



IKER
GAZTE
NAZIOARTEKO
IKERKETA EUSKARAZ

VI. IKERGAZTE

NAZIOARTEKO IKERKETA EUSKARAZ

2025eko maiatzaren 28, 29 eta 30a
Bilbo, Euskal Herria

ANTOLATZAILEA:
Udako Euskal Unibertsitatea (UEU)

Aitortu-PartekatuBerdin 4.0

ZIENTZIAK ETA NATURA ZIENTZIAK

**Landare errupikolen populazioen
egonkortasuna eta klimaren
aldakortasunaren aurreko
erresistentzia**

*Ane Múgica Carnicero,
Héctor Miranda Cebrián
eta M. Begoña García*

219-226 or.

<https://dx.doi.org/10.26876/ikergazte.vi.05.27>

ANTOLATZAILEA



BABESLEAK



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO



LAGUNTZAILEAK



Landare errupikolen populazioen egonkortasuna eta klimaren aldakortasunaren aurreko erresistentzia

Ane Múgica Carnicero, Héctor Miranda Cebrián, María Begoña García

Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC). Avda. Montañana 1005, 50059 Zaragoza, Espainia

Kontakturako e-posta

amugica@ipe.csic.es

Laburpena

Ikerketa honetan harkaitz-pareta bertikaletan bizi diren hainbat espezieen populazio-dinamikak aztertu eta ondo garatutako lurzoruetan hazten diren espezieen dinamiarekin alderatu ditugu. Horretarako, MONITO eta COMPADRE datu-baseetatik 134 espezieen 243 populazio bildu ditugu. Azterketa demografikoek agerian utzi dute landare errupikolek beste habitatetako landareek baino biziraupen-tasa altuagoak eta populazio-dinamika egonkorragoak dituztela, baita oreka demografikotik gertuago daudela ere. Gainera, populazioaren orekak eta egonkortasunak plantulen osteko etapekin korrelazioa duela aurkitu dugu. Lan honen emaitzek iradokitzen dute, habitat arrokatsetan bizi diren landareek lurzoru garatuetan bizi direnek baino gaitasun handiagoa dutela aldakortasun klimatikoari aurre egiteko.

Hitz gakoak: Aldaketa klimatikoa, populazio-egonkortasuna, landare errupikolak.

Abstract

Here, we reviewed the survival patterns and population dynamics of plants growing on vertical cliffs and compared them to other plants with similar life forms that grow on the ground. To this end, we have used two main sources, MONITO and COMPADRE, to collect 243 populations of 134 plant species. Demographic studies have shown that rupicolous plants have higher survival rates, more stable population dynamics, and are closer to demographic equilibrium than plants in other habitats. We also found that the distance to equilibrium and temporal stability of the population correlated with the post-seedling stages. The results of this work suggest that plants living in vertical cliffs have a greater ability to cope with climatic variability than those living in other habitats.

Keywords: Climate change, population stability, rupicolous plants

1. Sarrera eta motibazioa

Pareta bertikalek, endemikoak diren edota mehatxatuta dauden landare espezieen proportzio handi bat biltzen dute. Besteak beste, landarediaren berezitasun horrek Batasunaren Intereseko Habitat mota gisa izendatzea ekarri zuen (European Commission, 1992). Kasu askotan, euren landare errupikolen espezializazio-maila dela-eta, banaketa mugatua edota populazio txikiak izaten dituzte (Fitzsimons & Michael, 2017; Miranda et al., 2022). Ezaugarri horiek zaurgarritasunarekin lotu izan dira (Harnik et al., 2002). Landare hauek egun bizi dugun aldaketa globalaren eragile nagusien (lurzoru erabileraren eta klimaren aldaketa) aurrean izan dezaketen erantzuna ezezaguna bada ere, aditu batzuen ustetan nekazaritza eta abeltzaintzaren eragin zuzena pairatzen ez duten neurrian, beste habitat batzuk baino askoz eraldaketa murriztagoak pairatuko dituztela espero da (Larson et al., 2000).

