Azken mohikanoen zurrunbiloa: gutxi izatearen arriskuak

Estibaliz Diaz Silvestre*

Homogeneizaziorantz jotzen duen mundu honetan talde txikien egoera ez da erraza. Mundua aberastasunez hornitzen duten paisaje, espezie eta etnia minoritario asko galtzen ari gara. Izan ere, edozein populazio murriztuz doan heinean, desagerpenerantz bultzatzen duen zurrunbiloan harrapatuta geratzen da, azken mohikanoaren gisara. Hortik ateratzeko laguntza behar dute. Horri buruzko ikerketak ugaritu ahala, gero eta irudi kezkagarriagoa lortzen dugu: populazio txikien biziraupena baldintzatzen duten faktoreak gero eta gehiago ageri dira eta, ondorioz, konturatzen gara populazioak salbatzekotan, uste baino askoz ale gehiago eta askoz azalera handiagoko lurraldeak kontserbatu behar ditugula.

Gizakiak, ingurunea aldatzeko ahalmen izugarria duelarik, mundu osoa kolonizatu du bizidun askoren habitata eraldatuz eta baliabide asko gainustiatuz. Horren ondorioz, populazio asko murriztu da iraungipenera bultzatuko dituen arazo-multzoa sortuz.
Populazio txikiek desagertzeko joera dute eta horretan hainbat faktorek eragin zuzena dute. Ondokoak aipa daitezke horien artean:

Ondorengoen konbinazio posibleak	Konbinazioen probabilitateak	Ondorengoen gurutzatze posibleak	Ondorioa
♀♀♀♀♀♀	1/64	0	Suntsipena
♀♀♀♀♀♂	6/64	1	Murrizketa
♀♀♀♀♂♂	15/64	2	Mantendu
♀♀♀♂♂♂	20/64	3	Igoera
♀♀♂♂♂♂	15/64	2	Mantendu
♀♂♂♂♂♂	6/64	1	Murrizketa
♂♂♂♂♂♂	1/64	0	Suntsipena

1. taula. Estokastizitate demografikoaren eragina bi bikotez osaturiko txori-populazioan.

• Aldakortasun demografikoa

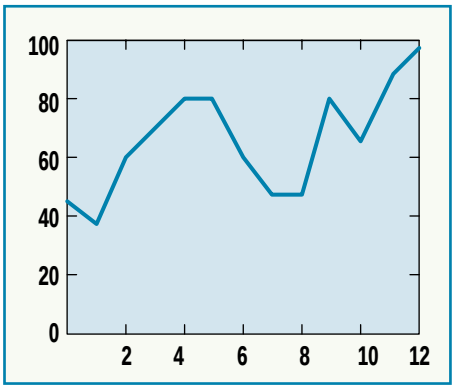
Populazio txikiak zoriaren menpe bizi dira beti, iraungipenaren mugan. Espezie askotan koantifika daiteke batezbesteko kume-kopurua, batezbesteko heriotza-tasa edo jaioberrietan ematen den ar eta emeen arteko proportzioa. Populazioaren neurria handia bada, kalkulu horiek nahikoa zehatzak izan daitezke. Populazio txikietan, ordea, sekulako eragina du zoriak. Adibidez, espezie gehienetan jaioberrien erdiak arrak dira eta beste erdiak, noski, emeak. Baina ez dute eme baten kumeen erdiak arrak eta beste erdiak emeak derrigorrez izan behar. Horrela, populazioa oso txikia bada, zori hutsez gerta daiteke jaioberri gutxi izatea, sexu-banaketa asko desbideratzea edota une jakin batean ale asko hiltzea. Populazio handietan ez bezala, txikietan iraungipena beti hurbil dago eta edozein arrazoi dela medio kopurua zerora jaisten bada, populazioa ezin izango da errekuperatu.
Zoriak eragiten dituen fluktuazio hauei estokastizitate demografiko deritze. Demagun bi bikotez osatutako txori-populazioa dugula eta batezbesteko kume-kopurua 3koa dela. Populazioak gora egin beharko luke; hala ere, hurrengo belaunaldian populazioa emendatzeko probabilitatea 20/64-koa da, 30/64 mantentzekoa, 12/64 jaistekoa eta 2/64 desagertzekoa (ikus 1. taula).

