

EUSKAL HERRIKO LANDAREEN IRAKASKUNTZA

Iñigo Mendiola, Iñaki Aizpuru

IÑAKI AIZPURU, Biologian lizentziatua da, Gipuzkoako Foru Aldundiko Natura Zaintza Zerbitzuko Teknikaria eta Arantzadi Natur Zientzi Elkarteko Botanika saileko Lehendakaria Bere argitalpen eta lanen artean badu "Euskalerriko zuhaitz eta zuhaisken gidaliburua"; orain lan talde batean partaide delarik "Euskalerriko flora" ari da egiten.

Garai honetan landaretzaz edo faunaz mintzatzeak irudi du joan diren mendeetako gauzetaz ari garela. Baina zoritxarrez gure herri honetan, estatu osoan bezala, mota honetako ikerketak oso berandu hasi dira egiten gainerako europar lurraldeekin konparaturik.

Hobe da berandu inoiz baino, bereziki honelako lanak ezinbestekoak ditugarik zeren edozein lan biologiko ezinezkoak baitira aldeaz aurretik naturaren oinarritzko elementuak, hau da, landare eta animaliak, flora eta fauna, alegia, ezagutzen ez badira.

Eskola mailan taxonomia behar den bezala adierazten bada, balio aunitzeko gaia bihurtzen zaigu ikaslegoan aktitude desberdin eta aberasgarri batzuk finkatzeko; haien artean bioaniztasunaren ezagutza eta harekiko errespetua eta ikerbide nahiz naturaren antolamenduan sakontzea.

Hitzaldi honetan Iñaki Aizpuruk taxonomiaren historian sartuko gaitu, alor honetan eman diren aldaketak nabarmenduz. Jarralan zientzi desberdinek taxonomian egindako gehikuntzak aztertuko ditu, haietatik lortzen den informazioa eta balio taxonomikoa aztertuz eta gaur egun taxonomi lanek duten lekua eta garrantzia adieraziz.

Azkenik Euskalerriko landareei buruzko ikasketen historia eta egungo ikerketak aztertu eta haien ikuspegiak eskainiko dizkigu.

Juan José EKISOAIN

LABURPENA

Landareei buruzko ikasketak, gizakiaren sorreran eza-guera arrunt batetik hasiaz, bilakaera sakon bat jasan dute mendeetan zehar, egun etengabe jarraitzen dena hain zuzen.

Ba da hala ere bide horretan eten ez den ari bat, historia horren zirriborro bat egiteko balioko diguna, taxonomia. Ikasgai honek bere barnean aintzinako saiakerak gaurkoazterlan sakonenekin lotzeko ahalmena du, denak edaten bai dute iturri horretatik eta, ordaintan, denak erabiltzen bai ditu aberasteko.

Era honetan, taxonomiaren historian izan diren eraldaketa aipagamenak irazkinduko ditugu, aldaketa horien zutarrak izan diren egileak aipatuz (Teophrasto, Dioscorides, Caesalpino, Bauhin, Tournefort, Linneo, de Candolle, Darwin,...), egungo taxonomiara iritsi arte.

Hemen, egun lantzen den taxonomiaren barruan korronte nagusienak azalduko ditugu, batez ere, metodo genetikoak (taxometrikoak) eta filogenetikoak (kladistikoak).

Hurrengo atalean, zientzi desberdinak taxonomiari egiten dizkien aportazioak aztertuko ditugu. Morfologiak, kimikak, ugalketarako estrategiak, kromosomak edo geografiak eta ekologiak lortzen duten informazioak zer nolako balioa eta erabilera duten taxonomian.

Beste atal batean, taxonomiaren lanabesak zeintzu diren eta praktikan nola erabiltzen diren azaltzen saiatuko gara, egungo gizartean zer leku duen erakustera pasatzeko.

Azkenik, Euskal Herrian landareen ikasketek izan duten historiaren laburpen bat egingo dugu, histori orokorrean kokatuz. Gero, gaur egun ikasketa horiek zertan diren azaltzen

saiatuko gara, etorkizunerako dauden asmoak eta proposamenak aurkeztuz.

SARRERA

Landareen zientzia, botanika edo 'Scientia amabilis', hasiera hasieratik deskribapenari lotuta azaltzen zaigu eta, neurri horretan, gure inguruan ditugun izaki bizi horiek deskribatzen, sailkatzen eta, azken finean, ezagutzen dihardu.

Ardatz honen inguruan, aplikazio zuzena duten hainbat ikasgai lantzen diran, landareak gizakiarentzat beharrezko lehengai hartuz: agronomia, basogintza, medikuntza zati haundi batean, etab., ezaguera honetan oinarritzen dira.

Hala ere, eta bere aplikazioak ahanzi ez arren, landareen zientzi deskriptiboak egun duen egoera azaltzen saiatuko gara, Euskal Herrian ezaguera horretan zein lan egin diren azalduz eta gai hauek irakasteko garaian zein aukera ditugun erakutsiz.

1. TAXONOMIA

Botanikan, Biologian orokorki gertatzen den bezala, ba da oinarritzkoa izaki, ahalegin zientifiko guztiek bere baitan bildu dezaken zientzia, taxonomia hain zuzen.

Organismoetan ageri den aldakortasuna ikertzean, bere arrazoiak eta ondorioak aztertuz, lorturiko datu horien lanketaren bidez sailkapen sistema bat lortzera doa taxonomia.

Gizarte zientifikoa duen garrantzia, joan den mendean puntakoa izatetik, egun bazterreratua geratzera iritsi da, genetika, elektro mikroskopioa edo biologia molekularra bezalako zientziak gorpuzten eta lekua irabazten joan diren eran.

Dena den, zientzi berri guzti hauen oinarrian daukagu taxonomia eta ezinbestekoa gertatzen da gai horiek erabat ulertzeko; azkenean gainera, zientzi berri hauen lorpenak informazio sistematizazio bihurtzen dira taxonomiarentzat, sailkapenak hobetzeko eta osatzeko erabiltzen dituen heinean. Ezaugarri bikoitz hau da, itxuraz kontraesana izan arren, taxonomiaren oinarritzkoen ezaugarrietako bat, biologi zientzi guztien hasieran eta bukaeran egotea hain zuzen.