2. Arloko egoera eta ikerketaren helburuak

Pareta bertikaletako zirrikitueta soilik espezializazio-maila handiko espezieak biziraun dezakete. Hala ere, behin bertan finkatuta, landare errupikolek ehunka urtez biziraun dezakete populazio-dinamika egonkorra mantenduz (García, 2003; Larson et al., 1999, 2000). Oro har, bizi luzeko organismoek bizi laburrekoek baino dinamika motelagoak erakusten dituzte (Salguero-Gómez et al., 2016; Walle et al., 2023), besteak beste, ugalketa-adinaren atzerapena esaterako. Hortaz, bizi laburrenako landareekin konparatuta, bizi luzeko iraunkortasunak errekrutamenduarekiko menpekotasun urriagoa du (Forbis & Doak, 2004; García et al., 2008). Landare errupikolen populazioaren bideragarritasunaren ikuspegitik, ale berrien behar izate urriago hori bat dator habitatak hazien sakabanatze, ernatze edota plantulen biziraupenerako egokiak diren mikro-gune eskasiarekin. Plantulen ondorengo faseetako biziraupen-tasa altuek errekrutamendu-tasa baxuak konpentsa ditzaketen arren, gutxieneko errekrutamendu-maila bat beharrezko da populazioen eta espezieen iraunkortasuna bermatzeko. Tamalez, populazioen jarraipena gehienetan plantulen ondorengo faseetan oinarritzen da, landareen bizi-zikloko lehen etapei erreparatu gabe (Morris & Doak, 2002). Horrexegatik, landare errupikolen kasuan ez dago apenas informaziorik plantulen errekrutamendu eta biziraupen-tasen inguruan.

Harkaitz-habitatetako organismoen kasuan, aldaketa klimatikoa da arrisku-iturri handienetako bat. Hainbat adituen aburuz, muturreko tenperaturek harkaitzetako espezieen populazioengan eragin negatiboa izan lezakete (IPCC, 2023; Boyce, 1992; Menges, 1998), bizi-formen artean desberdintasunak egon arren. Aldakortasun klimatikoak eragin nabarmena izan dezake bizi-tasen (jaiotza, hazkuntza, biziraupena) berezko aldakortasunean (hau da, kanpo-eragile batek modu direkzionalean ez sortutakoa), denboran zehar populazioen hazkuntza-tasen oszilazioak areagotuz. Eragin hau bizi-fasearen arabera izan daiteke, fase desberdinen erantzuna ez baita homogeneoa (Higgins et al., 2000). Hori dela-eta, populazioen zaurgarritasuna aztertze beharrezkoa da, batetik, aldakortasun klimatikoak bizi-forma eta antzeko habitatetako organismoen populazioen joeran eta haien oszilazioetan duen efektua aztertzea, eta bestetik, fase ezberdinen biziraupen-tasetan izan dezakeen eragina ikertzea. Azterketa horien emaitzak aldaketa klimatikoaren aurrean harkaitz-landareen zaurgarritasun edo erresistentziaren inguruan ondorioak ateratzeko baliagarriak izan daitezke, azken finean, kontserbazio-lehentasunak ezartzeko.

Testuinguru honetan, lan honen helburua landare errupikolen bizi-fase ezberdinen biziraupen-tasen eta populazio-dinamiken patroiak ikertzea izan da, beste habitat batzuetako espezieen dinamikekin konparatuz. Ikerketa honetan, “azkar-motel continuum”-aren teoriar oinarrituta (Salguero-Gómez et al., 2016), landare errupikolek, ondo garatutako lurzoruetan (aurrerantzean lurzoruko landareak) bizi diren espezieenekin alderatuta, biziraupen-tasa altuagoak eta populazio-dinamika egonkorragoak, orekatik gertuago daudenak ere, izango dituztela espero da.