• Arazo genetikoak

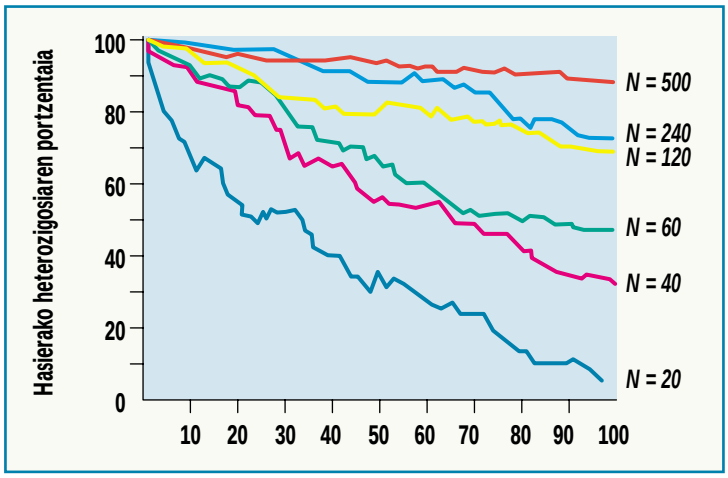
Arestian esan bezala, aldakortasun demografikoa arazo larria da populazio txikietan, baina ez bakarra. Horrez gain, izan ere, populazio txikiek arazo genetiko handiak izaten dituzte. Bizidunon informazio genetikoa gene izeneko unitateetan zatituta dago eta gene bakoitzak kromosoman duen kokapenari *locus* deritzo. *Locus* bakoitzean gene forma desberdinak egon daitezke, *aleloak*, alegia. Populazioan dagoen dibertsitate genetikoa (hau da, alelo-dibertsitatea) oso garrantzitsua

Belaunaldia	Zoriz aukeratutako zenbakiak	Zoriz aukeratutako zenbakiak geneetan bihurtzeko erregela	Dagozkien geneak	A genearen portzentaiak (%)
0	-------	-------	-------	50
1	5836235972	0,1,2,3,4 = A; 5,6,7,8,9 = a	aaAaAAaaaA	40
2	0077803391	0,1,2,3 = A; 4,5,6,7,8,9 = a	AAaaaAAAaA	60
3	0006321861	0,1,2,3,4,5 = A; 6,7,8,9 = a	AAAaAAAaaA	70
4	6656266783	0,1,2,3,4,5,6 = A; 7,8,9 = a	AAAAAAAaaA	80
5	5347912192	0,1,2,3,4,5,6,7 = A; 8,9 = a	AAAAaAAAaA	80
6	8682097279	0,1,2,3,4,5,6,7 = A; 8,9 = a	aAaAAaAAAa	60
7	7589902910	0,1,2,3,4,5 = A; 6,7,8,9 = a	aAaaaAAaAA	50
8	8730943069	0,1,2,3,4 = A; 5,6,7,8,9 = a	aaAAaAAAaa	50
9	4934723241	0,1,2,3,4 = A; 5,6,7,8,9 = a	AaAAaAAAAA	80
10	8249002458	0,1,2,3,4,5,6,7 = A; 8,9 = a	aAAaAAAAAa	70
11	6546512836	0,1,2,3,4,5,6 = A; 7,8,9 = a	AAAAAAAaAA	90
12	1876043881	0,1,2,3,4,5,6,7,8 = A; 9 = a	AAAAAAAAAA	100

2. taula. Zoriz aukeratutako zenbakien bidez, *jito genetiko*aren simulazioa.



1. irudia. A eta a geneek hasieran maiztasun bera eduki arren, zoriak A genea fixatzea eragin du.



