



IKER  
GAZTE  
NAZIOARTEKO  
IKERKETA EUSKARAZ

## V. IKERGAZTE

NAZIOARTEKO IKERKETA EUSKARAZ

2023ko maiatzaren 17, 18 eta 19a  
Donostia, Euskal Herria

ANTOLATZAILEA:  
Udako Euskal Unibertsitatea (UEU)



Aitortu-PartekatuBerdin 3.0

## ZIENTZIAK ETA NATURA ZIENTZIAK

Hegaztien dibertsitatea Bizkaiko  
baso natural eta landaketa  
exotikoetan

*Unai Sertutxa Irazola,  
Lorena Peña Lopez,  
Ibone Ametzaga Arregi  
eta Unai Ortega Barrueta*

325-332 or.

<https://dx.doi.org/10.26876/ikergazte.v.05.41>

ANTOLATZAILEA:



BABESLEAK:



LAGUNTZAILEAK:



## Hegaztien dibertsitatea Bizkaiko baso natural eta landaketa exotikoetan

Unai Sertutxa, Lorena Peña, Ibone Ametzaga, Unai Ortega

*Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), Landareen Biologia eta Ekologia saila.*

[unai.sertutxa@ehu.eus](mailto:unai.sertutxa@ehu.eus)

### *Laburpena*

Eukalipto landaketen azalera hazi egin da Euskal Herrian azken hamarkadetan. Galizian eta Portugalen egindako ikerketek erakutsi dute eukalipto landaketek hegaztien dibertsitate baxua dutela. Euskal Herrian, ordea, oso informazio gutxi dago gaiaren inguruan. Ikerketa honetan, hegaztien identifikazio eta kontaketa bidez, Bizkaiko hiru baso sistema garrantzitsuenak konparatu dira: baso naturalak (baso mixto atlantikoak eta haritz kandudenez osatutako hariztiak), eukalipto landaketak eta pinu landaketak. Gainera, hegaztietan eraginak dituzten basoen ezaugarriak identifikatu dira. Gure emaitzen arabera, hegazti dibertsitatea altuagoa da basoetan landaketetan baino eta zuhaitzen dentsitateak eta altuerak, eta landare aberastasunak hegaztien dibertsitatean eragina dute.

Hitz gakoak: biodibertsitate, eukalipto, pinu, espezie autoktono, baso egitura

### *Abstract*

*The area of eucalyptus plantations is increasing in the Basque Country the last decades. In Galicia and Portugal researches have shown that avian diversity is lower in those plantations. However, there is lack of information on the subject in the Basque Country. In our study, we compare the most important forest systems of Biscay: natural forests, eucalyptus plantations and pine plantations. Besides, we identified forest characteristics that affect birds. Our results show that avian diversity is higher in natural forests than in plantations and that tree density and height, and plant richness are important factors to explain bird diversity in forest systems.*

*Keywords: biodiversity, eucalyptus, pine, native species, forest structure*

## 1. Sarrera eta motibazioa

Baso landaketen azalera handitzen doa mundu mailan (Wang et al., 2021a) eta baso naturalen eta haien biodibertsitatearen kontserbaziorako arazo handienetako bat da gaur egun (Wang et al., 2021b). Lur erabileraren aldaketa horrek gizakioi eragiten digu, baso naturalek, landaketek baino ekosistemen zerbitzu gehiago eskaintzen dizkigutelako (Onaindia et al., 2018). Europa mailan, aldaketa horiek pairatu dituen zonaldeetako bat da Iberiar Penintsulako iparraldea, non zuhaitz formazioen gehiengoa baso landaketak diren, batez ere pinu eta eukaliptoak (De la Hera et al., 2013). Euskal Herrian adibidez, paisaiaren aldaketa handia izan da, garaiko eta lekuko beharriaren arabera. XVI. mendetik aurrera, eremuan eman den deforestazioa hazi egin zen batez ere ontzigintza eta industriarengatik (Aragón, 1988; Garayo, 1993). XIX. mendean, deforestazioaren inguruko kezka asko handitu zen Euskal Herrian eta basoak berreskuratzeko asmoz zuhaitzak landatzen hasi ziren, espezie autoktono eta exotikoak erabiliaz. Pinuen moduko espezie batzuen hazkuntza azkarrak probetxua ateratzeko aukera zabaldu zuen eta horien landaketak asko hazi ziren XIX eta XX. mendeetan, batez ere *Pinus radiata* D. Don espeziearenak (Michel, 2006). Hori dela eta, pinu landaketak dira gaur egungo paisaiaren ezaugarri nabarmenena.

Euskal Herrian, pinu landaketen eragin ekologikoak aztertuak izan dira. Esaterako, lurzoruan (Edeso et al., 1998) eta biodibertsitatean (Amezaga eta Onaindia, 1997) efektu kaltegarriak izan ditzaketela ikusi da. Pinuen azikulen deskonposaketa geldoak materia organikoa metatzea eragiten du eta elikagaien zikloa ez ixtea eragin dezake horrek (Barraqueta eta Basagoiti, 1988). Ondorioz, lurzoruko elikagaien gutxitzea eragin dezakete (Amezaga et al., 1997). Paisaian eta ingurumenean (lurzorua propietateen alterazioa edo lurra higidura esaterako) dituzten inpaktuengatik, baso landaketen kudeaketa iraunkorra ez dela esan daiteke (Ainz, 2008). Hala ere, beste ikerketa batzuek defendatzen dute baso naturalen eta pinu landaketen biodibertsitatean arteko desberdintasunak ez direla hain handiak (Martin de Agar et al., 1992) eta sarritan pinu

landaketak aukera ona direla baso natural autoktonoen berreskurapena bultzatzeko (Onaindia et al., 2013), landaketa horien oihanpean hazten diren landareak baso naturaletako espezieak direlako (Brockerhoff et al., 2003).