3. Ikerketaren muina

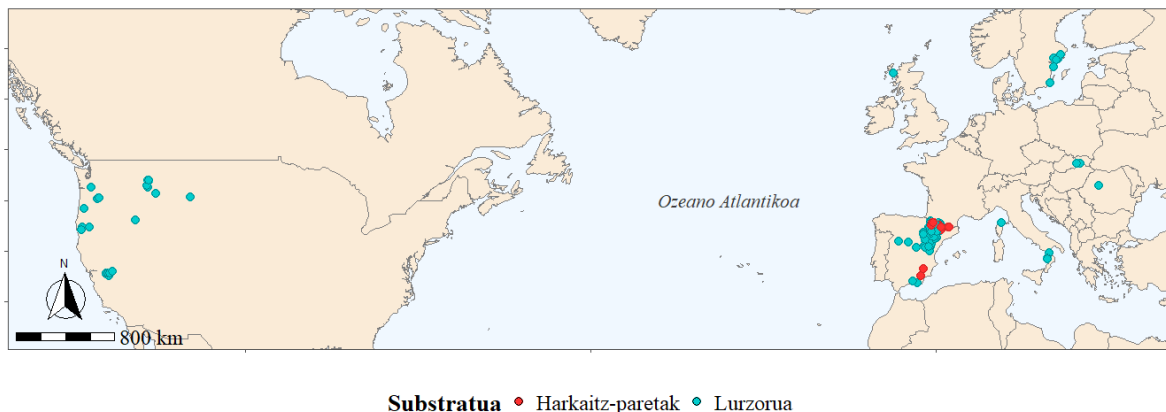
3.1. Material eta metodoak

MONITO (García et al., 2021) eta COMPADRE (Salguero-Gómez et al., 2015) datu-baseak erabili ziren ehundaka populazioen bizi-fase ezberdinen biziraupen-tasak, hazkuntza-tasak, eta haien denboran zeharreko aldakortasuna lortzeko. MONITO datu-basea “*Adopta una Planta*” izeneko elkarlan-proiektu baten ondorioa da; bertan, hainbat boluntario eta basozainek parte hartzen dute. Proiektu hau 2013an hasi zen Iberiar Penintsularen Ipar-ekialdean, Instituto Pirenaico de Ecología-k (IPE-CSIC) koordinatuta. Haren jarraipen-metodoak García et al. (2021) argitalpenean daude azalduta. Bestalde, COMPADRE demografia-informazioaren biltegirik handiena da eta bertan jasotako populazio bakoitzerako eta denbora-tarte jakin baterako (normalean urtebete), hainbat aldagai demografiko daude eskuragarri. Datu-base hauetatik abiatuta, harkaitz-pareta bertikaletan bizi diren landare-populazioak identifikatu eta landare errupikolen populazioen zerrenda osatu genuen (1.irudia). Ondoren, landare espezieen arteko desberdintasunak mugatzeko, soilik ingurune makro-klimatiko antzekoan kontatuta dauden landare bizikor edo kamefito txikiak aztertu ziren. Azkenik, substratuaren arabera, bi taldetan sailkatu ziren bildutako landare espezieak: landare errupikolak eta lurzoruko landareak.

Populazio bakoitzerako aztertutako aldagaiak hauek izan ziren:

- SDL Sx: Lehen eta bigarren urteko plantulen (SDL) urteko biziraupen-tasak.
- VR Sx: Indibiduo ugalkor edota begetatibo helduen (VR) urteko biziraupen-tasak.
- λg 1era: Hazkunde-tasek (λg) orekara ($\lambda g = 1$) zuten distantzia absolutua.
- DE: Hazkunde-tasen desbiderapen estandarrek.

1.irudia. Aztertutako populazioen banaketa geografikoa, bizi-forma antzekodun landareak substratuaren arabera bi taldetan sailkatuta: landare errupikolak (gorria) eta lurzoruko landareak (urdina).



Analisi estatistikoari dagokionez, orokortutako eredu lineal mistoak (GLMM) erabili ziren biziraupen-tasak (Sx) bizi-faseen artean (SDL eta VR) eta substratuaren artean (harkaitz-paretak vs. lurzorua) alderatzeko. Ereduaren bitartez bi aldagai finko hauen eragina eta euren arteko interakzioa aztertu zen, 'Espeziea' ausazko efektu gisa hartuta (1.formula):

$$\text{Biziraupen-tasa} \sim \text{Estratua} * \text{Bizi-fasea} + (1 \mid \text{Espeziea}) \quad [1.\text{formula}]$$

Landare taldeen arteko ezberdintasuna ANOVA bitartez ebaluatu zen. Gainera, landare talde bakoitzarentzat, SDL eta VR-ren eta arteko korrelazioa ere ebaluatu zen Pearsonen korrelazioaren bitartez. Taldeen arteko λg 1erako distantzien desberdintasuna Welch frogaren bitartez testatu zen. Taldeen arteko hazkuntza-tasen joeren denbora-aldakortasunean egon zitezkeen desberdintasunak desbiderapen estandarra (DE) erabiliz aztertu ziren; Welch froga erabili zen bertan ere.