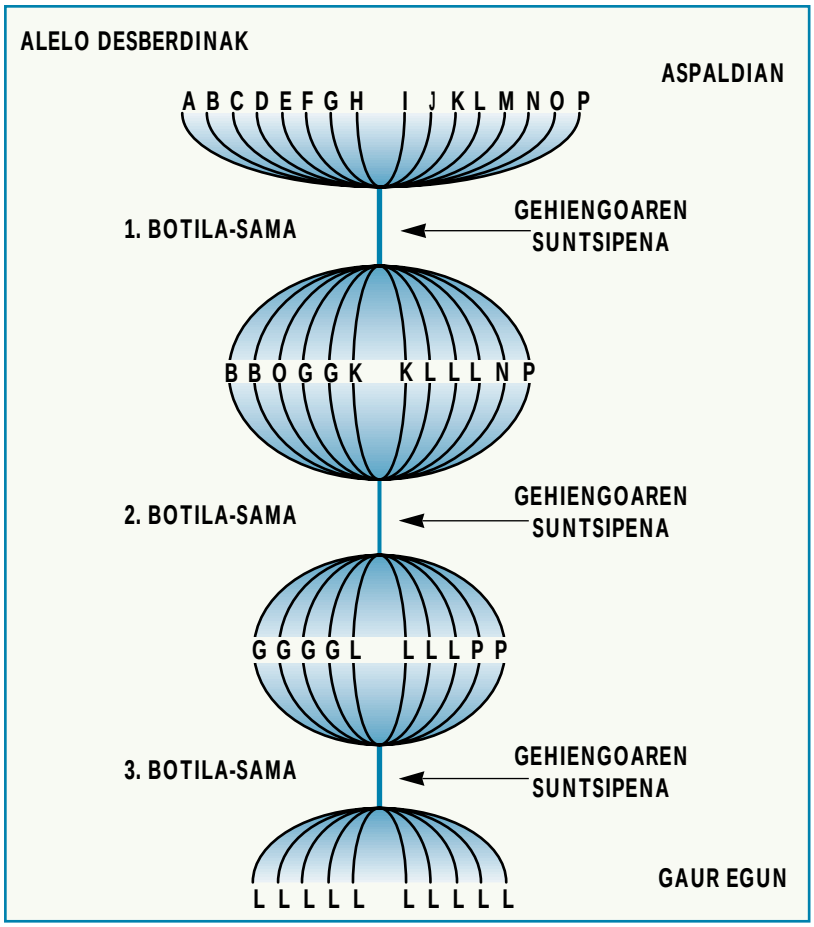
3. irudia. Heterozigosiaren galera tamaina desberdineko populazioetan[11].

da, ingurunearen aldaketetara moldatzeko gaitasuna ematen baitu.

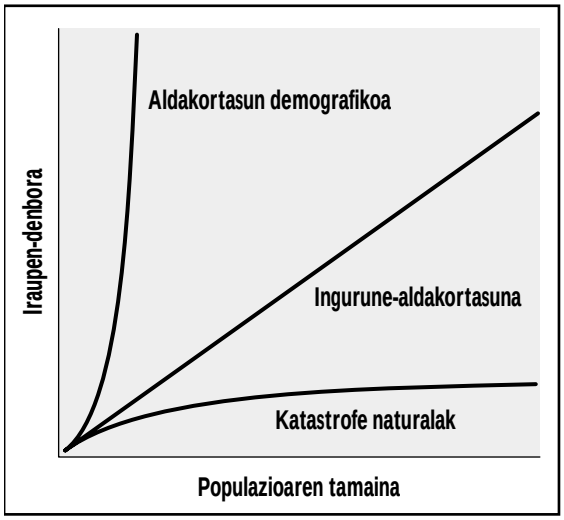
Indibiduoak ugaltzeko gurutzatzen direnean, beren geneak zoriz nahasten dira eta ondorioz, ondorengo belaunaldietan konbinazio genetiko berriak agertzen dira. Populazio txikietan alelo bat urria bada, zori hutsez aise desager daiteke eta, beraz, dibertsitate genetikoa murriztu. Zoriz gerta daitekeen gene-multzoaren aldaketari *jito genetikoa* deritzo (2. taula, 1. irudia). Bere eragina are nabarmenagoa da populazio txikietan eta, batez ere, une jakin batean populazio hori ale-kopuru minimotik (botila-sama batetik) igaro bada. Adibidez, Tantzaniako Ngorongo kraterrean 60-75 lehoi bizi ziren 1962. urtean bizkarroiak ugaritu eta lehoi asko hil ziren arte. Dibertsitate genetikoa asko murriztu zen orduan eta 1964. urtean ale berri batzuk sartu ziren arren, gaur egun oraindik dibertsitate genetikoa oso baxua da eta esperman anormaltasun ugari agertzen da[11] (2. irudia).