*Eucalyptus* generoko espezieak asko erabili dira azken urteetan Euskal Herriko landaketetan, daukaten errentagarritasunagatik. Zuhaitz horiek hazkuntza oso azkarra dute (Veiras eta Soto, 2011), pinuena baino azkarragoa, eta egur aproposa lortzen da batez ere papera egiteko (García, 2015). Hori dela eta, eukalipto landaketen azalera asko hazi da Euskal Autonomia Erkidegoan azken hamarkadetan (10.405 hektareatik 1996an, 24.771 hektareara 2021ean).

Eukalipto landaketen eragin ekologikoak ere aztertuak izan dira munduan zehar. Kasu askotan, eragin kaltegarriak dituztela frogatu da. Hegaztien, landareen eta makroornogabeen dibertsitate eta ugaritasunak eukalipto landaketetan baso naturaletan baino baxuagoak direla egiaztatu da adibidez (Larrañaga et al., 2009; Bas et al., 2018; Goded et al., 2019). Gainera, baso helduak behar dituzten espezieentzako oso desegokiak direla jakina da (Ashman et al., 2020), mozketa txanda oso laburrak (12-15 urte) dituzten zuhaitzak direlako (Veiras eta Soto, 2011).

## 2. Arloko egoera eta ikerketaren helburuak (Azpiatalak eta zerrendak)

Bizkaian, 2022an, lege-luzamendu bat jarri zen martxan, eukaliptoen landaketa debekatzeko duena 2026 arte. Tarte horretan, eukaliptoen eraginak aztertu eta horiek eremuan nola joka dezaketen aztertzea ezinbestekoa da. Iberiar Penintsulako beste leku batzuetan, hots, Portugalen eta Galizian, ikerketa asko eraman dira aurrera, baina Euskal Herrian gutxiago dira landaketa horien inguruan eginiko ikerketak (Elosegi et al., 2020). Beraz, informazio eta datu gehiago eskaintzea ezinbestekoa da kudeaketa egoki bat diseinatu ahal izateko.

Gorago aipatu denez, pinu landaketak dira paisaiaren ezaugarri nagusia. Azken urteetan, pinuen gaixotasunek eraginda, eukaliptoengatik ordezkatuak izan dira hektarea asko. Horregatik, bien arteko konparaketa egitea interesgarria izan daiteke, ematen ari diren aldaketen ondorioak hobeto ulertzeko. Izan ere, ikerketa gutxik hartzen dituzte kontuan landaketa ezberdinen artean dauden aldeak (Calviño-Cancela, 2013). Horrez gain, eremuko landaretza potentziala ere kontutan hartzea interesgarria izan daiteke, habitat naturalekin konparaketa egin ahal izateko. Kasu honetan, baso mixto atlantikoak eta hariztiak dira landaretza potentziala (Loidi et al., 2011).

Bizkaiko hiru baso sistema garrantzitsuenen (baso naturalak, eukalipto landaketak eta pinu landaketak) hegazti dibertsitateen artean dauden ezberdintasunak ezagutzea eta baso barruan hegazti espezieen dibertsitatean eta ugaritasunean eragiten duten faktore garrantzitsuenak identifikatzea dira ikerketaren helburuak. Gaiarekin lotutako bibliografia jarraituz, gure hipotesien arabera, basoetan landaketetan baino dibertsitate eta ugaritasun altuagoak aurkituko dira eta basoaren egiturarekin loturiko aldagaiak izango dira horietan eragingo duten faktore garrantzitsuenak.

## 3. Ikerketaren muina

### 3.1 Metodologia

Ikerketa Bizkaia probintzian egin zen. Bizkaiak 2.217 km<sup>2</sup>-ko azalera du eta %59,5a zuhaitz formazioz osaturik dago (HAZI, 2022). Zuhaitz formazioen %49,8a pinuz estalita dago, arruntena *Pinus radiata* izanik, pinuen %87,2a betetzen duena. Eukalipto landaketek %16,5a estaltzen dute, *Eucalyptus globulus* (eukaliptoen %50,8) eta *Eucalyptus nitens* (eukaliptoen %45) espezieak izanik garrantzitsuenak. Azkenik, baso naturalek zuhaitz formazioen %24,1a betetzen dute. Horietatik, %52,2a baso mixto atlantikoak betetzen du eta %9,7a haritz kandudenez osatutako hariztiak (HAZI, 2022), ikerketa honetan erabili direnak.