Azkenik, SDL eta VR banakoen biziraupen-tasek populazio-joeretan eta haien denbora-aldakortasunean izan zezaketen eragina ebaluatzeko beste GLMM burutu zen. Kasu honetan, bi bizi-faseen estratu- eta biziraupen-tasak (VR eta SDL), faktore finko gisa, eta espezieak ausazko efektu gisa erabili ziren (2.formula):

$$Y \sim \text{Estratua} + \text{VR-en biziraupen-tasa} + \text{SDL-en biziraupen-tasa} + (1 \mid \text{Espeziea}) \quad [2.\text{formula}]$$

non Y orekarako ($\lambda g=1$) distantzia edo haren denbora-aldakortasuna (urteko λi -aren DE-a) zen. Analisi guztiak R 4.2.0 bertsioa (R Core Team, 2022) erabiliz egin ziren.

3.2. Emaizak

Lurzoruko landareen biziraupen-tasek aldakortasun altua adierazi zuten eta, ondorioz, landare errupikolen SDL batzuek lurzoruko landare VR-ek baino biziraupen-tasa altuagoak ageri zituzten (1.taula). GLMMaren emaitzen arabera, substratu-motak (harkaitz-pareta edo lurzorua) eta bizi-faseek biziraupen-tasan eragin adierazgarria zutela konfirmatuz (2. eta 3. taulak). Horrez gain, korrelazio positibo adierazgarria aurkitu zen SDL eta VR-en biziraupen-tasen artean landare-talde

bakoitzero (harkaitz-paretetako landareak: Pearson-en $r = 0,57$, $t = 3,37$, $df = 24$, p -balioa = 0,0025; lurzoruko landareak: Pearson-en $r = 0,42$, $t = 3,74$, $df = 67$, p -balioa = 0,0004).

1. taula. Landare-errupikolak eta lurzoruko landareak alderatzeko erabilitako informazioa: biziraupen-tasetarako (Sx) eta populazio-dinamikarako (populazio-hazkundearen tasa eta denbora-aldakortasuna) populazio eta espezieen kopurua (N), batez bestekoa $\pm$ desbiderapen estandarra (DE), eta plantula (SDL) eta etapa helduagoen (VR) biziraupen-tasak landaretalde bakoitzero.

Biziraupen-tasak	Landare-errupikolak	Lurzoruko landareak
N Espezieak	12	34
N Populazioak	26	68
SDL Sx $\pm$ DE	0.79 $\pm$ 0.15	0.54 $\pm$ 0.24
Min-Max	0.37-1	0.04-1
VR Sx $\pm$ DE	0.95 $\pm$ 0.05	0.84 $\pm$ 0.11
Min-Max	0.75-1	0.55-1
Populazio dinamika	MONITO	COMPADRE
N Espezieak	104	34
N Populazioak	171	70

2. taula. GLMMaren emaitzak, estratuak (harkaitz-paretak vs lurzorua) bizi-faseen (plantula, SDL vs etapa helduagoak, VR) biziraupen-tasengan (Sx) duen efektua frogatzeko, espezieak ausazko efektu gisa gehituta.

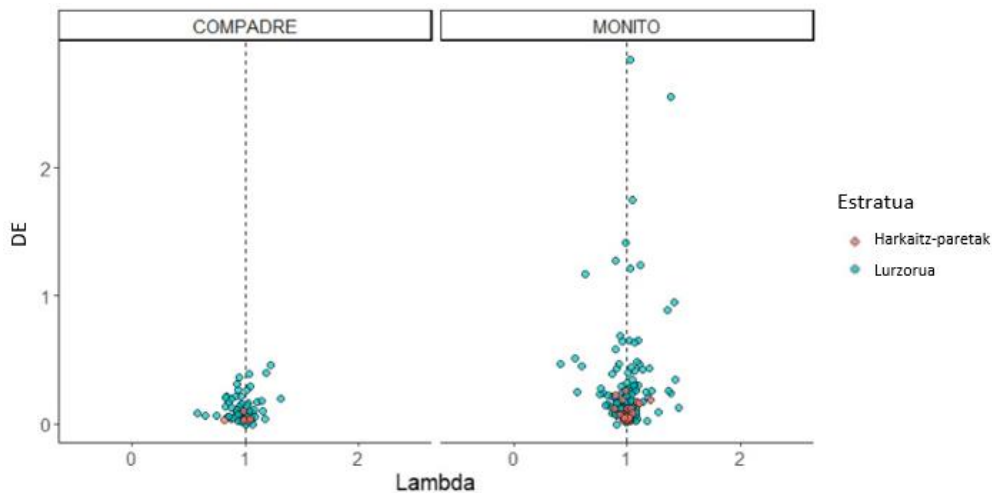
Iragarlea	Sx		
	Kalkulua	CI ₉₅	<i>p</i> -balioa
Intertzeptua	0,76	[0,68; 0,85]	<0,001 ***
Estratua (Lurzorua)	-0,20	[-0,30; -0,11]	<0,001 ***
Fasea (VR)	0,16	[0,09; 0,23]	<0,001 ***
Estratua (Lurzorua) x Fasea (VR)	0,14	[0,06; 0,23]	0,001 ***
Ausazko efektuak			
σ^2 hondakina	0,02		
σ^2 espezieak	0,01		
Nespezieak	47		
Behaketak	190		
R ² marjinala / Baldintzazko R ²	0,426/0,672		