Populazio txikietan dibertsitate genetikoa beste bide batetik ere gal daiteke: odolkideen arteko gurutzatzeak oso ugariak direnez, gene batean alelo berdina agertzeko probabilitatea igo egiten da eta horrek heterozigosiaren galera dakar. Lacy-ren arabera[6], bostehun aleko populazioek ehun belaunaldiren buruan bere jatorrizko dibertsitatearen % 90 mantendu egiten dute; hogei aleko populazioek, berriz, % 5 besterik ez (ikus 3. irudia).

Aldakortasunaren galera mutazio eta inmigrazioaren bidez oreka daiteke, baina naturan ematen diren mutazio-tasa baxuekin errekuperatzea ez da erraza: beste talde bateko aleekin gurutzatzeak, berriz, izugarri emenda dezake aldakortasun genetikoa.



2. irudia. Botila-sama errepikatuek eragiten duten espezie-dibertsitatearen gaineko efektu genetikoaren eskema. Hiru botila-samatik igaro ondoren, alelo-aldakortasunaren galera ikusten da.



4. irudia. Populazio-tamainaren eta iraupen-denboraren arteko erlazioa aldakortasun-mota desberdinen menpe dago [13].

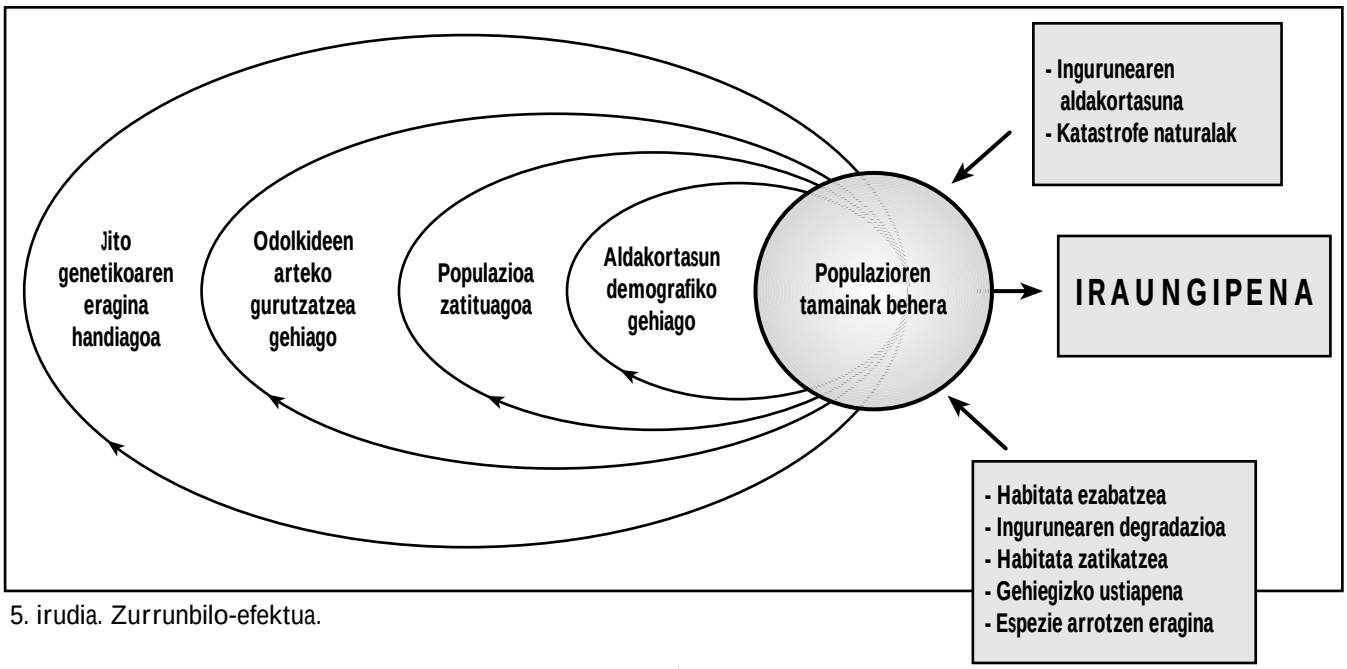
- ***Ingurunearen aldaketak eta katastrofe naturalak***