10 hirukote aukeratu ziren, bakoitza sistema bateko partzela batez osatua: baso autoktonoak (baso edo baso natural moduan ere testuan), *Eucalyptus* generoko espezieen landaketak (eukalipto landaketa eta eukaliptadi moduan ere testuan) eta *Pinus radiata* espeziearen landaketak (pinu landaketa edo pinudi moduan ere testuan). Gutxienez 20 hektareako partzelak aukeratu ziren,

bakoitzean bi puntutan lagintzeko eta ertz-efektua ahalik eta gehien murrizteko. Hirukote bereko partzelen arteko tamaina ezberdintasunak ahalik eta gehien murriztu ziren (partzela handienaren eta txikienaren artean 14 ha baino gutxiagoko aldea denetan,  $8,95 \pm 3,52$  batatz beste) eta beraien arteko distantzia txikia zutenak aukeratu ziren (10 km-ko distantzia baino gutxiago beti,  $6,05 \pm 1,65$  km batatz beste). Zeuden aukeretatik zoriz 10 hirukote hautatu ziren.

Partzela bakoitzean bi puntu ezarri ziren laginketarako, gutxienez partzelaren ertzetik 100 m-ra eta gutxienez 250 m-ko distantziarekin puntuen artean, elkarren arteko berdintasunak ahalik eta gehien gutxitzeko. Puntu bakoitzean hegaztiak, landareak eta lurzorua lagindu ziren.

Hegaztien laginketak 2021eko bi garai ezberdinetan egin ziren, udaberri amaieran (maiatza-ekaina) eta uda amaieran (abuztu-iraila), garai ezberdinetako datuak edukitzeko. Puntu eta garai bakoitzean 10 minutuko laginketak egin ziren, 25 m-ko erradioko distantzian ikusi eta entzundako hegazti guztiak apuntatuz (Proença et al., 2010). Laginketa guztiak egunsentia eta 11:00ak tartean egin ziren, hegaztientzako desegokiak diren fenomeno meteorologikoak saihestuz, hots, euria edo haizea. Hirukote berdineko 6 puntuak (2 puntu 3 partzelatan) egun berean lagindu ziren eta egun bakoitzean sistema mota lagintzeko ordena aldatu egiten zen, eguneko orduaren efektua ezabatzeko.

Landare baskularren eta lurzoruaren laginketak 2021eko ekaina eta urria artean egin ziren. Lehenengo, partzela bakoitzeko puntu bat lagindu zen eta partzela guztiak lagindu ostean, bigarren puntua lagindu zen denetan. Hirukote bakoitzeko laginketak gehienez bi eguneko tartean egin ziren, garaiaren efektua gutxitzeko.

Puntu bakoitzean 50 m-ko bi trantsektu jarri ziren perpendikulariki, gurutze baten forman (Brower eta Zar, 1979). Horietako bat aldaparekiko paraleloan kokatu zen eta bestea perpendikularrean. Trantsektu bakoitzean, 5 laukizuzen formako partzela txiki sortu ziren,  $5 \times 2$  m-koak ( $10 \text{ m}^2$ ), 5 m-ko distantzia utziz batetik bestera eta erdikoa partekatzen zuten ( $9$  laukizuzen guztira,  $90 \text{ m}^2$ ).

Basoaren estruktura trantsektu bertikaleko 15, 30 eta 45 metroetan neurtu zen, *point centered quarter method* (puntu zentro karratu metodoa) erabiliaz (Brower eta Zar, 1979). Zuhaitzen altuera eta diametroa neurtu ziren, eta dentsitatea kalkulatzeko erdiko punturainoko distantzia. 5 laukizuzenetan lurzorua jaso zen pH-a eta materia organiko kantitatea neurtzeko. 25 g lur 50 g ur nahastu eta pH-a neurtu zen. Gainontzeko lurzoru-lagina lehortu eta pisatu ostean, muflan erre zen 24 orduz  $400 \text{ }^\circ\text{C}$ -tan. Galdutako pisua materia organiko kantitatea zen. Laukizuzen guztietan landare-konposizioa lagindu zen. Ikusitako espezieak identifikatu ziren Aizpuru et al. (2000)-en gako jarraituz.

Analisi estatistiko guztiak JAGS (4.3.1 bertsioa) eta Rstudio (2022.12.0 bertsioa) programen bidez egin ziren. Hegazti aberastasuna (HA, puntuan kontatutako espezie kopurua) eta ugaritasuna (HU, puntuan kontatutako indibiduo kopurua) erabili ziren menpeko aldagai gisa. Bi aldagaien normaltasuna eta homozedastizitatea berrikusi ostean, ANOVA proba egin zen aldagai bakoitzarentzat, aldagai aske gisa sistema hartuta. Tukey postHoc proba erabili zen aldeak bakarka aztertzeko.

Eredu bayestar hierarkikoak sortu ziren dibertsitate eta aberastasunean eragiten duten efektu esanguratsuak identifikatzeko. Hierarkia jatorriko ordenatuari aplikatu zitzaion, sistema mota aldagai bezala erabiliaz, hau da, baso sistema bakoitzak balio bat hartzen du jatorriko ordenatuarentzako. Ereduak sortzeko hurrengo aldagaiak erabili ziren: landare aberastasuna (LA, landare espezie kopurua), zuhaitzen dentsitatea (ZD, hektareako zuhaitz kopurua), zuhaitzen altuera (ZA), lurzoruaren pH-a (pH), lurzoru materia organiko kantitatea (MO), ur masa hurbilenerako distantzia (UR) eta altitudea (ALT).

