuan, ur-lurruna da berotegi efektuko gasen artean nagusia, baina hala ere, "gizakiok ez dugu atmosferako ur-lurrun kopuruan zuzenean eragiten gure jardueren bidez, zeharka eragiten dugu kantitate horretan (...) ozeanoaren azala berotzen ari denez, ebaporazioa handiagoa da eta, ondorioz, lurrun gehiago dauka atmosferak (...) horrela klimaren beroketa anplifikatuz".

L'Origine du monde (Mundua-aren jatorria) liburuan, Marc-André Selosse biologoak honela laburbil-

dua du IPCCk ur-lurrunari buruz egiten duen analisia: "Zein gas dira gehien eragiten diotenak klimaren berotzeari? Ur-lurruna da eraginik handiena duena (% 60): baina atmosferak daukan ur-lurruna ebaporazioak eta prezipitazioek arautzen dute eta horietan giza jarduerak gutxi eragin dute, horretan ez diote askorik eragiten egungo klima-aldaketari". Beraz, ur-lurrunari ez zaio aitortzen berotegi-efektuko gas gisa duen funtzioa klimaren berotzearen jatorria.

Basoei eta oro har landarediari aitortzen zaien zeregina da karbono metatzeko tresna izatea klimaren beroketa mugatu ahaleginean. Karbonoaren zikloaren ikuspegi horren arabera, klimaren aldaketaren ondorioak berotze globalari daude



KLIMAREN ZORATZEAREN NARRATIBAN luzaz beroketa globalak eta berotegi gasak murriztu beharrak hartu dute nagusitasun osoa.

lotuta: biodibertsitatearen galera ulertzen da berotzearen ondorioz animaliek beren ugalketan nozitzen dituzten perturbazioen edo landareek nahiz animaliek hain abiadura handiko berotzeari egokitzeko dauzkaten zailtasunen ondorioztat. Era berean, berotegi-gasek eragin-dako klimaren berotzearen ondorioztat jotzen dira muturreko fenomeno atmosferikoen ugaritze eta gaiztotzea, urakan tropikalen indar handiagoa, itsas mailaren igoera eta itsasoaren azidifikatzea.

KLIMAREN ALDAKETA BAI URAREN ETA BAI KARBONOAREN ZIKLOETAN OINARRITUTA

Bigarren ikuspegi horrek lotzen ditu klimaren aldaketa eta lurzoruen lehortearen muturreko fenomeno meteorologikoen, eta uraren zikloa berrezartzeko irtenbidetzat proposatzen du deforestazioaren gelditzea, baso-berritzea eta nekazaritza ereduak aldatzea.

Uraren zikloaren ikuspegitik begiraturik, ur-lurrunak hainbat modutan esku hartzen du kliman. Hasteko, landareek ebapotranspirazioaren bidez freskatzeko bat eragiten dute lekuan bertan. Horra hor klimaren berotzearen alderantzizko eragina. Fenomenoa oso ezaguna da: udako egun bero batean zuhaitzen gerizpean edo basoan tenperatura beti da baxuagoa eremu soildu batean baino. Baina, gainera, landareen ebapotranspirazioak inguruko klimari ere eragiten dio. Termodinamikatik ikusita, landareek arnastutako ur-lurrunak daraman beroak esku hartzen du hodeien sorreran. Beranduago, euria jaurtitzeko hodeiek bero hori askatuko dute beren gainetik. Prozesuaren balantzea zero da bere osotasunean: uraren zikloak igogailu lana egin dio beroari landareen hostoetatik atera eta goi-atmosfera-



ARCA

Kantauri isurialdean pinudia 'matarrasa' teknikaz eraitsitakoan utzi duen lorzoru soildu eta hondatua, uraren zikloarekin egin kudeaketa txarraren adierazgarri.

ra bidaliz, eta aldi berean landareek dauden lekuan tenperatura freskatzeko eraginez.