Beraz, sailkapenaren beharra kontutan hartzen badugu, taxonomiak etorkizun zabal bat eduki dezake zein biologi ikerketa garrantzitsuenetan non janari ekoizpenean hala natura zaintzan. Munduan zehar ditugun espezie desberdinen multzoa agertzea nahikoa dugu sailkapenaren arazo larria agertzeko. Munduan zehar, espezie mailan ditugu:

Azidun landareak	240.000
Pteridofitoak	12.000
Briofitoak	23.000
Alga eukariotak	17.000
Onddoak	120.000
Likenak	16.500
Alga urdinak	500
Bakteriak	3.000
Protozoak	30.000
Animali ez-kordatuak	1.000.000
Animali kordatuak	50.000
Denera	1.512.000

Honetaz gain, loredun landareetan bakarrik, urtero 2.000 espezie berri deskribatzen dira. Beraz, ezinezkoa gertatzen da edozein botanikoarentzat guzti hauen zati txiki bat besterik ezagutzea.

Guztiz ezaguna da, halako kopuru haundi batean ordena jartzeko sailkapen mailakotua edo hierarkikoa erabiltzen dela. Landareetan, ba dago *Nomenklatura Botanikorako Nazioarteko Kodea*, zeinek beste gaien artean onartzen diren maila horiek definitzen dituena; hauek, ezartzen zaien atzizki baten bidez ezagutzen dira maila altuenetan, era honetan:

Maila	Atzizkia	Adibidea
ERRESUMA		Plantae
Suberresuma	- bionta	Embryobionta
DIBISIOA (Phylum)	- phyta	Tracheophyta
Subdibisioa	- phytina	Spermatophytina
KLASEA	- opsida	Angiospermopsida
Subklasea	- idae	Dicotyledonidae
ORDENA	- ales	Rosales
Subordena	- ineae	Rosineae
FAMILIA	- aceae	Rosaceae
Subfamilia	- oideae	Rosoideae
Tribua	- eae	Roseae
GENEROA		Rosa
Subgeneroa		Rosa
Sekzioa		Caninae
Subsekzioa		Caninae
ESPEZIEA		canina
Subespeziea		
Barietatea		lutetiana
Forma		lasiostylis

Maila hauetako talde bakoitzari taxoi izena dagokio; hala ere, maila bakoitza osatzen duten organismo multzoa edo organismo hauetako bakoitza izendatzeko ere erabili ohi da.

Sailkaketarako gero eta ezaugarri gehiago erabiltzen dira, etenik eta amaierarik ez duen prozesu batean. Hau ere nolabait sistematizatzeo, taxonomia maila desberdinak izendatzen dira era honetan:

Hasierakoa edo Alpha-taxonomia, landa esplorazioa eta laginketaren ondoren, kanpo morfologiaren ezaugarriak sistematikoki azterketan oinarrituz ezagutarazten dena.

Bukaerakoa edo Omega-taxonomia, baliozkoak izan daitezken ezaugarri guztiak bildu ondoren sortuko litzaken sistema hobezina. Hau noski sekulan iritsiko ez den egoera dugu baino horretara zuzendua doa sistematikako lan guztia.

Zentzu honetan, sailkapen lana burutzeko azterketa genetikoak eta zitologikoak erabiltzen direnean Beta-taxonomia izango dugu. Egund taxonomia maila hau gehien ezagutzen diren landare talde batzutan bakarrik aplikatzen da baino beste gehienetan, kriptogamoak edo landare tropikalak esate baterako, Alpha-taxonomia mailan diraute.

2. BEGIRADA HISTORIKOA

Denboran atzera begiratzen denean, ba dira taxonomiaren historian aro desberdinen hasiera mugatzen duten gertaizunak; Linneo-ren *Species Plantarum-en* argitarapena (1753), Darwin-en *Origin of Species by Means of Natural*

Selection (1859), Mendeliar Genetikaren birraurrikuntza (1900) edo taxonomi numerikoaren bilakaera (1957) mugari gertatzen dira, egungo taxonomiaren bilakaeran, nahiz eta jakina, historia ez linearra eta abiapuntu desberdinekoa izan.

2.1. Fasea. Aintzinako Sailkapenak

Lehen gizakiak, erabiltzen zituzten landareak eta beraien propietateak elkarri adierazteko izendatu egin zituzten landare desberdinak. Euskaldunen artean ere hainbat izen dauzkagu, batez ere ikusgarrientzat (zuhaitzak, zuhaiskak), aziendarantzako bakza direnak, sendagai bezala erabiltzen direnak edo soro eta baratzetan berekasa ugartzen diren belar gaiztoentzat. Hemen beste gizarteetan bezala, gizakiarentzat adierazgarritasunen bat zutenak izendatu izan ohi dira. Esan beharrik ez dago, herritar erabilerarako balio duela sailkapen honek bainan ez inola sistematikoki zabaltzeko.

Era logiko eta iraunkor batean sailkapenetaz lehendabizi idatzi zuena Teofrasto dugu, K.A.-ko IV-III mendean: Platon eta Aristotelesen ikaslea izana, Atenasko Lizeoko buru izatera iritsi zen. Teofrasto 480 taxoi inguru sailkatu zituen, morfologi ezaugarri agerianak erabiliz lehendabizi (zuhaitzak, zuhaiskak, muluak, belarkarak) mailaka izkutuenerara pasatuz, hala nola, obuldegi inferoa ala superoa, petalo aske edo soldatuak, bistako barne anatomia, fruitu motak eta antzekoak. Bere *Historia Plantarum-en* landareei eman zizkien izen batzuek gero Linneok jaso zituen eta egun oraindik esanahi berekin erabiltzen dira.

Dioscorides berriz lehen mendekoa dugu eta idatzi zuen *Materia Medica-n* 600 taxoi inguru azaltzen dira, bakoitza bere senda propietate eta erabiltzeko moduarekin. Sailkapena ez da Teofrastorena bezain argia bainan milurteko bat ingururen zehar lanerako lehen liburu izan zen eta hamaseigarren menderate ez zen erabat gaudititu. Lehen herbolarioa dugu hau.