3. taula. ANOVaren emaitzak, estratuen, bizi-faseen eta biziraupen-tasen arteko elkarrekintzaren arteko desberdintasunak frogatzeko, espezieak ausazko efektu gisa.

Aldagaia	Sum Sq	NumDf	DenDf	<i>F</i> balioa	<i>p</i> -balioa
Estratua	0,1496	1	43,617	8,8338	0,01 **
Bizi-fasea	3,3016	1	142,916	194,9022	<0,001 ***
Estratua x Bizi-fasea	0,1975	1	142,916	11,6583	<0,001 ***

Welch probak landare errupikolen populazioen joerak, lurzoruko landareenekin alderatuta, orekatik nabarmen gertuago zeudela eta ($F_{(1150,88)} = 24,528.39$, p -value = 3.564e-07) denbora-aldakortasun gutxiago zutela adierazi zuen ($F_{(1, 211.58)} = 24,619.00$, p -value = 2.038e-05) (2. irudia). Antzeko emaitzak aurkitu ziren bigarren GLMM-an, landare errupikolek nabarmen denbora-aldakortasun txikiagoak izan baitzituzten ondo garatutako lurretako landareenekin alderatuta (4. taula). Gainera, substratu ezberdinak alde batera utziz, VR-en biziraupen tasek efektu adierazgarria izan zuten, lambda-ren orekarainoko distantzia eta denbora-aldakortasuna gutxituz (4. taula).

2. irudia. Populazioaren joera orokorren eta haien DEaren arteko erlazioak harkaitz-paretetan (gorria) eta lurzoru horizontalean (urdina) hazten diren landareentzat datuen iturriaren arabera bereiztuta.



4.taula. GLMMaren emaitzak, estratuaren eta SDL eta VR biziraupen-tasen eragina frogatzeko orekarako λ_g -ren distantzian (A) eta lambda-ren denbora-aldakortasunean (B); espezieak ausazko efektu gisa.

A	Orekarako distantzia (λ_g 1era)			
	Iragarlea	Kalkulua	CI ₉₅	<i>p</i> -balioa
	Intertzeptua	0,46	[0,32; 0.60]	<0,001 ***
	Sx (VR)	-0,48	[-0,64; -0.32]	<0,001 ***
	Sx (SDL)	0,02	[-0,05; 0.09]	0,581
	Estratua (Lurzorua)	0,02	[-0,02; 0.06]	0,373
	Ausazko efektuak			
	σ^2 hondakina	0,00		
	σ^2 espezieak	0,00		
	Nespezieak	46		
	Behaketak	93		
	R ² marjinala / Baldintzazko R ²	0,395/0,512		
B	λ -ren Desbidertaze estandarra urteetan zehar			
	Iragarlea	Kalkulua	CI ₉₅	<i>p</i> -balioa
	Intertzeptua	0,31	[0,13; 0,50]	0,001 ***
	Sx (VR)	-0,27	[-0,46; -0,07]	0,007 ***
	Sx (SDL)	0,03	[-0,02; 0,09]	0,197
	Estratua (Lurzorua)	0,31	[0,13; 0,50]	0,001 ***
	Ausazko efektuak			
	σ^2 hondakina	0,01		
	σ^2 espezieak	0,00		
	Nespezieak	46		
	Behaketak	93		
	R ² marjinala / Baldintzazko R ²	0,160 / 0,445		