Ebapotranspirazioa da landareek bizi duten fenomeno nagusia, alde handiz. CO₂ molekula bat oxigeno eta glukosa bihurtzeko lurruntzen dituzte 200 ur molekula inguru, eta lurrundutako ur litro bakoitzak (20°C-tan) esan nahi du 1,334 m³ ur lurrun eta 0,68 kwh-ko freskatzeko (lurrunetan bidalitako beroa). Aldiz, basoa eraitsita soildutako eremuan lurrunketa gutxi gertatuko da eta inguruak berotze handia nozitzeko du, lurrazalak tenperatura oso altua edukiko du. Fenomeno honek esplikatzeko zergatik diren tenperaturak hain altuak erabat deforestatutako eremuetan ("matarrasan" soilduetan, esaterako) edo labore-soroetan uzta bildu berriaren edo eremu urbanizatuaren ("hiriko puntu beroak").

BASOAK NOLA DEITZEN DION EURIARI

Basoetako zuhaitzen transpirazioak ur-lurrun fluxuak eragintzen ditu eta hauetatik sortzen dira prezipitazioak. Izan ere, lurrun-fluxu horiek itsasotik datorren hezetasunari gehitzen zaizkio. Itsas bazterretik abiatuta lehorrean zehar baso-es-

talkia jarraitua baldin bada, korronte heze horiek milaka kilometrotan zehar bidaiatuko dute prezipitazioak eraginez, eta Douglas Sheil eta beste zenbait aditoren arabera, itsasotik zenbat eta urrunago joan orduan eta gehiago ugaritzen dira prezipitaziook. Alabaina, basorik ez baldin badago itsasotik urrunduta ahala prezipitazioak ia esponentzialki murrizten dira, batzuetan ezabatu ere bai.

Goi-atmosfera-ko ur-lurrun korronteak dira -bidean baso gehiago edo gutxiago aurkitu duten arabera- hezetasun handiagoa edo txikiagoa daramatenak kontinenteen barruko aldeetan euriak elikatzen dituztenak. Eta hau are nabarmenagoa da oihan handien kasuan: Amazonia, Afrikako erdialdeko basoak, Siberia, Asiako hego-ekialdea...

Inguru bat basoz hornituta ala soilduta egon, horrek ondorio nabarmenak dakartza prezipitazioetan. Deforestazioekin euri kopuruak nola gutxitu diren erakusten duten adibide asko dago.

Borneo uhartean, olio-palmondo soroak landatzeko oihana suntsitzeak eskualdeari ekarri dio batetik plubiometria murriztea eta bestetik tenperatura maximoak igotzea, paradoxikoki olio-palmon-



ENTRAID

LURZORUAK IRENTSI EZ DUEN EURI-URAK ERAGINDAKO HIGADURA soro bazter batean: lurrazalak horrela galtzen du bere humus geruza abiadura bizian.

doentzako kaltegarriak biak ere. Hori dela eta esana du elkarrizketa batean Douglas Sheil ekologiako ikerlariak Borneo "palmondo-olioz suizidatu" dela.

Bohemiako (Txekiar Errepublikak) ipar-ekialdean eta Saxonian (Alemania) egindako azterketek erakutsi dute nola gutxitzen den ebapotranspirazioa lekuko zuhaitz-estalkia urritzen denean edo zuhaitzak osasuna eskasez daudenean, inguru horietan 1980ko hamarkadan gertatu zen bezala industriak isuritako sufre dioxidoagatik (euri azidoak). Eta alderantzizkoa ere ikusi zen bertan 2004. urtean, basoek osasun ona berreskuratu ahala haien ebapotranspirazioa ere maila esanguratsuan handitu zela.

Antzeko emaitzak ikusi dira Kenyako Mau basoan ere. Nairobi hiritik 150 kilometro ipar-mendebaldera dagoen baso hau zuhaitzak eraistearen poderioz murriztu zen 1986an zeuzkan 5.200 km²-etatik 2006an zeuzkan 3.400 km²-etara.



**AITORTU BEHAR DIRA
LURZORUEN ERALDAKETAREKIN
URAREN ZIKLOARI
ERAGINDAKO KALTEAK:
DEFORESTAZIOAREKIN,
LABORANTZA TEKNIKA
OKERREKIN ETA HIRITARTZE
PROZESUAN LURZORUAK
ARTIFIZIALIZATZEAREKIN**

Ondorioz, baso gabetutako eremuetan ebapotranspirazioa nabarmen jaitsi zen, nahiz eta hazkunde azkarreko zuhaitz-landaketek jaitsiera zerbait arindu, eta ondorio larriak ekarri ditu: prezipitazioak murriztu dira eta ur eskasia nozitzen dute bertako ibai, aintzira eta hiriek. Eskualde honek oparo elika-

tzen zituen ordura arte hamabi ibai eta sei aintzira handi, horien artean Victoria aintzira. Geroztik, ordea, Sondu-Miriuko presa eraiki berriak, izen bereko ibaian eraikiak, ez du lortu inoiz iristea aurrez kalkulatu zitzaizkion 60 MWak generatzera.