Aldagai guztiak biltzen zituzten ereduak sortu ziren bi menpeko aldagaiak azaltzeko (hegazti aberastasun eta ugaritasuna):

$$HA = \alpha_{E,B,P} + \beta_{LA} * LA + \beta_{ZD} * ZD + \beta_{ZA} * ZA + \beta_{pH} * pH + \beta_{MO} * MO + \beta_{UR} * UR + \beta_{ALT} * ALT + \varepsilon$$

$$HU = \alpha_{E,B,P} + \beta_{LA} * LA + \beta_{ZD} * ZD + \beta_{ZA} * ZA + \beta_{pH} * pH + \beta_{MO} * MO + \beta_{UR} * UR + \beta_{ALT} * ALT + \varepsilon$$

, non  $\alpha$  ordenatuen jatorria den, sistema bakoitzarentzako balio bat duena (E: eukalipto, B: baso eta P: pinu),  $\beta_i$  i aldagaiaren malda parametroa den eta  $\varepsilon$  ereduaren errorea.

Horiematik abiatuta, eredu sinpleagoak sortu ziren esangura gutxien zuten aldagaiak eta beraien parametroak baztertuaz (parametroari 0 balioa emanaz). Ugaritasunaren kasuan poisson banaketa erabili zen, datuen izaera naturalagatik (kontaketak) eta banaketa horretara hurbiltzen zirelako datuak. Aberastasunaren kasuan, ordea, banaketa normala erabili zen, datuak banaketa honetara hurbiltzen zirelako. Informazio gutxiko ‘prior’-ak erabili ziren parametroen ondorengo banaketak lortzeko.

Bakoitzaren “Deviance Information Criterion” (DIC) eta “Posterior predictive loss” ( $D_\infty$ ) kalkulatu eta konparatu ziren eredu aukeraketa egiteko. Ereduen konparaketa eta aukeraketa egiterako orduan, DIC eta  $D_\infty$  -ren balioa zenbat eta baxuagoa izan orduan eta hobea izango da eredu beste batzuekin alderatuz. Aukeratutako azken ereduaren sinesgarritasun tartekak (*credible intervals*, CI, %95) kalkulatu ziren aldagai esanguratsuk identifikatzeko (aldagaien  $\beta$  parametroa hartzen da kontuan, 0 balioa lorturiko tarteen artean ez badago, eragin esanguratsua dela esan nahi du).

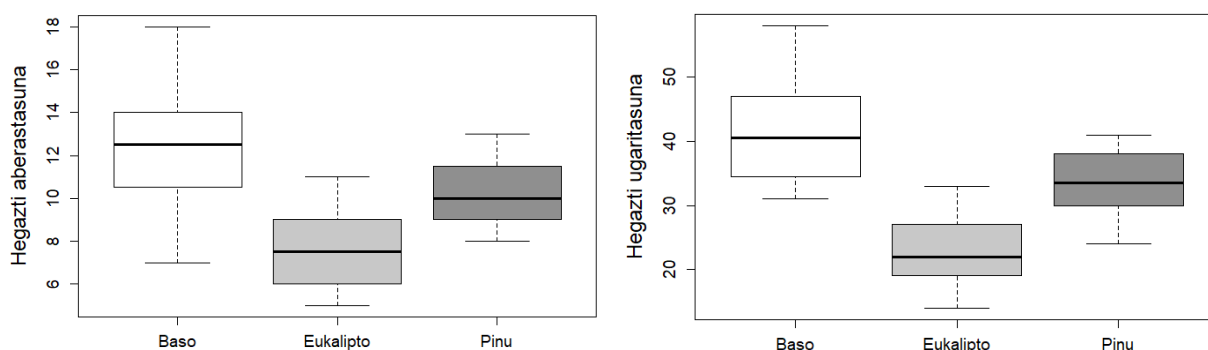
### 3.2 Emaitzak eta eztabaida

1948 hegazti kontatu ziren guztira, 454 eukaliptoetan, 670 pinuetan eta 824 basoetan. 33 hegazti espezie identifikatu ziren guztira, 20 eukalipto partzeletan, 25 pinuetan eta 31 basoetan. Horiematik, 8 espezie aurkitu ziren basoetan soilik: *Alcedo atthis*, *Anthus trivialis*, *Cettia cetti*, *Motacilla cinerea*, *Phoenicurus ochruros*, *Poecile palustris*, *Sitta europaea* eta *Turdus viscivorus*. 2 espezie aurkitu ziren landaketetan soilik: *Carduelis carduelis* (bi landaketetan) eta *Dendrocopos major* (pinu landaketetan soilik). Hegaztien ugaritasunean ( $F = 49,07$ ,  $p < 0,001$ ) eta aberastasunean ( $F = 23,25$ ,  $p < 0,001$ ) desberdintasun esanguratsuk aurkitu ziren sistemen artean (1. irudia). Hegazti aberastasuna eta ugaritasuna baxuagoa izan zen landaketetan basoetan baino, eta eukaliptoetan pinuetan baino (1. taula).