2.2. Fasea. Herbolaria

Erdi Aroan, idatzi berriak oso urriak izan ziren eta gehienak, gainera, aintzinako Grekoen lanetan oinarritzen ziran ia osorik. Errenazimendu garaian berriz imprimategiaren asmatketak egin zuen posible liburuaren ugartzea; botanikan herbolariak izan ziren nagusi eta hauek, landareen praktikotasuna lantzen zuten, gizakiarentzat balioa zuten neurrian, batez ere elikadurarako eta sendabelar moduko erabilerak aztertuz. Fuchs 1542an, Mattioli 1544ean, L'Ecluse 1601ean, beste askoren artean utzi dizkigute bereaien lanak. Hauetako batzuetan sailkapen naturalaren aztarnak somatzen dira bainan ez zen hau bere helburua eta mitoak eta sineskeria ugari tartekatzen dute. Ahalguztidunak emaniko dohaiak bai ziren landareak eta gizakiari beraien propietateak aurkitu eta erabiltzea besterik ez bai zitzaion atxikitzen.

Aipatzekoa da azken urte hauetan garai hartako egileen antzekoak izan duten gorakada, janari edo sendagai naturalak bilatzen diren neurrian.

2.3. Fasea. Lehen taxonomoa

Hamazazpigarren menderako bidean, zientzilari batzuren ikasgai bihurtu ziren landareak, janari edo sendabelar balioez aparte izan ditzaketen berezko interesa landuz, eta beraien liburuak aurrerada aipagarri bat markatzen dute landareen sailkapeneruntz. Caesalpino italiarra ezagutzen da lehen taxonomoa bezala; Bere *De Plantis* (1583) izeneko lanean 1500 espezie inguru sailkatu zituen, funtzionamendurako garrantzia zuten ezaugarrietaz baliatuz.

Mende horretakoak dira Bauhin anaiak ere; hauen lan ezagunena *Pinax Theatri Botanici* (1623) dugu eta bertan,

orduan ezagutzen ziren ia 6000 espezie bildu zituzten, ordu-rato egileak eman zizkien sinonimoak erantsiz. Era honetan, landareak ezagutzeko ordurarte zegoen nahasketa zuzendu zuten maila haundi batean. Honetzaz gainera generoa eta espeziea taxonomi maila nagusi bezala ezagutarazten eta nomenklatura binarioa, genero izena gehi espezie epiteto bakuna espezieak izendatzerakoan, erabiltzen lehenak izan ziren, Linneoren lanen aintzindari delarik *Pinax* hau.

J.P. de Tournefort frantsesa izan zen generoa egun erabiltzen den maila taxonomiko bezala finkatu zuena, bere *Institutiones Rei Herbariae* (1700), 9000 espezie inguru biltzen ditu, 698 generotan eta 22 kasetan sailkatuz; guztiz artifiziala bazen ere, praktikotasuna zuen berekin eta indarrean izan zen Linneorena azaldu zen bitartean eta geroago ere Frantzia, sistema hau ez bai zen denbora luzean onartu.

Garai honetan espezieen kopurua ugartzen zijoan, maila apalenetako landareak aztertzen zirelako batetik eta munduan zehar egiten ziren bidaietatik jasotzen zirenak bestetik.

2.4. Fasea. Linneo eta bere jarraitzaileak

Linneo dugu egungo taxonomiaren sortzaile, landareetan nahiz animalietan, eta erabiltzen dugun nomenklatura sistema, funtsean berak finkatu zuena da.

Landareak 'Sistema Sexuala' izenarekin ezagutarazi zuenaren bidez antolatu zituen, *Systema Naturae* (1735) lanean, non ezagutzen zituen animalia, landare eta mineral guztiak sailkatu zituen. Landareen taxonomiarako *Genera Plantarum* (1737) eta *Species Plantarum* (1753), edizio ugariekin biak, dira garrantzikoak; bien artean 7.700 inguru espezie 1.105 generotan biltzen dituzte.

Hauetan, generoz genero espezieen deskribaketa esaldi motz baten bidez egiten da, bakoitza izendatzeko epiteto bat edo izen arrunt bat gehitzen delarik; era honetan izendapen binomiala finkatzen du, ordurarte erabiltzen zen polinomialaren partez. Izendatzeko era honek, ordurarte hain korapilatsu zen nomenklatura neurri haundi batean erraztu zuen eta, gainera, sistematizatzeke gai bihurtu zuen.

Linneoren ikasleak eta kideak munduan zehar zabaldu ziren, lurralde desberdinetako landareak deskribatuz eta izena emanaz: Banks, Fabricius, Loeffling, Solander, beste askoren artean izen aipagarriak. Bitartean aipaturiko liburu horien edizio berriak egiten jarraitu zuen Linneok, *Mantissa* (1767), gehigarriekin batera.

Species Plantarum-en laugarren edizioa 1797 eta 1830 arteko urtetan Willdenow-ek argitaratu zuen Berlinen; bere 6 aleetan 16.000 inguru espezie aurkezten dira eta bera dugu azkeneko munduko landareen monografia orokorra.

2.5. Fasea. Linneoren ondorengo sistema naturalak

Linneoren Sistema Sexualak bereala izan zituen jarraitzaile ugari, zuen erraztasuna medio batez ere, hala eta guztiz erabat artifiziala izaki, inkongruentziak laister azaldu ziren eta Linneok berak ere saiakerak egin zituen, 'ordena naturalak' deitzen zituen sail zabalak eratuz, hauek egungo familia mal-larekin bat datoz gehienbat.

Adanson, Jussieu eta Lamarck frantsesak izan ziren, XVIII mendearren bigarren zatian egun ezagutzen diren familiak eratu zituztenak. Lehenengoak idatzitako *Familles des Plantes* (1763) lanak 58 familia jasotzen ditu, egun zentzu berdinekin erabiltzen direnak gehienak. Jussieu-k bere aldetik 100 arte igo zuen zenbaki hori bere *Genera Plantarum-en* (1789), Lamarck berriz ezagunagoa da eboluziotaz jakinarazi

zuen teoriagatik, bainan taxonomo lan handia egin zuen *Encyclopédie Méthodique* (1783-1798) idatziz.