Ingurunean gertatzen diren aldaketek ere eragiten dute populazioaren tamainan. Harraparien biziraupena beraien ehizakien menpe dago, hauek bazkaren menpe daude eta bazka ingurune fisikoaren araberakoa da. Beraz, ingurunearen zorizko aldaketek populazioaren biziraupena baldintzatzen dute; esandakoaren muturreko adierazpena populazio osoa bat-batean suntsitzeko gai diren katastrofe naturalak dira. Ingurunearen zorizko aldaketei ingurune-estokastizitate deritzo. Ingurune-aldaketek neurri guztietako populazioetan dute eragina, baina, jakina, populazio horren neurriak zerikusi handia du. Adibidez, bostehun aleko populazioan tximista batek ale bat hiltzen duenean, populazioaren berezko dinamika ez da nabarmenki aldatzen; populazio hori hamar indibiduoz soilik osatuta baldin badago, ordea, eragina askoz bortitzagoa da. Demografiak baino eragin zuzenagoa du estokastizitate-mota honek populazioaren bideragarritasunean (ikus 4. irudia).

Esandakotik ondoriozta daitekeenez, populazioa zenbat eta txikiagoa izan, ingurune- eta demografia-aldakortasunaren eta arazo genetikoen eragina handiagoa izango da, ondorioz, suntsitzeko arriskua areagotu egingo da. Fenomeno horri Zurrunbilo Efektu deritzo[4]. Honenbestez, habitata gutxiagotzean populazioa murrizten denean, aldakortasun demografikoaren eragina handiagoa izango da, tamaina jaitsiaraziz; halaber, jito genetikoaren eragina areagotu egingo da eta behin zurrunbilo horretan sartuz gero, populazioaren iraungipena ia segurutzat eman daiteke (ikus 5. irudia).