3.3. Eztabaida

Ikerketa honetan Ipar Hemisferioan erabilgarri dauden errupikolak diren eta ez diren landare bizikorren biziraupen-tasa eta populazio-dinamikak konparatu ditugu. Lortutako emaitzek, landare errupikolek bestelako lurzoru garatueta bizi diren landareek baino biziraupen-tasa altuagoak dituztela erakutsi dute, bai SDL eta bai VR faseetan. Emaitza honen balizko azalpen bat ingurune gogor edo latzetan bizirauteko

garatutako ezaugarriek biziraupen-tasa altu horiek bultzatzea izan daiteke. Honen adibide dira, esate baterako, lehortearrekiko toleranteak diren espezieak garatu dituzten ezaugarriak (hostoen uzkurdua handia adibidez; Porembski & Barthlott, 2000). Hala ere, detaile-maila handiagoarekin aztertuko bagenu, landare-indibiduo bakoitzak benetan pairatzen duena aztertuz, baliteke harkaitz-pareten baldintzak uste bezain gogorak ez izatea, oso habitat heterogenoak baitira. Ingurune hauek mikro-leku anitz eskaintzen dituzte; hala nola, arrakalak edota irtengune horizontalak. Alta, egia da ere, mikro-leku horiek guztiak ez direla zertan egokiak izan behar espezie guztientzako edota bizi-fase guztientzako. Matthes eta Larson-ek (2006) mikro-leku ezberdinetan 18 urtetan zehar egindako ehundaka *Thuja occidentalis* plantulen segimenduan harkaitzetako pitzadura eta arrakalak, birsorkuntza bermatzeko lekuri proposenak zirela ondorioztatu zuten, plantulen biziraupen-tasarik altuenak bertan antzeman baitzituzten nahiz eta hazietako gutxi ernetu. Aurkikuntza honekin batera, irtengune horizontaletan, ingurune bertikaletan ez bezala, udako tenperatura maximoek biziraupena gutxitzen zutela frogatu zuten (Matthes & Larson, 2006). Ikerlari hauen arabera, harkaitz-pareta bertikaletako pitzaduretan ura ez litzateke lurrunduko, eta ondorioz, plantulek ura erraz eskuratuko lukete. Gainera, beste ikerketa batetan behatu denez (García et al., 2021), zirrikitu horietan tenperatura maximoak leunagoak dira, inguruko lekuetan baino. Arrakaletako “hozte-sistema” honek ingurune egokiagoa sor lezake, aireko tenperatura maximoak arinduz zein lurruntze-prozesua gutxituz denboraldi lehorretan. Beraz, ikerketa honetan aurkitutako landare errupikolen plantulen biziraupen-tasa altuak baldintza faboragarri (uraren erabilgarritasuna eta ingurugiroko muturreko tenperaturen arintzea) horiei esker izan litezke.

Biziraupena ez ezik, landare errupikolen populazioen joerak orekatik hurbilago zeudela eta denboran zeharreko egonkorragoak zirela topatu dugu. Jakina da hazkuntza-tasen aldakortasun tenporalak desagertze-arriskua areagotzen duela (Morris & Doak, 2002), eta bizi-fase guztiek ez dutela inpaktu bera populazioaren hazkuntza-tasan. Ikerketa honetan, plantulen bizi-tasek, aldakorrena izan ohi den bizi-tasak, korrelazio baxua dute populazioen egonkortasunarekin. Hainbat ikerketek diotenez, populazio-hazkuntzan gehien laguntzen duten bizi-tasak ingurune baldintzen oszilazioetatik babestuta daude (Morris & Doak, 2004). Gainera, landare errupikolen plantuletan igarri den biziraupen-tasa altuak direla-eta, esan genezake landare errupikolak beste landareetan tipikoa den III. biziraupen-estrategia motatik (biziraupen-tasa baxuak lehen bizi-faseetan; Harper, 1978) urruntzen direla. Geroz eta biziraupen-tasa altuagoak izan lehen bizi-faseetan, orduan eta eragin gutxiago izango du aldakortasun klimatikoak populazioen joeran (Halley et al., 2018). Aitzitik, landare errupikola bizikorrek, fase helduen biziraupen-tasa altuei esker, lurzoruan dauden beste hainbat landarek baino populazio-dinamika egonkorragoak litzukete, ikerketa honetan ikusi bezala, eta beraz, desagertze-arrisku txikiagoa izan dezaketela ondoriozta genezake.