Garai horietan landareen jakintzak bultzada handia somatu zuen; batetik anatomia eta fisiologia ezagutzen aurre-
rapen handia izan zen, gero eta tresna optiko hobek erabiltzen zirelarik, eta bestetik, tropikoak eta hego hemisferiora bidai zientifikoak ugartu ziren, Europako jardinetan askotan hango landareak landatuz eta aztertuz.

Ezagupenen zabaltze honen ondorioz, de Candolle aita semeak, editatu zuten *Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis* (1823-1873) idazlanean mundu guztiko dikotiledoneoak biltzean 58.000 espezie azaltzen dira, 161 familian banatuta.

2.6. Fasea. Darwin-en ondorengo sistema filogenetikoak

Darwin-ek 1859an *Espezieen sorrera hautaketa naturalaren bidez* argitaratu arren, hamarkada batzuek beharrezkoak izan ziren landareen sailkapenak aldatzen hasteko. Mendelen legeen birraurrikuntza 1900-ean eta kromosomen teoria modernoaren bilakaerak ate berriak irekitzen joan ziren, landareek gradualki bilakatu zirela ohartzuz eta, modu honetan, lehen sailkapen filogenetikoak sortuz.

Dena den, sailkapen filogenetikoen eraiketak ba ditu bi arazo praktikan, egun oraindik erabat konpondu ez direnak. Batetik, ia behin ere ez da posible talde taxonomiko batek jasandako bilakaeraren bidea birrerakitzea, zihurtasun osoz behintzat. Bestetik, zailago gertatzen da oraindik etengabe adarkatzen doan bide hori sekuentzia lineal baten bidez aurkezteko metodo on bat aurkitzea, Flora edo antzeko tratamendu sistematizatu batek eskatzen duen eran behintzat.

Era honetako sailkapenak egiten hasi zirenetik, saiakera desberdinak egin dira, primitibo edo gutxien espezializaturik daudenetik gehien bilakatuak edo deribatuetara iristeko pausoak proposatuz eta oraindik ere eztabaidak ugariak dira bide hauetan.

Bestalde, XIX. mendearen bukaerarako landare nagusien bizitza zikloen ezaguera sakona zen, sexuaren eta hibridaketaren garrantzia nahiko ongi baloratzen ziren eta barne anatomia (endomorfitikoa) ere aztertzen zen jadanik. Fosilen azterketak ere datu anitz ematen hasi ziren, batez ere pteridofitoen eta azidun landareen artean.

Lehen sailkapen filogenetikoak Eichler-en *Syllabus der Vorlesungen über Spezielle und Medicinisch-Pharmaceutische botanik* (1883) dugu. Landareak kriptogamo eta fanerogamoetan banatzen ditu, lehenengoak Talofito, Briofito eta Pteridofitoetan eta azkenak Gimnosperma eta Angiospermoetan.

Eichler-en sailkapen hau erabili zuen oinarritzat Engler-ek bere lanetan, batez ere hiru haundienetan: *Die Natürlichen Pflanzenfamilien* (1887-1915, Prantl-ekin batera), landare genero guztien azterketa genero maila arte; *Syllabus der Pflanzenfamilien* (1892), landare guztien berrikuspina famili maila arte; *Das Pflanzenreich* (1900-1953), Engler-ek editatua bere heriotza arte anitz egileek idatzia, Linneo-ren *Species Plantarum-en* gaurkotze lana, amaierarik gabe geratua: aurrikosten ziren hazidun landareen 208 familietatik, 78 besterik ez dira argitaratu nahiz eta 107 ale sendo betetzen dituzte eta famili askorentzat mundu guztirako dagoen azken monografia suertatzen da.

Lehen taxonomo filogenetikoetatik hona, ikerle asko saiatu dira sailkapen desberdinak proposatzen eta lanek aurrera gero eta konbergentzia haundiagoa nabari da egun proposatzen diren modeloetan.

Saiakera eta lan ugari egin dira azken mendean mikro-morfologia, genetika, zitologia, biokimika eta antzeko tresnak erabiliz eta landare fosiletaz dagoen ezaguera aurrerakada handia izan du; prozesu honen ondorioz bezala ba dirudi sailkapen sistemetan aldaketa sakonak emango zirela baina apenas gertatu den halakorik, orokorki behintzat. Ba dirudi erlazio handia dagoela landare taldeak kanporatzen duten fenotipoa eta genotipoaren bilakaeraren artean.

2.7. Fasea. Metodo fenetiko modernoak

Landareen sailkapen filogenetikoak osatzeko zailtasunak nahiz eratu direnetan somatzen den segurtasun faltak, 1950 eta 1960. hamarkadetan metodologia berri baten sorrera ekarri zuten. Disziplina honen hasiera, taxonomia numerikoa edo taxometriaren lehen pausoekin egokitu zen eta bere metodoztat hartu zuen, taxonomia numerikoa eta sailkapen fenetikoak sinonimotzat hartzeraino.

Metodo honen erroa informazio kopuruan dago, zenbat eta ezaugarri homologo gehiago aztertu ordun eta taxoi desberdinen arteko erlazioak hobeto ezagutu ahalko dira; ari horretatik, azterketa baliozkoa izan dadin 60 ezaugarri tratatzea jotzen da gutxiengo bezala eta 80tik 100era (edo gehiago) desiragarria.

Unitate taxonomiko erabilgarriari (OTU) deritzaio, hau da, kasu bakoitzean aztertzen den oinarritzako taxoiari. OTU hauetako bakoitza bereizteko aukeratzen diren ezaugarri edo atributo multzoekin datuen matrize bat eratzen da; adibidez, sailkatzeko 20 OTU ba ditugu eta bakoitzerako 100 ezaugarri aukeratzen ba ditugu, 2000 atributoz osaturiko datuen matrize bat osatuko genuke.

Esan beharrik ez dago informatikak daraman eten gabeko aurrerakada lagungarri ezinhobea gertatzen dela taxonomia numerikoa hedatze garaian. Konputadoreek azkenean OTU-ak ordenatuko dizkigu, binaka hartuaz elkarren artean dituzten antza eta desberdintasunekin klusterrak eratuz.