Populazioaren egoeraren analisia

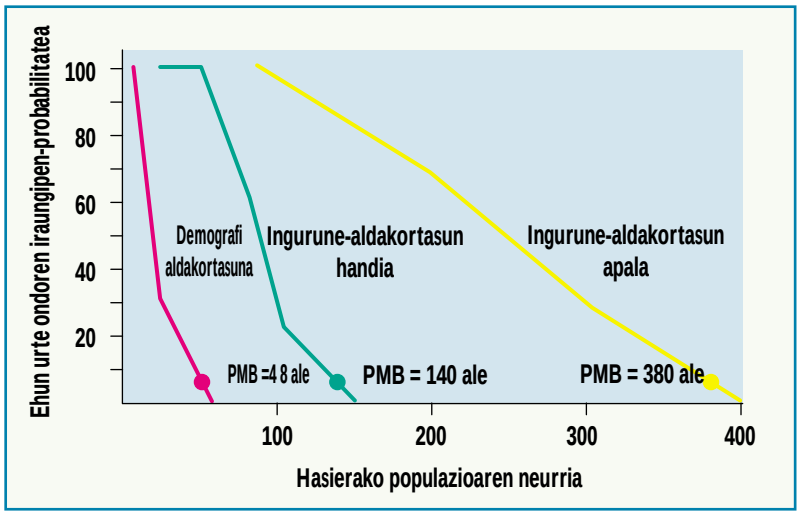
Ingurunearen aldakortasuna, populazioaren aldakortasun demografikoa eta dibertsitate genetikoa ezagutzen baditugu, kalkulatu dezakegu zein den arriskurik gabe iraun dezakeen populaziorik txikiena edo zenbateraino den bideragarri neurri jakin bateko populazio bat. Lehenengoari Populazio Minimo Bideragarria (PMB) deritzogu eta bigarrenari Populazioaren Bideragarritasun Analisia (PBA). Shafer-ek horrelaxe definitu zuen PMBa: estokastizitate demografikoa, ingurunearena, genetikoa eta katastrofe naturalak kontuan harturik, 100 urtetan irauteko % 99ko probabilitatea duen populazio isolaturik txikiena[3]. Horretarako, noski, informazio ugari behar dugu (fisiologia, etologia, genetika, banaketa, autoekologia, ingurunearen eta populazioaren dinamikari buruzkoa, eta abar) eta askotan, datu horietako gehienak ezezagunak dira. Adibidez, Lande-k 1.000 ornodun-ale preserbatzea



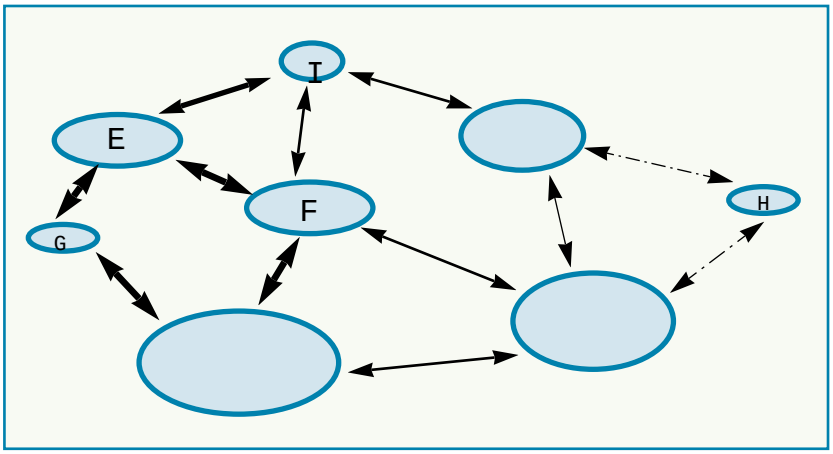
5. irudia. Zurrunbilo-efektua.

Kategoria	Mace & Lande[8]	Mace[9]
Egoera kritikoan	> % 50 5 urte edo 2 belaunalditan	> % 50 5 urte edo 2 belaunalditan
Arriskupekoak	> % 20 20 urte edo 10 belaunalditan	> % 20 20 urte edo 5 belaunalditan
Zaurgarriak	> % 10 100 urte	> % 10 50 urte edo 10 belaunalditan

3. taula. Iraungipen-arriskuaren araberako espezieen egoeraren sailkapena.



6. irudia. Aldakortasun desberdinen aurreko PMBak Shaferren definizioaren arabera *Astrocaryum mexicanum* landarean[11].