Kontinenteen barruko aldeetan isurtzen diren prezipitazioak hein handi batean handik urrun birziklatzetik sortuak dira. Eurasiako kontinenteeko landareen ebapotranspirazioan oinarritzen dira Txinak dauzkan baliabide hidrikoen %80 eta Amazoniako oihanak sortua da Rio de la Plata ibaiaren arroan biltzen diren eurien %70 baino gehiago. Kongoko arroan erortzen diren prezipitazioen iturri nagusia Afrika ekialdeko hezetasun lurrundua da, batez ere Aintzira Handien inguruetan; eta, aldi berean, Kongoko arroan lurruntzen denak elikatzen du Saheleko hezetasuna.

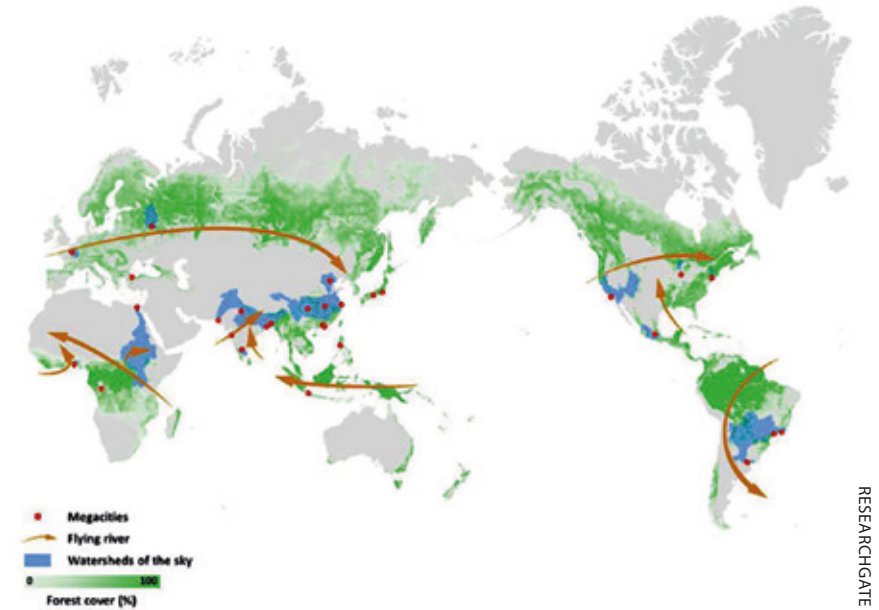
Lurzoruaren hondatzeak ere ondorio larriak eragin ditzake, aipatu dituguneko ildoan. Hasteko, lurzo-

ruak berak galtzen du bere baitan ura pilatzeko eta filtratzeko ahalmena. Baina, gainera, deforestatutako eremuetan bero sentazioa handitu eta ebapotranspirazioa murrizten du, hain zuzen ere hezetasuna sortzeaz gain inguruko temperatura freskatzeko zuena. Lurzoruak berotu ahala, bestalde, lehorreko lurren eta ozeanoaren arteko temperatura-contrasteak handituko dira. Punpa biotikoa kontzeptuaren sortzaileetakoa den Makarieva eta kideen arabera, horretan egon daiteke udako Eurasiako kontinentean bero-boladetan antizikloiak nozitzen dituen blokeoaren eta haizete bortitzak, uholdeak eta lehortek ugaritzearen esplikazioa. Errusian deforestazioagatik eta suteengatik antzinako baso primarioak sunsitzteak eduki dezake bere eragina arazo horietan.