**1. taula. Tukey probarekin lortutako ezberdintasunen behe eta goi-balioak eta p balioa binakako konparaketa bakoitzerako. B: basoak, E: eukaliptadiak eta P: pinudiak. Behe eta goi-balioen artean 0 balioa ez badago, ezberdintasuna esanguratsua da ( $p < 0,05$ ).**

	Sistema pareak	Behe-balioa	Goi-balioa	p balioa
Hegazti aberastasuna	E – B	-6,429	-3,071	< 0,001
	P – B	-3,829	-0,471	0,009
	P – E	0,921	4,279	0,001
Hegazti ugaritasuna	E – B	-23,015	-13,985	< 0,001
	P – B	-12,215	-3,185	< 0,001
	P - E	6,285	15,315	< 0,001

**1. irudia. Hiru sistemen (baso, eukaliptadi eta pinudi) hegazti aberastasun eta ugaritasunaren arteko ezberdintasunak.**



Aberastasun eta ugaritasunak handiagoak izan ziren basoetan landaketetan baino. Beraz, baso naturalek hegazti espezieentzako habitat egokiagoa eskaintzen dutela esan daiteke. Lortutako emaitzak beste ikerketa batzuetan lortutako emaitzekin bat datoz. Esaterako, baso autoktono eta eukaliptoen arteko desberdintasunak Galizian eta Portugalen ikusi izan dira (Bas et al., 2018; Goded et al., 2019; Proença et al., 2010), baita Urdaibain ere (De la Hera et al., 2013).

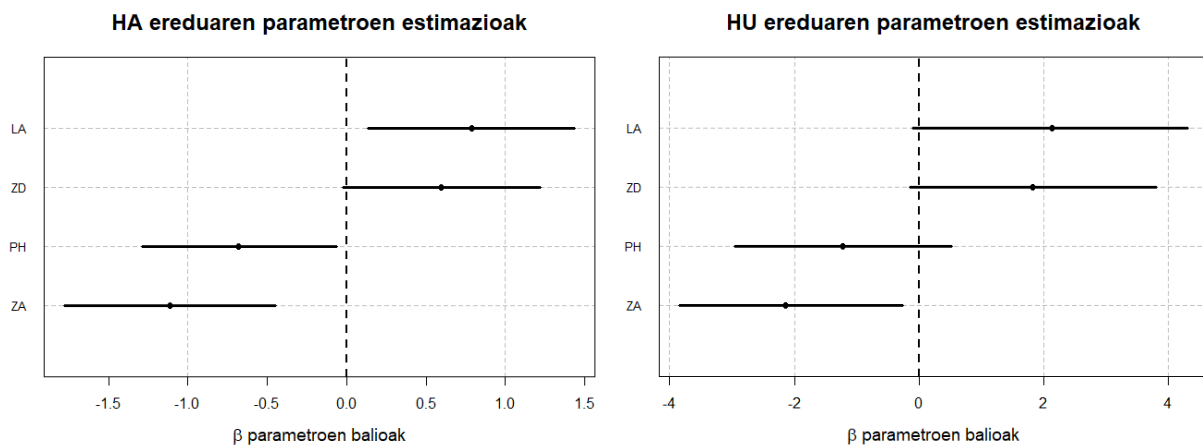
Baso eta pinu arteko desberdintasunak txikiagoak izan ziren baso eta eukaliptoenak baino. Ikerketa eremuan, pinu partzela asko baztertuta utzi dira azken hamarkadetan, jabeen belaunaldi aldaketa eman ez delako (Michel, 2006). Ondorioz, segida naturalak aurrera egiten du (Onaindia eta Mitxelena, 2009) eta pinudien oihanpean espezie autoktonoak hazten dira (López-Marcos et al., 2020), bertako hegaztientzako erakargarriagoak direnak (Goded et al., 2019).

Horrez gain, gure emaitzen arabera, pinu landaketek eukaliptoek baino habitat hobea eskaintzen dute hegaztientzat eremu honetan, espezieen aberastasun eta ugaritasuna altuagoa izan baitzen. Hortaz, pinua eukaliptoagatik ordezkatzean, pinudietan egon daitekeen aberastasuna galtzeko arriskua dago.

Lau eredu sortu ziren hegazti aberastasunean eragiten duten aldagaiak aztertzeko. Eredu guztien DIC balioak 266,9 eta 268,2 artean egon ziren. Bi puntu baino gutxiagoko aldea ez da nahiko ereduaren desberdinketa egiteko. Hortaz,  $D_\infty$  balio baxuena zuen (548,674) eredia aukeratu zen (LA, ZD, ZA eta pH aldagaiak zituen eredia). Sistemen artean ez ziren ezberdintasun esanguratsuak aurkitu ( $\alpha_E$ : 8,963 eta 10,779;  $\alpha_B$ : 9,487 eta 10,985;  $\alpha_P$ : 9,421 eta 11,174 balioen artean). Hori dela eta, eredu berri bat sortu zen, hierarkiarik gabekoa, sistemaren efektua kenduz. Eredu berriaren DIC eta  $D_\infty$  balioak baxuagoak izan zirenez (265,754 eta 531,935 hurrenez hurren), hierarkiarik gabeko eredu berri hau aukeratu zen. Eredu horren arabera, hegaztien aberastasunean eragin esanguratsu handieneko aldagaia zuhaitz dentsitatea izan zen (2. irudia). Zuhaitzen altuerak eta pH-ak ere eragin esanguratsua izan zuten; ez ordea, landare aberastasunak, nahiz eta eredia sortzeko baliagarria zen aldagaia izan (2. irudia).