Kluster hauetan etendura puntuak aukeratuz, sailkapen maila desberdinak eratzeko aukera izango dugu. Arazo larriena, ohizko taxonomian gertatzen den moduan, maila horiek non kokatzen diren erabakitzean datza. Han egiten zen bezala etendura nabariak aukeratuz taxonomi mailak erabili ala matematikoki jarraituz, erregulari zatitu, desberdintasun mailen arabera. Baina horrela jokatzeke, azken ezaugarrietara jo beharko genuke, proteina edo azido nukleikoen sekuentziataraino hain zuzen eta, hau posible izaten denean ere, bizidun talde desberdinetan konparatu daitezkeen ezaugarriak baliozgarritasun desberdina azaltzen dute. Honela konparazioak egiterakoan ezaugarri gutxi batzuetara mugatu beharko gara, baliozgarritasun haundiena azaltzen dutenak.

Adibidez, nola erabaki daiteke bi arraien arteko lotura, bi zuhaitzen baina hestuego ala zabalagoa den; ordena desberdineko arrai espezie batzuekin hibridoak sor daitezke, honek adierazten duenez, ugalketarako hesiei dagokionean loredun landareen ordenak baino gertuago daude, baina alderantziz gertatzen da talde horietako proteinen sekuentziak aztertzerakoan.

Dirudinez, taxonomi numerikoak ez ditu ohizko metodoak erabat baztertuko baina lanabes paregabea gerta daiteke beste metodoek huts egin edo zailtasun haundiak dituztenean. Gainera, dauden sailkapen aztertzeko apartekoa gertatzen da, egitura onak eta txarrak desberdintatuz eta denak duten subjektibitate gradua apalduz.

2.8. Fasea. Egungo metodo filogenetikoak (kladistikoak)

Hennig-ek argitaratu zuen liburuak *Phylogenetic Systematics* (1966) hasiera eman zion sistematiza filogenetiko-

ari, egun kladistika deritzana. Taxonomia alorrean gai gutxi izango dira metodo honek baino eztabaida gehiago piztu dutenik. Kladistikari buruzko literatura dagoeneko handia izaki, bizkor ari da ugartzen, aldeko eta aurkako ugari bai ditu.

Kladistika, datu filogenetikoak objektiboki analizatzeko saiakerak bultzatzen dituzten metodoak dira, taxometriak sailkapen fenetikoekin egiten duen antzera.

Metodo hauek parsimonia printzipioa erabiltzen dute, hau da, egungo egitura fenetikoa argitzerakoan, aukera gehien izango lukeen eboluzio prozesua aldaketa gutxien jasan behar dituen bide hipotetiko motzena izango litzateke.

Hennig-ek talde monofiletikoak, parafiletikoak eta polifiletikoak desberdintzen zituen eta benetako sistema filogenetikoan taxoiak monofiletikoak izan behar zutela erabaki zuen. Taxoi monofiletiko hauek identifikatzeko, kladogramak erazten zituen, ezaugarri primitiboak (piesiomorfoak) eta aurreratutako (apomorfoak) kontutan hartuz Taxoi talde batek ezaugarri piesiomorfo berdinaren multzo bat izateari simpliomorfia deritzaio eta ezaugarri horiek apomorfoak direnean sinapomorfia. Hala ere, simpliomorfia ez du nahi ta nahiez monofilia bere barnean baizik eta parafilia prozesuen bidez edo konbergentzia soilz gerta daitezke, kasu hauetan, sasi sinapomorfia deritzaio.

Ezaugarrien bakoitzerako egoera piesiomorfoa edo apomorfoa zein den aukeratzeko garaian sortzen dira lehen arazoak eta hemen datza kladistikari egin zaizkion kritika zabalduenetako bat. Egoera ugariena primitiboentzat hartzea eta arraroena bilakatuena; ontogenian ematen diren pausoen oinarritzea edo bateratsu ematen diren aldaketen korrelazioa bilatzea izan dira erabili diren metodo batzu, bakoitzak bere balioak eta akatsak azaldu dituztelarik.

Kladistikan erabiltzen den oinarritzko unitatea bilakaera (EU) unitatea da eta azter daitezken EU guztien egoera bilduz datuen matriza bat osa dezakegu, taxometriaren egiten zirenen antzekoak. Hemen, EU-en arteko sailak eratu ditzakegu egoera desberdinetan agertzen diren ezaugarriekin, bilakaera horretan bide motzenak erabiliz dendrogramak (kladogramak) eratuz.

Dendrograma hauetan, kladistikaren printzipioak eskatzen duten bezala, taxoiak monofiletikoak behar dute eta hori azaltzearen, pauso ezezagunen bat dagoenean unitate taxonomiko hipotetikoak (HTU) ezartzen dira. Metodo honek, beraz, pauso txikietan ematen den ezaugarrien aldaketa bezala ikusten du eboluzioa, egoera piesiomorfotik apomorfoa bilakatzuz. Hala ere jakina da eboluzioan jokaera konbergenteak edo paraleloak ematen direla batzutan edo aldatu ere dezakeela batzutan, egoera apomorfotik piesiomorfoa bueltatzuz.

Kladistika zoologoaren artean barrera hobe izan du botanikoen artean baino, horretarako arrazoi desberdinak daude bainan ez da txikiena animalia eta goi-landareen eboluzio moduen artean ematen diren diferentziak, adibidez, hibridazioa espezie berna sortzeko bide nagusienetarikoa bat da landare hauetan, animalietan ez bezala. Kladistikaren metodologia ezaugarrien aldaketak aztertuz adarketa filogenetikoak eratzea doanez, retikulazioak ez ditu ondo onartzen, azpian duen jerarkia nahasten duten ezker.

Bestalde ezaguna da, talde baten analisi kladistikoak egiteko lehenik ondo aztertutako taldea izan behar duela, taxometria gertatzen zenaren antzera. Hau da, oinarritzko datuak metodo narratiboan erabiltzen zirenak berak dira eta metodo desberdinak erabiliz, emaitzak batzutan antzekoak gertatuko dira eta beste batzuetan konplementarioak izango ditugu, errealtaterako gerturatzeko aukera desberdinak erabiliz.