7. irudia. Metapopulazioaren dinamika. Geziek populazioen arteko fluxua adierazten dute. Korridoreen bidez lotutako populazioa zenbat eta hurbilago eduki eta zenbat eta handiagoa izan tamaina, birkolonizazioa errazagoa da. Horregatik, G eta H desagertuz gero, G inmigrazioen bidez birkoloniza liteke; H eta beste populazioen artean korridorerik ez dagoenez, ordea, desagertuko litzateke eta I-rengandik hurbilen dagoen populazioa G baino txikiagoa denez, arazo gehiago izango ditu ez suntsitzeko.

proposatu zuen; ornogabeei dagokienez, populazioak aldakorragoak direla eta, 10.000 ale jo zituen beharrezko[7]. Baina milaka aleko populazioa mantentzea ez da erraza, batez ere ornodun handien kasuan, hauen Azalera Minimoaren Eskaria (AME) oso handia baita. Belovsky-ren estimazioaren arabera, ugaztun handiek 100.000 eta 1.000.000 km^2-ko erreserbak beharko lituzkete mende batean % 95eko probabilitateaz irauteko[13]. Kontuan hartzen badugu munduan zehar dauden erreserben azalera 4.846.300 km^2-koa dela, espezieen dibertsitatea babesteak lur-eremu babestuak hedatzea eskatzen du ezinbestez.

PBA indizea IUCNk argitaratutako espezieen kontserbazio-egoeraren liburu gorrian sailkatzeko irizpidetzat ere erabil daiteke[14]. PBAren emaitzen arabera, hiru kategoria dituen sailkapena proposatu da: espezie zaurgarriak, arriskuan dauden espezieak eta egoera kritikoan daudenak (ikus 3. taula). Arazoa zera da, espezie guztiak ez ditugula maila berean ezagutzen eta parametroen koantifikazioan zehaztasun handia behar dela. Aipatu diren fenomeno estokastikoek iraungipen-arriskuan duten eragina aztertzeko ordenadore-bidezko simulazio-ereduak egiten dira, PMBaren neurria ematen dutenak (ikus 6. irudia).

Orain arte eraikitako ereduak isolaturik dauden populazioetarako erabili dira. Baina naturan, populazioak metapopulazio deritzon mosaikoa osatuz banatuta daude. Lehen aipatu bezala, hauen arteko migrazioak, aldakortasun genetikoa emendatzeaz gain, beste modu batzuetan ere jokatzen du populazioaren bideragarritasunean: leku batetik bestera baldintzak aldatzen direnez, guztiek ez dute katastrofe edo ingurunearen aldaketaren bat pairatuko eta, beraz, populazio bat desagertu arren, beste

batek birkoloniza dezake honek utzitako lurraldea, horrela metapopulazioaren iraupena ahalbidetzen delarik. Horregatik, populazioen arteko elkarrekintzak kontuan hartzen dituen eredua eraikitzea komenigarria litzateke (7. irudia).

Esandakoaren adibide adierazgarria da Mendi Harritsuetako hartz arrearena. Shafer-ek 1983an egindako kalkuluen arabera, PMBa 50 alekoa da[12] eta Bolger-en ustez, berriz, 220koa[2]. Kopuru horrek eskatzen duen AMEa EEBBetako erreserbarik handiena baino handiagoa litzateke. Pirinioetan sei hartz soilik geratzen badira, irauteko duten probabilitatea 20 urtetik beherakoa litzateke Shafer-en eredua erabiliz[1] (ikus 4. taula). Pirinioetako hartzek etorkizunean irauterik ez dutela ikusita, beraz, hartzen kudeaketa metapopulazioaren mailan egin beharko litzateke, eremu horretatik kanpo dauden populazioak ere kontuan hartuz. Modu horretan, kanpotik ekarritako hartzak sartuz, Pirinioetako hartzen bideragarritasuna handiagoa izango litzateke. Bestalde, otsoen populazioak gora egin duela uste den arren, Iberiar penintsulan bere etorkizuna nahikoa zalantzazkoa da, gaur egun 500 ale besterik ez dagoelako, hots, Landek proposatutako 1.000 aleko kopuruaren erdia.

Populazioaren kopurua	100 urtez irauteko probabilitatea (%)	Iraupen probableena (urteetan)
10	6	19
20	36	44
30	74	69
40	94	79
50	98	114

4. taula. Shafer-en ereduaren arabera, hartz-populazioek irauteko duten probabilitatea beren tamainaren arabera[1].