BIODIBERTSITATEAK JOKATZEN DUEN PAPERA

Lurra planetaren azaleraren %75ean ekosistemak larriki hondatuta daude, deforestazioa, laborantzan erabiltzen diren pestizidak, lurzoruaren artifizializazioa, gehiegizko arrantza, plastikoen eragindako kutsadura eta abar direla medio. Lurrazalaren eta itsasoko uren erabilera-aldaketak batetik eta kutsadurak bestetik, arriskuan jarri dituzte bizidun espezie asko. Nekazaritzan erabilitako ongarri eta pestizidengatik nabarmen murriztu dira intsektu-populazioak, polinizatzaileenak barne. Galera horri laguntzen diote bai landa eremuko heskaiak (hesi biziak) eta bai soroetako zuhaitz bakarrak sunsitzteak ere. Soroetan isolatutako heskaiak eta zuhaitzak murriztea norabide bereko urratsa da. Ekosistemak berriro lehengoratzea erraztuko luke laborantzak agroforesteria aldera jotzeak.

Alabaina, biodibertsitatean garrantzirik handiena duena da hain



Atmosferako ibai (gezieta) eta arro (urduinez) nagusiak ponpa biotikoaren teoriaren arabera: oihanek euriez gain haizeak ere eragiten dituzte eta haize nagusiak, ur lurrunak biltzen dituztenak, oihanek sortuak dira eta euririk eramaten dituzte urruneko arroetaraino.

zuzen gure begiz ikusten ez duguna: landare hilak degradatu eta humusa sortuz lurzoruak biziberritzea ahalbideratzen duten mikroorganismoak. Hauetan handienak dira lur-zizareak, gero datoz gure begiz nekez ikus ditzakegun beste batzuk (kolenboloak, akaroak, nematodoak), ondoren datoz lurzoruko onddoak, beren mikorrizaren sareetatik landareen sustraiei ura, elikagaiak eta mineralak hurbiltzen dizkietenak, eta azkenik, lurzoruko bakterioak, degradatutako materia organikoa landareei eskuragarri ipintzen dietenak.

Horien guztien populazioak asko murriztu dira laborantza-sistema txarren eraginez, lurzoruen biziberritzea kaltetu baitute: horrela, Europako lurzoruek daukaten materia organikoa erdira murriztu da 1950etik gaurdaino. Eta azken 50 urteotan lurreko zizareen populazioa pasatu da hektareako bi tona izatetik 50 kg baino gutxiago izatera. Marcel Bouché zizareetan adituak jaitsiera horren erantzukizuna egotzi die soroen goldatzeari, pes-

tizidei eta lurzoruak estalki barik biluzik edukitzeari.

LURZORUEN ETA BEREN ESTALKIEN GARRANTZIA

Lurzoruak dira landareak haz daitezen euskarria. Historian zehar, gizakiak sunsitsu egin ditu behin eta berriro, humusa desagerrarazteraino. Gure zibilizazioaren hastapenetan bertan, Atikako [gaur Grezia] muinoek goldea erabiltzearen ondorioz humusa galdu zuten, euriteek maldan behera haranetaraino eramanda; horrela joan ziren pixkanaka desagertzen zereal soroak mazela aldapatsuetatik, lekua utziz sakon sustraitzeko gaitasuna duten olibondoei.

Mesopotamian, mende luzez soroak erregadiatzearen poderioz lurzoruek salinizatu egin ziren, lehenik horietan zerealak haztea zailduz eta azkeneko basamortu bilakatuz. Erromako inperioaren garaian, Lazion [Erroma inguruko eskualde aberatsean] zereal ekoizpenak hondoa jo ostean Erromari laborez hornitzea bermatzen zioten Maro-

ko, Aljeria eta Tunisian ere goldearen erabilerak ekarri zuen soroek humus-geruza galtzea. Fenizioen lurretan, berriz, inguruak desertifikatzeko bidea zedro basoen deforestazio masiboak zabaldu zuen, zuhaitzak eraitsi izanak batetik soro berri bihurtzeko eta bestetik enborrak ontzi feniziarren eraikuntzan erabiltzeko.

Askoz geroago, AEBetan, 'Mendebaldearen konkista' delakoa-ren oinarria izan zen [aborigenei kenduta] eskuratutako lurrak laborantzarekin eta batik bat tabakogintzarekin agortu ahala horien ordainetan urrutiago bilatzea lur berri emankoragoak. Beranduago, 1930eko hamarkadan Dust Bowl [Hauts Ekaitza] delakoan ikusi zen moduan, AEBetako Lautada Handietan bai eurite eta bai haizeteek beren higadurarekin lurzoruei urratu zieten azala, dozenaka zentimetro edo baita metro bateko geruza eramanen ere, humus emankorra barne. Hondamendi hari aurre egiteko sortu zen AEBetan kontserbazioko nekazaritza [ingelesez Soil Conservation] deitua, lurzoruari eusteko lan eginez lurra goldatu gabe eta lurrazala etengabe estalita edukiz.