4. Ondorioak

Ikerketa honetan, nahiz eta mikro-leku edota elikagai-muga izan harkaitz-pareta bertikalek, bertan hazten diren landareek, ongi garatutako lurzoruetan hazten direnekin alderatuta, biziraupen-tasa altuagoak dituztela nabarmendu da, bai plantula eta bai fase helduagoetan. Ildo berean, espezie hauek populazio-joera egonkorragoak eta orekatik gertuago egon daitezkeela erakutsi dugu. Hortaz, landare errupikolak ingurunearen aldakortasunaren aurrean hobe egokituta daudela ondoriozta daiteke. Harkaitz-pareta bertikalak klimatikoki egonkorragoak diren mikro-lekuak izanagatik, bertan hazten diren landareak egonkortasun demografikoarekin lotuta dauden ezaugarriak garatu dituzte, hala errekrutatze-prozesuarekiko dependentzia nola ingurumen-oszilazioekiko sentikortasuna gutxituz. Lortutako emaitza hauek guztiak harkaitz-habitatak, aldaketa globalen (erabilera eta klimatikoa) aurrean, biodibertsitate-ondarearen gordailu funtsezkoak izan daitezkeela iradokitzen dute.

5. Etorkizunerako planteatzen den norabidea

Etorkizuneko ikerketek gure ikerketan lortutako emaitzen orokortasuna testatu beharko lukete, horretarako, analisi demografikoa, lan honetan aintzat hartu ez diren bestelako landareen bizi-formetara, landare-leinuetara eta lurraldetara zabalduz.

6. Erreferentziak

- Boyce, M. S. (1992). Population Viability Analysis. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 23(1), 481–497. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.23.110192.002405>
- European Commission. (1992). Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. <https://eurlex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A01992L004320130701>
- Fitzsimons, J. A., & Michael, D. R. (2017). Rocky outcrops: A hard road in the conservation of critical habitats. *Biological Conservation*, 211, 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.11.019>
- Forbis, T. A., & Doak, D. F. (2004). Seedling establishment and history trade-offs in alpine plants. *American Journal of Botany*, 91(7), 1147–1153. <https://doi.org/10.3732/ajb.91.7.1147>
- García, M. B. (2003). Demographic viability of a relict population of the critically endangered plant *Borderea chouardii*. *Conservation Biology*, 17(6), 1672–1680. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2003.00030.x>
- García, M. B., Picó, F. X., & Ehrlén, J. (2008). Life span correlates with population dynamics in perennial herbaceous plants. *American Journal of Botany*, 95(2), 258–262. <https://doi.org/10.3732/ajb.95.2.258>
- García, M. B., Silva, J. L., Tejero, P., & Pardo, I. (2021). Detecting early-warning signals of concern in plant populations with a Citizen Science network. Are threatened and other priority species for conservation performing worse? *Journal of Applied Ecology*, 58, 1388–1398. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13890>
- Halley, J. M., Houtan, K. S. V., & Mantua, N. (2018). How survival curves affect populations' vulnerability to climate change. *PloS one*, 13(9), Article e0203124. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203124>
- Harnik, P. G., Simpson, C., & Payner, J. (2002). Long-term differences in extinction risk among the seven forms of rarity. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 296(5569), 904–907. <https://doi.org/10.1126/science.1069349>
- Harper, J. L. (1978). Population biology of plants. London: Academic Press.
- Higgins, S., Pickett, S., & Bond, W. (2000). Predicting extinction risks for plants: Environmental stochasticity can save declining populations. *Trends in Ecology and Evolution*, 15(12), 516–520. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)01993-5](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)01993-5)
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate. *Climate change 2021 – the physical science basis: Working group I contribution to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change* (pp. 1513–1766). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896.013>
- Larson, D., Matthes, U., & Kelly, P. (2000). *Cliff ecology: Pattern and process in cliff ecosystems. Cambridge studies in ecology*. Cambridge University Press.
- Larson, D., Matthes, U., & Kelly, P. (1999). Cliffs as Natural Refuges. *American Scientist*, 87(5), 410. <https://doi.org/10.1511/1999.36.831>
- Matthes, U., & Larson, D. W. (2006). Microsite and climatic controls of tree population dynamics: An 18-year study on cliffs. *Journal of Ecology*, 94(2), 402–414. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2005.01083.x>
- Menges, E. S. (1998). Evaluating extinction risks in plants. In P. L. Fiedler, & P. M. Kareiva (Eds.), *Conservation biology for the coming decade* (pp. 49–65). Boston: Springer.
- Miranda, H., Font, X., Roquet, C., Pizarro, M. & García, M.B. (2022). Assessing the vulnerability of habitats through plant rarity patterns in the Pyrenean range. *Conservation Science and Practice*. <https://doi.org/10.1111/csp2.12649>
- Morris, W. F., & Doak, D. F. (2004). Buffering of life histories against environmental stochasticity: Accounting for a spurious correlation between the variabilities of vital rates and their contributions to fitness. *American Naturalist*, 163(4), 579–590.
- Morris, W. F., & Doak, D. F. (2002). *Quantitative conservation biology. theory and practice of population viability analysis*. Sinauer Associates Inc.