Hegaztien ugaritasunari dagokionez, DIC eta  $D_\infty$  balio baxuenak lortu zituen eredia aukeratu zen, 385,78 eta 3945,614 hurrenez hurren. Beraz, hegaztien aberastasunerako erabilitako eredu berdina erabili zen hegaztien ugaritasunerako. Hierarkia gabeko eredia sortu zen sistemen arteko ezberdintasunak kontuan hartu behar ziren konprobatzeko. Hala ere, eredu berri horrek DIC eta  $D_\infty$  altuagoak izan zituzten (389,341 eta 4092,845 hurrenez hurren). Beraz, eredu berria baztertu eta hierarkiadun eredia erabili zen analisirako, hau da, sistema kontuan hartzen duen eredia. Kasu horretan, eragin esanguratsu bakarra zuhaitzen dentsitatea izan zen (2. irudia). Gainontzekoak ez ziren esanguratsuak izan, nahiz eta pH-aren eta landare aberastasunaren kasuetan hurbil egon.

**2. irudia. Bi eruedetan lortutako parametroen estimazioen balioak: puntuak batz bestekoa irudikatzen du eta lerroek lortutako balioen sinesgarritasun tartekak (CI, %95; 0 balioa ikutzen ez duten parametroek eragin esanguratsua dute). Ezkerrean hegazti aberastasunari (HA) dagokion ereduaren parametroen estimazioak ageri dira eta eskuman hegazti ugaritasunari (HU) dagokion ereduarenak.**



Basoaren egiturak hegaztietan eragina duela ikusi da beste lan batzuetan ere (De la Hera et al., 2013). Arrazoietakoa bat egiturak landareetan duen eragina izan daiteke. Izan ere, zuhaitzen dentsitate handiak baliabideen erabilgarritasuna gutxitzen du eta kompetentzia asko handitzen da landareentzako (Duan et al., 2019), horien aberastasuna gutxituz. Landare espezie gehiago dagoen lekuetan, hegaztiak elikagaiak lortzeko aukera gehiago dituzte (Proença et al., 2010) eta hegazti aberastasuna handitzen du orokorrean. Zuhaitz eta landare belarkara espezie asko egoteak, esaterako, hegaztien aberastasuna igotzen du basoetan (Gil-Tena et al., 2008; Goded et al., 2019). Hortaz, landare eta hegazti aberastasunak lotura estua dute baso ekosistemetan.

Aipatu bezala, landaketetan baso naturaletako zuhaitzak berez hazteko aukera dago. Hala ere, landaketak mozterakoan arraseko mozketak bezalako metodoak erabiltzen direnean, bertako landareak galdu egiten dira, landaketaren hasierako puntura bueltatuz. Gainera, zuhaitzak moztzen direnez, eremu horietan zuhaitz zaharrak agertzea arraroa izaten da. Espezie batzuek, *Sitta europaea* kasu, zuhaitz zahar horiek behar izaten dituzte bizi ahal izateko (Sánchez-Oliver et al., 2014); horregatik, landaketak espezie horientzako kaltegarriak izaten dira zenbait kasutan (Ashman et al., 2020).

Hegaztien aberastasunean pH-ak eragina duela erakusten dute gure emaitzek. Lurzoruaren propietate garrantzitsua da pH-a, lurzoruaren emankortasuna eta prozesu biogeokimikoak erregulatzen baititu (Hong et al., 2019) eta landareentzako eskuragarri dauden lurzoruko elikagaietan eragiten du. Elikagaiak maila desegokietan agertzea eragin dezake adibidez, lurzorian defizientzia edo toxizitatea sortuz; eta, muturreko balioek lurzoruaren egitura alda dezakete (Ibarra et al., 2009). Ondorioz, landare konposizioa pH-arekin aldatu egiten da, elikagaien erabilgarritasuna aldatzen delako hain zuzen (Pabian eta Brittingham, 2012). Gure emaitzetan ikusi dugunaren antzera, pH balio altuagoak hegazti espezie kopuru altuagoekin lotu dira, landaretzan duen eraginagatik (Pabian eta Brittingham, 2012).

#### 4. Ondorioak

Bizkaiko landaketa nagusienetan hegazti aberastasun eta ugaritasun gutxiago dago baso natural autoktonoetan baino. Azken horiek, habitat egokia eskaintzen dute baso-hegaztientzako; eta horregatik, dauden basoak babestea ezinbesteko helburu eta ekintza izan beharko litzateke kudeaketan. Horrez gain, pinu landaketetan, eukaliptoetan baino aberastasun eta ugaritasun handiagoak daudela diote gure emaitzek. Ematen ari den aldaketen markoan, kudeaketaren inguruko gogoeta egin behar dugu gizartean eta baso landaketen kudeatzeko modua ondo aukeratu behar da: zein espezie erabili, nola eta non landatu, zuhaitzak nola moztu... Kudeaketa iraunkor bat lortzeko nahitaezkoa da ekosistema eta bizidun autoktonoak babestu eta laguntzea.