Afrikak eskaini du adibide bat lurzoruari abereen gehiegizko presioak egin diezaiokeen kaltearen adierazgarri. 1972an euriteek huts egin zuten Sahelen; hemen 1930az geroztik giza populazioa hiru halako egin zen eta azienda kopurua bikoiztu. Gosetearen ondorioz milaka pertsona hil ziren (100.000-500.000 iturrien arabera), azienda kopuruak hondoratu ziren eta milioika pertsona joan ziren landa eremuetatik ihesi hiri inguruetara. Hala ere, basamortuko lur lehor eta pitzatuan ageri zen pentagono berde bat, NASAREN satelite batek erakutsi zuenez: eremu hesitu bat zen azienden bazkatze arautu edo txandakatua ["rotational grazing" ingelesez, "paturage tournant" fran-



BRUNO KELLY

IDORTE HISTORIKOA NOZITU DU AMAZONIAK 2023AN: irudian, baporeak hondoa jota Manaus estatuan, agortutako ibaian.



**AZKEN HITZA,
ITXAROPENEZKOA. MUNDUKO
HAINBAT LEKUTAN IKUSTEN
ARI GARENEZ,
TOKIAN-TOKIAN URAREN
ZIKLOA LEHENGORATUZ
POSIBLE DA BERTAN KLIMA
LEHENGORATU ETA EURIAK
BERRIRO ERAKARTZEA**

tsesez] praktikatzen zutena, horrekin eragotziz animaliek landareak berritu bezain fite eraztea. Horrek frogatzen zuen gosetea eragin zutena klima izan arren, hondamendia ekarri zutenak izan zirela okerreko laborantza teknikak eta abelburuen gehiegizko presioa.

**KLIMARI BURUZKO
NARRATIBA ALDATU
BEHARRA**

Funtsezkoa da aitortzea zein garrantzitsua den uraren zikloari eragin zaion eraso lurzorua azalean egindako aldaketekin: lehenik eta behin deforestazioarekin, bigarrena laborantza teknika okerrean ondorioz, eta azkenik, urbanizazioak lurzoruan eragindako artifizializazioarekin.

Horrek guztiak murrizten du landareen ebapotranspirazioa, berekin eramanen euriteen urritzea eta muturreko fenomeno klimatikoaren ugaritzea. Klimaren berotzeak bere aldetik euriteak segun eta zein eskualde eta latitudetan alde batera edo bestera aldarazi baldin baditzaiteke (hemen euri gehiago edo gutxiago), uraren zikloaren aldaketaren ondorioak beti eta denetan doaz norabide berean: euriteak murriztu arazten ditu, are eta gehiago klimaren berotu ahala.

Amazoniako oihana, [deforestazioarekin hasitako] prozesu ho-



BODEGAS ROBLES

Mahastia tarteko lurzorua soilduta edukitzeko ordez landare-estalkiz hornitua. Inguruko tenperatura freskatzeko gain euri-urari bertan eusteko lana egiten du, biodibertsitatea handitzeaz gain.

rretan inflexio-puntura iristen denean, gero eta gehiago sabana bihurtuz joango da, eta geratuko zaizkion baso isolatuak desagertu egingo dira pixkanaka. Itsasotik hezetasuna lehorrerantz erakartzten duen ponpa biotikoa gelditu ahala, desagertu egingo litzateke kontinentearen erdialdeko laukia (hain zuzen Sao Pauloko mendebaldean dagoen eremua da, Brasilego oparoena eta aktibitate gehien duena) ureztatzen duen hezetasuna, eskualdea nabarmen lehorrago bilakatuz. Kasurik txarreanean, Brasilek gaur egun Australiak daukan itxura har lezake: basamortu handi bat, itsaso bazterrean eremu hezeagoz osatutako zerrenda bat daukana.