Etorkizunari begira

Azken urte hauetan PBA, PMB eta AME kalkulatzeko egin diren saioek irudi kezkagarria agertarazi digute. Populazio asko ez dira epe luzean bideragarriak izango, uste genuen baino ale gehiago behar baitira beren iraupena ziurtatzeko eta beharko liratekeen babes-eremuak gaur egun dutenak baino askoz zabalagoak baitira. Baina ez dago itxaropenik gabeko kasurik, itxaropen gutxiko jendea eta kasu garestiak baizik[13]. Esandakoaren haritik, bi arazo zuzendu behar direla ikusten da: erreserba zabalagoen eta populazio handiagoen beharra; horrela eginez gero, espezieen kontserbazioan lan egiteko oinarriak finkatuta edukiko genituzke. Horren ondoren, kasuan kasuko lana egin beharko litzateke; espezie bakoitzaren kasuan kontserbazioak eskatzen dituen neurri eta plangintzetan sar gintezke eta ekimen horien bidez, noski, azken mohikanoaren zurrunbilotik ihes egiten lagundu.

* CAF-Elhuyar sarietan lehen saria

BIBLIOGRAFIA

1. **AIHARTZA, J.R.** 1993. Espezie enblematikoen kontserbazioa: hartz arrea Pirinioetan. *Naturaren Kontserbazioa. Nora Goaz?* 1:87-110. UEU
2. **BOLGER, D.T., BIEHL, C.C., SORICE, M. & GILPIN, M.** 1987. Estimating effective population for the Yellowstone grizzly bear population: effects of non Poison family size distribution and breeding sex ratio. Inf F. Singer (ed.). *Conference of Science In the National Parks.* 2:3-16. The George Wright Society and the U.S. Nationar Park Service.
3. **ELOSEGI, A.** 1993. Erreserben teoria eta kontserbazioaren praktika. *Naturaren Kontserbazioa. Nora Goaz?* 1:1-14, UEU
4. **GILPIN, M.E. & SOULE, M.E.** 1986. Minimun Viable Populations: Processes of species extinction. In. M.E. Soulé (ed) Conservation Biology: the science of Scarcity and Diversity. Sinauer.
5. **JUGO, B.** 1993. Populazio erliktikoen arazo genetikoak. *Naturaren Kontserbazioan Nora Goaz?* 1:69-82. UEU
6. **LACY, R.C.** 1987. Loss of genetic diversity from managed populations: interacting effects of drift, mutation, immigration, selection and population subdivision. *Conservation Biology*, 1:143-158.
7. **LANDE, R.** 1988. Genetics and demography in biological conservation. Science, 241:1455-1460
8. **MACE, G.M. & R. LANDE.** 1991. Assessing extinction threats: toward a reevaluation of IUCN threatened species categories. *Conservation Biology*, 5:148-157.
9. **MACE, G., COLLAR, N., COOKE, J., GASTON, K., GINSBERG, J., LEADER WILLIAMS, N., MAUNDER, M. & E.J. MILNER-GULLAND.** 1992. The development of new criteria for listing species on the IUCN red list. *Species*, 00:16-22
10. **MENGES, E.S.** 1992. Stochastic modelling of extinction in plant populations. In P.L. Fiedler an S.K. Jain (eds). *Conservation Biology: The theory and Practice of Natural Conservation, Preservation and Management*. Chapman and Hall.
11. **PRIMACK, R.B.** 1993. *Essentials of Conservation Biology*. Sinauer.
12. **SHAFFER, M.** 1983. Determining minimun viable population sizes for the grizzly bear. *International Conference on Bear Research and Management*, 5:133-139
13. **SOULE, M.E.** 1987. *Viable Populations for Conservation*. CUP.
14. **TAYLOR, B.L.** 1995. The Reliabilty of Using Population Viability Analysis for Risk Classification of Species. *Conservation Biology*, 9:551-558