3. INFORMAZIO TAXONOMIKOAREN ITURRIAK

Espezie desberdinen arteko desberdintasunak azaltzen dituen edozein datu erabili daiteke taxonomian, eta zenbat eta datu gehiago erabili, sailkaketa naturala antzemateko bide hobe izango dugu.

Dena den espezieen ugartasuna medio, ezaugarri batzu bakarrik aukeratu beharra dago. Aukeratzekoan modu errazenean ikusten direnak hautatzeko joera izan da beti eta hasieratik subjektibitatea sartzen da taxonomian. Ezaugarri hauetako asko azken urtetan ezagutu dira, teknika berna aurrera egin duten neurrian eta, kromosoma kopurua eta morfologia, polenaren egitura, elkargurutzaketak, metabolismo sekundarioen eraketa, proteinen sekuentziak etab., hauen artean.

3.1. Egituren informazioa

Lehen begiradan ikus daitezken ezaugarriak izango dira beti erabilgarrienak eta, hauen barruan, desberdintasun eremu handiena erakusten dutenak.

Angiospermen sailkaketan, loreen ezaugarrietan ematen diren aldaketak erabiltzen dira batez ere, taxonomi maila guztietan. Talde batzuetan, bestalde, fruituaren eta/edo hazien morfologiak ere garrantzi handia du. Ezaugarri begetatiboak ere erabilgarriak gertatzen dira gehienetan, hala nola, hostoen forma eta neurriak edo estomen egitura. Talde batzuetan, gramineotan kasu, loreak oso ezaugarri taxonomiko gutxi dituzte bainan hostoen ebaketen anatomiak edo epidermiak baliozko informazio ugari eskeintzen dute.

Anatomi ezaugarrien erabilera azken 100 urtetan bilakatu da, mikroskopia ezberdinen hobetzearekin batera, bainan gaur egun ere egitura mikroskopikoa gehienbat ezaugarri makroskopikoen laguntzaila bezala erabiltzen da.

Dena den, ezaugarri konkretu batek balio taxonomiko desberdinak izan ditzake talde batzuetan edo bestetan eta ia ezinezkoa da igertzea bere balioa aurretik ikertu ez den talde batean. Estanbre kopurua, adibidez, baliozko ezaugarria izan daiteke famili mailan, generoan edo espeziean, talde desberdinetan. Bestalde, taxonomi erlazioen indikadore bezala ezin zaie garrantzi gehiegirik eman eboluzioaren konbergentzia bidez lortutako ezaugarriari, zuhaitz edo belarkara egitura, hegaldun fruitu eta haziak, hosto urtsuak zonalde lehorretako landareetan, beste askoren artean, talde artifizialak eratzea eramango bai ligukete.

3.2. Informazio kimikoa

Osagai kimikoak aztertzeko teknika berriak (kromatografia eta elektroforesia bezala) azken 30 urtetan izan duten aurrerapenak kimiotaxonomiaren bilakaera ekarri dute berekin.

Disziplin honetan erabiltzen diren osagaiak hiru taldetan banatzen dira, metabolismo primarioak, metabolito sekundarioak eta semantidak. Metabolito primarioak bide metabolikoetan beharrezkoak diren sustantziak izaki, hedapen ia unibertaria dute, landare mota ugartan azalduz; hau dela eta taxonomian balio eskasa izaten dute.

Metabolito sekundarioak bizitzarako ezinbestekoak ez dira gertatzen, landare gehienetan behintzat, eta espezifikitate handia azaltzen dute; ondorioz, landare mota batzuetatik besteetara desberdinak izaten dira eta, beraz, taxonomi informazio ugari eskeintzen dute: alkaloidak, fenolak, terpenoideak, olioak, etab. gertatzen dira erabilgarrienak.

Semantidak informazioa daramaten molekula dira; DNA semantida primarioa izango da, RNA semantida sekundarioa

eta proteinak tertziarioak. Teorian, nukleotidoen sekuentziak sailkapenerako behar den informazio guztia emango ligukete baina praktikan, oraindik behintzat, zailtasunak daude sekuentziak erabakitzeko eta emaitzak ez dute nahi zen aina informazio eman.

Ezaugarri kimiotaxonomikoak, besteak bezala, taxonomi maila guztietan erabil daitezke eta ez da posible aurretik jakitea zenbaterainoko balioa izango duten, konbergentzia arazoak egituren informazioan ematen zen neurrian gertatzen bai da hauetan ere.

3.3. Kromosomen informazioa

Kromosomen datuak bi eratan erabili daitezke; batetik, informazio anatomiko hutsa bezala, kromosomen kopurua ezaugarri bat gehiago bezala hartuz.

Bestaldetik ordea, informazio mota berezi bat eskaini dezakete, kromosoma kopuruak eta beraien arteko homologiak, meiosis ematen den binakako parekatze modus erabakitzen bai dute eta, ondorioz, hibridoaren ugalketaren emankortasuna eta, gehiago oraindik, populazioen aldakuntza ereduak.

Generalki, espezie bateko ale baten zelula guztiak kromosoma kopuru berdina izaten dute, kromosoma zenbakia. Landareetan, animalietan ez bezala, kromosoma zenbakiak malgutasun handia aurkezten du; horrela, antza handia duten espezie batzutan ikus daiteke poliploidia zabaldua dagoela, serie poliploideak eratuz: diploide, tetraploide, hexaploide, ..., espezieak aurkitzen direlarik. Poliploidia da landareen eboluzioaren eragile indartsuenetakoa bat eta gertakari arrunta da hauen artean; egin diren estimazioetan %30-etik %70-era tartean kalkulatu dira poliploideak diren angiospermoen espezieak.

Poliploide hauek genoma berdina errepikatuz sortu daitezke, autopoliploideak, edo hibridazioaren bidez sortu daitezke, aloploiploideak. Landareetan ematen den beste egoera bat aneuploidiarena da, hau da, espezie baten aleak kromosoma zenbaki desberdinak aurkezten dituztenekoa.

Kromosomen egiturari dagokionean, zentromeroen posizioak banatzen dira gehienbat: metazentriko, akrozentriko eta telozentrikoak. Mikroskopioan ikus dezakegun kromosoma multzo bakoitzari kariotipoa deritzogu.