Planeta osoari begira, prozesuak amaieran ekar litzake lehortzea eta desertifikazioa, nahiz eta eremu epeletan itsasoan berotzeak hori atzeratuko lukeen. Landaredia eta bizia dira gure planetako klimaren oreka bermatzen dutenak, bizi-sistemaren zaharberritzea ahalbide-

ratu eta planeta bizigarri bihurtzen dutenak. Oreka hori, ordea, ezegonkorra da eta jo lezake beste oreka-puntu baterantz, ozeanoen lurruntze mailakatu baterantz, guregandik hurbileko planetetan bi bertsiotan ezagutzen dugunez: bertsio hotza Martek erakusten du eta bertsio beroa Venusek. Agertokiok

askoz okerragoak dira klimaren berroketan soilik oinarritutako agertokiak baino.

Batez ere uraren zikloaren azterketan oinarrituta, Nazio Batuen Ingurumen Programa ondorio honetara iritsia da: "Hondamendi klimatikoa saihestea lortu nahi baldin badugu, nahitaezkoa da deforestazioa gelditzea, baso-berritzea areagotzea eta agroforesteriazko teknikak ezartzea".

IPCC Klima-aldaketari buruzko Gobernuarteko Adituen Taldeak bere helburuak berotegi-efektuko gasen emisioak murriztera mugatzen dituenaz, uraren zikloari eragindako eraldaketak ez ditu kontatzen klimaren aldaketaren zergatien zerrendan. Ondorioz, esaten du uraren zikloaren konponbidea gertatuko dela klima-aldaketaren "arintzearekin", eta horregatik ez dio behar adinako garrantzirik ematen arazoaren funtsezko kausa den deforestazioari; eta deforestazioa berehala eta erabat eteteak lehenasunezko betekizun behar luke! Basoberritzeak eta laborantzaren mundu mailako trantsizioak egon beharko lukete nazioarteko itunetan adostutako helburu eta epeetan finkatuta.



XINHUA

Hormigoia eta asfaltoz eraikitako hiria beroaldi betean: herritarrek Bagdadeko (Irak) karrikan beren buruak freskatzeko ahaleginean.

KLIMARI BURUZKO KONFERENTZIAK SALBATU OTE DAITEZKE?

COP konferentziak huts egiten ari dira berotegi-efektuko gasen emisioak murrizteari dagokionez, ez baita lortu ezta Parisko konferentzian ezarritako helburuak betezea ere.

Eta COPetan uraren zikloa kon-tuan har dezaten eskatzeari da-gokionez, ohartu behar da biltzar horien oinarrietatik kanpo gera-tu dela, Klima Aldaketari buruz-ko 1992ko esparru-hitzarmenean 'urrezko hizkietan idatzita' utzi zu-tenez. Garai hartan ez zen ezaguna uraren zikloak klimaren gainean daukan garrantzia... edo hobe esan-da, ahaztuta zegoen. Izan ere, *Les ré-voltes du ciel* (Zeruaren erreboltak) liburuan Jean-Baptiste Fressoz eta Fabien Locherrek erakutsi dutenez, jada XVIII. mendearen amaieran François-Antoine Rauchek ezarri zuen uraren ziklo handiaren eta kli-maren arteko lotura eta handik gu-txira XIX. mende hasieran François Aragok nabarmendu zuen basoen eta klimaren arteko harremana.

Beraz, politikariengandik iritsi beharko du ekuazioan uraren zikloa sartzeko erabakiak, baina... egin



RIBERAS DE LOIOLA, FACEBOOKEN

Loiolako erriberetako auzo berria, Donostian: lurzorua-ren artifizializazioari muga ezarri beharra oraindik hasteko dagoen eztabaida da Hego Euskal Herrian.



KLIMAREN HELBURUETAN TXERTATUZ GERO URAREN ZIKLOAREN LEHENGORATZEA, IRTENBIDE ASKOZ OROKORRAGOA EMANGO ZAIO KLIMA-ALDAKETARI

nahiko ote dute? Gaiaz jabetu ere egin ote dira? Erantzuna da, ezetz. Ziur aski, gizarte zibila da horretan bere zeregina bete dezakeen bakarra.

AZKEN HITZA, ITXAROPENEZKOA

Gauza da munduko hainbat lekutan ikusten ari garenez, tokian-tokian uraren zikloa lehengoratzuz posible dela bertan klima lehengoratzea eta euriak berriro erakartzea.