#### 5. Etorkizunerako planteatzen den norabidea

Lan honetan hegaztien dibertsitatea izan da ardatza, baso sistema ezberdinen eta basoaren ezaugarriak dituzten efektuak ikusteko. Beste talde batzuen (landareak esaterako) biodibertsitatean ematen diren efektuak aztertzea garrantzitsua eta interesgarria izango litzateke, lan honetan lorturiko emaitzak beste talde batzuetan ematen diren jakiteko eta informazioa osatzeko. Garrantzitsuak izan daitezkeen beste faktore batzuk kontuan hartzea interesgarria izan daiteke ere, esaterako, paisaiak hegaztietan izan dezakeen efektua aztertzea. Bestalde, espezieen konposizioa begiratzea garrantzitsua da, espezie bakoitzaren portaerak ezagutzeko; bai sistemen aurrean, baita basoen ezaugarrien aurrean.

#### 6. Erreferentziak

Ainz, M. J. (2008). El monocultivo de pino radiata en el País Vasco: origen y claves de permanencia de un sistema de explotación contrario al desarrollo sostenible, *Estudios Geográficos*, 265, 335-356.

- Aizpuru, I.; Aseginolaza, C.; Uribe-Echebarría, P. M.; Urrutia, P.; Zorrakin, I.; 2000: *Claves ilustradas de la flora del País Vasco y territorios limítrofes*, Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz.
- Amezaga I.; Onaindia, M. (1997). The effect of evergreen and deciduous coniferous plantations on the field layer and seed bank of native woodlands, *Ecography*, 20, 308-318.
- Amezaga, I.; Gonzalez Arias, A.; Domingo, A.; Echeandia, A.; Onaindia, M. (1997). Atmospheric deposition and canopy interactions for conifer and deciduous forests in Northern Spain, *Water, Air, and Soil Pollution*, 97, 303-313.
- Aragón, A. (1998). Labores forestales en Gipuzkoa durante los siglos XVI-XVIII, *Zainak*, 17, 111-126.
- Ashman, K. R.; Rendall, A. R.; Symonds, M. R. E.; Whisson, D. (2020). Understanding the role of plantations in the abundance of an arboreal folivore, *Landscape Urban Planning*, 193, 103684.
- Barraqueta, P.; Basagoiti, M. (1988). Producción de hojarasca y aporte de nutrientes en plantaciones de *Pinus radiata* en el País Vasco, *Biología ambiental: actas del Congreso de biología ambiental (II Congreso Mundial Vasco)*, 1, 411-426.
- Bas, S.; Guitián, J.; Sobral, M. (2018). Biodiversidad en plantaciones de eucalipto y en robledales del sur de Galicia: plantas y aves, *Acta Cient. Compostelana (Biología)*, 25, 71-81.
- Brockerhoff, E. G.; Ecroyd, C. E.; Lleckie, A. C.; Kimberley, M. O. (2003). Diversity and succession of vascular understory plants in exotic *Pinus radiata* plantation forests in New Zealand, *Forest Ecology and Management*, 185, 307-326.
- Brower, J. E.; Zar, J. H. (1979). *Field and laboratory methods for general ecology*: Wm. C. Brown Company publisher, Dubuque, Iowa.
- Calviño-Cancela, M. (2013). Effectiveness of eucalypt plantations as a surrogate habitat for birds, *Forest Ecology and Management*, 310, 692-699.
- De la Hera, I.; Arizaga, J.; Galarza, A. (2013). Exotic tree plantations and avian conservation in northern Iberia: a view from a nest-box monitoring study, *Animal Biodiversity and Conservation*, 36.2, 153-163.
- Duan, A.; Lei, J.; Hu, X.; Zhang, J.; Du, H.; Zhang, X.; Guo, W.; Sun, J. (2019). Effects of Planting Density on Soil Bulk Density, pH and Nutrients of Unthinned Chinese Fir Mature Stands in South Subtropical Region of China, *Forests*, 10, 351-367.
- Edeso, J. M.; Merino, A.; González, M. J.; Marauri, P. (1998). Manejo de explotaciones forestales y pérdida de suelo en zonas de elevada pendiente del País Vasco, *Cuaternario y Geomorfología*, 12(1-2), 105-116.
- Elosegi, A.; Cabido, C.; Larrañaga, A.; Arizaga, J. (2020). Efectos ambientales de las plantaciones de eucaliptos en Euskadi y la península ibérica, *Munibe, Cienc. nat.*, 68, 111-136.
- Garayo, J. M. (1993). La Política Forestal en el Régimen Foral Vasco, *Revista Internacional de los Estudios Vascos*, 38(2), 63-79.
- García, J. D. (2015). *Modelización del crecimiento y la producción de plantaciones de Eucalyptus globulus Labill. en el noroeste de España* (doktorego tesia): Departamento de Enxeñaría Agroforestal Escola Politécnica Superior, Lugo.
- Gil-Tena, A.; Torras, O.; Saura, S. (2008). Relationships between forest landscape structure and avian species richness in NE Spain, *Ardeola*, 55(1), 27-40.
- Goded, S.; Ekroos, J.; Domínguez, J.; Azcárate, J. G.; Guitián, J. A.; Smith, H. G. (2019). Effects of eucalyptus plantations on avian and herb species richness and composition in North-West Spain, *Global Ecology Conservation*, 19, e00690.
- HAZI fundazioa (2022). El bosque vasco en cifras 2021. [https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/mapa\\_forestal\\_2021/es\\_agripes/adjuntos/El-bosque-vasco-en-cifras-2021\\_ES.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/mapa_forestal_2021/es_agripes/adjuntos/El-bosque-vasco-en-cifras-2021_ES.pdf) gunean eskuragarri.
- Hong, S.; Gan, P.; Chen, A. (2019). Environmental controls on soil pH in planted forest and its response to nitrogen deposition, *Environmental Research*, 172, 159-165.
- Ibarra, D.; Ruiz, J. A.; González, D. R.; Flores, J. G.; Díaz, G. (2009). Distribución espacial del pH de los suelos agrícolas de Zapopan, Jalisco, México, *Agricultura Técnica en México*, 3(1), 267-276.