Kromosoma bakoitza bereiztea ez da lan erraza gertatzen eta horretarako tintaketa teknikak erabiltzen dira, Giemsa edo fluorokromoarenak bezala, kolore desberdinetako bandak sortzen bai dituzte.

Landare batzuen kromosomak informazio asko eman dezakete meiosis aztertzean; lehen ere aipatu dugu hibridazioa ugaria dela eta hori garbi azaltzen da meiosis. Heterozigotoetan, kromosoma pareak ez dira homologoak eta erredukzio metafasean elkartzerakoan ezin dira ondo parekatu, multibalenteak edo translokazioak bezalako akatsak azalduz.

3.4. Ugalketaren informazioa

Landareetan ugalketa bi era desberdinetara eman daiteke, beste landareekin ernalketa gurutzatuaren bidez, elkarugalketa, edo landarea bera autoernalduz, barneugalketa, bi mutur hauen artean izan daitezken aukera guztiekin batera.

Ugalketa sistemak informazio ugari eman diezaguke, landareek agertzen dituzten aldakuntza ereduak definitu bai ditzake, taxonomiaren zailtasunak ulertzen laguntzen bai du. Bestalde, eboluzio bideak ezagutzeko sistema hona gerta ohi da kasu askotan.

Badirudi hibridaketa izan dela landareen aldakuntza esplikatu duen arrazoi indartsuenetakoa bat; egun egiten diren kalkuloetan, fanerogamo espezie guztietatik %30 eta %70 artean hibridoak edo jatorri hibridoakokoaak lirateke. Oraindik gehiago, hibridatzeko ahalmena hain handia izaki, naturan bertan aurkitzen dira mekanismo ugari hibridazioa mugatzeko edo eragozteko. Pentsa dezagun bakarrik muga horiek artifizialki kentzen direnean zenbat hibrido desberdin lortu diren, jardinetako loreetan edo barazki desberdinetan adibidez. Egia esan, naturalki dauden hibrido kopurua baino handiagoa lortu da artifizialki azken mendeetan.

3.5. Landare geografia eta ekologiaren informazioa

Landare taxoi bakoitzak banakera eredu bat azaltzen du; era honetan elementu floristikoak definitu ditzakegu. Gure kasuan elementu atlantikoak, mediterranearrak edo menditarak izan ditzakegu adibidez.

Espezie mailan, garo arrunta *Pteridium aquilinum*, belar batzu *Poa annua* adibidez edo uretako espezie batzu mundu guztian zehar banatzen dira, kosmopolitak izango dira. Beste batzu alderantziz, eremu oso mugatu batean bakarrik aurkitu daitezke, endemismoak, *Armeria euscadiensis* edo *Soldanella villosa* bezala.

Erlazionaturik dauden taxoi bakoitzak banakera lurralde desberdinetan ematen denean taxoi alopatrikoak izango ditugu eta bikarizat hartu ditzakegu. Alderantziz, beraien banakera eremuak lotzen direnean sinpatrikoak izango dira eta elkartzten diren lekuetan hibridaketa ez da arraroa izaten.

Talde bateko antzeko taxoi kopuruak aztertuz, dibertsitatea non sortu zen antzeman dezakegu, espezieen eboluzioaren azterketan lagungarri izan dezakegularik.

4. TAXONOMIAREN PRAKTIKA

Taxoi multzo batean, taxonomikoki zeresana duten ezaugarrien aldakuntza ereduak aztertu ondoren, posible litzake sailkapen prediktiboa (naturala) eraikitzea talde horretan. Teorian hala bada ere, praktikan jartzerakoan arazoak sor daitezke.

4.1. Sailkapenaren prozesua

Organismo baten ezaugarrien artean badira esentzialak direnak eta horiek izango lirake garrantzizkoenak taxonomian. Angiospermoen loreak, adibidez, egitura esentzialtzat hartu dira eta landare hauen sailkapenerako ezaugarrien gehiengoa osatzen dute; kladismoa jarraitzen dutenentzat berriz, ezaugarri esentzialak aurreratuenak izango lirake (apomorfoak).

Sistematizatzeko beste saio batzu ere egin dira, adibidez funtzionalak diren ezaugarriak esentziales hartzekoa, eboluzioan zehar moldatu beharrez jasan duten hautaketa indartsua dela medio. Dena den, konbergentzia, paralelismo edo dibergentzia prozesuak indar handia izaten dute eboluzio prozesu hauetan eta ez da beti erraza izaten antzematea.

Kontutan hartzeko beste ezaugarri batzu kontserbatiboak lirateke, hau da eboluzioan zehar aldaketa gutxien jasaten dituzten organoen ezaugarriak; hauek, hestuki loturik dauden taxoi artean bariazio gutxi izango dute.

Berez, ezaugarri guztiak erabili beharko lirateke sailkaketan prozesuan baina, aurretik izan diren saiakerak, ezaugarri balio desberdinen argiketa empirikoak ematen dizkigute eta, era honetan ezaugarri on eta txarrez hitzegiten dugu, garbi utziz taxoi talde batzutan onak diren ezaugarriak beste askotan txarrak gerta daitezkeela, eta alderantziz.

4.2. Moduak eta lanabesak

Landareak ikertzerakoan ahalik eta eskura izatea da beharrezkoena, horretarako modu egokiena experimentazio jardinak edukitzea da, interesa duten landareak bertan hazi arazteko.

Dena den hori ez da beti posible eta, hala gertatu ezker ere, ez da posible interesa duten landare guztiak gordetzea. Akats hauek betetzeko sortu ziren herbarioak; paper artean lehorturiko landareak urte luzetan gorde daitezke, beti aztertzeko prest. Joan den mendeetan herbario haundiak egin dira, miloika landare lagin biltzeraino. Euskal Herrian badira bost edo sei, haundienak Gasteizeko Arabako Natur Institutuarena eta Donostiako Aranzadi Zientzi Elkartekoa, 50.000 lagin dituelarik bakoitzak.