COP 27-aren kariaz Rajendra Singh eta Indira Khurana irakasleek *Rejuvenation of Rivers* (Ibaiak biziberritu araziz) liburuan erakutsi zuten Rajastan estatuan (India) uraren zikloa berreskuratzen egindako lanen emaitza, nola 35 urteren bu-ruan eskualde kasik desertu bilaka-tutako hura berriro lurralde oparo bilakatu den, jada agortutako zazpi ibai berriz urez asetzearekin batera.

Brasilen Sebastião Salgado eta Lélia Wanick Salgadok baso berriak landatu dituzte Rio Doce ibaiaren bazterretan, deforestazioaren era-ginez biluzik geratutako belaze soildu eta muino higatuetan. Zuhai-tzekin batera itzuli da hezetasuna eremu haietara, ahitutako iturbu-ruak berpiztuz eta biodibertsitatea berreskuratuz.

Saudi Arabian, Al Bayda eskual-



MOSELLE TV

Europako autopista bazterretan ugaritu dira errepideetako milaka metro karratu artifizializatueta erorritako euri-urak biltzeko putzuak, ekaitz-kolpeetan erreka uholde bihurtu ez daitezen.

dean, euri urei ihes egiten utzi barik bertan eutsi eta lurzoruan barnatzen egindako lanei esker lortu dute berriro berdaraztea azienden presio handiegiak desertifikatutako eremua eta denborarekin bertaraino euriak itzultzea ere bai. Egipton, Sinaiko penintsularen berdetzeari ekin diote Bardawil aintzira lehengoratzearekin, Mediterraneotik hurbil, *Hydrater la Terre, le rôle oublié de l'eau dans la crise climatique* (Lurra hezetu, klimaren krisian urak daukan garrantzia ahaztua) liburuan Ananda Fitzsimonsek erakutsi duenez.

Klimaren berotzea gertatzen ari denean, uraren zikloa berrezartzearekin lor daiteke euriak ekaraztea eta landareen ebapotranspirazioa dela medio lurzoruek irradiatutako beroa murriztearekin klima freskatzeko. Mundu mailan antolatzen baldin badira basoberritze masiboak eta laborantza ereduen trantsizioa, horrek uraren zikloa lehengoratzeaz gain ekar lezake lurzoruen biziberritzea, karbono gehiegizko emisioak murrizteko, landareetan eta lurzoruko humusean biltegitratzea eta, azken finean, atmosferako CO2 kopuruak nabarmen murriztea: kli-



TARUN BARAT SANGH

Rajendra Singh irakaslea, Rajastanen (India) uraren zikloa berrezarri eta hezetasuna berreskuratuz ibaiak eta biodibertsitatea biziberritzeko egindako lehenbiziko azpiegiturarako baten aurrean.

maren helburuetan txertatuz gero uraren zikloaren lehengoratzea, irtenbide askoz orokorragoa emango zaio klima-aldaketari.

Karbonoaren zikloa, uraren zikloa, ingurunearen eta lurzoruen

biodibertsitatea... denak asaldatu eta suntsitu ditu gizateriak. Multinazional harrapari sorta baten aberastea oinarritu da baliabide naturalen eta fosilen erauzketa masiboan, bazter guztietan biziaren mekanismoen ordez ezarriz etekinak eskaintzen dizkieten prozesu kimiko eta industrialak.

Karbonoaren eta uraren zikloak eta ingurunearen eta lurzoruen biodibertsitatea, denak daude elkarri estu lotuta beren funtzionamenduan. Horien osotasuna da, beraz, leheneratu behar dena, "lan eginaz landareekin, lurzoruekin eta urarekin, klima hozteko eta Lurreko paisaiak berriro hezetzeko" Nazio Batuen Ingurumen Programak dioen moduan.

Izaki bizidunekin egin lan, eta ez haien ordez edo haien aurka, horrek ahalbideratuko digu biziaren ziklo guztiak berrezartzea, gure planeta urdin ederra berriro izaki bizidunetz lora dadin oparo. ●



ANTHONY FLEYHAN

COP 28 gailurraren amaiera ekitaldia Dubain.

Nork kontatzen dizu mundua?