- Múgica, A., Miranda, H., & García, M. B. (2024). Survival patterns and population stability of cliff plants suggest high resistance to climatic variability. *Basic and Applied Ecology*, 80, 128-134. <https://doi.org/10.1016/j.baec.2024.09.009>
- Porembski, S., & Barthlott, W. (2000). Granitic and gneissic outcrops (inselbergs) as centers of diversity for desiccation-tolerant vascular plants. *Plant Ecology*, 151(1), 19–28. <https://doi.org/10.1023/a:1026565817218>
- R Core Team. (2022). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Salguero-Gómez, R., Jones, O. R., Jongejans, E., Blomberg, S. P., Hodgson, D. J., Mbeau-Ache, C., Zuidema, P. A., Kroon, H.de, & Buckley, Y. M. (2016). Fast–slow continuum and reproductive strategies structure plant life-history variation worldwide. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(1), 230–235. <https://doi.org/10.1073/pnas.1506215112>
- Salguero-Gómez, R., Jones, O. R., Archer, C. R., Buckley, Y. M., Che-Castaldo, J., Caswell, H., Hodgson, D., Scheuerlein, A., Conde, D. A., Brinks, E., Buhr, H.de, Farack, C., Gottschalk, F., Hartmann, A., Henning, A., Hoppe, G., Römer, G., Runge, J., Ruoff, T., & Vaupel, J. W (2015). The compadre Plant Matrix Database: An open online repository for plant demography. *Journal of Ecology*, 103(1), 202–218. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12334>
- Walle, J. V.de, Fay, R., Gaillard, J.-M., Pelletier, F., Hamel, S., Gamelon, M., Barbraud, C., Blanchet, F. G., Blumstein, D. T., Charmantier, A., Delord, K., Larue, B., Martin, J., Mills, J. A., Milot, E., Mayer, F. M., Rotella, J., Saether, B.-E., Teplitsky, C., & Jenouvrier, S (2023). Individual life histories: Neither slow nor fast, just diverse. *Proceedings of the Royal Society B*, 290(2002), Article 20230511. <https://doi.org/10.1098/rspb.2023.0511>

7. Eskerrak eta oharrak

Lan hau Música et al.(2024) artikulutik eratorria da. Ikerketa honetan erabilitako epe-luzeko jarraipenen informazioa MBGk zuzendutako proiektu ezberdinek finantzatu dute urteetan zehar: RESECOM (LIFE+12 NAT/ES/000180), Natur Ondarea (RECEUSGL2021), REFUGIA (PID2021–129056OB-I00) eta BIOTREND (TED2021–131513B-I00). AM-ri CSIC JAE-Intro beka bat eman zitzaion (JAEINT_22_00023). Eskerrak ere “Adopta una planta” proiektuan parte hartzen duten 400 pertsona baino gehiagori, boluntario zein basozain, hemen erabili den informazioaren landa-lana egin baitzuten. D. Gómezek hainbat populazioaren kokapenari buruzko informazioa eman zuen, I. Pardok, P. Tejerok, J.L.Silvak, lagundu zuten lehenengo urteetan zehar “Adopta una planta” proiektua ezartzen. Azkenik, eskerrak I. Pardori, artikulua hau euskaratzen laguntzeagatik.