4.3. Taxonomia gizakiaren zerbitzura

Askotan taxonomia soilki akademikoa bezala jotzen da edo behintzat egungo gizakiaren presazko beharrenekin zer ikusirik ez duen gai bat bezala, baina taxonomiak badu zeresanik munduan zabal dauden arazo batzuetan, batez ere biodibertsitatearen beharra azpimarratzen denean.

Taxonomia gehien landu direneko lurraldeak, klima epeleko lurrak, espezieetan nahiko pobreak dira; Euskal Herrian loredun 3.000 espezie inguru baditugu, Ekuador eta Kolonbia bezelako lurraldeetan 3.000 espezie orkideakin bakarrik osatzen dituzte. Orokorrean landare espezie gehienak, hirutik bi, tropikalak dira.

Honetaz gainera, dibertsitate genetikoko zentruak ekuadorraren inguruan kokatzen dira, hau da munduko taxoi gehien aintzinakoen materiale genetikoa bertan mantentzen dira. Gizakiaren lanaria zihurtatzeko (zentzu zabalenean) ahal den dibertsitate genetikoa gehiena mantendu behar da, baina arraza emankorrenak dibertsitate hori galdua dute.

Beharrezkoa gertatzen da beraz aintzinako arraza horiek ezagutzea eta mantentzea, gelditzen zaigun gene iturri bakarra bai dira. Horretaz gainera, janari moduan edo beste edozein beharretarako erabili daitezken landareetatik proportzio oso txiki bat besterik ez dabilkigu gaur egun eta aukera horiek aprobetxatu nahian darraite hainbat azterlan azken urte hauetan.

Azkenik eta ekologia ikuspegitik, ezagupena ezinbestekoa gertatzen da, bai mundu mailan nola gurea bezalako lurralde bakoitzean, bizitza babestu nahi horretan lehen egin beharra bezala.

5. EUSKAL HERRIKO BOTANIKAK

Lurralde eta gizarte batzutan botanikak, beste zientzi askok bezala, jarraitzaileak izanik benetako eskolak sortzen joan badira ere, ez da berdin gertatu Euskal Herrian.

Euskal Herriaren historian zehar aipa ditzakegun botanikak pertsona isolatuak izan dira medikuak, apaizak, botikariak, eta egin duten lana beraiekin bukatu da gehienetan, jarraitzaile zuzenik utzi gabe.

Hala izanik, orain urte gutxi arte behintzat, botanikak ez du bilakaera haundirik izan gure artean eta iritsi zaizkigun

lanak, meritu haundikoak badira ere, lurralde hestu edo zabalagoen bateko katalogoak dira.

XVII.mendekoa dugu lehen katalogoa: *Catalogue des plantes qui croissent en Béarn, Navarre et Begorre et des côtes de la Mer des Basques depuis Bayonne jusques Fontarrabie et St.-Sébastien en Espagne (1655)*, Paun bizi izan zen Prevost medikuak idatzia hain zuzen.

Hego Euskal Herrian berriz, beste ehun urte itxaron beharko dira lehen botanikoen berriak izateko; batetik, Arizaga arabarrak idatzitako *Excursión botánica o Itinerario de heborización hecha por orden de la Real Junta de botánica (1785)*. Bestetik, R.S.B.A.P. elkarteak eginiko *Ensayo de la Sociedad Vascongada de los Amigos de País, año de 1766*, non landare batzuren euskal izenak azaltzen diren.

XIX. mendearen bigarren erdian ugaritzen dira Euskal Herriko landareei buruzko azterketak; Iparraldean 1880, urtean Frantziako Elkarte Botanikoak (S.B.F.) Baionan egiten du bere urteroko bilera, bertan lanean ari ziren botanikoen lanak argitaratuz: Richter, Bonnet, Blanchet. Azken honek 1891ean bere *Catalogue des Plantes Vasculaires du Sud-Ouest de la France comprenant les Departements des Landes et des Basses-Pyrénées* argitaratzen du.

Hegoaldean berriz, Fernández de Salas eta Gil-ek, *Apuntes para la flora de Navarra (1870)*, Ruiz Casaviella, *Catálogo de las plantas observadas como espontáneas en Navarra (1880)* eta Lacoizqueta bere *Catálogo de las plantas que espontáneamente crecen en el valle de Bertiz-Arana (1883-85)*. Ikus dezakegu, beraz, aurreko mendean botanika ikerle gutxi batzuren lana zela gure artean eta etzuela inongo oiartzunik.

Mende honetan gauzak nolabait aldatzen doaz, Gasteizkoa zen Gredilla Unibertsitateko katedratikoa izatera iritsi zen eta 1912an bere *Apuntes para la Corografía Botánica Vasco-Navarra (1913)* utzi zigun, ordurarte ezagutzen ziren lanak bilduz. Iparraldean Ancibure eta Prestat-ek bere *Catalogue des plantes de la région bayonnaise (1918)* argitaratzen dute, baina berriro ere Frantziako Elkarte Botanikoak 1934-ean Baionan egin zuen bilerak eman zion aurrerakada haundiena landareen ezagupenari. Ondoren gainera, Miarritzen lerketa Zentrua eraiki zen, C.E.R.S. delakoa eta Allorge eta Jovet bezalako izen ospetsuak eman zituen.

Mendearen bigarren zati honetan berriz, aurrerakada haundia somatu da botanikako ikerketetan, batetik, ugariak izan dira unibertsitate lanak, tesiak eta tesinak, Euskal Herriko zatiren bat hartuz sakonki ikertu dutenak, bestetik, botanikari zaletuak lan ugari eskeini digute eta, azkenik, Euskal Institutioek ere gure inguruko landareak ezagutu eta zabalatzeko laguntza ugari eman dute azken urte hauetan.

Guzti hauen fruitua lan idatzietan azaltzen zaigu; ba dira onezkero 1.200-etik gora Euskal Herriko landareetat mintzo direnak eta hauetatik %80-a baino gehiago azken 30 urtetan idatziak. Azkenik eta, egiten ari diren lanen erakusgai bezala, lantzen ari den *Euskal Herriko Hora* dugu, non egun ezagutzen diren 3.000 espezieetik gora azalduko diren bere marrazki eta banakera mapekin zaletu guztiak gure landareak ezagutzeko aukera izateko moduan.