- Larrañaga, A.; Basaguren, A.; Pozo, J. (2009). Impacts of Eucalyptus globulus plantations on physiology and population densities of invertebrates inhabiting Iberian Atlantic Streams, *International Review of Hydrobiology*, 94, 497-511.
- Loidi, J.; Biurrun, I.; Campos, J. A.; García-Mijangos, I.; Herrera, M. (2011): *La Vegetación de la Comunidad Autónoma del País Vasco*, Euskal Herriko Unibertsitatea, Leioa, Bizkaia.
- López-Marcos, D.; Turrión, M. B.; Bravo, F.; Martínez-Ruiz, C. (2020). Can mixed pine forests conserve understory richness by improving the establishment of understory species typical of native oak forests?, *Annals of Forest Science*, 77, 15-29.
- Martin De Agar, P.; De Pablo, C. I.; Pineda, F. D.; Atauri, J. A.; Jover, M.; Prieto, C.; Schmitz, M. F.; Ugarte, F.; Latasa, I.; Garcis, A. (1992). Environmental effects of Pinus radiata D. Don plantations in the Basque Country (Spain), in A., Teller.; P., Mathy; J. N. R., Jeffers (arg.). *Responses of forest Ecosystems to environmental changes*, Springer, Dordrecht, Herbehereak, 871-873.
- Michel, M. (2006): *El Pino Radiata en la Historia Forestal Vasca: Análisis de un proceso de forestalismo intensivo*, Aranzadi Zientzi Elkartea, Donostia - San Sebastián.
- Onaindia, M.; Mitxelena, A. (2009). Potential use of pine plantations to restore native forests in a highly fragmented river basin, *Annals of Forest Science*, 66, 305-312.
- Onaindia, M.; Ametzaga-Arregi, I.; San Sebastián, M.; Mitxelena, A.; Rodríguez-Loinaz, G.; Peña, L.; Alday, J. G. (2013). Can understorey native woodland plant species regenerate under exotic pine plantations using natural succession?, *Forest Ecology and Management*, 308, 136-144.
- Onaindia, M.; Peña, L.; Fernández de Manuel, B.; Rodríguez-Loinaz, G.; Madariaga, I.; Palacios-Agúndez, I.; Ametzaga-Arregi, I. (2018). Land use efficiency through analysis of agrological capacity and ecosystem services in an industrialized region (Biscay, Spain), *Land Use Policy*, 78, 650-661.
- Pabian, S. E.; Brittingham, M. C. (2012). Soil calcium and forest birds: indirect links between nutrient availability and community composition, *Ecosystems*, 15, 748-760.
- Proença, V. M.; Pereira, H. M.; Guilherme, J.; Vicente, L. (2010). Plant and bird diversity in natural forests and in native and exotic plantations in NW Portugal, *Acta Oecologica*, 36, 219-226.
- Sánchez-Oliver, J. S.; Rey Benayas, J. M.; Carrascal, L. M. (2014). Differential effects of local habitat and landscape characteristics on bird communities in Mediterranean afforestations motivated by the EU Common Agrarian Policy, *European Journal of Wildlife Research*, 60, 135-143.
- Veiras, X.; Soto, M. A. (2011). *La conflictividad de las plantaciones de eucalipto en España (y Portugal)*: Greenpeace, Madril.
- Wang, C.; Zhang, W.; Li, X.; Wu, J. (2021b). A global meta-analysis of the impacts of tree plantations on biodiversity, *Global Ecology and Biogeography*, 31, 1-12.
- Wang, Y.; Chen, L.; Xiang, W.; Ouyang, S.; Zhang, T.; Zhang, X. (2021a). Forest conversion to plantations: A meta-analysis of consequences for soil and microbial properties and functions, *Global Change Biology*, 27, 5643-5656.

## 7. Eskerrak eta oharrak

David Ruari eskerrak eman nahi dizkiogu laginetak egiten laguntzeagatik. Lan hau Euskal Herriko Unibertsitateak (UPV/EHU) finantziatua izan da, ikertzaileak prestatzeko kontratazio deialdiko diruaren bidez (PIF20/27).